

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
E-mail: visserijonderzoek.asg@wur.nl
Internet: www.rivo.wageningen-ur.nl

Centrum voor
Schelpdier Onderzoek
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

Rapport

Nummer: C074/05

Oriënterend onderzoek betreffende Herziening Milieukeurcertificatieschema kweekvis

H.M. Jansen, H. van der Mheen, E. Schram, J.W. van de Vis

Opdrachtgever: Stichting Milieu Keur
Eisenhowerlaan 150
Postbus 17186
2502 CD Den Haag

Project nummer: 3571223507

Contract nummer: 05.095

Akkoord: Drs. E. Jagtman
Hoofd Onderzoeksorganisatie

Handtekening: _____

Datum: 28 november 2005

Aantal exemplaren: 20
Aantal pagina's: 18
Aantal tabellen: 2
Aantal bijlagen: 1

Inhoudsopgave

1. Introductie	3
2. Milieukeurcriteria	4
2.1 Milieu	4
Aspect 1: Water- en energieverbruik	4
Aspect 2: Waterkwaliteit	4
Aspect 3: Visvoer	4
Aspect 4: Voederconversie	5
Aspect 5: Geneesmiddelen.....	6
2.2 Welzijn	6
Introductie	6
Aspect 6: Waterkwaliteit	7
Aspect 7: Dichtheden	9
Aspect 8: Substraat en omgevingsverrijkende elementen	9
Aspect 9: Lichtregime en Lichtintensiteit	10
Aspect 10: Pootvis/voortplantingstechnieken	10
Aspect 11: Voer(en).....	10
Aspect 12: Afzwemmen	11
Aspect 13: Handling/Sorteren	11
Aspect 14: Uitval.....	11
Aspect 15: Transport	12
Aspect 16: Dodingsmethoden	12
2.3 Algemene eisen	12
Aspect 17: Opleiding	12
Aspect 18: Regelgeving	13
Aspect 19: Bijhouden van een logboek.....	13
3. Conclusie.....	14
Generiek versus soort specifiek certificatieschema	15
Aanvullingen op het huidige certificatieschema	15
Welzijn.....	15
4. Referenties	16
Bijlage 1: De vijf vrijheden	18

1. Introductie

Dit rapport geeft de resultaten weer van een oriënterend onderzoek in opdracht van Stichting Milieukeur voor de herziening van het certificatieschema Kweekvis. Het nieuwe schema zal opgebouwd worden uit twee pijlers: milieu & welzijn.

Er is onderzocht of het mogelijk is het huidige certificatieschema meer generiek te maken voor kweekvis, zodat niet alleen tilapia en meerval in aanmerking komen, maar ook andere soorten, zoals bijvoorbeeld tarbot, snoekbaars, barramundi en andere kansrijke soorten. Tevens is onderzocht of aanvullingen in het kader van milieu en welzijn kunnen worden toegevoegd aan het certificatieschema. Concrete invulling van de normen zijn in dit rapport niet meegenomen.

Het huidige certificatieschema is besproken door RIVO specialisten. De resultaten in dit rapport worden gepresenteerd per Milieukeur pijler; milieu en welzijn. Voor ieder van de aspecten die belangrijk zijn in relatie tot milieu en welzijn is de problematiek uiteengezet en een inschatting gegeven of een generiek certificatie criterium al dan niet ingevoerd kan worden. Er is met name aandacht besteed aan aanvullingen en op gebied van welzijn omdat dit een geheel nieuwe pijler is die meegenomen gaat worden in het vernieuwde certificatieschema. Het opstellen van welzijnsnormen brengt echter ook veel onzekerheden en onduidelijkheden met zich mee. Er is getracht deze problematiek zo goed mogelijk uiteen te zetten en aanbevelingen te geven voor het stellen van welzijnsriteria.

2. Milieukeurcriteria

2.1 Milieu

De volgende aspecten zijn van belang bij het formuleren van criteria voor de pijler “Milieu” van het herziene certificatieschema van milieukeur.

Aspect 1: Water- en energieverbruik

Recirculatiesystemen zijn ontwikkeld om teeltcondities (bijv. temperatuur) onder controle te hebben en te optimaliseren. Door het hergebruik van het water worden energiekosten en watergebruik teruggedrongen. Een recirculatiesysteem, gebruikt echter nog steeds relatief veel water en energie. Verdergaande optimalisatie is daarom nog steeds mogelijk.

In het huidige certificatieschema worden maximaal toegestane waarden voor water- en energieverbruik vermeld. Daarnaast kunnen punten gescoord worden voor een lager water-/energieverbruik. Ook voor het gebruik van duurzame energie kunnen punten gescoord worden. Momenteel zijn deze waarden afzonderlijk voor iedere vissoort vastgesteld. In het huidige schema is het maximale waterverbruik voor respectievelijk meerval, paling en tilapia vastgesteld op 200, 600 en 500 l/kg verse vis. Het totale energieverbruik op respectievelijk 50, 100, 85 MJ/kg verse vis. Hieruit blijkt al dat de verschillen tussen afzonderlijke vissoorten erg groot zijn.

In theorie is het mogelijk om generieke criteria op te stellen (x l/kg verse vis of x MJ/kg verse vis). Technische oplossingen moeten er voor zorgen dat deze waarden gehaald kunnen worden. Maar de ene vissoort zal dan veel eenvoudiger aan die generieke criteria kunnen voldoen dan een andere vissoort. Ook bestaat de kans dat deze generieke normen een zeer algemene invulling krijgen, waardoor het voor een kweker relatief makkelijk is om aan de criteria te voldoen. Het onderscheidend vermogen van MK zal bij een generiek criteria lager zijn dan bij criteria gebaseerd op specifieke soorten. Dit geldt voor zowel de basiseisen als de criteria in de milieumeetlat. Door een maximum aan het totale waterverbruik op te leggen wordt het gebruik van kooi- en vijverculturen uitgesloten.

Aspect 2: Waterkwaliteit

Door de aanwezigheid van hergebruikstechnologieën, hebben recirculatiesystemen de mogelijkheid om een milieuvriendelijke visteelt te realiseren. In het huidige certificatieschema worden alleen minimale zuurstofgehalten benoemd als aspect van waterkwaliteit. Deze parameter zal in het kader van welzijn besproken onder aspect 6.

Met name de uitstoot van nutriënten (N en P) en opgeloste deeltjes is een belangrijk item in het kader van milieuverontreinigingen. Momenteel wordt dit nog niet meegenomen in het certificatieschema. Er moet getracht worden de afvoer van nutriënten en opgeloste deeltjes van een visteeltbedrijf te reduceren. Het blue label systeem heeft hier in het verleden onderzoek naar verricht (Kloet et al., 2001). Uit dit onderzoek bleek dat reductie mogelijk is. Een generieke basiseis voor uitstoot van nutriënten en opgeloste deeltjes kan daarom ontwikkeld worden. In de milieumeetlat kunnen vervolgens punten gescoord worden indien lagere uitstoten gerealiseerd worden.

Aspect 3: Visvoer

Voer is zeer belangrijk in de visteelt en is veelal speciaal ontwikkeld voor zowel specifieke soorten als ontwikkelingsstadia. In de huidige normen van MK is alleen het naleven van de wetgeving met betrekking tot dioxine en de eis dat voer afkomstig moet zijn van een GMP-

waardig bedrijf vastgelegd. In het vernieuwde certificatieschema kan mogelijk ook rekening gehouden worden met aspecten als de afkomst van vismeel en het aandeel plantaardige bestanddelen in het visvoer. Deze aspecten zullen hieronder puntsgewijs besproken worden.

Dioxine & GMP

Wat betreft dioxine en GMP criteria kan vast gehouden worden aan de huidige basiseis: "het visvoer moet voldoen aan de Europese richtlijnen voor diervoeder en tevens aan de huidige richtlijn voor dioxine in voer. Tevens moet het visvoer afkomstig zijn van een veevoederbedrijf dat GMP-waardig is of gelijk hieraan". Dit kan als generieke eis overgenomen worden voor alle vissoorten.

Afkomst vismeel & visolie

Gezien de huidige visserijdruk op de natuurlijke bestanden, is het gebruik van vismeel en visolie in visvoer omstreden. Herkomst van visbestanddelen in het visvoer is dan ook een belangrijk aspect. Het is echter het nog niet mogelijk vismeel en visolie te verkrijgen dat afkomstig is van vis(afval) van niet overbeviste of duurzaam beviste visgronden, wat via het MSC-keurmerk gegarandeerd wordt. Reeds MSC-gecertificeerde bedrijven zijn vooralsnog alleen visserijen die zich richten op vis voor directe consumptie (www.msc.org). Er kunnen op dit moment dan ook nog geen richtlijnen opgesteld worden over de afkomst van het vismeel/olie in visvoer.

Biologische standaarden voor aquacultuur eisen dat tenminste 50% van de eiwitten in het dieet afkomstig zijn van bijproducten van verwerkingsindustrie en van wilde aquatische voedselbronnen die niet geschikt zijn voor humane consumptie (IFOAM, 2004). De vraag is of het haalbaar is deze eis te implementeren in de praktijk. Het is namelijk moeilijk te definiëren wat een bijproduct is. Ook is de vraag wat wel en niet geschikt is voor humane consumptie. Sardines en ansjovis worden vaak tot vismeel verwerkt, zijn echter ook voor humane consumptie geschikt. Het is dan een kwestie van vraag en aanbod en prijs wat ze met die vissen doen. Dus ook bij biologische standaarden lijkt het niet eenvoudig om harde richtlijnen op te stellen

Plantaardige voederbestanddelen

Verschillen in voersamenstelling voor verschillende vissoorten is groot. Echter, al het voer is eiwitrijk om een lage voederconversie te realiseren. Gezien de vismeel & visolie problematiek moet er gezocht worden naar alternatieve voederbestanddelen. Voor bepaalde soorten zoals bijvoorbeeld tilapia kan het voer uit een relatief hoog percentage plantaardig bestanddelen bestaan. Dit hangt samen met het natuurlijk eigenschappen van de dieren. Tilapia is een herbivoor/omnivoor waardoor overstappen op een voer met een hoog percentage plantaardige bestanddelen mogelijk is. Voor iedere soort kan zo een minimum percentage plantaardige bestanddelen vastgesteld worden. Daarnaast kunnen punten toegekend worden wanneer een bepaald percentage van de plantaardige voederbestanddelen afkomstig zijn van EKO of Milieukeur. Omdat het hier om een percentage van de plantaardige bestanddelen in het voer gaat kan deze eis voor alle soorten ingevoerd worden.

Aspect 4: Voederconversie

Hoge voederconversies (VC) houdt in dat er veel voer gebruikt wordt om een kg vis te produceren. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. Vanuit zowel milieu als welzijnsoogpunt moet dit vermeden worden. De voederconversie is echter ook afhankelijk van de ingrediënten van het voer. Met zeer eiwitrijk voer kunnen lage voederconversies gerealiseerd worden. Wanneer het streven is naar implementatie van voer met een hoog percentage plantaardige bestanddelen zoals beschreven onder aspect 3, zullen de voederconversies bij de meeste soorten vanzelfsprekend omhoog gaan. Door de hoge kosten van het voer zal een kweker altijd proberen een zo laag mogelijke voederconversie te bewerkstelligen. Daarnaast wordt de uitstoot en de concentratie van nutriënten, welke onder andere veroorzaakt wordt door een hogere VC, in principe gereguleerd door aspect 2 (uitstoot) en aspect 6 (waterkwaliteit in relatie tot welzijn). Het is dan ook de vraag of voederconversie gehanteerd moet blijven als criteria binnen het milieukeurmerk. Wanneer besloten wordt de

voederconversie te blijven hanteren in het Milieukeur certificatieschema zullen hiervoor soort specifieke normen opgesteld moeten worden.

Aspect 5: Geneesmiddelen

De NeVeVi heeft in haar gedragscode een protocol voor het gebruik van diergeneesmiddelen opgenomen. Er is afgesproken met het ministerie van LNV dit protocol voorlopig te hanteren totdat nadere wetgeving omtrent gebruik van diergeneesmiddelen beschikbaar komt. In dit protocol staat beschreven hoe viskwekers om dienen te gaan met het gebruik van diergeneesmiddelen in de viskweek. Indien maatregelen ontoereikend zijn om de ziekte te bestrijden, moet een (gespecialiseerde) dierenarts geraadpleegd worden. Als de dierenarts een therapie noodzakelijk acht, mag hij diergeneesmiddelen voorschrijven. Bij voorkeur worden middelen voorgeschreven die zijn beschreven in bijlage 2 van de gedragscode. Bij gebruik van enig middel dient, zowel bij de dierenartsenpraktijk als bij de viskweker een logboek (zoals weergegeven in bijlage 3 van de gedragscode) nauwkeurig te worden bijgehouden. Wanneer vissen met een gewicht van meer dan 5 gram zijn behandeld, moeten deze alvorens voor consumptie aan te bieden, worden getest op de aanwezigheid van eventuele residuen.

In het huidige certificatieschema worden een aantal diergeneesmiddelen genoemd die gebruikt mogen worden in de visteelt. Deze lijst, die onderdeel is van "Handleiding Visziekten" (ID-DLO), heeft ook als basis gefungeerd voor het opstellen van het bovengenoemde protocol. Het is aan te bevelen dat de lijst uit het huidige schema komt te vervallen en dat het naleven van de gedragscode/protocol opgenomen wordt in het certificatieschema.

2.2 Welzijn

Introductie

Voordat ingegaan wordt op de specifieke aspecten die samenhangen met vissenwelzijn is het van belang enige aandacht te besteden aan het begrip "welzijn".

Definities over dierenwelzijn kunnen over het algemeen in drie categorieën worden ingedeeld: 1) gebaseerd op gevoelens, 2) gebaseerd op het biologisch functioneren en 3) gebaseerd op de natuur (Duncan & Fraser, 1997; Fraser et al., 1997). In de dierhouderij wordt veelal uitgegaan van de op gevoelens gebaseerde definitie. In 1979 heeft de Farm Animal Welfare Council (FAWC), een onafhankelijk adviesorgaan van de Europese Commissie, vastgesteld dat dieren in de veeteelt recht hebben op de 5 "vrijheden" zoals genoemd in bijlage 1. De genoemde vrijheden zijn opgesteld voor warmbloedige landbouwhuisdieren en niet voor vissen. Het mag duidelijk zijn dat deze vrijheden voor vissen enige bijstelling behoeven. De Fisheries Society of the British Isles (FSBI, 2002) hebben de vijf vrijheden aangepast voor vissen (bijlage 1).

Kennislacunes

Momenteel is er nog steeds zeer weinig bekend over het gedrag van vissen, waardoor ook het welzijn moeilijk te bepalen is. Bovendien is veel van de bestaande kennis gerelateerd aan productieomstandigheden. Het is echter uit de veehouderij (o.a. vleeskuikensector) gebleken dat dit weinig zegt over het welzijn van de dieren.

Daarnaast bestaan er controverses omtrent pijnbeleving bij vissen. Enkele wetenschappers beweerden aan de hand van hersenstructuren dat vissen niet in staat zouden zijn tot pijnbeleving (Rose, 2002). Dit standpunt is echter door tal van wetenschappers weerlegd. Op basis van neurofysiologisch en ethologisch onderzoek veronderstellen de meeste wetenschappers dat ook vissen pijn en angst ervaren (o.a. Raat & Bos, 1999). De laatste jaren rijgt de tendens dan ook steeds verder naar een algemene acceptatie dat vissen weldegelijk pijn kunnen ervaren.

Europese aanbevelingen

De Raad van Europa werkt aan een conventie over welzijn van kweekvissen, met als resultaat 'Recommendations Concerning Farmed Fish'. Hieruit komt naar voren dat de Raad van Europa veel waarde hecht aan het kennisniveau van de viskweker. Voor de waarborging hiervan denkt de Raad aan het certificeringssysteem. Verder stelt de Raad van Europa dat nieuwe huisvestingsmethoden moeten worden onderzocht op welzijnsaspecten (vissen moeten hun biologische behoeften kunnen vervullen, kunnen zwemmen, maar weer niet zoveel ruimte hebben dat dit leidt tot ongewenst territoriumgedrag). Voor alle dieren dient voldoende voedsel aanwezig te zijn en de kweker is verplicht alle automatische systemen dagelijks te controleren. De kweker moet gegevens bijhouden over onder andere voeding, visdichtheid en medicijngebruik.

Bij veel vissen zal een probleem ontstaan om dit natuurlijke gedrag te toetsen omdat er veelal weinig kennis is over het natuurlijk gedrag van de vis en de eisen die het aan de omgeving stelt. Weliswaar is kennis voorhanden over natuurlijk gedrag van 'wilde' vissen (migratie, foerageren, baltsen, voortplanten enz.), maar er zijn geen methoden om vast te stellen welke afwijking van natuurlijk gedrag er in teeltsystemen aanvaardbaar zijn. Gezien het grote verschil tussen vissen is het volgens wetenschappers noodzakelijk voor iedere soort apart kennis te verzamelen over aanvaardbare afwijking van het natuurlijk gedrag in teeltsystemen.

De Europese Unie dringt aan op het opstellen van indicatoren voor vissenwelzijn (pers. comm. G.L. Taranger, senior onderzoeker bij IMR, Noorwegen). Het is echter zeer lastig om goede indicatoren op te stellen om dat vissenwelzijn een complex probleem is waar nog relatief weinig over bekend is. Wel is duidelijk dat er grote interesse is voor dergelijke indicatoren. Het is dan ook een goed streven om welzijn te implementeren in het milieukeurmerk. Onderstaande aspecten zijn allen van invloed op het welzijn van vissen in teeltsystemen. De problematiek evenals de mogelijkheden tot het stellen van criteria wordt puntsgewijs besproken.

Aspect 6: Waterkwaliteit

Waterkwaliteit is buiten de effecten voor het milieu ook van invloed op het welzijn van vissen omdat vissen voor de aanvoer van zuurstof en de afvoer van afvalstoffen volledig afhankelijk zijn van het omringende aquatische milieu. Door het hergebruik van teeltwater ipv lozen in de natuur is er gevaar van (tijdelijk) ophoping van afvalstoffen. Dit proces wordt versterkt wanneer dichtheden en voergift stijgen. Per soort verschilt het in welke mate de vis tegen deze "vervuiling" is bestand. Meerval is een voorbeeld van een vissoort waarbij waterkwaliteit zeer weinig effect heeft op groei en voeropname, terwijl voor tarbot het kweekwater zeer helder moet zijn en kleine veranderingen in de waterkwaliteit grote gevolgen hebben voor de productie en waarschijnlijk ook voor het hieraan gerelateerde welzijn van de vissen. Het is onbekend of vissenwelzijn verbetert wanneer waterkwaliteit beter is dan de op basis van productiegegevens vastgestelde normen.

Effecten van waterkwaliteit op de vis worden in sterke mate bepaald door de interactie tussen bepaalde factoren. Zo is bijvoorbeeld de giftigheid van ammonia sterk afhankelijk van de pH en de temperatuur van het water. Bij waterkwaliteit in relatie tot welzijn moet met name rekening gehouden worden met de volgende parameters:

- **Zuurstof:** Voor de ademhaling zijn vissen voor het grootste deel aangewezen op het zuurstofgehalte in het water. Meerval is een van de weinige vissoorten die in zijn zuurstofbehoefte kan voorzien door het opnemen van atmosferische zuurstof. Het is echter niet bekend of lagere zuurstofconcentratie in het water leidt tot aantasting van het welzijn van de meerval, ondanks dat de vis zich onder dergelijke omstandigheden goed lijkt te gedijen.
- **CO₂:** Voor iedere gram zuurstof die een vis consumeert wordt ca. 1,3 gram CO₂ aan het water afgegeven (Bovendeur et al., 1987). In recirculatiesystemen kan CO₂ accumuleren wanneer het water onvoldoende ontgast wordt. CO₂ reageert met water waarbij HCO₃⁻ en CO₃²⁻ gevormd wordt. Het evenwicht dat ontstaat tussen CO₂, HCO₃⁻ en CO₃²⁻ wordt beïnvloed door de pH. Er is weinig bekend over de effecten van chronische blootstelling aan CO₂ bij vis in het algemeen.

- Ammonia: Ammonia kan giftig worden wanneer het in het lichaam accumuleert. Het blootstellen van vissen aan sub-letale ammoniac concentraties veroorzaakt fysiologische, biochemische, histologische en gedragsveranderingen, die eerder de groei en het immuunsysteem onderdrukken dan mortaliteit veroorzaken (Rand en Petrocelli, 1985). In water komt ammonia in twee vormen voor, in geïoniseerde vorm (ammonium, NH_4^+) en ongeïoniseerde vorm (NH_3). De giftigheid van ammonium wordt voornamelijk bepaald door de ongeïoniseerde vorm (NH_3) en is sterk pH afhankelijk.
- Nitriet: Nitriet is bijzonder giftig voor vissen. Nitriet wordt actief in het bloed geconcentreerd middels de chloridepomp in de kiewen (Bath en Eddy, 1980). Nitriet oxideert hemoglobine tot methemoglobine. Hemoglobine heeft als functie het binden en transporteren van zuurstof, methemoglobine is hier niet toe in staat. Chloride in het water heeft een sterke beschermde werking tegen nitrietvergiftiging doordat het bij de actieve opname door chloridecellen nitriet beconcurrert (Lewis en Morris, 1986). In aanwezigheid van chloride wordt daardoor minder nitriet opgenomen door de vis.
- Nitraat: Nitraat accumuleert in een recirculatiesysteem. Er is over het algemeen weinig bekend van de toxiciteit van nitraat omdat het een specifiek probleem van visteelt in recirculatiesystemen betreft. Ontwerpers van recirculatiesystemen hanteren veelal een maximale nitraatconcentratie van 100 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (Verreth en Eding, 1993). In de praktijk lopen de nitraatconcentraties op tot 140 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (Desmares, 1993) zonder dat dit negatieve gevolgen lijkt te hebben voor de productie.
- pH: In een recirculatiesysteem daalt de pH automatisch als gevolg van bicarbonaatverbruik door nitrificatie. Wanneer vissen acuut blootgesteld worden aan zuur water zijn er grote veranderingen in de mineralen huishouding meetbaar. Wanneer de vis gelijkmatig aan verzuring (daling 1 pH eenheid per uur) wordt blootgesteld is het effect van zuurgraad amper meetbaar (Van Dijk et al., 1993; Van Ginneken & Van Eersel, 1997).
-

Tabel 1 geeft een overzicht van de grenswaarden van de hierboven genoemde parameters voor paling en meerval zoals weergegeven in de literatuur.

In het huidige certificatieschema worden alleen criteria voor zuurstofgehalten in de paling en tilpateelt benoemd. Omdat blijkt dat naast zuurstof tevens de bovengenoemde parameters van invloed zijn op het welzijn van vissen is het aan te bevelen ook deze mee te nemen in het herziene certificatieschema. Omdat veel van de parameters verschillen voor de afzonderlijke vissoorten (tabel 1) is het niet mogelijk generieke criteria op te stellen. Er moeten daarom veelal specifieke criteria worden opgesteld naar de behoeften van iedere soort en ontwikkelingsstadium. De grenswaarden voor de parameters zijn niet voor alle vissoorten vastgesteld. Ook moeten de waarden uit tabel 1 voorzichtig worden geïnterpreteerd. Deze waarden zijn dmv laboratorium proeven vastgesteld. In de praktijk blijkt echter dat vissen soms veel hogere waarden ondervinden zonder dat een verschil in voeropname en groei wordt geobserveerd. Zo is de nitraat grenswaarde voor paling vastgesteld op 100 mg/l, in de praktijk blijkt echter dat concentraties boven de 800 mg/l pas een nadelige invloed hebben op de voeropname van de alen.

Er zijn enkele parameters waar een generiek criterium kan voldoen. Voor de pH kan bijvoorbeeld gesteld worden dat deze in de range tussen 5 en 9 moet liggen en dat de zuurgraad van het water met niet meer dan 1 pH eenheid per uur mag dalen. Daarnaast kunnen algemene eisen opgesteld kunnen worden over de aanwezigheid van alarmsystemen en noodvoorzieningen. Tenslotte moet de waterkwaliteit continu gemonsterd en gerapporteerd worden.

Tabel 1. Grenswaarden van waterkwaliteitsparameters voor paling (Kamstra, 2001) en meerval (Schram, 2002).

	Paling	Meerval
Zuurstof	<4 mg/l: reductie in voeropname <1-2 mg/l: sterfte paling	- Jonge Meerval is voor 90% afhankelijk van zuurstof in het water, bij oudere dieren kan dit teruglopen tot 50-60%
Ammonia	<ul style="list-style-type: none"> • 0.1 mg/l NH₃-N: reductie in groei • Voor alen worden de minimum norm 0.05 mg/l voor NH₃-N aangehouden, maar is sterk afhankelijk van de pH. 	0.1 NH ₃ mg/l (dit resulteert in grenswaarden voor totaal ammonium van 176, 17,8 en 1,9 mg/l bij 25C en pH waarden van resp. 6,7 en 8.)
CO ₂	Grenswaarde < 25 mg/l CO ₂ Alen kunnen echter concentraties CO ₂ van 60–100 mg/l overleven.	-
pH	Range 5-9	Range 5-9
Nitriet	20 mg/l nitriet-N	1,5 mg NO ₂ -N/l in afwezigheid van chloride. Voor elke toename van de chlorideconcentratie van 10 mg/l kan de grenswaarde worden verhoogd met 0,15 mg/l.
Nitraat	Grenswaarde 100 mg/l N.	Grenswaarde 100 mg/l N.

Aspect 7: Dichtheden

De bezettingsdichtheden waarbij dieren gehouden worden heeft effect op het gedrag en daarmee op het welzijn van individuele dieren. Daarnaast kan de bezettingsdichtheid een effect hebben op de waterkwaliteit (Blackburn & Clarke, 1990; Kebus et al., 1992; Procarione et al., 1999). Bij een aantal vissoorten heeft een toenemende bezettingsdichtheid een negatieve invloed op groei, voederconversie en overleving (forel en zalm: Ewing & Ewing, 1995, baars: Vazzana, 2002). Echter bij andere soorten heeft dit een positieve invloed (meerval en Arctic charr, Jorgensen et al., 1993). Beneden een bepaalde bezettingsdichtheid kan agressief gedrag en kannibalisme toenemen (Schram., 2002). De relatie tussen welzijn en dichtheden is waarschijnlijk non-lineair (Ewing & Ewing, 1995; Bell, 2002; Scott et al., 2001). Er moet dan ook een kritieke massa voor zowel een boven als ondergrens worden bepaald.

Onderzoek naar het gedrag en welzijn van de vis in relatie tot de houderij is op praktijkschaal nog nooit verricht. Het stellen van onderbouwde criteria voor (zowel maximale als minimale) dichtheden is met de huidige kennis dan ook niet mogelijk. Wel is het duidelijk dat behoeften hierin sterk verschillen tussen vissoorten. Zalm wordt bijvoorbeeld gehouden bij dichtheden van 60 kg/m³ terwijl de visdichtheid bij meerval gemiddeld bij 500 kg/m³ is. Ook tussen ontwikkelingsstadia binnen één soort worden verschillende dichtheden gehanteerd. Voor platvissen moeten andere maatstaven gelden omdat bij de kweek hiervan het vloeroppervlak belangrijker is dan het totale volume. De eenheid waarin visdichtheid uitgedrukt wordt moet daarom voor platvissen in m² en voor vissen die de gehele waterkolom gebruiken m³ zijn.

Aspect 8: Substraat en omgevingsverrijkende elementen

Om tegemoet te komen aan de natuurlijke behoeften van de vissen in teeltsystemen kunnen omgevingsverrijkende elementen aangebracht worden. Er is op wetenschappelijk gebied geen informatie of dit het welzijn ook daadwerkelijk ten goede komt. Uit praktijk situaties blijkt dat vissen wel gebruik van maken van de elementen (indien ze juiste aangebracht worden). In de palingteelt gebruiken sommige bedrijven rustnetten in de bassins waar de paling massaal in kruipt (Kamstra, 2001). Alvorens de aanwezigheid van één of meerdere omgevingsverrijkende

elementen te introduceren in de welzijnsmeetlat, moet er onderzoek verricht worden naar de effectiviteit van de verschillende verrijkende elementen.

Aspect 9: Lichtregime en Lichtintensiteit

Gedrag van vissen in de natuur is veelal gerelateerd aan dag/nacht- en seizoensritmes. Alen zijn bijvoorbeeld vooral in het donker actief en verbergen zich overdag in schuilplaatsen. Gedurende de nacht zijn er korte perioden met veel activiteit afgewisseld met perioden van complete rust, zowel in als buiten de schuilplaats (Baras et al, 1998). Zelfs de intensiteit van maanlicht is waarschijnlijk te hoog voor normaal nachtelijk voedselzoekgedrag. Bij volle maan gedragen alen zich onrustiger, met kortere perioden van veel activiteit in vergelijking met donkerder nachten. Ook in kweekbakken is de licht donker cyclus de bepalende factor voor het bewegen en het foerageergedrag van paling (Dou & Tsukamoto, 2003).

Boeuf & Le Bail (1999) toonden aan dat lichtregime en lichtintensiteit de voedselinname, groei en waterkwaliteit van kweekvis kunnen beïnvloeden. Almazan Rueda (2004) toonde voor de Afrikaanse meerval aan dat zowel lichtregime als lichtintensiteit een belangrijke rol spelen in het gedrag en het welzijn van de vissen.

Iedere vis heeft specifieke behoeften wat betreft lichtintensiteit. Daarom moeten lichtregimes passen bij de betreffende vissoort. Over de specifieke behoeften van vissen qua lichtregimes is echter nog weinig bekend.

Omdat er nog weinig bekend is over de effecten van lichtregimes en lichtintensiteiten bij verschillende vissoorten zal het moeilijk zijn om hiervoor onderbouwde criteria op te stellen. Vooralsnog lijkt het lastig om generieke criteria in te voeren gezien de vermeende verschillen tussen de behoeften van de vissen.

Aspect 10: Pootvis/voortplantingstechnieken

Momenteel hanteert MK het criteria van milieukeur dat ouderdieren en pootvis niet afkomstig mogen zijn van wildvang. Rondom welzijn bij voortplanting in gevangenschap zijn echter enkele vraagtekens te plaatsen waardoor dit criterium omstreden is. Zo wordt de mannelijke meerval geslacht om hom uit de testes te winnen. Ook worden de ouderdieren veelal met hormonen behandeld. Het is daarom vanuit welzijnsoverwegingen wellicht beter om het criteria als volgt te definiëren: “de pootvis die wordt gebruikt voor de opkweek van vis mag afkomstig zijn van wildvang indien het natuurlijke bestand hierdoor niet wordt aangetast”. De palingkweek krijgt op deze manier een kans om meegenomen te worden in het certificatieschema, zonder dat hier een uitzondering gemaakt hoeft te worden.

Hier zijn natuurlijk ook argumenten tegen in te brengen. Allereerst is het de vraag of men kan garanderen dat het natuurlijke bestand op een duurzame wijze wordt geëxploiteerd. Daarnaast kunnen door import van pootvis uit het wild ziekten binnen gehaald worden. Dit is vanuit zowel milieu als welzijnsoogpunt niet wenselijk. Ook is het voor de kweker niet aantrekkelijk omdat het niet mogelijk is een fokkerijprogramma op te zetten.

Aspect 11: Voer(en)

Als generiek criterium voor het aantal maal voeren per dag kan men stellen dat: “Vissen het voer op moeten kunnen nemen op een manier die overeenkomt met het natuurlijke voeropnamegedrag van de betreffende vissoort en op een manier die competitie voor voer minimaal houdt”. In sommige gevallen wordt hier in de praktijk al rekening mee gehouden. Onder natuurlijke omstandigheden is tarbot bijvoorbeeld gewend enkele keren per dag een wat grotere hoeveelheid te consumeren, terwijl tong meer een scharrelaar is die zo nu en dan wat te eten vindt. Het voedermanagement in de teelt van deze soorten springt hierop in door tarbot enkele malen per dag te voeren en tong vaker kleine hoeveelheden aan te bieden. In andere gevallen komt het voermanagement niet overeen met de natuurlijke gedragingen van de vissen.

Paling eet in de natuur alleen als het donker is, eet van de bodem en solitair. In kweeksystemen moeten de alen van het oppervlak eten, in aanwezigheid van heel veel andere vissen, en ook nog als het niet echt donker is. Tevens is er in vrijwel alle visteeltsystemen sprake van hoge competitie voor voer. Wanneer men aan kan tonen dat de voermethode aansluit op de behoeften van de vissen kunnen punten toegekend worden in de welzijnsmeetlat.

Aspect 12: Afzwemmen

In de visteelt wordt voedselonthouding voor de slacht voornamelijk gebruikt om de grondsmak kwijt te raken. Het is onbekend of voeronthouding het welzijn van vissen ernstig beïnvloed. Wanneer gekeken wordt naar het natuurlijk gedrag zien we dat sommige vissen in de natuur ingesteld zijn op langere perioden van voedselonthouding. Zo slaat de paling relatief veel lichaamsvet op waardoor het langere perioden zonder voedsel kan doorstaan. Wel raakt de paling in teeltsystemen in sterke mate gewend aan een vast voedertijdstip. Onthouding leidt in eerste instantie dan ook tot onrust (Kamstra, 2001). In de natuurlijke omgeving overleeft de Afrikaanse meerval door zich in het droge seizoen in te graven in de bodem van de opgedroogde poelen. Het is echter belangrijk aan te merken dat deze natuurlijke voedselafname temperatuur-, leeftijds-, soort en seizoensafhankelijk is. Het is daarom mogelijk dat voedselonthouding tijdens niet-natuurlijke perioden kan leiden tot een afname van het vissenwelzijn.

Omdat er momenteel geen alternatieve oplossingen lijken te zijn voor het kwijtraken van de grondsmak en ook het vermeende welzijnsprobleem nog niet aangetoond is, is het moeilijk criteria op te stellen. Zoals eerder aangegeven ondervinden paling en meerval wellicht minder last van de voedselonthouding dan bijvoorbeeld tilapia of barramundi die in natuurlijke omstandigheden minder te maken hebben met systematische voedseltekorten. Een mogelijk criterium moet dan ook rekening houden met soort, lengte en temperatuur van het water. Tenslotte is het belangrijk aan te geven dat viskwekers, om economische redenen, altijd zullen proberen de afzwemtijd zo kort mogelijk te houden.

Aspect 13: Handling/Sorteren

Om verschillen in gewicht tussen individuen beperkt te houden wordt er in een visteeltbedrijf regelmatig gesorteerd. Sorteren en dan met name de vangst en verwijdering uit het water geeft bij vissen een stress-reactie (Pickering 1993; Warring 1996). Er bestaan verschillende sorteringsmethoden, er is echter nog nooit systematisch onderzoek verricht naar de verschillen in welzijn tussen de afzonderlijke methoden. In de praktijk wordt bij het sorteren enkel gelet op uitval, beschadiging en de tijd totdat de vissen weer voer opnemen. Dit is een zeer grove welzijnsindicator.

Door het aantal keer sorteren naar beneden te brengen wordt weliswaar de stress van het sorteren verlaagd maar de stress in de bassins kan toenemen door agressie en dominantie van de grotere individuen. In het eerste geval is te maken met korte termijn stress terwijl in het tweede geval te maken is met lange termijn stress. Het effect van korte termijn stress kan minder ingrijpend zijn omdat het dier de kans krijgt om hiervan te herstellen.

Aspect 14: Uitval

Uitvalpercentages zijn een zeer ruwe indicator voor het welzijn van vissen in een teeltsysteem. Het is in principe mogelijk om een generiek criterium voor het uitvalspercentage mee te nemen in de dierenwelzijnsmeetlat. Bepaalde teelten zullen dan makkelijk kunnen voldoen aan deze eis terwijl andere standaard te maken hebben met hoge uitvalpercentages in bepaalde ontwikkelingsstadia (bijv. glasaal). Uitval is relatief eenvoudig te meten maar er zijn geen recente gegevens over uitvalpercentages van de visteeltbedrijven die als referentiekader gebruikt kunnen worden.

Aspect 15: Transport

In visteelt worden de vissen veelal getransporteerd naar de slachtfaciliteiten. Welzijn van de vissen kan hierbij aangetast worden door handling en pompprocedures. Daarnaast kan inadequate waternieuwering tijdens transport leiden tot zuurstoftekorten en ophoping van CO₂ en ammonia, wat een verdere stress respons en hiermee samenhangende welzijnsproblemen tot gevolg kan hebben.

De Health and Consumer protection Directorate General van de Europese Commissie heeft een rapport gepubliceerd over het welzijn van Dieren tijdens transport (2002). Dit rapport behandelt verschillende diersoorten, echter vis wordt hierin niet meegenomen. De Europese Voedselveiligheid Autoriteit heeft hierop gereageerd door onder andere aanbevelingen te geven voor het transport van vissen. Deze aanbevelingen benadrukken:

- De beschikbaarheid van voldoende zuurstof
- Vermijden van blootstelling aan de lucht tijdens laden en lossen
- Het ontwerp van het transportvoertuig moet een minimaal contact met de dieren verzekeren
- Er moet een adequate monitoring van de waterkwaliteit en visconditie plaats vinden.

Deze aanbevelingen kunnen overgenomen worden in de basiseisen van het certificatieschema.

Aspect 16: Dodingsmethoden

Een belangrijk uitgangspunt bij een verantwoorde dodingsmethode is het bedwelmen van vissen voordat ze worden gedood (Van de Vis et al., 2003). Veel van de momenteel gebruikte slachtmethoden bevatten geen bedwelmingsmethode en zijn daarom vanuit een welzijnsoogpunt onvoldoende. De ontwikkeling van meer welzijnsvriendelijke dodingsmethoden vindt momenteel op laboratorium schaal plaats. Slechts voor enkele soorten (o.a. zalm) zijn de methoden praktijkrijp.

Het verplichtstellen van bedwelming voor het doden van de vis is vanuit welzijnsoogpunt vereist alleen is dit in de praktijk (nog) niet haalbaar. In de meetlat van het certificatieschema zou meegenomen kunnen worden dat wanneer de nieuwe dodingsmethoden beschikbaar komen voor de praktijk, deze geïmplementeerd moeten worden in het management van de viskwekerij.

2.3 Algemene eisen

Naast de aspecten die vallen binnen de milieu of welzijns pijler zijn er ook enkele aspecten van meer algemene aard. Al de aspecten die hieronder genoemd worden, moeten opgenomen worden in de basiseisen van het certificatieschema.

Aspect 17: Opleiding

Zoals reeds vernoemd in de introductie van welzijn hecht De Raad van Europa veel waarde aan het kennisniveau van de viskweker. Visteelt in recirculatiesystemen heeft voor alle soorten vis de zelfde principes. Daarom is een generiek criterium zoals dat reeds gesteld is voldoende dekkend.

Het huidige criterium luidt als volgt: *“Op het visteeltbedrijf is minimaal één persoon werkzaam met een opleiding gelijk aan of hoger dan “Bedrijfsvoering Visteelt”. Een opleiding of ervaring gelijkwaardig aan deze opleiding geldt ook mits dit aangetoond kan worden en mits deze opleiding of ervaring door de NeVeVi als gelijkwaardig aan de opleiding “Bedrijfsvoering Visteelt” wordt erkend”.*

Aspect 18: Regelgeving

Management van de visteeltbedrijven moet aansluiten bij relevante regelgeving. Omdat op terrein van welzijn nog geen regelgeving is geïmplementeerd en de milieuwetgeving onveranderd is, gelden dezelfde eisen als in het huidige certificatieschema:

- Aanwezigheid van geldige vergunning wet milieubeheer
- Aanwezigheid van geldige vergunning wet Verontreiniging Oppervlaktewater (indien van toepassing)
- Aanwezigheid van geldige vergunning grondwateronttrekking (indien van toepassing)
- Gebruik van visvoer dat voldoet aan EU-richtlijn voor diervoeder, t.a.v het dioxinegehalte.

Aspect 19: Bijhouden van een logboek

Het is belangrijk dat er een logboek bijgehouden wordt van een tal van aspecten die plaats vinden op een visteeltbedrijf. In ieder geval moeten de volgende aspecten geregistreerd worden:

- Water- en energieverbruik
- Voeding (hoeveelheden, ingrediënten, herkomst)
- Visdichtheid
- Medicijngebruik
- Waterkwaliteit
- Uitval
- Bezoekers
- Herkomst pootvis

3. Conclusie

Het is een goed streven om meerdere aspecten in één keurmerk te vangen. Uit dit onderzoek blijkt echter wel dat er tegenstrijdigheden kunnen ontstaan zowel tussen als binnen de milieu- en de welzijnsparameters. Vanuit welzijnsoverwegingen is het bijvoorbeeld aan te raden zo min mogelijk water te hergebruiken om opeenhoping van stoffen te voorkomen, vanuit milieustandpunt moet daarentegen zo veel mogelijk water gerecirculeerd worden. Ook het terugdringen van de uitstoot van nutriënten (aspect 2) en het verhogen van het aandeel plantaardige bestanddelen in het diervoeder (aspect 3) is ook tegenstrijdig aan elkaar. Meer plantaardige bestanddelen in het voer houdt in dat het voer minder efficiënt benut kan worden (hogere voederconversie) wat vervolgens resulteert in hogere concentraties nutriënten in het water. Er moet daarom een afweging gemaakt worden wat zwaarder weegt; de vervuiling van een hoge voederconversie of de visvangst voor meer eiwit. Door beide in de meetlat op te nemen en er verschillende punten aan te hangen, kan de inspanningen van de kweker naar beide kanten toe gewaardeerd worden. Wanneer blijkt dat de ene richting gunstiger is dan de andere kan dat in de puntenwaardering terugkomen.

Tabel 2 geeft een samenvattend overzicht van de resultaten. In deze tabel wordt aangegeven of het mogelijk is om een criterium op te stellen voor de genoemde parameters. Als dit het geval is, is aangegeven of het mogelijk is een generiek criteria op te stellen of dat normen beter specifiek per vissoort vast gesteld kunnen worden. Vervolgens is aangegeven of de parameter een basiseis is of in de meetlat meegenomen moet worden.

Tabel 2. Samenvattend overzicht van de resultaten

Aspecten	Criteria mogelijk	Soort specifiek- of generiek criteria	Basiseis en/of meetlat
Milieu			
Waterverbruik	Ja	Generiek & Soort specifiek	Basiseis & meetlat
Energieverbruik	Ja	Generiek & Soort specifiek	Basiseis & meetlat
Waterkwaliteit (oa N/P excretie)	Ja	Generiek	Basiseis & meetlat
Geneesmiddelen	Ja	Generiek	Basiseis
Voederconversie	Ja	Soort specifiek	Basiseis & meetlat
Visvoer: dioxine	Ja	Generiek	Basiseis
Visvoer: vismeel	Nee	-	-
Visvoer: plantaardige bestanddelen	Ja	Soort specifiek	Basiseis & meetlat
Welzijn			
Waterkwaliteit	Ja	Soort specifiek	Basiseis & meetlat
Dichtheden	Nee	-	-
Omgevingsverrijkende elementen	Ja	Generiek	Meetlat
Lichtregime & lichtintensiteit	Nee	-	-
Pootvis	Ja	Generiek	Basiseis
Voer(en)	Ja	Generiek	Meetlat
Afzwemmen	Nee	-	-
Handling/Sorteren	Nee	-	-
Uitval	Ja	Generiek	Basiseis & meetlat
Transport	Ja	Generiek	Basiseis
Dodingsmethoden	Nee	-	-
Algemeen			
Opleidingen	Ja	Generiek	Basiseis
Wetgeving	Ja	Generiek	Basiseis
Logboek	Ja	Generiek	Basiseis

Generiek versus soort specifiek certificatieschema

Dit schema lijkt veel generieke normen op te leveren, de resultaten moeten echter met enige zorg bekeken worden. De parameters waar op dit moment geen criteria voor opgesteld kunnen worden, zijn veelal criteria die gebaseerd moeten worden op soort specifieke eisen. Ook is voor enkele parameters aangegeven dat het opstellen van een generiek criteria in theorie mogelijk is, deze generieke normen zullen echter een zeer algemene invulling krijgen. Wanneer een generiek certificatieschema voor kweekvis wordt ingevoerd bestaat het gevaar dat de criteria zo algemeen worden dat iedereen aan de normen kan voldoen. Het Milieukeurmerk zal vervolgens geen onderscheidend vermogen leveren en daarom minder interessant zijn voor de retail.

Gezien het grote verschil tussen vissoorten is het dus lastig om waardevolle generieke criteria op te stellen voor de genoemde parameters. Een soort specifiek certificatieschema is bewerkelijk om op te stellen, het voordeel is echter dat van iedere sector een zo optimaal mogelijk management wordt verwacht. De uiteindelijke resultaten (reductie in milieubelasting en een vergroot welzijn) zullen bij deze methode dan ook hoger zijn. Door het opstellen van soortspecifieke eisen wordt een duidelijke meerwaarde gegenereerd ten opzichte van kwekers die volgens conventionele methoden kweken.

Aanvullingen op het huidige certificatieschema

De volgende aanbevelingen voor nieuwe criteria ten opzichte van het reeds bestaande certificatieschema zijn aangedragen:

- Milieu: Reductie in uitstoot van nutriënten en opgeloste deeltjes
- Welzijn: in het huidige schema worden geen enkele welzijnsriteria gesteld. De door Milieukeur aangedragen aspecten zijn behandeld en additionele aspecten zijn aangedragen (waterkwaliteit parameters; omgevingsverrijkende elementen; Handling/sorteren; lichtregime en lichtintensiteit)

Welzijn

Zowel op nationaal als internationaal niveau is er veel aandacht voor het opstellen van welzijnsindicatoren in de visteelt. Doordat er nog relatief weinig bekend is over het welzijn bij vissen, is het echter zeer lastig hier invulling aan te geven.

De resultaten van dit oriënterend onderzoek geven dan ook weinig houvast om invulling te geven aan milieukeurcriteria. Door de vele onduidelijkheden is het alleen mogelijk algemene (generieke) normen op te stellen die als basiseis geïmplementeerd kunnen worden. Toch is het goed om deze minimum eisen vast te leggen en zo een start te maken met het implementeren van welzijn in het MK. In de toekomst kunnen de normen aangescherpt worden als meer bekend wordt over het welzijn in het algemeen maar ook specifiek per vissoort. Omdat de behoeften per vissoort waarschijnlijk sterk zullen verschillen moeten er in de toekomst waarschijnlijk welzijnsriteria per vissoort opgesteld worden.

4. Referenties

- Almazan Rueda, P., 2004. Towards assessment of welfare in African catfish, *Clarias gariepinus*: the first step. PhD thesis. Fish Culture and Fisheries Group, Wageningen Institute of Animal science, Wageningen University.
- Baras, E; Jeandrain, D; Serouge, B; Philippart, J.C. 1998. Seasonal variations in time and space utilization by radio-tagged yellow eels *Anguilla anguilla* (L.) in a small stream. *Hydrobiologia*. **371-372** (1-3), 187-198.
- Bath, R.N., Eddy, F.B. 1980. Transport of nitrite across fish gills. *J. Exp. Zool.*, **24**(1), 119-121
- Bell, A., 2002. The effects of some management practices on the behaviour and welfare of farmed Atlantic salmon in sea cages. PhD thesis, University of Stirling. In: FSBI, 2002.
- Blackburn, J. & Clarke, W.C., 1990. Lack of density effect on growth and smolt quality in zero-age coho salmon. *Aquacultural engineering* **9**, 121-130
- Bovendeur, J., Eding, E.H. & Henken, A.M., 1987. Design and performance of a water recirculation system for high density culture of African catfish. *Aquaculture* **63**, 329-353. In: Schram, 2002
- Desmares, S., 1993. Description of mass balance in intensive farming systems of African catfish (*Clarias gariepinus*). MSc, Wageningen University, Wageningen. In: Schram, 2002
- Dijk van, P. L. M., en Thillart van den, G. E. E. J. M. 1993. The influence of gradual water acidification on the acid/base status and plasma hormone levels in caro. *Journal of fish biology*. **42** 661-671.
- Dou en Tsukamoto, 2003 Observations on the nocturnal activity and feeding behaviour of *Anguilla japonica* glass eels under laboratory conditions. *Environ. Biol. Fish.* **67** (4), 389-395.
- Duncan, I.J.H. and Fraser, D., 1997: Understanding animal welfare. In: Animal welfare (eds. M.C. Appelby and B.O. Hughes). CAB International, Wallingford, Oxon, pp. 19-47.
- Ewing, R.D. & Ewing, S.K., 1995. Review of the effects of rearing density on the survival to adulthood for Pacific salmon. *Progressive Fish-Culturist* **57**, 1-25. In: FSBI, 2002.
- Fraser, D., Weary, D.M., Pajor, E.A. and Miligan, B.N. (1997): A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare* **6**, 174-186.
- FSBI, 2002. Fish Welfare. Briefing Paper 2. Fisheries Society of the British Isles, Granta Information Systems, 82A High Street, Sawston, Cambridge CB2 4H, 25 pp.
- Ginneken van, V. J. T., en Eersel van, R. 1997. Tilapia are able to withstand longterm exposure to low environment pH, judged by their energy status, ionic balance and plasma cortisol. *Journal of fish biology* **51** 795-806.
- IFOAM, 2004. Developing organic aquaculture in tropical regions. *Ecology and farming: special feature, Aquaculture and sustainable fisheries*, 21-21.
- Jorgensen, E.H., Christiansen, J.S. & Jobling, M. 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr. *Aquaculture* **110**, 191-204. In: FSBI, 2002.
- Kamstra, A., 2001. Welzijnseisen voor de houderij van paling: een toelichting bij de "Specific Provisions for European Eel". Rapportnr. C021/01 RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek
- Kebus, M.J., Collins, M.T., Brownfield, M.S. Amundson, C.H., Kayes, T.B. & Mlison, J.A., 1992. Effects of rearing density on the stress response and growth of Rainbow Trout. *Journal of aquatic health* **4** (1), 1-6.
- Kloet, C.J., Kamstra, A., van Ouwenkerk, E.N.J. & Aarnink, A.J.A., 2001. Development of a blue label for fish farms; towards a certified environmental performance. Final report. FAIR CT98-9158
- Lewis, W.M., Morris, D.P. 1986. Toxicity of nitrite to fish: A review. *Transactions of the American Fisheries Society* **115** (2), 183-195
- Pickering, A.D., 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture* **11**, 51-63.
- Procarione, L.S., Barry, T.P. & Malison, J.A., 1999. Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress response of juvenile rainbow trout. *North American Journal of Aquaculture* **61**, 91-96

- Raat, A.J.P. & R. van den Bos (red.), 1999. Welzijn van vissen. Tilburg University Press
- Rand, G.M., Petrocelli, S.R. 1985. Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications. Hemisphere Publishing Corp. Washington, (38853). 666 pp.
- Rose JD (2002) The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. *Reviews in Fisheries Science* **10** 1-38.
- Schram, E., 2002. Welzijnseisen voor de houderij van Afrikaanse meerval; een toelichting bij de "specific Provisions for African catfish". Rapportnr. C008/02 RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek
- Vazzana, M., Cammarata, M., Cooper, E.L. & Parrinello, N., 2002. Confinement stress in sea bass depresses peritoneal leukocyte cytotoxicity. *Aquaculture* 231-243. *In*: FSBI, 2002.
- Vis van de, J.W., Kestin, S.C., Robb, D.F.H., Oehlenschläger, J., Lambooi, E., Münkner, W., Kuhlmann, H., Münkner, W. Kloosterboer, R.J., Tejada, M., Huidobro, A., Otterå, H., Roth, B., Sørensen, N.K., Aske., L. Byrne, H., & Nesvadba, P., 2003. Is humane slaughter of fish possible for industry? *Aquaculture Research* **34**, 211-220.
- Verreth, J.A.J. & Eding, E.H., 1993. European farming industry of african catfish (*Claria gariepinus*): facts and figures. *Aquaculture Europe*. **18** (2), 6-13. *In*: Schram, 2002
- Warring, C.P., Stagg, R.M. & Poxton, M.G., 1996. Physiological responses to handling in the turbot. *Journal of fish Biology* **48**, 161-173. *In*: Schram, 2002

Bijlage 1: De vijf vrijheden

De Fisheries Society of the British Isles (FSBI, 2002) hebben de vijf vrijheden, zoals opgesteld voor landbouwhuisdieren door de FAWC, aangepast voor vissen. Hieronder staan de vertaalde interpretaties van de FSBI weergegeven.

1. Vrijheid van honger en dorst

Vissen moeten voldoende en een nutritioneel compleet dieet tot hun beschikking hebben. Er wel rekening mee houdend dat het natuurlijke dieet van vissen sterk fluctueert, dat vissen hun lichaamstemperatuur niet hoeven te handhaven, en dat de voedselbehoefte afhankelijk is van seizoenen en levensstadium.

Vissen moeten het voer op kunnen nemen op een manier die overeenkomt met het natuurlijke voeropnamegedrag van de betreffende vissoort en op een manier die competitie voor voer minimaal houdt.

2. Vrijheid van ongerief

Vissen moeten in water gehouden worden van een kwaliteit, temperatuur en stroomsnelheid die geschikt is voor de betreffende soort.

Seizoensgebonden en dagelijkse licht regimes moeten passen bij de betreffende vissoort.

Vissen moeten beschikking hebben over beschutting en bescherming.

3. Vrijheid van pijn, verwonding en ziekte

Ziekten moeten worden voorkomen, en als ze optreden snel gediagnosticeerd en waar mogelijk behandeld.

Omstandigheden die pijn kunnen veroorzaken moeten tot het minimum worden beperkt zoals dat ook voor andere gewervelden geldt.

4. Vrijheid om natuurlijk gedrag te vertonen

Vissen moeten voldoende ruimte hebben voor een zekere mate van vrijheid van beweging, de mate waarin dit nodig is, is afhankelijk van de soort.

Voor vissen die normaal in scholen zwemmen, is de aanwezigheid van soortgenoten van groot belang, voor territoriaal ingestelde soorten is dit juist niet het geval.

Een zekere complexiteit van de omgeving, of omgevingsverrijking kan belangrijk zijn, maar hangt ook weer van de soort af.

5. Vrijheid van angst en stress

Omstandigheden die mogelijk leiden tot onacceptabele niveaus van onrust, angst, lijden, verveling, ziekte, dorst, honger en dergelijke moeten net als voor andere gewervelden ook voor vis geminimaliseerd zijn.