

Aanzet tot Operationele Welzijnsindicatoren voor de Biologische Aquacultuur

M. Poelman, J.W. van de Vis

Rapport C101/09



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen *IMARES*

Vestiging Yerseke

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit

Opdrachtgever: Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het LNV-programma Kennisbasis
Onderzoek / Beleidsondersteunend Onderzoek/ thema Biologische Aquacultuur / cluster
Biologische Landbouw.

Publicatiedatum: BO-04-012-003
September 2009

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2009 Wageningen **IMARES**

IMARES is geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier

A_4_3_1-V5

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding.....	7
2 Kennisvraag.....	9
3 Materialen en methoden	10
3.1 Inventarisatie gevaren en kritische controlepunten	10
3.2 Beschrijving grenswaarden en inschatting van het belang.....	11
3.3 Risicobeoordeling voor weging OWIs	11
3.4 Rangschikken en monitoring Operationele Welzijnsindicatoren	12
3.5 Implementatie OWIs in bedrijfsprocessen	12
4 Resultaten	13
5 Inventarisatie gevaren en kritische controlepunten	14
6 Beschrijving gevaren en grenswaarden welzijnsindicatoren- een aanzet ...	16
6.1 Voeding.....	16
6.1.1 Gebruikt voer.....	16
6.1.2 Voerregime.....	17
6.1.3 Contaminanten in voer	17
6.2 Houderijomstandigheden	18
6.2.1 Doorstroming	18
6.2.2 Zuurstof	18
6.2.3 Koolstofdioxide	19
6.2.4 pH	19
6.2.5 Ammoniak	20
6.2.6 Nitriet.....	20
6.2.7 Saliniteit	20
6.2.8 Troebelheid	21
6.2.9 Temperatuur	21
6.2.10 Fosfaat.....	22
6.2.11 Belichtingsperiode en belichtingsintensiteit.....	22
6.2.12 Dichtheid	23
6.2.13 Voederconversie	24
6.3 Inrichting / huisvesting	24
6.3.1 (Natuurlijke) omgeving en gedragingen.....	24
6.4 Gezondheid	26
6.4.1 Kieuwconditie	26
6.4.2 Huidbeschadiging.....	27
6.4.3 Vinerosie	27

6.4.4	Misvormingen / Deformatie.....	27
6.4.5	Kleurverandering	27
6.4.6	Parasieten	27
6.4.7	Groeiratio	27
6.5	Gedrag	28
6.5.1	Agressie en kannibalisme.....	28
6.5.2	Zwemgedrag / Stereotypen	28
6.5.3	Luchthappen / Ventilatie.....	28
6.5.4	Ontsnapping	28
6.5.5	Voedselopname	29
6.6	Behandelingsmethoden	29
6.6.1	Sorteren.....	29
6.6.2	Ziektebehandeling	29
6.6.3	Bedwelmen van vis voorafgaand aan het doden.....	30
6.6.4	Transport	30
6.7	Management en borging.....	31
6.7.1	Personeelstraining en Good Practice richtlijnen.....	31
6.7.2	Aanwezigheid Calamiteitenplan.....	31
6.7.3	Monitoringsysteem	31
6.7.4	Veterinair gezondheidsplan	32
7	Overzicht welzijnsindicatoren	33
8	Rangschikking van Operationele Welzijnsindicatoren.....	34
8.1	Implementatie van de OWIs in bedrijfsprocessen	36
9	Conclusie	37
10	Kwaliteitsborging	38
11	Dankwoord	38
12	Referenties	39
	Verantwoording	43
	Bijlage A. Aanzet Biologische Operationele Welzijnsindicatoren –A. Meerval.....	45
	Bijlage B. Aanzet Biologische Operationele Welzijnsindicatoren – Nijl tilapia	47

Samenvatting

In Nederland wordt vis vrijwel uitsluitend gekweekt in gesloten systemen, de zogenaamde Recirculatie Aquacultuur systemen (RAS). Deze kweekvorm is nog niet opgenomen door bestaande biologische certificeringsschema's, waardoor geproduceerde vis niet als biologisch aangeduid kan worden. Voor biologische aquacultuur is het bevorderen van optimaal welzijn één van de belangrijkste uitgangspunten. Duidelijke criteria hiervoor ontbreken.

Het is wenselijk een manier te definiëren om binnen de bestaande kennis en mogelijkheden het welzijn onder kweekomstandigheden adequaat in kaart te brengen. Hiertoe is een procedure gevolgd die ontleend is aan het HACCP principe. In deze procedure zijn de eerste vier (totaal 7) stappen gezet door het risico op negatieve beïnvloeding van het welzijn en mogelijke indicatoren voor het risico (kritische controlepunten) te beschrijven en hiervoor grenswaarden op te stellen. Dit om een eerste selectie te maken van Operationele Welzijnsindicatoren (OWIs), die in een procesbeheersysteem geïmplementeerd moeten worden.

Er zijn operationele welzijnsindicatoren voor Afrikaanse meerval en Nijltilapia (twee kweekvissoorten) ontwikkeld. Operationele welzijnsindicatoren maken de belangrijkste aspecten van dierenwelzijn meetbaar en beheersbaar. Om tot OWIs te komen zijn allereerst de mogelijke indicatoren voor welzijn geïdentificeerd. Hierop volgend zijn risico's die aan de welzijnsindicatoren verbonden zijn in kaart gebracht. Op basis van het verkregen overzicht is een inschatting gemaakt van de verwachte duur en de ernst van de gevaren. Deze informatie vormt een eerste aanzet tot een (gedeeltelijke) risicobeoordeling van het dierenwelzijn bij Afrikaanse meerval en Nijltilapia. De gedeeltelijke risicobeoordeling is de basis om de welzijnsindicatoren te rangschikken.

Op basis van een literatuurstudie zijn grenswaarden voor verschillende indicatoren zijn vastgesteld. Om aan (strikte) biologische voorwaarden te voldoen is het uitgangspunt om grenswaarden te formuleren, waarbij het welzijn zo goed mogelijk te beheersen is. Hierbij is ingeschat in welke mate er nog onzekerheden zijn voor het toepassen van de welzijnsindicatoren.

De OWIs zijn met verschillende stakeholders (kwekers, NGOs, specialisten) doorgenomen om ontbrekende parameters en praktische toepasbaarheid in kaart te brengen.

De belangrijkste geïdentificeerde OWIs zijn weergegeven in tabel 1 en 2. Deze OWIs zijn een eerste aanzet tot toepassing in de praktijk en vormen de eerste stappen van een aan HACCP-ontleende beheersmaatregel. Hierbij zijn controleren, verifiëren en registreren van de OWIs de vervolgonderdelen. De methode is met name bedoeld om in het kweekproces verder te ontwikkelen op praktische toepasbaarheid en functionaliteit. Een uitgebreide risicobeoordeling kan worden uitgevoerd wanneer meer data over de verschillende OWIs beschikbaar komen.

Tabel 1. Rangschikking van operationele welzijnsindicatoren voor gevaren met een korte duur.

Operationele Welzijnsindicator	Ernst gevaar (inschatting)*	Duur gevaar **	Onzekerheid ***	OWI-factor (weging gevaar)	Praktische toepasbaarheid
Verstoring	3	1	Medium	3	+
Sorteermethode	3	1	Medium	3	+/-
Antibioticabehandeling	3	1	Medium	3	+
Ontsnapping	4	1	Laag	4	+
Voedselopname	4	1	Laag	4	+
Bedwelmen vóór doden	4	1	Laag	4	+/-
Parasitaire behandeling	4	1	Medium	4	+

* Inschatting van de ernst factor van een gevaar, aangegeven in 1 (niet ernstig) t/m 5 (zeer ernstig)

** Inschatting van de duur van een gevaar, gebaseerd op de verwachting waarop een RAS controleerbaar is. Een korte tijdsduur beduidt minder dan 24 uur (1) en een lange tijdsduur meer dan 24 uur (2)

*** Onzekerheid van een parameter. Hiermee wordt de mate van beschikbare kennis over een indicator bedoeld. Deze waarde wordt weergegeven in 1 (lage onzekerheid = peer reviewed publicaties), 2 (gemiddelde onzekerheid = publicaties in rapport en technische tijdschriften) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis, gebaseerd op aanname)

Tabel 2. Rangschikking van operationele welzijnsindicatoren voor gevaren met een lange duur.

Operationele Welzijnsindicator	Ernst gevaar (inschatting)*	Duur gevaar**	Onzekerheid Rond gevaar***	Weging gevaar	Praktische toepasbaarheid Gebruik OWI
Temperatuur	3	2	Hoog	6	+
Doorstroming	3	2	Laag	6	+
Zwemgedrag	3	2	Laag	6	+
Stereotype gedrag	3	2	Medium	6	-
pH	3	2	Medium	6	+
Dichtheid	3	2	Medium	6	+
Gebruikt voer	4	2	Laag	8	+
Sloomheid	4	2	Laag	8	+
Zichtbare parasieten	4	2	Laag	8	+
Huidbeschadiging / necrose	4	2	Laag	8	+
Waterkwaliteit	4	2	Medium	8	+
Koolstofdioxide gehalte	4	2	Medium	8	+/-
Misvormingen	3	2	Laag	6	-
Voederregime	4	2	Medium	8	+
Luchthappen	4	2	Medium	8	+
Vinerosie	4	2	Medium	8	+
Schuren	4	2	Medium	8	+
Kieuwcondities	4	2	Medium	8	+
Agressie	4	2	Medium	8	+
Metabolieten stikstof Cyclus Ammonium	5	2	Laag	10	+
Metabolieten stikstof cyclus Nitriet	5	2	Laag	10	+
Zuurstof	5	2	Laag	10	+
Conditie van vis (visuele waarneming)	4	2	Laag	8	+
Mortaliteit	5	2	Laag	10	-
Aanwezigheid ziekten	5	2	Laag	10	+

* Inschatting van de ernst factor van een gevaar, aangegeven in 1 (niet ernstig) t/m 5 (zeer ernstig)

** Inschatting van de duur van een gevaar, gebaseerd op de verwachting waarop een RAS controleerbaar is. Een korte tijdsduur beduidt minder dan 24 uur (1) en een lange tijdsduur meer dan 24 uur (2).

*** 1 (lage onzekerheid = peer reviewed publicaties), 2 (gemiddelde onzekerheid = publicaties in rapport en technische tijdschriften) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis, gebaseerd op aannamen).

1 Inleiding

Wereldwijd wordt ruim vijftien jaar biologische gecertificeerde vis geproduceerd (Bergleiter, 2009). Biologische aquacultuur heeft een omvang bereikt van 53.000 ton per jaar (0.5% van de mondiale aquacultuurproductie). Biologische aquacultuur streeft naar het minimaliseren van negatieve effecten op het milieu, het behouden van een hoog niveau aan biodiversiteit, het respecteren van dierenwelzijn en houdt rekening met consumentenperceptie.

In Nederland wordt vis vrijwel uitsluitend gekweekt in gesloten systemen op het land, de recirculatiesystemen (RAS). Het belangrijkste kenmerk van een recirculatiesysteem is dat het water waarin de vissen zich bevinden, wordt hergebruikt. Hiervoor is het noodzakelijk dat er zuivering van het water plaatsvindt. Kenmerkend voor RAS is dat het proces goed te beheersen is. In het kort komt houderij in recirculatiesystemen voor Afrikaanse meerval en Nijltilapia neer op een systeem dat bestaat uit de volgende componenten:

- tanks voor het houden van de vissen
- zuurstofvoorziening (alleen voor Nijltilapia)
- biologisch filter (trickling filter)
- bezinker voor meerval
- drumfilter voor Nijltilapia
- UV-installatie
- demand feeders

Biologische teelt van vis vindt in Nederland nog niet plaats. De productie van gecertificeerde biologische visteelt vindt uitsluitend plaats in het buitenland en in de buitenlucht; in vijvers (bijv. garnalen in de tropen en karper in Duitsland), in doorstoomsystemen langs een beek of rivier (bijv. forel in Zwitserland) of in kooien op zee (bijv. zalm in Ierland) (Naturland, IFOAM, BioSuisse).

Hoewel de bestaande biologische systemen op het eerste gezicht heel goed passen binnen het concept biologische landbouw (beperking van de impact op het milieu en (semi-) natuurlijke kweekomstandigheden), ontbreken onderbouwde criteria voor het toetsen van dierenwelzijn tijdens de productie. Om richtlijnen ten aanzien van dierenwelzijn in relatie tot biologische productie te kunnen vaststellen, is het noodzakelijk de bestaande kennis op het gebied van dierenwelzijn te toetsen aan de uitgangspunten van de biologische aquacultuur (met name het respecteren en garanderen van het welzijn (Anoniem, 2007)). Uit eerdere verkenningen van de biologische aquacultuur bleek dat er mogelijke knelpunten kunnen zijn op het gebied van dierenwelzijn (Poelman, 2008). Het gaat daarbij dan vooral om het gebruik van relatief hoge dichtheden van vissen en om de omstandigheden waaronder de vissen worden gedood. Daarnaast is geconstateerd dat het ontbreekt aan kennis om het welzijn van de vissen te kunnen volgen. Met name is onvoldoende bekend wat de behoeftes zijn van vissen gehouden in RAS. Ook de hoge houderijdichtheid in RAS-systemen in vergelijking tot vijvers en kooien staat ter discussie (ref: Werkgroep Biologische Aquacultuur). Hierbij speelt consumentenperceptie een grote rol. Ook staat de huidige slachtingmethode ter discussie, met als alternatieve methode een waarbij bewusteloosheid kan worden opgewekt zonder dat er sprake is van vermijdbaar ongerief voordat het dier wordt gedood. De vraag is of in recirculatiesystemen het dierenwelzijn voldoende kan worden gegarandeerd om de productiewijze ook als biologisch te kunnen aanmerken. Hierbij dient het dierenwelzijn waar mogelijk geborgd te worden.

Onlangs is een systeem ontwikkeld (Fasttool) om het welzijn bij zeebaars te kunnen volgen (Immink, 2009), dit systeem is echter nog niet toepasbaar voor kweek in RAS. Met het oog op een certificering van teelt in RAS als een vorm van biologische houderij is het van belang te beschikken over middelen om het welzijn te kunnen beheren en beheersen om waar mogelijk tijdig bij te sturen om knelpunten te vermijden.

Op dit moment is er weinig kennis over welzijn van dieren in recirculatiesystemen, noch over mogelijke praktische methoden om het welzijn van de vissen onder houderijomstandigheden te kunnen bepalen. Het blijkt niet eenvoudig dierenwelzijn op een eenduidige en algemeen geaccepteerde manier te meten of in te schatten. Het gaat immers om moeilijk te meten zaken als ongerief en welke gedragingen van een vis essentieel zijn voor het welzijn. Het is zaak dat dierenwelzijn voldoende aandacht krijgt van de kweker bij biologische aquacultuur en dat deze nagaat of er mogelijkheden voor verbeteringen liggen.

Dit rapport is een aanzet tot verbetering en acceptatie van indicatoren die tot verbeterd welzijn voor de vissen leiden en minder stress en pijn tijdens de slacht. Vanuit biologisch oogpunt zullen er aanvullende eisen gesteld worden aan de welzijnsindicatoren, ten opzichte van gangbare kweek, omdat er hogere eisen worden gesteld aan welzijn en gedragingen dan bij conventionele kweek. Aanpalend aan en in nauwe samenwerking met het Beleidsondersteunend (BO) en Kennisbasis (KB) Onderzoek binnen WUR-onderzoek dat in uitvoering is, zal met het oogpunt op biologische productie worden onderzocht of er specifieke Operationele Welzijnindicatoren (OWIs) voor de biologische sector ontwikkeld kunnen worden. Het BO onderzoek richt zich hierbij op waterkwaliteit. De specifieke eisen voor dierenwelzijn zijn in biologische voorwaarden niet duidelijk gedefinieerd. Hierom wordt in de voorliggende studie een eerste stap gezet in de beschrijving en identificatie van OWIs op basis van de vijf vrijheden (HMSO, 1965). Hierna worden de OWIs gerangschikt. Voor toepassing van de OWIs is gekozen voor een aanpak die is ontleend aan het HACCP-concept (een procesbeheersingsysteem voor voedselveiligheid). HDit concept stelt vast welk risico op verminderd welzijn er kan optreden, wat kritische punten in het productieproces zijn en hoe die met OWIs te monitoren zijn. Zo is het mogelijk om een procesbeheersingsysteem rond welzijn op te zetten.

2 Kennisvraag

Doel van het project is het in kaart brengen van indicatoren gebruikt kunnen worden om onder commerciële omstandigheden het welzijn van gehouden consumptievissen te kunnen volgen. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van kennis die bij bedrijven en in literatuur voorhanden is. De resultaten van het onderzoek zijn gaande het project doorgesproken met stakeholders (oa. NGOs en kwekers). De belangrijkste indicatoren worden vastgesteld als mogelijke maat voor het welzijn van vissen onder Nederlandse kweekomstandigheden, waarbij tevens een voorstel wordt gegeven voor grenswaarden voor de indicatoren. Op basis van gesprekken met stakeholders is getoetst waar de mogelijkheden voor implementatie in een managementsysteem liggen en welke indicatoren bruikbaar kunnen zijn voor implementatie in biologische houderijomstandigheden.

3 Materialen en methoden

De gevolgde aanpak om te komen tot Operationele Welzijnsindicatoren is in deze studie ontleend aan de HACCP benadering (Dilling and Griffith, 1995). In de HACCP benadering beoogt men een proces te beheersen (de veiligheid van voedsel voor mens en dier). Door dit proces te beschrijven wordt op basis van de beschrijving vastgesteld welke delen van het proces beheerst moeten worden om gevaren te vermijden. Hierna wordt ingevuld hoe die delen concreet te beheersen zijn. In voorliggende studie richtten we ons op een soortgelijk beheerssysteem van het kweekproces, waarbij de aanpak wordt toegepast op welzijn binnen het kweekproces in relatie tot welzijn van de vissoorten Nijltilapia en Afrikaanse meerval.

Voor deze studie worden de eerste vier stappen van het beheerssysteem voor het welzijn van gehouden vissen tijdens de kweek gezet:

1. Inventarisatie van potentiële gevaren voor dierwelzijn
2. Opstellen van kritische beheers/controlepunten voor dierenwelzijn (welzijnsindicatoren), de punten in het proces waar de kans op een gevaar kan worden voorkomen of beperkt
3. Omschrijving van de grenswaarden van de welzijnsindicatoren en inschatting van het belang van de indicatoren
4. Identificeren mogelijkheden en belang van monitoring van de operationele welzijnsindicatoren. In deze studie is een rangschikking van de welzijnsindicatoren voorzien

Niet meegenomen zijn de volgende drie stappen, die ook deel uitmaken van de HACCP benadering:

5. Leg per beheerspunt vast hoe kan worden bijgestuurd indien grenswaarden overschreden worden of dreigen te worden
6. Verificatie van het proces - een periodieke controle om na te gaan of de beheersing van het kweekproces rond welzijn goed werkt.
7. Documentatie en registraties - vastleggen wat je hoe het kweekproces wordt beheerd, hoe kan worden bijgestuurd en hoe een en ander wordt geverifieerd.

3.1 Inventarisatie gevaren en kritische controlepunten

Voor de eerste fase van de identificatie van welzijnsindicatoren is een inventarisatie gemaakt van verschillende lopende Europese, nationale en internationale projecten. Uit de verschillende projecten is in combinatie met literatuurgegevens een inventarisatie gemaakt van de beschikbaarheid van gevaren en mogelijke kritische controlepunten (indicatoren) die een mogelijke maat zijn voor het welzijn of een gebrek daaraan. We willen benadrukken dat de beschikbare indicatoren veelal productie-gerelateerd zijn. Voor de inventarisatie is in eerste instantie gebruik gemaakt van de meest recente informatie op het gebied van kweekvis in het algemeen, zonder hierbij onderscheid te maken tussen verschillende vissoorten. Ook is in de eerste selectie geen onderscheid gemaakt tussen algemene indicatoren en die voor biologische productie. De algemene indicatoren zijn voor gangbare kweek veelal hetzelfde voor alle vissoorten. Indicatoren ten aanzien van het uiten van voor de specifieke vissoort essentieel gedrag zijn met name voor biologische aquacultuur relevant (doordat de eisen omtrent natuurlijke gedragingen hoger liggen). De eerste selectie van indicatoren voor viskweek zijn verkregen uit onder andere de volgende projecten:

- Welfish: Welfare of Fish in European Aquaculture (Cost Action 867); (<http://www.fishwelfare.com>)
- Wealth: Welfare and health in sustainable aquaculture (No. 501984), EU-project
- Consensus: Sustainable Aquaculture in Europe (No.FOOD-CT-2005-513998), EU-project (<http://www.euraquaculture.info>)
- Welfare Quality@: Science and society improving animal welfare in the food quality chain; (FOOD-CT-2004-506508), EU-project (<http://www.welfarequality.net>)
- LNV-project: Onderzoek naar natuurlijk gedrag en fysiologie van de Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus*) en paling (*Anguilla anguilla*)
- Benefish: Evaluation and Modelling of BENEFits and Costs of FISH Welfare Interventions in European Aquaculture (www.benefish.de)

3.2 Beschrijving grenswaarden en inschatting van het belang

Een risicoinventarisatie identificeerde de risico's voor welzijn en bijbehorende welzijnsindicatoren. Een literatuurstudie identificeerde de grenswaarden voor de belangrijkste welzijnsindicatoren. Deze grenswaarden bepalen de grenzen voor het beheersen van de risico's en het welzijn. Hierbij is gebruik gemaakt van kennis en literatuur op het gebied van dierenwelzijn in het algemeen, viswelzijn en fysiologie van de vis.

Per welzijnsindicator wordt een korte beschrijving gegeven van de stand van zaken op het kennisgebied van de welzijnsindicator voor de kweek van Afrikaanse meerval en Nijltilapia.

Om een vergelijking te maken tussen conventionele viskweek en de mogelijkheden voor biologische viskweek zijn de grenswaarden voor de huidige conventionele kweek in kaart gebracht door een inschatting te maken van de huidige gang van zaken in de viskweeksector.

3.3 Risicobeoordeling voor weging OWIs

Op basis van de inventarisatie van de kritische punten en de beschrijving van de grenswaarden voor de indicatoren is overgegaan op een eerste aanzet voor een risicobeoordeling voor de indicatoren. Hierbij is gebruik gemaakt van een benadering ontleend aan een benadering van EFSA. (European Food Safety Authority). Vanuit het oogpunt van risicobeoordeling is voornamelijk behoefte aan het kwantificeren van welzijnsindicatoren. EFSA heeft hiervoor een methodiek ontwikkeld om een risicobeoordeling van diverse stappen in de productie uit te voeren (Müller-Graf, 2008). De risicobeoordeling bestaat uit een aantal stappen die gezet moeten worden om tot een juiste afweging te komen.

De risicokarakterisering wordt met de volgende factoren in kaart gebracht:

- 1) Waarschijnlijkheid waarmee een populatie (in dit geval opkweekpopulatie) bloot staat aan een gevaar. M.a.w. de kans waarop een gevaar voorkomt, gewaardeerd met een score van 1 (zeer onwaarschijnlijk) en 5 (zeer waarschijnlijk)
- 2) Het gedeelte van de populatie dat bloot staat aan een gevaar, geïndexeerd van 1 (0-20%) t/m 5 (80-100% van de populatie).
- 3) De ernst van het gevolg van het bloot staan aan een gevaar, geïndexeerd van 1 t/m 5 met toenemende ernst.
- 4) De duur van een blootstelling. Deze wordt weergegeven een kortstondige blootstelling (tot enkele uren) en langere tijd (meer dan enkele uren).
- 5) Onzekerheid over de kennis van de indicator. 1 (lage onzekerheid = veel kennis), 2 (gemiddelde onzekerheid = kennis aanwezig voor andere soorten of effecten bekend, maar mate van effecten niet) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis).

Een risicobeoordeling van de OWIs is uitgevoerd door een vereenvoudiging van de procedure die door EFSA wordt toegepast uit te voeren. De EFSA methode is zeer specialistisch en tijdrovend. In deze studie is gebruik gemaakt van een vereenvoudigde risicobeoordeling om de Operationele Welzijnsindicatoren te kunnen wegen. De weging van de gevaren wordt uitgevoerd door een inschatting te maken van het gevaar dat bij een operationele welzijnsindicator hoort, de OWI-factor. OWI-factor = Ernst * Duur

Hierbij wordt een inschatting gemaakt van de ernst en de duur van een gevaar. Er is geen rekening gehouden met de perceptie van de mens op het welzijn van vissen, de welzijnsindicatoren zijn voornamelijk beoordeeld op basis van empirische data en wetenschappelijke experimenten. De onzekerheid van de kennis over de indicator is weergegeven. Gegevens over het deel van de populatie dat bloot staat aan het gevaar en de waarschijnlijkheid dat het gevaar optreedt worden niet uitgewerkt. Empirische data ontbreekt hiervoor veelal en onderzoek is nodig om deze data beschikbaar te maken. Er is hierbij gekozen om globaal onderscheid te maken in kortstondige en langdurige blootstelling. De onzekerheid van een OWI factor is vermeld, maar niet doorberekend in de formule. Hierdoor is inzicht verkregen in de informatie die nog ontbreekt voor verdere ontwikkeling van operationele welzijnsindicatoren.

De EFSA heeft een aantal risicobeoordelingen uitgevoerd ten aanzien van welzijn van gehouden vissen, bestemd voor consumptie. Risicobeoordeling van handelingen voorafgaand aan bedwelmen en tijdens het bedwelmen/doden van in Europa geteelde vissoorten worden in de loop van 2009 afgerond.

3.4 Rangschikken en monitoring Operationele Welzijnsindicatoren

De aanpak en verkregen resultaten zijn doorgesproken met verschillende viskwekers, en Dierenbescherming en een dierenarts gespecialiseerd in vissen, waarbij tevens is geïnventariseerd of de Operationele Welzijnsindicatoren (OWIs) in de praktijk toepasbaar zouden kunnen zijn. De conceptlijst met welzijnsindicatoren en de conceptversies van de grenswaarden zijn voorgelegd en doorgesproken op functionaliteit en haalbaarheid. De inventarisatie is benut voor de rangschikking op oplopende OWI-factor en praktische toepasbaarheid (zie §3.2). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen OWI's voor kortstondige en langdurige blootstellingen. Deze rangschikking vormt de basis (aanzet) voor implementatie in de praktijk.

Voor een rangschikking is onderscheid gemaakt tussen indicatoren, die voor lange duur relevant zijn en indicatoren die voor korte duur van een mogelijk gevaar relevant zijn. In de rangschikking is gebruik gemaakt van een maximaal haalbare score van 10 voor een gevaar voor de lange termijn en een maximaal haalbare score van 5 voor een gevaar voor de korte durende indicatoren. De belangrijkste OWIs voor toepassing in de praktijk zijn geselecteerd op basis van de rangschikking van de gevaren, hoger dan 5 voor de lange termijn en een factor van 3 en hoger voor de korte termijn. Daarnaast zijn de onzekerheden van de verschillende OWIs weergegeven, waarbij duidelijk wordt hoe we de vastgestelde gevaren wegen voor wat betreft de kennis erover is over het effect op het welzijn.

3.5 Implementatie OWIs in bedrijfsprocessen

De OWI's kunnen in het bedrijfsproces worden opgenomen binnen eventuele verduurzaming- of certificeringstrajecten kan worden opgepakt.

4 Resultaten

Binnen het bestek van deze studie voert het te ver om uitgebreid in te gaan op de zeven stappen waaruit het aan HACCP-ontleende concept bestaat. Er zijn met name OWIs opgesteld en er wordt behandeld op welke wijze deze geïmplementeerd kunnen zijn. Hiertoe worden de eerste vier van de zeven stappen processtappen gezet. We hebben ons beperkt tot een beschrijving van het kweekproces, de mogelijk gevaren die dit kan opleveren voor de gekozen vissoorten (Nijltilapia en Afrikaanse meerval). Op basis hiervan zijn Operationele Welzijnsindicatoren gedefinieerd. Vervolgens worden de OWIs gerangschikt op grond van de ernst en de duur (ontleend aan EFSA, 2008). Hierdoor is het mogelijk om een eerste aanzet te geven tot het opstellen en toepasbaar maken van Operationele Welzijnsindicator voor de gekozen vissoorten in RAS.

De verschillende stappen van de risicobeoordeling worden in de volgende hoofdstukken behandeld.

5 Inventarisatie gevaren en kritische controlepunten

De inventarisatie van de gevaren vindt plaats op basis van de te verwachten effecten op de vijf vrijheden voor landbouwdieren. De vijf vrijheden zijn de uitgangspunten voor dierenwelzijn bij het houden van landbouw en aquacultuurdieren (HMSO, 1965) en bestaan uit:

- Vrijheid van honger en dorst
- Vrijheid van angst en verdriet
- Vrijheid van gebrek aan comfort
- Vrijheid voor het uiten van natuurlijke gedragingen
- Vrijheid van pijn, verwondingen en ziekten

Het welzijn van de kweekvis wordt negatief beïnvloed wanneer een van de vrijheden is ontnomen. Hierom zijn alle parameters, welke invloed hebben op een van de vijf vrijheden in kaart gebracht. In tabel 1 is weergegeven welke gevaren dan wel indicatoren voor gevaren er bestaan en welke relatie er bestaat tussen de vijf vrijheden.

Gevaren die schade kunnen toebrengen aan het welzijn van de gehouden vissen zijn stress, beschadigingen in of aan het dier en het optreden van ziekten. De stress kan van korte duur zijn zoals het geval kan zijn tijdens bv. sorteren. Langdurige stress kan optreden wanneer er sprake is van een suboptimale waterkwaliteit. Beschadigingen kunnen zich voordoen in het houderijsysteem, het sorteerproces en tijdens het laden of lossen van de transportwagens. Ziektes kunnen ondermeer veroorzaakt worden door insleep van micro-organismen of parasieten. Mortaliteit is een gevolg van stress, beschadigingen of ziekte en hiermee impliciet verbonden aan misstanden in het houderijsysteem als geheel. Ook agressie is een gevaar voor het welzijn van het dier en kan gereduceerd worden door sorteren en/of optimalisatie van de huisvesting en het voer. Om deze reden nemen we agressie niet op in de lijst van gevaren. De enige manier om er echt zeker van te zijn dat het verschijnsel niet optreedt, is het niet kweken van de betreffende vissoort. Het is bekend dat stress kannibalisme/agressie kan verhogen.

Daarnaast is bekend dat de homeostase van vissen nauwkeurig is afgeregeld op de condities van de omgeving waarin het dier leeft. Homeostase is het vermogen van dieren om hun interne milieu constant te houden. Het is hierbij van belang om op te merken dat vissen in nauw contact staan met hun omgeving. Het behoeft geen betoog dat hierbij essentieel is dat tijdens houderij tegemoet wordt gekomen aan de specifieke eisen die een vis aan zijn omgeving stelt. Hierbij denken we aan bijvoorbeeld waterkwaliteitsparameters, mogelijke interacties met soortgenoten, beschikbaarheid van voer met een juiste samenstelling en een voederregime dat aansluit bij de behoeften van het dier.

Op basis van een literatuurstudie zijn de gevaren en kritische controlepunten in kaart gebracht. Deze geïdentificeerde gevaren zijn ondergebracht in welzijnsindicatoren (tabel 1) welke in paragraaf 4.2 zijn uitgewerkt. De welzijnsindicatoren zijn hierbij onderverdeeld in hoofdklassen, zoals voeding, houderijomstandigheden, huisvesting, gezondheid, gedrag en management, welke gelieerd zijn aan de vijf vrijheden.

Tabel 1. Inventarisatie van de mogelijke gevaren en/of welzijnsindicatoren en in viskweek en hun relatie tot de vijf vrijheden voor dierenwelzijn.

Vrijheid	van honger en dorst	Van angst en verdriet	Voor het uiten van natuurlijke gedragingen	Van gebrek aan comfort	Van pijn, verwondingen en ziekten
Categorie	Voeding	Behandelingmethode	Huisvesting	Houderijomstandigheden	Gezondheid
Gevaar/welzijnsindicator					
Voederconversie	X				
Geschiktheid voeder	X				
Contaminanten in voeder	X				
Sorteermethode		X			X
De-parasiteringsbehandeling		X			X
Antibiotica behandeling		X			X
Vaccinatie behandeling		X			X
Slachtingsbehandeling (bedwelmen voor doding)		X			X
Substraten bodem			X		
Verschuilingsmogelijkheid			X		
Begrazingsmogelijkheid			X		
Schaduwlocaties			X		
Passende kleur			X		
Voedselregime	X		X		
Waterstroom				X	
Zuurstof				X	
CO2 in water				X	
Waterkwaliteit (CO2, O2, pH, stikstofmetabolieten, saliniteit, troebelheid, fosfaat)				X	
Temperatuur				X	
Belichtingsperiode				X	
Belichtingsintensiteit				X	
Houderijdichtheid				X	
Kieuw condities					X
Huidbeschadigingen					X
Vinerosie					X
Deformaties					X
Kleur/pigmentatie					X
Zichtbare parasieten					X
Ziekten					X
Groei ratio	X				X
Cortisol in bloed					X
Stress response					X
Conditie vissen			X		X
Agressie			X		X
Zwemgedrag			X		X
Luchthappen			X		X
Schuren/zelf agressie			X		X
Sloomheid			X		X
Ventilatoratio (verhouding kieuwademhaling : luchthappen)			X		X

6 Beschrijving gevaren en grenswaarden welzijnsindicatoren- een aanzet

De welzijnsindicatoren zijn in dit hoofdstuk onderverdeeld in hoofdklassen, zoals voeding, omstandigheden, huisvesting, gezondheid, gedrag en management. Per hoofdklasse zijn operationele welzijnsindicatoren vastgesteld en zijn grenswaarden beschreven. Onderstaand hoofdstuk beschrijft de mogelijkheden voor de Operationele Welzijnsindicator. De karakterisering en grenswaarden van de OWIs zijn opgenomen in bijlage I (Afrikaanse meerval) en II (Nijltilapia).

6.1 Voeding

6.1.1 Gebruikt voer

De samenstelling van het voer dat gebruikt wordt voor de kweek van vis dient te voldoen aan de behoeften van de vis. De voeding van de Afrikaanse meerval bestaat in de natuur uit aas, planten en fruit, plankton, insecten, slakken, schaaldieren, vis en kleine vogels (Vitule et al., 2008). Voor Nijltilapia bestaat de voeding in de natuur uit plankton, bentische algen en verteerde organismen (Chapman et al., 1994).

Het voedselregime van meerval en tilapia is in de natuur veelzijdig, maar de beschikbaarheid van voedsel varieert sterk gedurende het jaar. De veelzijdigheid van het dieet in de natuur is in kweekomstandigheden (met name RAS) niet te simuleren. Veelzijdige voeding van verse producten zou betekenen dat dure voeding geproduceerd moet worden die in RAS bovendien tot ernstige aantasting van de waterkwaliteit zal leiden. Een suboptimale verteerbaarheid leidt tot meer afvalstoffen. Daarnaast is de variatie van het dieet in de natuur afhankelijk van de beschikbaarheid (plaats en tijd), waardoor de voederstrategie per locatie wisselend is. Nog afgezien van het feit dat onder de natuurlijke omstandigheden optimaal welzijn van de vissen zeker niet altijd vanzelfsprekend is, is deze situatie zeer lastig na te bootsen onder recirculatiekweekomstandigheden.

In viskweek worden de voeders geformuleerd op de basis van vastgestelde behoeftes voor het onderhoud en de opbouw van het lichaam, zodat gezondheid en groei zo goed mogelijk gegarandeerd worden. Het gaat hierbij om eisen met betrekking tot ruwe eiwitten, visolie en vismeelgehalten, vitaminen en dergelijke. Het gebruik van vismeel en visolie is met name essentieel, omdat juist deze producten voorzien in de voor de vis essentiële amino- en vetzuren. Plantaardige alternatieven zijn voor carnivore vissen moeilijker verteerbaar en kan leiden vaak tot verminderd welzijn (bijv. ontstekingen aan het maag-darmkanaal (Uran et al., 2008). Afrikaanse meervalvoer bevat in Nederland 45- 50% vismeel (voor de essentiële aminozuren) en 5% visolie (voor de essentiële vetzuren) (pers. Comm. Skretting B.V.). Veel tilapiasoorten consumeren in de natuur regelmatig plantaardig voedsel en in de tilaviavijerkweek wordt gebruik gemaakt van voeder dat uit 6% vismeel bestaat (Boyd, 2005). Dit voeder wordt voornamelijk toegepast bij juvenielen die ook in de natuur vrijwel uitsluitend dierlijk voedsel tot zich nemen (Lim, 2006). Volwassen tilapia krijgt ongeveer 12% of minder vismeel en 6% visolie in het voer (Goldburg en Triplett 1997; Schram, 2002). Voor Nederlandse productieomstandigheden wordt een vismeelgehalten toegepast van 12-13%. De betreffende voereisen worden over het algemeen door onderzoek en praktijkervaring opgesteld. Er wordt hierbij geen rekening gehouden de kweekomstandigheden zoals temperatuur, de verwachte groei en grootte van de vis.

Voor de fabricage van biologisch voer is met name de herkomst van grondstoffen relevant. Hierbij wordt de productie op duurzaam geëxploiteerde vismeel en visoliebronnen gericht gecombineerd met beschikbare biologisch geteelde. Dergelijke voorwaarden kunnen voor biologische productie leiden tot een andere voedersamenstelling dan bij conventionele voeders, waardoor er bij biologische viskweek verminderde groei (als gevolg van verminderde verteerbaarheid van voeders) kan ontstaan (Storebakken, 1998 Carter en Hauler, 2000). Met name de tendens in biologische landbouw om in het voer te streven zo veel mogelijk dierlijk eiwit door plantaardig eiwit te vervangen houdt een zeker risico in voor het welzijn van de dieren. Vissen die tijdens hun volwassen leven in de natuur uitsluitend plantaardig voedsel tot zich nemen zijn grote uitzonderingen en ook zij zullen op jonge leeftijd een vrijwel uitsluitend dierlijk dieet tot zich nemen (White, 1985).

Aangezien de productie van biologische visvoeders voor veel soorten nog in de kinderschoenen staat is het zaak de formulering van visvoer te blijven verbeteren en voldoende oog te hebben voor de eisen die een vis stelt aan

de samenstelling van het voer. De eisen voor biologische aquacultuur zijn hoofdzakelijk (maar niet uitsluitend) het gebruik van biologisch geproduceerd plantaardige grondstoffen en vismeel afkomstig van duurzame visserij. De samenstelling dient ervoor te zorgen dat de eisen voor beschikbaarheid en verteerbaarheid van aminozuren en lipiden geborgd worden.

Daarnaast dient de voederkwaliteit na productie geborgd te worden, waarbij gestreefd dient te worden naar optimale voederopslag (zo droog mogelijk voor gepelleteed voer) en toetsing van de kwaliteit van het voer indien nodig (voermonsters reserveren).

6.1.2 Voerregime

Meerval foerageert met name bij nacht en in voorkomende gevallen bij dag ((Desmares, 1993; Hossain et al., 1998) (Appelbaum S. , 1988). Tilapia foerageert met name gedurende de dag in natuurlijke systemen (Lim, 2006). De foerageermogelijkheden zijn afhankelijk van locale omstandigheden als temperatuur, diepte, stroming en voerbeschikbaarheid.

In kweeksystemen hangt de keuze van verschillende voerstrategieën af van praktische mogelijkheden en keuzes. De methoden variëren van “demand feeders”, waarbij de vis zelf bepaalt wanneer het voer beschikbaar is (door het aanraken van een pendel tot het automatisch voeren, waarbij of op willekeurige of op gezette tijden voer toegediend wordt. Voor juvenielen is bekend dat het voeren met de hand resulteert in toename van de frequentie in voorkomen van bijtewonden. Hier staat tegenover dat bij een demand feeder er sprake is van intensievere verwondingen (Rueda, 2004). Welke methode garant staat voor een goed welzijn bij dieren tijdens de opkweek is onbekend.

Bij opfokkalveren is gebleken dat wanneer deze gewend zijn aan een bepaald voerschema (voertijden) een afwijking daarvan tot frustratie kan leiden. Wanneer de dieren niet gewend zijn aan een vastgesteld schema, dan lijken vaste voertijden niet perse noodzakelijk (Johansen et al., 2006). Het hangt dan ook af van de geschiedenis van de dieren en de gewenning aan vaste voertijden. Wanneer geëxtrapoleerd wordt naar vis kan worden aangenomen dat eenzelfde situatie van belang is. Uit de praktijk is bekend dat voeren op willekeurige tijdstippen tot onrust bij vissen leidt en dat de vervuiling in het water toeneemt door slechte voeropname. Endo (2002) beschreef dat een demand feeder tot een lager stressniveau en een hogere immuunrespons in Nijltilapia leidt in vergelijking tot handmatig voeren op vaste tijdstippen.

Bij meerval is het voeren nog van belang voor (verminderd) welzijn doordat er juist tijdens het voeren agressie tussen de dieren ontstaat, zeker wanneer er beperkte hoeveelheden voer in een kort tijdsbestek gegeven worden. Verder is voeren een aanleiding voor een hoge concentratie aan vis op één plek waardoor vissen elkaar onbedoeld kunnen beschadigen (bijv. in elkaars oog prikken bij tilapia). Het is dan ook aan te bevelen om op meerdere plaatsen te voeren.

Door gebrek aan uitvoerige wetenschappelijke informatie over het effect van voeren op welzijn (niet alleen beperkt tot beschadigingen en groei) moet als operationele welzijnsindicator een keuze gemaakt worden. Het strikt voeren via een voerschema sluit hierbij het best aan bij de productiepraktijk. Voor biologische doeleinden is een voerregime, waarbij de vis zelf het aanbod bepaalt (pendels) een mogelijkheid. In alle gevallen is het van belang dat de voermechanismen met regelmaat technisch worden beoordeeld op een correcte werking. Het incidenteel voeren met de hand is een mogelijkheid, waarbij naast gericht voeren ook een visuele inspectie kan worden uitgevoerd. Nader onderzoek naar de beste voerstrategie in relatie tot welzijn onder praktijkomstandigheden is wenselijk.

6.1.3 Contaminanten in voer

Contaminanten in voer kunnen een risico vormen voor de voedselveiligheid in het eindproduct van de viskwekerij. Daarnaast kan vis in een kweekstelsel last hebben van achteruitgang van de groei wanneer gecontamineerde voeren gebruikt worden. De voerproductie dient daarom te voldoen aan eisen die gesteld worden door de Europese Commissie (2002/32/EC Ongewenste stoffen diervoeding). Voor het welzijn van de vissen en voor een goede biologische productie is het van belang dat de visvoeren die gebruikt worden voldoen aan de regelgeving die voor diervoer is opgelegd. Voor biologische voeren gelden hierbij gelijke normen als voor niet biologische voeren.

6.2 Houderijomstandigheden

6.2.1 Doorstroming

Monitoring van een efficiënte doorstroming van water is van essentieel belang voor het viskweekstelsel en het welzijn van de vis. Een afname van de watertoevoer resulteert bijvoorbeeld accumulatie van afvalstoffen, toename van ammoniumgehalten en er kan ook sprake zijn van een zuurstoftekort en een te hoog gehalte aan CO₂. Deze parameters worden direct beïnvloed door de hoeveelheid vis in het stelsel (met als indicator de dichtheid). De mate van doorstroming, in relatie tot de dichtheid, is daarom een operationele welzijnsindicator. Bovendien is het cruciaal om de doorstroming (zowel in- als uitstroom) te monitoren en in geval van storing, te registreren met behulp van een alarmsysteem of gebruik te maken van back-up systemen die een onderbreking in de doorstroming kunnen opvangen. Het debiet dat gebruikt dient te worden is onder andere afhankelijk van het gebruikte waterzuiveringsstelsel, de houderijomstandigheden en de hoeveelheid toegediend voeder. De keuze van het debiet (waterstroom) is afhankelijk van de configuratie van de waterzuivering en de vervuilingbelasting binnen het stelsel. Het is echter van belang dat de doorstroming plaatsvindt conform de specificaties van het stelsel. Wanneer de waterstroom stagneert kunnen binnen het stelsel kritische waarden aan ammonium en zuurstof worden bereikt. Dit maakt de garantie van de continuïteit van de waterstroom een welzijnsindicator voor het welzijn van de vissen.

6.2.2 Zuurstof

De Afrikaanse meerval is een zogenaamde 'air breathing' vis. Deze kan in een deel van zijn zuurstofbehoefte voorzien door aan het wateroppervlak atmosferische lucht op te nemen (Graham, 1997; Haylor, 1993). In de natuurlijke leefomgeving van de Afrikaanse meerval stelt dit vermogen de vis in staat het droge seizoen te overleven door zich in te graven in de bodem van opgedroogde poelen om zo de komst van de regen af te kunnen wachten (Graham, 1997). Jonge meerval is voor 90% van de zuurstofbehoefte afhankelijk van zuurstof in het water, bij meerval van boven de 400g is dit teruggelopen tot 50-60% van de totale zuurstofbehoefte (Babiker, 1979) (Babiker, 1984).

De Afrikaanse meerval kan overleven in water met een zeer laag zuurstofgehalte, dankzij het vermogen om atmosferische zuurstof op te nemen. Voor de kweek van Afrikaanse meerval betekent dit dat het niet noodzakelijk is het viskweekwater te verrijken met zuurstof en dat een relatief lage doorstroming van de kweekbassins gehanteerd kan worden. In de praktijk heersen op meervalkwekerijen zuurstofconcentraties van 0,5 tot 3 mg/l (Desmares, 1993), dat wil echter niet zeggen dat dit het welzijn ten goede komt. De literatuur biedt geen uitsluitsel over de afhankelijkheid van de Afrikaanse meerval van atmosferische zuurstof. Bij een zuurstofconcentratie van 7 mg/l is de frequentie waarmee lucht gehapt wordt 15% van de totale ademhalingsfrequentie. Wanneer de zuurstofconcentratie in het water daalt naar 3 mg/l neemt de frequentie, waarmee water over de kieuwen gepompt wordt, toe tot 40% (Babiker et al., 1979). Niet bekend is echter of onder dergelijke omstandigheden het welzijn wordt aangetast. Per saldo kan gesteld worden dat voor meerval bij een zuurstofconcentratie van 3mg/l niet voldaan wordt aan de natuurlijke eisen van de meerval (60% behoefte aan zuurstof uit water). De Europese Raad beveelt een zuurstofgehalte van 5 mg/l aan (Raad van Europa, 2000), deze gehalten zijn ook voor "air-breathing" soorten verdedigbaar. Aangezien luchthappen voorkomt in de natuurlijke gedragingen. Van de Nieuwegiessen (2005) beveelt daarnaast aan dat voor meerval het wateroppervlak vrij moet zijn van schuim. Het gebruik van zuurstofgehalten als OWI voor biologische productievoorwaarden is hierdoor aanbevolen.

Het ventilatieratio, de verhouding tussen luchthappen en normale ademhaling, kan ook als OWI worden gebruikt. Er zijn echter geen eenvoudige en efficiënte meetmethoden voor de praktijk. Wel kan deze worden gebruikt om de natuurlijke randvoorwaarden voor een kweekstelsel vast te stellen. Voor meerval betekent dit dat de frequentie tussen luchthappen en ademhaling beperkt moet zijn tot 15-40% van de frequentie waarmee water over de kieuwen gepompt wordt. Hierbij moet gestreefd worden het luchthappen te optimaliseren. Mogelijk moeten hiervoor de oppervlakte:volume verhoudingen van tanks worden verhoogd (meer oppervlakte) om hiervoor toe vis de gelegenheid te bieden.

Tilapia is voor 100% afhankelijk van zuurstof uit water. Tilapia reageert op anoxische omstandigheden zonder aanpassingen van het zuurstofverbruik (er wordt gereguleerd via zuurstoflevering aan de organen). Hierdoor ontstaat bij lage zuurstofgehalten een zuurstoftekort (Webster, 2006), hetgeen kan leiden tot een aantasting van

het welzijn. Tilapia hapt geen lucht, maar hangt onder het oppervlakte en laat dan het uiterst dunne bovenste laagje water langs de kieuwen stromen. Ook in vrijwel zuurstofloos water zit daar, door luchtdiffusie, nog steeds wat zuurstof in. In plaats van luchthappen is een grote groep tilapia aan het oppervlak een mogelijk teken voor zuurstoftekort.

Recent onderzoek van de Wageningen Universiteit laat zien dat de groei en voedselopname hoger zijn bij zuurstofconcentraties van 5-6mg/l vergeleken met 3 mg/l. Er werden geen hematologische aanpassingen waargenomen (Tran-Duy et al., 2008), wat duidt op beperkte fysiologische aanpassingen. Op basis van deze resultaten is het niet mogelijk om zuurstofgehalten voor optimale welzijnsomstandigheden te definiëren, echter een pragmatische aanpak kan verkozen worden om grenswaarden te. Hiermee kan gesteld worden dat voor biologische productiedoelinden de zuurstofgehalten in het uitgaand water boven 3mg/l moeten liggen. Er kan hierbij gestreefd worden naar een waarde van 5 mg/l in het kweekbassin, waardoor wordt gegarandeerd dat het zuurstofgehalte in het gehele kweekstelsel minstens zou hoog is.

6.2.3 Koolstofdioxide

Voor iedere gram zuurstof die een Afrikaanse meerval consumeert wordt ca. 1,3g CO₂ aan het water afgegeven (Bovendeur et al., 1987) voor tilapia geldt ongeveer hetzelfde. CO₂ verwijdering uit het water vindt plaats door ontgassing in het trickling filter. Als er onvoldoende ontgassing plaatsvindt accumuleert het CO₂ in het viskweekwater. 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 voor de gekozen vissoorten. Van de Afrikaanse meerval is bekend dat een verhoogde CO₂ concentratie in het water de frequentie waarmee atmosferische lucht wordt opgenomen doet toenemen (Babiker, 1984). Onder kweekcondities speelt dit effect van CO₂ mogelijk geen rol omdat de vissen reeds frequent atmosferische zuurstof opnemen vanwege de lage zuurstofconcentraties onder kweekomstandigheden. CO₂ kan echter als een deken over het water liggen, waardoor er geen of minder mogelijkheden tot luchthappen zijn (van der Meer. Pers. Comm. 2008). Een goede afzuiging/ventilatie zal hier een oplossing voor zijn. Voor tilapia wordt beschreven dat er ongerief ontstaat bij 50-100 mg CO₂/l (Balarin, 1982). Desmares (1993) verrichtte metingen op een commerciële meervalkwekerij, waaruit blijkt dat de CO₂ concentratie kan oplopen tot boven 100 mg/l.

Momenteel is er onvoldoende kennis beschikbaar om voor Afrikaanse meerval onderbouwde grenswaarden voor de CO₂ concentratie vast te stellen. Derhalve kan gesteld worden dat het voor biologische aquacultuur de borging van de werking van het trickling filter met name relevant is voor het welzijn van de vis. Bij gebrek aan voldoende data kan voorsnog worden aangenomen dat voor tilapia en meerval een CO₂ gehalte beneden 50mg/l geen grote nadelige welzijnseffecten bekend zijn. Aanvullend onderzoek is echter nodig om dit te staven. Het is hierbij noodzakelijk om goede real-time monitoring instrumenten voor CO₂ monitoring in water te ontwikkelen en hanteerbare methoden in de praktijk toe te passen (Grant, 2002). Hiermee wordt in de toekomst het CO₂gehalte als OWI haalbaar.

6.2.4 pH

Het effect van de pH op het functioneren en welzijn van vissen is voor vele soorten relatief goed onderzocht. In veel onderzoeken zijn vissen acuut blootgesteld aan lage pH waarden, waarbij grote gevolgen voor de mineraalhuishouding in het dier meetbaar zijn (Wendelaar, 1997). Specifiek voor de Afrikaanse meerval zijn geen publicaties verschenen omtrent de directe effecten van pH. Schram (2002) heeft een synthese gemaakt van de indirecte effecten van vergelijkbare vissoorten (Abbink, Van de Vis en Schram, 2009). De grenswaarden voor pH acceptatie in relatie tot welzijn liggen voor meerval tussen 5 en 9 (Abbink, Van de Vis en Schram, 2008). Wanneer de vis echter geleidelijk aan een pH verlaging wordt blootgesteld zijn effecten van de zuurgraad amper meetbaar (van Dijk en van den Thillart, 1993 en Van Ginneken en Van Eersel, 1997), mits de waarden binnen de grenswaarden vallen. Dit wijst erop dat grote pH schommelingen moeten worden voorkomen.

Voor tilapia geldt dat pH waarden boven 11-12 resulteren in mortaliteit van vissen, dit is ook geconstateerd bij een pH lager dan 5. Indirect heeft de pH invloed op het functioneren van vissen door verandering van de giftigheid van allerlei stoffen, waaronder ammonia. Bij een hogere pH neemt het aandeel van het giftige NH₃-N toe ten koste van het minder giftige NH₄⁺-N, waardoor de giftigheid van ammonia sterk afhankelijk is van de pH van het water.

De pH waarde is van belang voor het welzijn van vissen. Echter, door de vele effecten die de pH in het productiesysteem heeft, is het niet nodig om specifieke eisen aan het systeem te stellen de randvoorwaarden van

het systeem zelf zorgen voor een goede regulatie. Het is van groter belang om de pH te stabiliseren, zodat de vissen de mineraalhuishouding niet continu afstellen op de pH, dit zal het welzijn bevorderen. Derhalve kan de pH worden benut als OWI waarbij gestreefd te worden naar een pH fluctuatie van maximaal 1 eenheid per 24 uur.

6.2.5 Ammoniak

Ammoniak is het eindproduct van het eiwitmetabolisme van vissen en moet worden uitgescheiden omdat het giftig is wanneer het in het lichaam accumuleert. Wanneer ammoniak wordt gevormd dan stelt zich in het lichaam een evenwicht in tussen ammoniak (NH_3) en ammonium (NH_4^+), maar omdat de pK_a waarde voor dit evenwicht 9 bedraagt, is er bij een fysiologische pH in het lichaam alleen sprake van de geïoniseerde vorm van ammoniak, nl ammonium. Het mengsel van ammoniak en ammonium noemt men ammonia.

Voor ammoniak en het ammoniumion verschilt het mechanisme van uitscheiding. Het ammoniak kan passief worden uitgescheiden door middel van diffusie. Ammonium wordt daarentegen actief uitgescheiden. Wanneer de ammoniaconcentratie in het omringende water hoger is dan de concentratie in het bloed diffundeert ammonia van het water naar het bloed, waardoor ammonia in het bloed accumuleert. Het blootstellen van vissen aan subletale ammoniaconcentraties veroorzaakt fysiologische, biochemische, histologische en gedragsveranderingen die de groei en het immuunsysteem onderdrukken (Rand en Petrocelli, 1985).

Voor verschillende vissoorten is onderzoek verricht naar de chronische en acute toxiciteit van ammoniak. Op basis van dergelijk onderzoek zijn voor verschillende vissoorten letale doses en zogenaamde NOEC (No Observed Effect Concentration) en MATC (Maximum Allowable/Acceptable Toxicant Concentration) waarden vastgesteld. Specifiek voor de Afrikaanse meerval zijn echter geen publicaties verschenen aangaande de acute en chronische toxiciteit van ammonia. Een NOEC of MATC waarde is daarom voor Afrikaanse meerval niet bekend. Abbink, Van de Vis en Schram (2008) en van der Nieuwegiessen onderbouwen passende ammoniagehalten voor Afrikaanse meerval en benoemd hierbij een grenswaarde voor ongeïoniseerde ammonia van 0,1 NH_3 mg/l aangehouden moeten worden (van der Nieuwegiessen, 2005). Dit resulteert in grenswaarden voor totaal ammonia van 176, 17,8 en 1,9 mg/l en pH waarden van respectievelijk 6, 7 en 8 bij 25°C. Of bij een dergelijke ammoniaconcentratie het welzijn van de Afrikaanse meerval aangetast wordt is niet bekend.

6.2.6 Nitriet

Abbink, Van de Vis en Schram (2009) geven in een literatuuroverzicht voor Afrikaanse meerval maximale gehalten voor nitriet van 1,5 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ in afwezigheid van chloride. Voor elke toename van de chloridenconcentratie van 10 mg/l kan de grenswaarde voor nitriet verhoogd worden met 0,15 mg/l. Voor tilapia geldt dat de chloridenconcentratie en de nitrietconcentratie in een verhouding tussen 3:1 (mg/l) en 20:1 voor dienen te komen (Webster, 2006) om optimale waterkwaliteitsomstandigheden te borgen. Deze waarden zijn echter moeilijk te meten op praktijkniveau, hierom zal als leidraad voor de chlorideconcentratie op basis van de saliniteit bewerkt kunnen worden. De verhouding nitriet:chloride kan hierdoor dan ook te worden gehanteerd als OWI.

6.2.7 Saliniteit

Tilapia heeft een grote tolerantie voor verschillende zoutgehalten. De zoetwatersoorten, die in commerciële cultures gekweekt worden, zijn over het algemeen tolerant voor brakwateromstandigheden zonder nadelige gevolgen op de groei (Green, 1997) Aangezien de Nederlandse kweeksystemen voorzien in zoetwatervoorzieningen is het overbodig een OWI voor saliniteit te hanteren, tenzij dit nodig is om effecten van toevoegingen (bv. bicarbonaten tegen verzuring van het water) te meten.

Voor meerval is aangetoond dat saliniteit tot 5 g/l geen effect op groei en overleving van Afrikaanse meervallarven laten zien. Kortstondige blootstelling aan hogere saliniteit (tot 7,5 g/l) ter behandeling van ectoparasieten kan echter probleemloos toegepast worden, zonder dat dit effect heeft op de overleving of groei (Britz, 1989). Clay (1977) nam waar dat de Afrikaanse meerval bij een saliniteit van 2,2 g/l overleeft, groeit en zich voortplant. Bij een saliniteit van 20g/l werd een stressreactie waargenomen en bij 25 g/l stierven alle vissen. Clay schat op basis van deze experimenten in dat de bovengrens voor de saliniteit van het viskweekwater tussen de 10 en 15 g/l ligt. Abbink, Van de Vis en Schram (2009) hebben aanbevolen een grenswaarde van maximaal 10 g zout/l te hanteren, maar snelle veranderingen in saliniteit zijn niet aan te bevelen.

Voor zoutbehandeling van parasieten wordt voorgesteld een norm voor zoutgehalten van maximaal 7,5 g/l te hanteren. De saliniteit is te meten door het toepassen van een geleidbaarheidmeting, deze waarde is om te

rekenen naar zoutgehalten. De conversie hiervan kan plaatsvinden via methode: 2520B en 2520D (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*).

6.2.8 Troebelheid

De troebelheid of zwevend stof in het water is voor tilapia en meerval een indicator die voornamelijk relevant is in natuurlijke productiesystemen, zoals vijvers. Hierbij geldt dat het zwevend stof voornamelijk als indicator voor optimale productie kan worden gehanteerd. Tilapia en meerval kan een zwevend stof gehalte van 13.000 mg/l hanteren, deze waarden worden in de natuurlijke habitat met regelmaat aangetroffen (El Sayed, 2006). Een zwevend stof gehalte van 13.000 mg/l is een waarde die niet in RAS wordt waargenomen. Indien dergelijke waarden worden geconstateerd betekent dit, dat er sprake is van een probleem rond de waterzuivering. Een verandering in troebelheid indiceert daarmee een verandering in waterkwaliteit. Dit dient te worden geconstateerd aan onder andere de hand van pH en nitraatwaarden. Een OWI voor troebelheid is derhalve niet voor RAS aan de orde.

6.2.9 Temperatuur

De watertemperatuur is van grote invloed op de groei en voeropname van kweekvissen. Wanneer de temperatuur suboptimaal is neemt de groeisnelheid af. Hogendoorn et al. (1983) heeft geconstateerd dat de beste groei bij meerval plaatsvindt tussen de 27,5°C en 32,5°C voor jonge meerval en tussen de 25°C en 27,5°C voor grotere meerval. Voor een goede productie binnen een kwekerij is het handhaven van de temperatuur waarbij maximale groei plaatsvindt daarom van groot belang. De gunstigste houderijomstandigheden voor productiedoeleinden zijn derhalve 25-30°C, wat hiermee kan worden aangehouden als biologische OWI.

Volgens Donnelly (1973) heeft een dagelijkse temperatuur schommeling tussen de 13,5°C en 27,5°C geen enkel effect op de overleving van volwassen vissen, maar dat is geen garantie voor welzijn. Voor diverse vissoorten is aangetoond dat een plotselinge temperatuurverandering van 14 °C stress veroorzaakt. (Wendelaar Bonga, 1997); Van den Burg, 2002).

Tolerantie van Afrikaanse meerval ten aanzien van snelle temperatuursveranderingen is onderzocht door Klyszejko et al. (1993), deze constateerden dat zowel de onder- als bovengrens van de letale temperatuur en de temperatuur waarbij een alarmreactie optreedt, afhankelijk zijn van de temperatuur waaraan de vis geacclimatiseerd is. Deze alarmreactie bestaat uit de eerste symptomen van stress, waaronder snelle bewegingen, toename van agressief gedrag en toename van de frequentie waarmee lucht gehapt wordt.

Op meervalkwekerijen worden over het algemeen jaarrond watertemperaturen van 25°C gehandhaafd (Verreth en Eding, 1993). Wanneer de meerval is geacclimatiseerd aan 25°C treedt een alarmreactie op bij temperaturen onder de 21°C en boven de 36°C (Klyszejko et al., 1993). Indien aangenomen wordt dat bij het optreden van een alarmreactie het welzijn van de vis wordt aangetast, is de onder- en bovengrens van de temperatuur waarbij een alarmreactie optreedt van groter belang.

Voor tilapia geldt dat de optimale groeisnelheid is gerapporteerd bij 29-31°C (Jobling, 2007). Een lagere temperatuur resulteert in afname van de voedselopname (bv bij 22°C 50% van voedselopname die gerealiseerd wordt bij 26°C) (Allanson et al., 1964)). Stressrespons en sterfte ontstaan veelal bij een temperatuur lager dan 10 à 11°C en hoger dan 37 à 38°C. Experimenten met het acclimatiseren van vis zijn uitgevoerd door het overbrengen van vissen van 25°C naar 15°C. Na 20 dagen waren de vissen nog niet geacclimatiseerd. De acclimatisatietijd van 15°C naar 25°C bedraagt echter 1°C per 150 minuten (Allanson et al., 1964). Het is onbekend welk effect deze veranderingen op het welzijn hebben. Ashley (2007) beschrijft tevens het belang van een stabiele temperatuur.

Er wordt voor meerval noch voor tilapia aangegeven bij welke temperatuurvariatie het welzijn wordt aangetast. Een pragmatische benadering kan echter tot een keuze leiden. Zo is het technisch mogelijk om een temperatuurvariatie van maximaal 2°C per dag te hanteren in een houderijsysteem, mits het systeem daarop geoptimaliseerd is. Derhalve kan de technische oplossing benut worden voor het beheersen van de operationele welzijnsindicator met betrekking tot de maximale temperatuurschommeling in het systeem, zijnde 2°C. Deze waarde kan naast de range in kweektemperatuur verkozen worden als streefwaarde voor een biologische OWI.

6.2.10 Fosfaat

Fosfaatniveaus in het water zijn een gevolg van de input van het voer in combinatie met een slechte verteerbaarheid van fosfaathoudende bestanddelen. Het fosfaat wordt hierdoor niet vastgelegd als biomassa in de vis, maar wordt uitgescheiden via de ontlasting. Het fosfaat komt in het water voor als opgeloste stof en in de vaste stof fractie. De hoeveelheid fosfaat in het voer heeft hoofdzakelijk effecten op de uitstoot in het milieu. In vijversystemen kan dit resulteren in eutrofiering van het kweekstelsel. In RAS leidt fosfaat vermoedelijk niet tot welzijnsproblemen, mits de kwaliteit van de reststroomverwerking en de waterhuishouding voldoende geborgd wordt (Van der Nieuwgiessen, 2005). Hierdoor is het benoemen van registreren van fosfaat in het water als OWI voor RAS overbodig. Toekomstige ontwikkelingen op het gebied van waterzuivering, zoals denitrificatie, maken het noodzakelijk meer inzicht te verkrijgen in het effect van fosfaat op het welzijn van vissen. De fosfaatgehalten moeten beheerst worden door de juiste gehalten en beschikbaarheid in voeders te hanteren en bij ontwikkelingen op zuiveringsgebied de fosfaatafbraak mee te nemen.

6.2.11 Belichtingsperiode en belichtingsintensiteit

De Afrikaanse meerval eet onder natuurlijke omstandigheden voornamelijk 's nachts en aangenomen wordt dat de vis lage lichtintensiteiten prefereert (Bruton, 1978; Hogendoorn, 1981; Viveen et al., 1985; Hossain et al., 1998). De daglengte en de lichtintensiteit zijn mogelijk van invloed op de groei en de overleving van Afrikaanse meerval (Hecht et al., 1988). Bij continue duisternis en bij lage lichtintensiteit, overeenkomstig natuurlijke omstandigheden, nemen stress, agressie en kannibalisme af en de groei toe (Britz, 1992). Een continue lichtperiode zorgt voor een stijging van het agressief gedrag bij Afrikaanse meerval. Almazán-Rueda (Rueda, 2004) constateerde dat het zwemgedrag van juvenielen bij 150 lux toeneemt. Deze bevindingen werden echter niet ondersteund door de fysiologische metingen. Chavez beschrijft dat de effecten van het verschuiven van de fotoperiode effecten heeft op de melatonineproductie van meerval en Nijltilapia (Chavez, 2008).

Deze bevindingen geven een indicatie dat op meervalkwekerijen hoge lichtintensiteiten vermeden moeten worden, waarbij uitgegaan mag worden van een lichtintensiteit van 15- 100 lux (overeenkomst een zeer bewolkte dag). De daglengte dient daarnaast gesteld te worden overeenkomstig met biologische houderijprincipes. Er zijn vissoorten die een dag-nachtritme hebben, zoals paling. Voor meerval zijn er tevens indicaties dat deze een dag-nachtritme bezitten. Chavez ontdekte dat de melatonineproductie wordt geremd bij verschillende lichtregimes (continue licht en continue donker), waarbij de melatoninewaarden bij 16 uur licht en 8 uur donker het meest natuurlijk leken (Chavez, 2008). Babiker (1975) onderzocht het dag-nacht ritme in de ademhalingscyclus van meerval. Hieruit blijkt dat er grote verschillen bestaan in respiratie tussen dag en nacht, bij nacht zijn de dieren veel actiever. Experimenten van de Rijksuniversiteit Nijmegen laten voor karpers ook een dag nacht ritme zien. Een keuze kan hierdoor gemaakt worden tussen een arbitrair vastgestelde maximale daglengte (16 uur) of natuurlijke daglengte. Vanuit welzijnsoogpunt kan ervan uitgegaan worden dat een dag-nachtritme voor de meerval van belang is, waarbij uitgangspunt 16 uur licht en 8 uur donker kan zijn.

Voor tilapia geldt dat de lichtintensiteit en mogelijk ook de fotoperiode een negatieve invloed heeft op het gedrag en de productiepotentie van de vis. Daarom dient licht dat het houderijsysteem binnenkomt te worden gereduceerd. Het effect van de fotoperiode is vooral bekend voor reproductiedoeleinden, maar niet voor het welzijn van de vis. Er zijn aanwijzingen dat Nijltilapia een biologische klok heeft (Martinez-Chavez et al., 2008). Aangezien er gebrek is aan voldoende onderbouwde data voor tilapia kan de daglengte gesteld worden overeenkomstig de biologische houderijprincipes. Een keuze kan hierbij gemaakt worden tussen een arbitrair vastgestelde maximale daglengte (16 uur) of natuurlijke daglengte. Uiteraard dient vermeden te worden dat in geval van een onvoorziene omstandigheid het licht aangaat dit leidt tot een schrikreactie van de vissen. Dit kan worden vermeden door dimmers te gebruiken. Vanuit welzijnsoogpunt is er onvoldoende kennis om een aanzet tot de keuze te geven. Er is onvoldoende wetenschappelijke informatie beschikbaar om grenswaarden voor te stellen voor lichtintensiteit als operationele welzijnsindicator. Het aanbieden van schaduwlocaties is een mogelijkheid om een keuze aan te bieden voor eventueel aanwezige wens voor een gereduceerde lichtintensiteit. Deze schaduwlocaties kunnen tevens dienen als schuillocaties.

Het is bekend dat het in kweekomstandigheden niet altijd mogelijk is om alle dieren (of een groot deel) van gelijkmatige hoeveelheden licht te voorzien. De vissen die dieper in het kweekstelsel zitten zullen minder licht krijgen (door schaduw van de vissen erboven), waar de bovenste laag meer licht krijgt. Daarnaast is het kweekwater veelal troebel, waardoor het licht snel door het water wordt geabsorbeerd. Er zijn dan ook donkere

(schaduw) locaties in het houderijsysteem. Dit is alleen te voorkomen door ondiepe systemen te gebruiken, waarbij er meer oppervlakte nodig is, dat is kostbaarder. Er worden echter mogelijke voordelen voor het bevorderen van natuurlijke gedragingen en welzijn gezien voor het toepassen van een dag-nachtregime en eventueel het aanbieden van schaduwlocaties voor meerval. De vis krijgt waar mogelijk de keuze om de optimale omgeving te kiezen.

Binnen biologische productievoorwaarden dient veelal gebruik gemaakt te worden van natuurlijk daglicht als lichtbron. De mogelijkheden hiervoor in de praktijk worden door kwekers bediscussieerd aangezien condens, algengroei, isolatie en dergelijke de praktische toepasbaarheid bemoeilijken. Mogelijkheden om gebruik te maken van natuurlijk licht worden dan ook niet per definitie als haalbaar geacht en zullen proefondervindelijk moeten worden uitgezocht. Kunstlicht met gebruik van dimmers voor dag-nachtovergang lijken vaak meer uitkomst te bieden.

6.2.12 Dichtheid

Over de behoefte aan bepaald gedragsuitingen van vissen onder houderijomstandigheden is weinig bekend. Het is voor de vissen niet mogelijk om onder kweekomstandigheden hetzelfde gedrag te vertonen als onder natuurlijke omstandigheden. Of dit een nadelige invloed op de dieren heeft en nadelig is voor het welzijn is onduidelijk. Jonge vissen kunnen bovendien andere eisen aan houderijsystemen stellen dan oudere vissen.

Dichtheid is voor sommige vissoorten een belangrijke sturende factor in het optreden van ongewenst gedrag. Vissen worden in RAS onder hogere dichtheden gehouden dan gebruikelijk is in doorstroom- of open kooi systemen. In de biologische aquacultuur wordt voornamelijk aanbevolen om pragmatisch met dichtheidsdoelstellingen om te gaan en deze per definitie laag te houden. Uit imago-overweging moet voor de biologische sector te allen tijde het welzijn van de dieren voorop staan. Dit houdt in dat er voor biologische teelt ook een minimum dichtheid van de vissen gedefinieerd moet worden voor de meerval (omdat welzijn van meerval in RAS ook in het geding komt bij lage visdichtheden).

Bij met name lage dichtheden (5 vissen van ieder 35 g in een tank van 240 l) is er sprake van agressie en daarnaast is een deel van de vissen actief en rust een deel op de bodem in de tank. Wanneer als gevolg van verhoging van de dichtheid (160 vissen van ieder 35 g in 240 l) de agressie nagenoeg is verdwenen, is er sprake van dat alle vissen actief zijn en er geen fractie meer is die rust op de bodem (Anonymous, 1997). Het is niet bekend wat de invloed van deze verandering in het gedrag is op het welzijn van deze vissoort.

Andere literatuur verstrekt tegenstrijdige informatie rond de relatie dichtheid en groei en daarom is door Van de Nieuwegiessen (2009) nader onderzoek uitgevoerd.

Voor het groeitraject van 10-100 g zijn er aanwijzingen verkregen dat zowel een lage (500 dieren per m³ als hogere dichtheid (2375 and 3000 dieren per m³) het welzijn negatief kunnen beïnvloeden (Van de Nieuwegiessen, 2009). Van de Nieuwegiessen (2009) benadrukt dat dichtheid als zodanig niet geschikt is als welzijnsindicator. Bij dichtheid is er sprake van een interactie tussen tal van factoren, waardoor het opstellen van grenswaarden niet eenvoudig is. Strikt genomen biedt een limitering van de dichtheid dus geen garantie voor een verbetering van het welzijn van het dier, hetgeen ook voor zalm door Turnbull et al. (2005) was geconstateerd.

Het is bekend dat er sprake kan zijn van agressie bij lage dichtheden paling onder houderijomstandigheden (EFSA, 2008a). Onderzoek naar de relatie tussen dichtheid en welzijn is voor de opkweek van paling niet beschreven.

In diverse studies heeft men voor juveniele Afrikaanse meerval gevonden dat bij toenemende dichtheid de groei toeneemt en de agressie afneemt (Anonymous, 1997). Tot enkele jaren terug was er geen informatie beschikbaar voor grotere dieren. Met het oog op deze kennisleemte is door Van de Nieuwegiessen (2009) hier onderzoek naar verricht. Voor meervallen in het groeitraject van 100-300 g constateerde hij dat bij toenemende dichtheden de groei toeneemt en de agressie afneemt. Voor dieren in range van 1000-1500 g constateerde Van de Nieuwegiessen (2009) dat de groei en de mate van agressie niet afhangen van de dichtheid. De leeftijd van het dier blijkt ook een rol te spelen. De auteur meldde (Van de Nieuwegiessen, 2009) dat dichtheid als zodanig niet geschikt is als welzijnsindicator, omdat er tal van andere factoren zoals waterkwaliteit en het management ook een rol spelen, hetgeen het vaststellen van grenswaarden bemoeilijkt.

6.2.13 Voederconversie

De voederconversie is de verhouding tussen het de hoeveelheid droog voer (uitgedrukt in kg) en de gewichtstoename van de vis (uitgedrukt in kg). Productiemethoden met een lage voederconversie betekend een gunstig gebruik van voeder, hetgeen de duurzaamheid ten goede komt. Bij meervalkweek in recirculatiesystemen bedraagt de laagste voederconversie 0,8. Voederconversies van 1,2 tot 1,4 worden in de huidige praktijk ook behaald voor tilapia (Mulder, 2006). Een hoge voederconversie betekent dat het voeder niet volledig benut wordt in het productiesysteem, waardoor de restnutriënten worden geëlimineerd via de afvalstroom. Per saldo betekent dit dat er voedernutriënten verloren gaan.

Voor biologische voeders kunnen certifieringsinstanties voorschrijven dat bepaalde grondstoffen dienen te worden gebruikt, ook wanneer deze minder goed verteerbaar zijn. De samenstelling van het voer is afhankelijk van de beschikbaarheid van de (nog weinig voorhanden zijnde) biologische grondstoffen. Dit betekent dat de voederconversie in biologische productiesystemen mogelijk hoger zal worden (meer voer nodig per kg vis) indien biologische voeders worden toegepast, maar dit is niet wenselijk aangezien er dan ook meer afval geproduceerd wordt. Hiermee zal rekening moeten worden gehouden wanneer de voederconversie gebruikt gaat worden als welzijnsindicator. Derhalve kan worden geconcludeerd dat de mate waarin de voederconversie geschikt is voor het meetbaar maken van welzijn afhankelijk is van de voersamenstelling en kwaliteit. De voederconversie kan pas worden gebruikt als parameter voor welzijn, wanneer kennis wordt opgedaan over de minimaal te behalen voederconversies. De haalbaarheid van voederconversies binnen biologische productiesystemen zal door de praktijk moeten worden beproefd.

Daarnaast kan de voederconversie gebruikt worden voor het monitoren van de het welzijn door de waarden te beoordelen. Signalering van een verhoging in voederconversie kan betekenen dat er iets mis is met de vis of het voeder. Monitoren van de voederconversie is daarmee een indirecte voor het beoordelen van de gezondheid en het welzijn, maar we weten niet om bij de huidige FCR waarde er sprake is van een optimaal welzijn.

6.3 Inrichting / huisvesting

6.3.1 (Natuurlijke) omgeving en gedragingen

Er is op dit moment geen wetenschappelijke kennis aanwezig over de behoeften van vis met betrekking tot natuurlijke gedragingen in RAS. Kweeksystemen bestaan uit monotone bakken, rechthoekig of rond van vorm, zonder schuilmogelijkheden, waarin de vissen in hoge dichtheden worden gehouden. Overdag is het in veel gevallen schemerig en 's nachts bijna donker. De vissen eten het voer vanaf de oppervlakte in aanwezigheid van veel andere dieren. In de natuur hebben vissen een veelzijdig dieet, wat in de aquacultuur niet het geval is. Bovendien fourageren de vissen in de natuur op een andere manier dan de wijze waarop het voer wordt aangeboden in de houderij. Bij warmbloedige landbouwhuisdieren is bekend dat het aanbieden van een voer dat iedere dag hetzelfde is en bovendien op een wijze die niet overeenkomt met het fourageren in de natuur, tot stress kan leiden. De eisen die de diverse vissoorten stellen aan de manier van voeren en de samenstelling van het voer, zijn niet bekend. Effecten van voeding zullen waarschijnlijk in de komende jaren een grotere rol gaan spelen door de grote veranderingen die er in voersamenstelling zullen gaan optreden als gevolg van de vervanging van vismeel en visolie door andere grondstoffen.

Het is ook onduidelijk welke eisen vissen stellen aan het ontwerp van een kweekbak als het gaat om het kunnen uiten van natuurlijk gedrag. Van platvis is bekend dat deze zich graag verschuilen in het zand. In kweeksystemen blijkt dat vissen dit gedrag ook vertonen door zich onder soortgenoten te willen verstoppen (pers. Mededeling Zeeuwse tong, 2008), het is onbekend welke oorzaak dit heeft. Het is niet bekend hoe belangrijk deze behoefte is en in welke mate de afwezigheid van schuilmogelijkheden het welzijn van platvis aantast.

Tilapia leeft vaak nabij modderige bodem, regionen met veel vegetatie en worden daarnaast vaak solitair levend of in kleine scholen gezien. Studies hebben uitgewezen dat in vijverkweeksystemen, de aanwezigheid van substraten (onder andere bamboe) zorgt voor algengroei (perifyton) en beschutting van de tilapia's (Uddin, 2008). Meerval heeft een diverse habitatpreferentie, die per leeftijdsgroep varieert. Voor adulten geldt dat deze veelal in rivieren en meren met diepten van tot 80m leven. Hierbij worden ondiepe locaties geprefereerd. De natuurlijke

habitat varieert van een modderige bodem tot hardere substraten. Hierbij zoekt de meerval schuilplaatsen op en vertoont territoriaal gedrag.

Aangezien er geen uitgebreid onderzoek is uitgevoerd naar de preferentie van omgevingsfactoren onder houderijomstandigheden kunnen slechts beperkte uitspraken gedaan worden over de aanpassingsmogelijkheden binnen kweeksystemen om de omgeving van de tilapia en meerval te verrijken. De mogelijkheden hiertoe zullen op experimentele wijze moeten worden uitgezocht. Hierbij kan rekening gehouden worden met de wens om een gedeelte van de gehouden dieren mogelijkheden tot uiting van natuurlijke preferenties aan te bieden. Het is in RAS lastig om de mogelijkheid voor de gehele populatie te bieden. Als uitgangspunt zou gestreefd kunnen worden naar het bieden van (natuurlijk) substraat aan bijvoorbeeld 25% van de vispopulatie. Deze waarde berust op een praktisch haalbare inschatting. De exacte aanpassingsmogelijkheden zullen moeten worden ontwikkeld. Een voorbeeld binnen biologische principes (Natuurland) is dat cementen bakken met substraatbodem toegestaan worden (in buitensystemen). Het is hierbij bekend dat de vinnen van vissen kunnen slijten in betonnen bakken, waardoor nadelige welzijnseffecten ontstaan.

Het uiten van natuurlijke gedragingen is een van de geselecteerde OWIs, die voor biologische aquacultuur principes van groot belang is, aangezien een eis vanuit de biologische regelgeving is om de vis natuurlijke gedragingen te laten vertonen. Het begrip natuurlijke gedragingen is echter zeer breed en het is niet bekend welke gedragingen in RAS noodzakelijk zijn voor de vis. Daarom is de eis van certificerende instelling omtrent natuurlijke gedragingen vooralsnog beperkt tot mogelijkheden tot

- Schuilen
- Begrazen
- Schaduwlocaties

Deze mogelijkheden kunnen worden aangeboden door daartoe bestemde substraten te plaatsen, Deze substraten kunnen de volgende zijn:

- (Natuurlijke) substraten aan de wand
- (Natuurlijke) substraten op de bodem
- (Natuurlijke) substraten in de waterkolom / aan het oppervlak.

Het aanbieden van dergelijke substraten aan de bodem wordt door kwekers niet mogelijk geacht. Het kweekstelsel leent zich hier in onvoldoende mate voor, aangezien afvalstoffen zich hieraan kunnen hechten, vissen kunnen beschadigen en bacteriën kunnen groeien. Afhankelijk van de hardheid van het substraat zullen vissen zich sneller beschadigen. Het aanbieden van substraten aan de wand of in de waterkolom wordt als mogelijk haalbaar gezien door een deel van de kwekers. Het is echter nog onbekend welk type substraat en welk hiervoor geschikt zal zijn en of de dieren hiermee bevredigd zullen worden in hun natuurlijke behoeften.

Al de eerder genoemde mogelijkheden dienen aangepast te worden aan de behoeftes per soort. Uit de praktijk is bekend dat schuilmogelijkheden gebruikt worden, maar er is voor zover ons bekend geen informatie over het effect hiervan op het welbevinden voor de gekozen vissoorten in RAS. Kleuren kunnen mogelijk ook enige invloed hebben op het welbevinden van een vis in een eentonige goed verlichte bak, maar het effect van kleuren lijkt in het algemeen in kweekbassins gering aangezien de omgeving voor de meeste soorten optimaal is bij een geringe lichtsterkte. Van Eys (1981) heeft onderzocht dat er hoge metabole activiteit is van melanocyt stimulerende hormonen (MSH) bij het houden van tilapia bij een zwarte achtergrond. Er werd een lage metabole activiteit gevonden bij een witte achtergrond. De uitersten in kleurstelling van zwart en wit kan leiden tot uitersten in MSH-activiteit, waardoor het welzijn mogelijk negatief beïnvloed wordt (van der Salm, 2005). Dit laat zien dat het voor tilapia met name gunstig is om in grijze of matig gekleurde omgeving gehouden te worden. Grijs of betonkleurig lijken hiervoor geschikte kleurstellingen.

In tegenstelling tot tilapia heeft Afrikaanse meerval een beperkt gezichtsvermogen en zal de omgeving vooral via tast en geur in zich opnemen, maar er is wel een verbinding tussen de olfactorische lob en de retina, dus een geur van het voer leidt tot een signaal naar het oog (pers. mededeling P. Albers). Daarnaast kan een Afrikaanse meerval veranderingen in lichtintensiteit en beweging waarnemen. Het dier gebruikt zijn ogen wel degelijk, maar beperkt in troebel water. Er is voor Afrikaanse meerval geen informatie bekend over de kleurpreferentie, waardoor grijs en eventueel zwart tot de mogelijkheden lijken te horen. Ook het effect van het aanbieden van oppervlak (zoals matten of bamboe) om de vissen "te laten grazen" in RAS is voor zover een nog nooit beproefde methode in de praktijk om vissen welzijn te verbeteren. Aangroei op deze materialen zal waarschijnlijk ook erg gelimiteerd worden door de beperkte hoeveelheid licht in een RAS.

6.4 Gezondheid

Het voorkomen van visueel waarneembare gezondheidsproblemen voor de vis zijn bekend in kweekomstandigheden. Enerzijds wordt dat gerealiseerd door het toepassen van een adequate managementstructuur en –procedures, waarbij continu oog voor optimaal gezondheid wordt gehouden, door mogelijke problemen met de gezondheid vast te stellen en vervolgens te verhelpen. Daarnaast is het zaak om (onvermijdelijke) symptomen van lichamelijk ongerief voor de toekomst te voorkomen, door het nemen van managementmaatregelen. Hierbij kan de managementmaatregelen (bv sorteren) ongerief geven, maar de maatregelen worden genomen om de productie alsmede het welzijn van de dieren te handhaven. Anderzijds dienen ziekten en parasieten zoveel mogelijk te worden bestreden door het toepassen van een gezondheidsplan.

De voornaamste visuele gezondheidsaspecten die gemonitord dienen te worden zijn:

- Kieuwcondities (kieuwdeksels, doorbloeding en beschadiging)
- Huidbeschadiging (necrose: Afsterving of afgestorven weefsel na infectie door een schimmel of andere parasiet).
- Aanwezigheid vinerosie
- Aanwezigheid ziekten
- Deformaties (misvormingen)
- Veranderingen in kleur / pigmentatie
- Mortaliteit

Verslechtering van de kieuwcondities en verandering van de kleur zijn in veel gevallen een signaal van stress (of ziekte). Kleurverandering kan echter ook een gevolg zijn van een natuurlijke dominantiestrijd. Huidbeschadigingen en aanwezigheid van vinerosie kunnen een resultaat zijn van schuren en schurken aan de tank of agressie door andere soorten. Agressie door soortgenoten kan een gevolg zijn van een te hoge/lage dichtheid. Het monitoren van de verschillende indicatoren en het vastleggen van de gegevens kunnen hierbij een hulpmiddel zijn. Monitoring en bijsturing voor de productie zullen leiden tot een aantoonbare verbetering van de welzijnsindicatoren, welke direct de gezondheid van het dier uitdrukken.

Sterfte en aanwezigheid van ziekten zijn in de meeste gevallen niet goed te monitoren. Sterfte kan moeizamer te monitoren zijn, wanneer er sprake is van kannibalisme, de karkassen worden dan door de populatie opgegeten (in het geval van meerval), waardoor pas na de productiecycclus bekend is welk percentage dieren is afgevallen. Regelmatige tellingen, bijvoorbeeld tijdens ingangscntrole of een sorteer- of dodingstraject zouden behulpzaam kunnen zijn voor het vaststellen van mortaliteit. Het ontbreekt in de praktijk echter veelal aan systemen om het aantal vissen te tellen, zowel bij binnenkomst als bij uitgaande vis. Hierdoor is de totale mortaliteit op dit moment beperkt te meten. Er kan hierdoor voornamelijk ingezet worden op het vaststellen van dode dieren in de bassins.

Sterfte is voornamelijk een resultaat van verminderd welzijn, hetzij voor een enkel exemplaar of voor de gehele populatie. Hierdoor is het zeker relevant om sterfte als welzijnsindicator toe te passen, waarbij het streven zal zijn om de sterfte te beperken en te minimaliseren. Een routinematige monitoring op dode dieren is hierbij aan de orde.

Er is redelijk veel kennis over de registratie van gezondheid door het waarnemen van uiterlijke kenmerken en diagnostisch onderzoek bij kweekvissen, ziekten en afwijkingen dienen zoveel mogelijk te worden vermeden. Enerzijds wordt dat gerealiseerd door het toepassen van een adequate beheersing van het kweekproces door op de vis afgestemde managementstructuur en –procedures. Daarnaast is het zaak om (onvermijdelijke) symptomen van lichamelijk ongerief in de toekomst te voorkomen door het nemen van managementmaatregelen en het toepassen van een gezondheidsplan.

6.4.1 Kieuwconditie

Feitelijke beschadiging aan de kieuwbogen, filamenten of lamellen zorgen voor een verminderd oppervlak (voor de opname van zuurstof en uitscheiding van bijvoorbeeld CO_2 , HCO_3^- en NH_3). Dit is enerzijds een gevolg van de beschikbaarheid van een kleiner oppervlak, maar ook door vermindering van de celactiviteit in de kieuwen. Ook kan dit leiden tot mogelijke problemen met de osmoregulatie. Een verminderde doorbloeding van de kieuwen is te zien aan een lichtere kleur van de kieuwbogen ten opzichte van het helderrode van gezonde kieuwen. Ook dit kan problemen kan geven met de osmoregulatie en gasuitwisseling.

Beschadigingen aan de opercula (kieuwdeksels) zijn voor viskwekers relatief makkelijk waar te nemen. Hierbij bedekken de kieuwdeksels de kieuwbogen niet meer volledig, waardoor de helderrode kieuwbogen zichtbaar zijn. Hierdoor zijn kieuwen extra kwetsbaar voor invloeden van het externe milieu.

6.4.2 Huidbeschadiging

Dit verschilt per vissoort. Bij vissen met veel en grote schubben (zoals tilapia) komt deze parameter anders tot uiting dan bij vissen met een gladdere huid (zoals Afrikaanse meerval) . Huidbeschadiging komt bij kweekvissen voor door onderlinge agressie of door het schuren van de huid aan de rand van de kweekbakken. Dit kan lijden tot afgesleten schubben en in het ergste geval tot open wonden.

Huidbeschadiging als gevolg van necrose (celdood) kan een gevolg zijn van stress of agressie door andere vissen of schuren aan de randen van de bakken. Dit kan wellicht verminderd worden door lagere dichtheden of juist hogere of gladde bakranden te gebruiken.

6.4.3 Vinerosie

Vinerosie is een veelvoorkomende beschadiging bij vissen. Beschadigde vinnen kunnen zich weer herstellen. De vinnen zijn kwetsbare extremiteiten die bij agressie of door het schuren tegen de bakranden kunnen beschadigen.

6.4.4 Misvormingen / Deformatie

Morfologische malformaties zijn bij vissen veelal aangeboren en deze vissen worden in kwekerijen al in een vroeg stadium uitgeselecteerd. Misvormingen zijn niet altijd met het oog waarneembaar, soms alleen met röntgenanalyse. Een visuele inspectie om de misvormde exemplaren in een vroeg stadium uit te sorteren wordt dan ook bevolen. Maatregelen voor niet zichtbare misvormingen kunnen op basis van de huidige kennis en technieken niet worden voorgesteld.

6.4.5 Kleurverandering

Kleurverandering bij vissen kan het gevolg zijn van een stressreactie. De mate en wijze van kleurverandering (paling wordt bleek en zalm wordt donker als gevolg van stress) verschilt sterk per vissoort en is ook afhankelijk van het geslacht en dominantie.

Voor meerval is kleurverandering waarschijnlijk geen goede indicator voor het welzijn, omdat bij deze vissoort weinig kleurverandering optreedt. Bij tilapia komt kleurverandering wel veel voor. Dominante vissen zijn donkerder van kleur. Mannetjes zijn over het algemeen donkerder dan vrouwtjes en bij stress worden de vissen lichter. Dominante mannetjes gaan qua kleur (niet qua bouw) op vrouwtjes lijken en vrouwtjes zelf worden ook lichter (pers. Mededeling Abbink). Dit is een reactie die gestuurd (wordt vanuit het zenuwstelsel en het hormoon MSH en kleurverandering kan hierdoor snel optreden (seconden) (Balm et al., 1993).

6.4.6 Parasieten

Parasieten kunnen zowel op de huid als in de organen van de vis zitten. Parasieten zorgen voor een activering van het immuunsysteem en een chronische stressreactie. Dit zorgt weer voor een daling van de groei en het welzijn. Parasieten kunnen ook voor beschadigingen aan de huid zorgen.

6.4.7 Groeiratio

Goede, bijna maximale groei, kan alleen optreden wanneer de vis goed verzorgd wordt. Zeker in RAS waar de bewegingsruimte voor de dieren beperkt is zou echter ook te snelle (onnatuurlijk snelle) groei kunnen optreden. Groei kan voor de viskweker een gevoelige indicator van welzijn, maar een gebrek aan welzijn hoeft geen verminderde groei te betekenen. De oorzaken daarvan zijn echter niet eenduidig: zowel slecht voer, een opkomende ziekte, een slechte waterkwaliteit als een anderszins onjuiste behandeling van de vis (bijvoorbeeld door stress door geluid of trillingen) zullen alle leiden tot verminderde voeropname en groei. Het gebruik van groei als alleen OWI is niet mogelijk: groei geeft niet meer dan een algemene indruk en is geen absolute maat voor welzijn of een gebrek daaraan.

6.5 Gedrag

6.5.1 *Agressie en kannibalisme*

Kannibalisme is een bekend probleem bij het opkweken van jonge vissen. Het probleem doet zich vooral voor bij vissen die van nature predator zijn, zoals meerval. De verliezen kunnen in deze fase van het kweekproces soms oplopen tot 25-50%. Kannibalisme is vooral een eigenschap van wilde dieren: onderzoek aan zalm en forel laat zien dat door selectie op groei binnen 2-3 generaties homogenere visgroepen ontstaan waar kannibalisme nauwelijks meer voorkomt (Ashley, 2007). Meerval in de gewichtsklasse van 10-100 zijn bijzonder agressief. Daarnaast wordt door tijdig te sorteren met name in juveniele populaties voorkomen dat agressie of de kans daarop geminimaliseerd optreedt (Abbink, Van de Vis en Schram, 2009).

Kannibalisme bij oudere dieren komt beperkt voor (ingeschat op <5%). Kwekers sorteren hun vissen tijdens de mestfase bewust om meer homogenere visgroepen te krijgen en zo optimaal te kunnen voeren en oogsten. Bij meerval leidt sorteren tot het vormen van nieuwe hiërarchieën wat met veel agressief gedrag gepaard gaat, dit is meestal te wijten aan aanpassing van de dichtheid (lager). Kwekers besteden daarom doorgaans aandacht aan dit deel van het proces om onnodige verliezen door overmatige stress, verwondingen en sterfte te vermijden. Dit doet men door het mengen van groepen te vermijden.

Het is onduidelijk hoeveel agressief gedrag in kweeksystemen optreedt. Van meerval en tilapia is bekend dat agressief (territoriaal) gedrag kan optreden wanneer de dieren bij lage dichtheden worden gehouden. Dit gedrag lijkt te verdwijnen als de dichtheid omhoog gaat (zie ook dichtheid en gedrag). Men neemt aan dat alle carnivore, wilde soorten in meer of mindere mate agressief gedrag vertonen (snoekbaars en barramundi). Verkennend kwalitatief onderzoek bij meerval heeft aangetoond dat verschillende houderijfactoren (lichtschema, lichtintensiteit, voedermethode) agressief gedrag kunnen beïnvloeden. Het is zeer waarschijnlijk dat suboptimale houderijcondities leiden tot stijging van agressief gedrag of een verhoogd risico op het optreden van agressief gedrag.

Agressie en kannibalisme is zeer moeilijk in zijn geheel te vermijden. Het is echter van belang dat de kweker uitingen van agressie en kannibalisme of pogingen daartoe probeert te verminderen door het nemen van maatregelen. Dit proces dient ondersteund te worden door monitoring van het gedrag en bijtewonden. Op termijn kan op deze wijze aantoonbaar verbetering in het proces worden aangebracht.

6.5.2 *Zwemgedrag / Stereotypen*

Er zijn beperkte data beschikbaar over stereotype gedrag in vissen. Stereotype gedrag kan omschreven worden als een herhalende gedragspatroon, waarbij het gedrag meestal niet functioneel wordt geacht. Jensen beschreef in 2002 dat stereotype gedrag een gevolg kan zijn van een beperking van de leefomgeving. Ashley (2006) beschreef een aantal vormen van stereotype gedrag bij kweek- of aquariumvissen. Zalmen zwemmen rondjes in kweeksystemen, roggen prikken door het oppervlakte in aquaria en heilbot zwemt verticaal. Deze vormen van gedrag worden als stereotype gezien, al komen sommige gedragingen ook onder natuurlijke omstandigheden voor. Rueda (2004) onderzocht het stereotype gedrag bij meerval in een laboratoriumfaciliteit, waaruit bleek dat het stereotype gedrag zich mogelijk 6-17 keer per 24 uur bij 30 vissen. Er is onvoldoende bekend over de effecten op en ernst van stereotiep gedrag op het welzijn. Fysiologische veranderingen naar aanleiding van stereotiep gedrag zijn niet gemeten voor de gekozen soorten in deze studie. Op basis van het gebrek aan voldoende kennis over stereotiep gedrag kunnen geen waarden worden toegekend aan stereotiep gedrag als welzijnsindicator. Wel kan stereotiep gedrag worden gemonitord, zodat op termijn meer duidelijkheid over de gedragingen kan ontstaan. Daarnaast kan monitoring van stereotype gedrag leiden tot het waarnemen van verbeteringen als gevolg van bv. het toedienen van natuurlijke substraten. Als OWI zal voornamelijk ingezet kunnen worden door het zwemgedrag met expert judgement te beoordelen.

6.5.3 *Luchthappen / Ventilatie*

Zie zuurstof.

6.5.4 *Ontsnapping*

Ontsnappingen bij vissen uiten zich in RAS voornamelijk in het "springen uit de bak" Deze reactie treedt vooral op bij onrust onder de vissen (bijv. bij een ongunstige of een veranderende waterkwaliteit), of bij een schrikreactie.

Tilapia's zijn inmiddels redelijk gedomesticeerde dieren en vertonen onder normale omstandigheden weinig neiging tot het ondernemen van ontsnappingspogingen in een RAS. Meerval heeft meer de neiging om te ontsnappen. Om dit te voorkomen worden schotten langs de randen geplaatst. Onder welke omstandigheden meervallen ontsnappingspogingen ondernemen is nagenoeg niets bekend. Korte periodes en incidentele gevallen van springen zijn over het algemeen voorkomende gedragingen bij kort durend ongemak of stress.

6.5.5 Voedselopname

Reductie in de voedselopname kan een indicatie zijn voor een verminderde gezondheid en daarmee verslechterd welzijn. De voedselopname dient tijdens het voeren of bij normaal gebruik van mechanische voedertoediening met regelmaat gemonitord te worden. Bij verslechtering in de voedselopname dient de vermoedelijke oorzaak onderzocht te worden. De correctieve maatregelen die hiervoor nodig zijn dienen vastgelegd te worden in een draaiboek.

6.6 Behandelingsmethoden

6.6.1 Sorteren

In het algemeen veronderstellen we dat de effecten van sorteren op de gezondheid en het welzijn van vissen minder ernstig zijn dan die van transporteren, aannemende dat het sorteren binnen een beperkte tijd (< 6 uur) plaatsvindt. Sorteren is een algemeen voorkomende beheersmaatregel waarbij kwekers ernaar streven om per kweekbak zo uniform mogelijke (gewicht, lengte) groepen vis te krijgen. Door de grotere uniformiteit kan de hoeveelheid voer en de doorstroming van de kweekbak beter worden gedoseerd en wordt het risico op beschadigingen en ziekte door agressief gedrag en kannibalisme aanzienlijk verkleind. Ook krijgt men een uniformer product, wat vooral van belang is wanneer de vis verwerkt moet worden. Vissen worden machinaal gesorteerd op grootte door ze (soms met behulp van een speciale pomp samen met het water waarin ze zich bevinden) over sorteerroosters te leiden. Er is de afgelopen jaren bij zalm, forel en karper veel onderzoek gedaan naar de effecten van diverse vormen van hanteren (crowding, netting, handling) op de fysiologische stress respons. Op basis van dit onderzoek kan worden aangenomen dat de handelingen die gepaard gaan met sorteren van meerval en tilapia ook stress veroorzaken (Komen, Van de Vis en Schrama, 2007). Hierom dient het graden zo min mogelijk te worden toegepast binnen biologische productieprocessen.

De Humane Slaughter Association (HSA) heeft aanbevelingen opgesteld voor het graden van vis. Hierbij is uitgangspunt om de verblijftijd buiten het water te minimaliseren tot 15 seconden. Deze tijdspanne zou voor tilapia aangehouden kunnen worden. Meerval heeft het vermogen om buiten de waterkolom verder te ademen, hierom kan gesteld worden dat een verblijftijd buiten het water langer mag duren. Een arbitraire waarde die hiervoor gekozen kan worden is 60 seconden.

6.6.2 Ziektebehandeling

Bij ziekte-uitbraken waarbij medicijnen moeten worden toegediend is een voorschrift van een dierenarts noodzakelijk. Voorkomende handelingen in dit kader zijn vooral gericht op het verwijderen van parasieten, het toedienen van medicijnen of vaccinatie en het aanpassen van de waterkwaliteit om ziektes te voorkomen of bestrijden. Wat betreft het welzijn van de vissen komen deze handelingen eigenlijk neer op twee soorten behandelingen:

- een individuele behandeling van de vis waarbij de vis uit het water moet worden gehaald
- een groepsbehandeling waarbij de vis stoffen krijgt toegediend via het water of het voer.

Het welzijn van de vissen is in eerste instantie het meest gediend met het strikt opvolgen van de voorschriften van de dierenarts. Dit zal ook moeten gebeuren indien de voorgeschreven handeling in strijd is met de biologische principes. Een voorgeschreven behandeling met antibiotica zal uitgevoerd moeten worden, ook wanneer dat inhoudt dat de behandelde vis daardoor niet meer als biologisch verkocht kan gaan worden.

Verder zal er rekening gehouden moeten worden met de volgende overwegingen:

- Bij individuele behandeling van de vis zullen de algemene regels moeten worden nageleefd, zoals een maximum tijd dat de vis buiten het water wordt gehouden. Bij ingrijpende handelingen zoals injecteren zal er een goed protocol moeten liggen en moet er voldoende geschoold (en/of ervaren) personeel voorhanden zijn.

- Bij groepsbehandeling van de vissen zullen de algemene regels met betrekking tot de waterkwaliteitshandhaving gerespecteerd moeten worden. Het zou hier bijvoorbeeld kunnen gaan op limieten van het zoutgehalte en de watertemperatuur (het verhogen van het zoutgehalte helpt in het geval van sommige bacteriële ziektes bij het voorkomen en bestrijden, hetzelfde geldt voor temperatuursverandering).
- Behandeling van ziekten zal plaats moeten vinden in een separate behandelunit, zodat voorkomen wordt dat hulpstoffen in kweekunits terecht komt. Daarnaast dient het uitgaande water voldoende gezuiverd te worden om reststoffen uit het water te verwijderen (bijvoorbeeld door koolstoffiltratie).

6.6.3 Bedwelmen van vis voorafgaand aan het doden

In Nederland wordt bijna alle gekweekte vis levend getransporteerd en bij gespecialiseerde verwerkers geslacht. Voorafgaand aan het doden is het van belang de dieren te bedwelmen zonder dat er sprake is van onvermijdbare stress, pijn of angst. De bewusteloosheid mag niet wijken tot de vis dood is. Dit uitgangspunt is ontleend aan de EU regelgeving rond het slachten van warmbloedige dieren. Methoden die zijn toegelaten om dieren te bedwelmen zijn mechanische, elektrische en chemische methoden. Als na de dood het dier bestemd is voor consumptie mogen alleen toegelaten gassen worden gebruikt, bijvoorbeeld koolzuurgas. Door het meten van hersenfilms (EEGs), hartfilms (ECGs), fysiologische parameters en gedragsobservaties is aangetoond dat bedrijven in Nederland (en in Europa) methoden gebruiken die niet voldoen aan het bovengenoemde uitgangspunt. Het gaat hier om het bij bewustzijn verbloeden, invriezen, onderkoelen of, het ontslijmen in een zoutbad wordt gebruikt of de vis krijgt niet op de juiste plaats de klap (blow-on-the-head methode). Een methode die wel kan voldoen aan het algemene uitgangspunt is het elektrisch bedwelmen. Voorwaarden hierbij zijn dat er voldoende stroom, afhankelijk van de vissoort, door de hersenen wordt gevoerd om onmiddellijk de bewusteloosheid op te wekken en een dodingmethode wordt toegepast om te vermijden dat de vis weer bijkomt. De dodingmethode kan verschillen per vissoort.

De afgelopen twee jaar is er binnen het EU project StunFishFirst onderzoek gedaan naar het opschalen van het elektrisch bedwelmen van kweekvissen. Het onderzoek heeft laten zien dat het elektrisch bedwelmen van paling, tilapia, zeebaars en tarbot in principe geschikt is voor de praktijk. Onderzoek wordt thans uitgevoerd om nadere specificaties vast te stellen waaraan nog te bouwen apparatuur voor het bedwelmen dient te voldoen.

Om te vermijden dat elektrisch bedwelmde meerval of tilapia weer bijkomen is het noodzakelijke dat vissen worden gedood. Dit is mogelijk door de dieren onmiddellijk na elektrischbedwelmen gedurende 15 min te onderkoelen en daarna te strippen. Tijdens het strippen en de verdere verwerking mag de koude keten niet worden onderbroken. Alternatieve praktijk methoden voor het bedwelmen die voldoen aan het algemene uitgangspunt (aantoonbaar stress en pijnvrij bedwelmen), zijn nog niet voorhanden.

Goedgekeurde methoden voor de bedwelmings voorafgaand aan het doden zullen als OWI kunnen dienen. Deze methoden zijn getoetst aan de eisen die voor de bedwelmings gelden.

6.6.4 Transport

Transport vindt in de productieketen op twee momenten plaats: van de vermeerderaar naar de kweker die consumptieviss produceert en van de kweker naar de slachtruimte. Voorafgaand aan het transport wordt het voer gedurende enige dagen onthouden, zodat de dieren tijdens het transport weinig tot geen mest en ammoniak produceren. Daarnaast wordt vaak de temperatuur tijdens transport laag gehouden om de metabole activiteit, en daarmee de zuurstofbehoefte, laag te houden. Onderzoek heeft aangetoond dat snelle temperatuurveranderingen stress veroorzaken, maar dat een langdurige temperatuursverlaging de fysiologische stressrespons kan onderdrukken. Het is niet duidelijk of hiermee ook de gevolgen van de stress die optreedt als gevolg van het transport, worden onderdrukt. Bij transport zijn veel stappen die stress kunnen veroorzaken; uit tanks halen van vis, laden van de vrachtwagen, verandering lichtregime, trillingen, geluid, vis in andere tank, waterkwaliteit, vrachtwagen lossen en vissen weer in andere omgeving.

Om de juiste uitgangspunten voor biologische te kunnen formuleren is meer onderzoek nodig. De transportafstand kan gebruikt worden als OWI, zodat in de toekomst criteria aan de OWI kunnen worden toegekend.

6.7 Management en borging

In de aan HACCP-ontleende benadering is het zaak om de gedefinieerde kritische punten en grenswaarden op te nemen in het procesbeheersingsysteem. De kritische punten dienen hierbij geverifieerd en waar nodig gecorrigeerd te worden. De verkozen benadering is hierdoor onderdeel van de managementstructuur binnen het bedrijf, waardoor voordelen voor de kweker, certificeerder en vissen behaald kunnen worden.

Het doel van een goede managementstructuur en maatregelen is het voorkomen van ongerief. Het management (en alle handelingen) van de kwekerij dient vastgelegd te zijn in een managementplan of draaiboek. Hierbij dient het personeel getraind en geschoold te zijn in het gebruik hiervan. Nog op te stellen protocollen hebben als doel er voor te zorgen dat een procesbeheersingsysteem operationeel is om schade aan het welzijn tijdens de productie te voorkomen. Ook is het van belang om te beschikken over calamiteitenplannen om in geval van onvoorziene situaties in te kunnen grijpen, de protocollen om hoe de vis te behandelen om de stress zo laag mogelijk te houden bij noodzakelijke handelingen als sorteren, behandeling ziektes, transport etc.

6.7.1 *Personeelstraining en Good Practice richtlijnen*

Naast de gebruikelijke eisen aan het personeel, zoals beschreven in de gedragscode voor viskwekers (zoals het hebben gevolgd van de cursus bedrijfsvoering visteelt), zal het personeel ook kennis moeten hebben genomen van de voorschriften en regels die van toepassing zijn op de biologische kweek van vis en getraind te zijn in het gebruik van de protocollen.

6.7.2 *Aanwezigheid Calamiteitenplan*

De aanwezigheid van een calamiteitenplan is essentieel voor het tijdig kunnen ingrijpen in het geval van onvoorziene omstandigheden die de kwekerij (en het welzijn van de vissen) negatief kunnen beïnvloeden. Bij ernstige calamiteiten zullen in eerste instantie het plan moeten beschrijven hoe de levens van de vissen gered kunnen worden. Daarna echter moet het calamiteitenplan ook voorzien in het zo snel mogelijk opheffen van ongerief voor de vissen. In feite is het opstellen van een calamiteiten plan (en ook vele andere acties gericht op het verbeteren van het dierenwelzijn) niet alleen goed voor de vis, maar ook voor het bedrijf. In het plan dienen mogelijke oorzaken en oplossingen hiervoor genoemd te worden (bv noodvoorraden, broedstock bescherming, noodvoorzieningen water/elektriciteit, mogelijkheden zeer snelle waterverversing).

Bij het opstellen van een calamiteitenplan kan gedacht worden aan calamiteiten als (pers. Comm. Dhr. P. Werkman):

- Stroomuitval (oplossing: back up systemen door verschillende generatoren)
- Stormschade
- Overstromingen
- Onvoorziene omstandigheden zoals verbod betreding erf/regio.
- Aardbevingen (voor Nederland in mindere mate van toepassing)

6.7.3 *Monitoringsysteem*

Controle op naleving van gestelde eisen of processystemen dient in het bedrijfsproces te worden opgenomen. Er dient voor biologische certificering in het bedrijfsmanagement rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van een goed functionerend monitoringsysteem. Ook zal er aandacht moeten zijn voor het regelmatig verifiëren van de OWI's. Hiervoor zullen formulieren opgezet moeten worden die regelmatig moeten worden ingevuld door voldoende opgeleid (en/of ervaren) personeel. Het opstellen van een protocol voor het monitoren van het dierenwelzijn en het nemen van correctieve maatregelen indien daar aanleiding toe is, het ontwerpen van formulieren voor het uitvoeren van de monitoring en het instrueren van personeel zal naar verwachting inzichten en data opleveren om tot verdere verbetering van het management van het dierenwelzijn in de RAS te komen. Het monitoringsysteem kan ook voorzien in het signaleren van defecten in het houderijsysteem, waardoor proactief met eventuele ontstane problemen kan worden omgegaan. Het is zaak een monitoringsysteem zo in te richten dat met periodieke metingen en waarnemingen een adequaat beeld ontstaat van de kwekerijomstandigheden, waarbij zo min mogelijk overtollige en aanvullende handelingen in het bedrijfsproces worden uitgevoerd.

6.7.4 Veterinair gezondheidsplan

Een veterinair gezondheidsplan dient voor het beschrijven van de maatregelen ter voorkoming en genezing van dierziekten. Het veterinair gezondheidsplan beschrijft de monitoring maatregelen voor diergezondheid, inspecties door dierenartsen, richtlijnen voor gebruik van medicatie (alleen op voorschrift dierenarts) en dergelijke. Een gezondheidsplan behandelt minimaal de eisen gesteld in de richtlijnen voor goede praktijken. Een gezondheidsplan kan onder andere voorzien in preventieve acties voor verdere uitbraak van ziekten en bijv. bedrijfsbegeleiding van dierenarts/consultant.

7 Overzicht welzijnsindicatoren

De resultaten van de identificatie van operationele welzijnsindicatoren zijn opgenomen in Annex I (Afrikaanse meerval) en Annex II (tilapia). In de tabel zijn de volgende parameters weergegeven.

OWI:	Karakterisering van de operationele welzijnsindicator, waarbij een beschrijving is gegeven van de kritische controlepunten voor welzijnsbeheersing in de viskweek.
Gevaar:	Bondige beschrijving van de karakterisering van het gevaar in productieomstandigheden, aangegeven in te hoog, te laag, aanwezig, afwezig.
OWI-waarde:	Bondig overzicht van de bruikbaarheid of monitoring mogelijkheid van een operationele welzijnsindicator, te gebruiken om een proces te beheersen om een gevaar te vermijden, weergegeven in: resultaat, aanwezig/afwezig, geschikt niveau.
Kwantitatief/kwalitatief:	Weergave van de weergave van de OWI, weergegeven in range (kwantitatief) of aanwezigheid/afwezigheid (kwalitatief)
Ernst indicatie:	Inschatting van de ernst factor van een gevaar, aangegeven in 1 (niet ernstig) t/m 5 (zeer ernstig)
Duur:	Inschatting van de duur van een gevaar, gebaseerd op de verwachting waarop een RAS controleerbaar is. Een korte tijdsduur beduidt minder dan 24 uur (1) en een lange tijdsduur meer dan 24 uur (2)
Onzekerheid:	Onzekerheid van een parameter. Hiermee wordt de mate van beschikbare kennis over een indicator bedoeld. Deze waarde wordt weergegeven in 1 (lage onzekerheid = veel kennis) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis)
OWI-factor:	Operationele Welzijnsfactor is een gevolg van vermenigvuldiging van de ernst en de duur van het gevaar voor het welzijn
Conventionele range:	Weergave van de grenswaarden en parameters voor operationele welzijnsindicatoren in conventionele aquacultuur (uitgewerkt voor meerval en tilapia)
Biologische range:	Voorgestelde grenswaarden en parameters voor operationele welzijnsindicatoren in biologische aquacultuur (uitgewerkt voor meerval en tilapia)

8 Rangschikking van Operationele Welzijnsindicatoren

De rangschikking van de indicatoren is weergegeven in tabel 2 voor OWI's met een korte duur, in tabel 3 is de rangschikking weergegeven voor OWI's met een lange duur. Hierbij zijn welzijnsindicatoren die niet in de praktijk zijn toe te passen niet in de lijst opgenomen. Dit geldt tevens voor OWI's waarvoor testmethoden om in de praktijk toe te passen nog niet ontwikkeld zijn (zoals cortisolmetingen). De welzijnsindicatoren dienen operationeel in de praktijk toepasbaar te zijn.

Tabel 2. Rangschikking van operationele welzijnsindicatoren voor gevaren met een korte duur.

Operationele Welzijnsindicator	Ernst gevaar (inschatting)*	Duur gevaar **	Onzekerheid Rond gevaar ***	OWI-factor	Praktische toepasbaarheid Gebruik OWI
Verstoring	3	1	Medium	3	+
Sorteermethode	3	1	Medium	3	+/-
Antibioticabehandeling	3	1	Medium	3	+
Ontsnapping	4	1	Laag	4	+
Voedselopname	4	1	Laag	4	+
Bedwelmen vóór doden	4	1	Laag	4	+/-
Parasitaire behandeling	4	1	Medium	4	+

* Inschatting van de ernst factor van een gevaar, aangegeven in 1 (niet ernstig) t/m 5 (zeer ernstig)

** Inschatting van de duur van een gevaar, gebaseerd op de verwachting waarop een RAS controleerbaar is. Een korte tijdsduur beduidt minder dan 24 uur (1) en een lange tijdsduur meer dan 24 uur (2)

*** 1 (lage onzekerheid = peer reviewed publicaties), 2 (gemiddelde onzekerheid= publicaties in rapport en technische tijdschriften) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis, gebaseerd op aanname).

Tabel 3. Rangschikking van operationele welzijnsindicatoren voor gevaren met een lange duur.

Operationele Welzijnsindicator	Ernst gevaar (inschatting)*	Duur gevaar**	Onzekerheid Rond gevaar***	OWI-factor	Praktische toepasbaarheid Gebruik OWI
Temperatuur	3	2	Hoog	6	+
Doorstroming	3	2	Laag	6	+
Zwemgedrag	3	2	Laag	6	+
Stereotype gedrag	3	2	Medium	6	-
pH	3	2	Medium	6	+
Dichtheid	3	2	Medium	6	+
Gebruikt voer	4	2	Laag	8	+
Sloomheid	4	2	Laag	8	+
Zichtbare parasieten	4	2	Laag	8	+
Huidbeschadiging / necrose	4	2	Laag	8	+
Waterkwaliteit	4	2	Medium	8	+
Koolstofdioxide gehalte	4	2	Medium	8	+/-
Misvormingen	3	2	Laag	6	-
Voederregime	4	2	Medium	8	+
Luchthappen	4	2	Medium	8	+
Vinerosie	4	2	Medium	8	+
Schuren	4	2	Medium	8	+
Kieuwcondities	4	2	Medium	8	+
Agressie	4	2	Medium	8	+
Metaboliëten stikstof Cyclus Ammonium	5	2	Laag	10	+
Metaboliëten stikstof cyclus Nitriet	5	2	Laag	10	+
Zuurstof	5	2	Laag	10	+
Condities van vis (visuele waarneming)	4	2	Laag	8	+
Mortaliteit	5	2	Laag	10	-
Voorkomen ziekten	5	2	Laag	10	+

* Inschatting van de ernst factor van een gevaar, aangegeven in 1 (niet ernstig) t/m 5 (zeer ernstig)

** Inschatting van de duur van een gevaar, gebaseerd op de verwachting waarop een RAS controleerbaar is. Een korte tijdsduur beduidt minder dan 24 uur (1) en een lange tijdsduur meer dan 24 uur (2).

*** 1 (lage onzekerheid = peer reviewed publicaties), 2 (gemiddelde onzekerheid= publicaties in rapport en technische tijdschriften) en 3 (hoge onzekerheid = weinig kennis, gebaseerd op aanname).

In tabel 2 en 3 is de rangschikking van de welzijnsindicatoren weergegeven, waarbij tevens aandacht wordt besteed aan de onzekerheid. In voorkomende gevallen is de onzekerheid hoog, waaruit blijkt dat er weinig kennis is of de indicator van belang is voor het welzijn. Een medium onzekerheid betekent dat er kennis (publicaties) aanwezig is over de indicator, waarbij soort specifieke eisen ontbreken. Daarnaast kan de literatuur tegenstrijdige informatie geven. Een lage onzekerheid geeft aan dat er verschillende peer reviewed publicaties zijn die over dit onderdeel bij meerval of tilapia.

De geselecteerde OWI's met zowel korte termijn als lange termijn effecten kunnen in de praktijk worden toegepast om het welzijn van de kweekvis tijdens biologische aquacultuur te controleren en hierop correctieve maatregelen te treffen. Hierbij is het van belang dat een viskweker in de praktijk de operationele welzijnsindicatoren in het bedrijfsmanagement kan opnemen.

Het is van essentieel belang om te melden dat er nog veel kennis over welzijn ontbreekt en dat er kennis vergaard dient te worden om alle OWI's op een transparante en eenduidige wijze in de praktijk neer te zetten. De gekozen benadering is hiervoor een eerste stap.

8.1 Implementatie van de OWIs in bedrijfsprocessen

Bij het implementeren van operationele welzijnsindicatoren in het productieproces of in standaarden dient in ogenschouw gehouden te worden dat de welzijnsindicatoren, zoals opgesteld in dit rapport, een eerste aanzet zijn tot de verdere ontwikkeling voor de praktijk. Dit geldt voor de mogelijkheden voor zowel viskwekers als certificeerders. Dit rapport voorziet in de identificatie van de gevaren en beheersing van kritische punten door middel van OWIs die voor het welzijn van de gekozen vissoorten van belang zijn.

De voorgestelde Operationele Welzijnsindicatoren kunnen in de praktijk in een procesbeheersysteem worden omgezet. De OWIs dienen hiertoe in eerste instantie gemonitord te worden. Daarnaast dienen maatregelen te worden vastgesteld die genomen moeten worden indien er afwijkingen van de grenswaarden worden geconstateerd.

Voor het toepassen van dergelijk systeem op bedrijfsniveau zal voornamelijk gewerkt kunnen worden via een aan HACCP ontleend principe, waarbij het controleren, nemen van correctieve acties en registreren van belang zijn (Dillon, 1995). Hierbij wordt het proces (zowel kweek als management) met stappen verbeterd op basis van continue verwerving van nieuwe inzichten. In het kort dienen de volgende stappen gezet te worden:

1. Leg per beheerspunt de correctieve acties vast die moeten leiden tot herstel van het welzijn
2. Verificatie van het proces - een periodieke controle om na te gaan of de beheersing van het kweekproces rond welzijn goed werkt.
3. Documentatie en registraties - vastleggen wat is aangepast en hoe

Het is van belang de OWIs in de praktijk te implementeren en continue te verbeteren. Door monitoring wordt een verbeterd inzicht verkregen in de functionaliteit van de OWIs in een bedrijfsproces. Op basis van de bevindingen uit de monitoring gegevens kan daarnaast een bijstelling van de OWIs plaatsvinden (waar in onvoldoende informatie wordt voorzien), aangezien de nieuw verworven gegevens de inzichten en toepassingsmogelijkheden (en wellicht het belang) van de OWIs kunnen beïnvloeden. Ook kan het verkrijgen van monitoringgegevens worden benut voor het evalueren van de mate waarop in het bedrijfsproces aan operationele welzijnsindicatoren wordt voldaan. Waar nodig kan het bedrijfs- of kweekproces dan worden bijgesteld om het welzijn op bepaalde onderdelen te verbeteren.

Er zijn mogelijkheden om deze eerste aanzet tot operationele welzijnsindicatoren om te zetten naar een procesbeheersingsysteem gericht op dierwelzijn. Een standaardisering van een dergelijk procesbeheersingsysteem biedt hierbij uitkomst. Een dergelijke standaard dient geuniformiseerd te zijn om deze bruikbaar te maken voor verschillende (inter-)nationale standaarden. Een breed gedragen procesbeheersysteem voor dierenwelzijn (conform bv ISO-standaarden) kan hieruit verder ontwikkeld worden. Van de zijde van een certificerende instantie kunnen de operationele welzijnsindicatoren worden benut om een richtsnoer te verkrijgen voor de mogelijkheden en onmogelijkheden voor het vastleggen van welzijn in een viskwekerij. Hierbij is het voornamelijk zaak dat rekening wordt gehouden met de noodzaak voor het verder ontwikkelen van indicatoren, waarvan beperkte kennis of beperkte monitoring mogelijkheden aanwezig zijn.

Daar waar de toepasbaarheid van welzijnsindicatoren in de praktijk moeizaam is, kan op termijn besproken worden met een certificerende instantie of adviseur over de beste manier om de indicatoren operationeel te maken. Wat betreft de implementatie en toepasbaarheid van OWIs voor andere vissoorten dan Nijltilapia en Afrikaanse meerval zal de wetenschappelijke literatuur op de doelsoorten nader bestudeerd moeten worden.

Voor zowel de praktijk als voor certificeerders is het raadzaam in het ontwikkelstadium flexibel om te gaan met mogelijkheden voor welzijnsmonitoring voor kweekvis. Dit omdat praktisch lastig uitvoerbare indicatoren, waarbij nog onvoldoende kennis aanwezig (hoge onzekerheid) is over het belang ervan, beter passen in een vervolgstadium voor implementatie. Doordat specifieke aandacht voor individuele welzijnsindicatoren nog onvoldoende is ontwikkeld om een volledig functionele toepasbaarheid te garanderen.

9 Conclusie

Voor het verbeteren van de beheersbaarheid van dierenwelzijn in biologische (en niet-biologische) kweeksystemen kan gebruik gemaakt worden van een risicobeheersysteem. Dit beheerssysteem volgt de eerste vier stappen van het HACCP-principe, zoals gebruikt in de levensmiddelenindustrie. Deze stappen worden gecombineerd met de risicobeoordelingsystemen, zoals toegepast door EFSA. De verkregen resultaten voor Afrikaanse meerval en Nijltilapia geven een groot scala aan mogelijke operationele welzijnsindicatoren weer (tabel 2 en 3), welke in de praktijk toegepast zouden kunnen worden. Operationele welzijnsindicatoren en het procesbeheersysteem kunnen hierdoor bijdragen aan het verbeteren van de beheersbaarheid van welzijn in viskweeksystemen.

Voor Afrikaanse meerval en Nijltilapia is een eerste aanzet tot de mogelijkheden voor risicobeheersing middels OWIs gegeven, echter het toegepaste systeem is voor alle kweeksoorten in Recirculatiekweek (en andere kweeksystemen) toepasbaar.

Bij het implementeren van operationele welzijnsindicatoren in het productieproces of in standaarden dient in ogenschouw gehouden te worden dat de welzijnsindicatoren, zoals opgesteld in dit rapport, een eerste aanzet zijn tot de verdere ontwikkeling voor de praktijk. Dit geldt voor de mogelijkheden voor zowel viskwekers als certificeerders.

10 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

11 Dankwoord

AgroEco (inmiddels Louis Bolk Instituut) (Magnus van der Meer) is betrokken geweest bij een gedeelte van de inbreng in de rapportage. De kennis van AgroEco bestond met name uit het invullen van kennis over het biologisch certificeringstraject.

De heren C.A.M. Dekkers (meervalkweker), G.H. van der Wijst (meervalkweker), F. Aartsen (Fision), P.J. Werkman (dierenarts) en mevrouw M. de Jong (Dierenbescherming) en mevr. G. Mahabir (ministerie van LNV) hebben allen input gegeven voor het opstellen van de OWIs. We hebben geprobeerd de commentaren en discussiepunten, die tijdens de gesprekken en in documentatie zijn aangeleverd, te verwerken. Hartelijk dank voor jullie input.

Dr. W. Abbink wordt bedankt voor zijn input en het reviewen van het rapport.

12 Referenties

- Abbink W, Blanco A, van der Heul J, van Gool A, Schram E, en van de Vis JW (2009) De relatie tussen waterkwaliteit en welzijn bij Afrikaanse meerval en tong op Nederlandse viskwekerijen. In preparation
- Abdel Magid M., Babiker MM, Oxygen consumption and respiratory behaviour of three Nile fishes. *Hydrobiologia* 46 (1975), pp. 359–367.
- Allanson BR, Noble RG (1964) The Tolerance of *Tilapia mossambica* (Peters) to High Temperature. Transactions of the American Fisheries Society 93: 323-332.
- Anoniem (2007) Verordening (EG) Nr. 834/2007 van de Raad van 28 juni 2007 inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten en tot intrekking van Verordening (EEG) nr. 2092/91
- Appelbaum S (1988) The feasibility of using exclusively artificial dry feed for the rearing of Israeli *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) larvae and fry. *Journal of Applied Ichthyology* 4: 105-110
- Ashley PJ (2007) Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104: 199-235
- Babiker MM (1984) Aspects of the Biology of the Catfish *Clarias-Lazera* (Cuv. 8r. VAL.) related to its economic cultivation. *Hydrobiologia* 110: 295-304
- Babiker MM, Hakeem OHE (1979) Changes in Blood Characteristics and Constituents Associated with Estivation in the African Lungfish *Protopterus-Annectens* Owen. *Zoologischer Anzeiger* 202: 9-16
- Bader, JA en Grizzle, JM. 1992. Effects of ammonia on growth and survival of recently hatched channel catfish. *Journal of aquatic animal health*. 4 (1): 17-23.
- Balarin, JD en Haller R. 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In *Recent Advances in Aquaculture*. Edited by J.F. Muir and R.J. Roberts. London: Croom Helm, pp.266-355.
- Bergerhouse, DL 1990. Lethal effects of elevated pH and ammonia on early life stages of several sportfish species. *Dissertation abstracts international part B: science and engineering*. 51 (6): 268.
- Balm P, Pepels P, van Lieshout E, Wendelaar Bonga S (1993) Neuroimmunological regulation of α -MSH release in tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 11: 125-130
- Bovendeur J, Eding EH, Henken AM (1987) Design and performance of a water recirculation system for high-density culture of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture* 63: 329-353
- Britz, PJ, en Hecht, T. 1987. Temperature preferences and optimum temperature for growth of African sharp-tooth catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and post-larvae. *Aquaculture*. 63 205-214.
- Britz, PJ, en Hecht T. 1989. Effects of salinity on growth and survival of African sharp-tooth catfish (*Clarias gariepinus*) larvae. *Journal of applied ichthyology*. 5 194-202.
- Bruton, MN, 1978. The habitats and habitat preferences of *Clarias gariepinus* (Pisces: *Clariidae*) in a clear coastal lake (Lake Sibaya, South Africa). *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 4, 61-88.
- Chapman G, Fernando CH (1994) The diets and related aspects of feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in lowland rice fields in northeast Thailand. *Aquaculture* 123: 281-307.
- Corriero A, Desantis, S (2003). Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. *Journal of Fish Biology* **63**(1): 108-119.

- Desmares S (1993) Description of mass balances in intensive farming systems of African catfish (*Clarias gariepinus*) In: Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- Dijk van, PLM, en Thillart van den, GEEJM. 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.
- Dillon, M., Griffith, C. How to HACCP. M. D. Associates, Grimsby, UK. 1995, 83 pp.
- Donnelly, BG. 1973. Aspects of behaviour of the catfish *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) during periods of habitat desiccation. *Arnoldia*. 6 (9): 1-7.
- El-Sayed, AFM. (2006): Tilapia culture. *CABI publishing, Oxfordshire, United Kingdom, 277 pp.*
- Endo, M., Kumahara, C. Yoshida, T. and Tabata, M. (2002): Reduced stress and increased immune responses in Nile tilapia kept under self-feedings conditions. *Fish. Sci*, 68, 253-257.
- Van Eys, G.J.J.M. (1981): Physiological and biochemical aspects of the teleostian pars intermedia. PhD thesis University of Nijmegen, the Netherlands, 131 pp.
- Ginneken van, VJT., 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.
- Goldburg, R. & Triplett. 1997. *Murky Waters: Environmental Effects of Aquaculture in the United States*. Environmental Defense Fund, Washington, DC.
- Graham, JB. 1997. *Air-breathing fishes*, Academic Press, San Diego.
- Grant AN (2002) Medicines for sea lice. *Pest Management Science* 58: 521-527.
- Grudnik, T, Serratos, J. (2008). Risk assessment in animal welfare: EFSA's approach. In: AATEX 14 (pp. 789e794), Special issue.
- Hargreaves, J. A., en Kucuk, S. 2001. Effects of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. *Aquaculture*. 195 (1-2): 163-181.
- Haylor, G. S. 1993. Aspects of the biology and culture of the African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) with particular reference to developing African countries. *Recent advances in aquaculture IV*, J. F. Muir and R. J. Roberts, eds., Institute of Aquaculture Blackwell scientific publications, Oxford, 233-294.
- Hecht T, Appelbaum S (1988) Observations on Intraspecific Aggression and Coeval Sibling Cannibalism by Larval and Juvenile *Clarias-Gariepinus* (Clariidae, Pisces) under Controlled Conditions. *Journal of Zoology* 214: 21-44.
- Hecht, T. and S. Appelbaum (1988). "Observations on Intraspecific Aggression and Coeval Sibling Cannibalism by Larval and Juvenile *Clarias-Gariepinus* (Clariidae, Pisces) under Controlled Conditions." *Journal of Zoology* **214**: 21-44.
- HMSO (1965) Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems, the Brambell Report, December 1965 (HMSO London, ISBN 0 10 850286 4).
- Hogendoorn, H., Jansen, J. A. J., Koops, W. J., Machiels, M. A. M., Van Ewijk, P. H., en Van Hees, J. P. (1983) Growth and production of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.) II Effects of body weight, temperature and feeding level in intensive tank culture. *Aquaculture*. 34 265-285.
- Hossain MAR, Beveridge MCM, Haylor GS (1998) The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture* 160: 251-258

- Immink VM (2009) Welfare of farmed fish : towards a sustainable development of European aquaculture.
- Jobling M (2007) C. Lim, C. D. Webster (eds), Tilapia—Biology, Culture and Nutrition. Aquaculture International 15: 169-170.
- Johansen R, Needham JR, Colquhoun DJ, Poppe TT, Smith AJ (2006) Guidelines for health and welfare monitoring of fish used in research. Laboratory Animals 40: 323-340.
- Johannesson, T. and J.T. Sorensen (2000). Evaluation of welfare indicators for the social environment in cattle herds. *Animal Welfare* 9 (3): 297-316, ISSN: 0962-7286. NAL Call Number: HV4701.A557.
- Kaiser, H, Weyl, O, Hecht, T. (1995) Observations on agonistic behaviour of *Clarias gariepinus* larvae and juveniles under different densities and feeding frequencies in a controlled environment. Journal of applied ichthyology. 11 25-36.
- Lewis, WM, Morris, DP. (1986) Toxicity of nitrite in fish: A review. Transactions of the American fisheries society. 115 (2): 183-195.
- Lim C, Webster C.D. (2006) Tilapia: Biology, Culture, And Nutrition. In: Haworth Press, New York
- Martinez-Chavez CC, Al-Khamees S, Campos-Mendoza A, Penman DJ, Migaud H (2008) Clock-controlled endogenous melatonin rhythms in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). Chronobiology International 25: 31-49
- Müller-Graf C., D. Candiani, S. Barbieri, O. Ribó, A. Afonso, E. Aiassa, P. Have, S. Correia, F. De Massis, T. Grudnik and J. Serratos, (2008) Risk assessment in animal welfare: EFSA's approach, *AATEX 14*, pp. 789–794 Special issue.
- Pickering, AD (1993). "Husbandry and stress." Recent advances in aquaculture Muir VJF, Roberts, RJ., ed., Institute of aquaculture, Blackwell scientific publications, Oxford.
- Procarione, L. S., Barry, T.P., Malison, J.A. (1999) Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress responses of juvenile Rainbow trout. North American Journal of Aquaculture. 61 91-96.
- Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Smith, T. and Garling, D.L. (2004a): Effect of feeding frequency on consumption, growth and efficiency in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Is. J. Aquacult.*, **56**, 247-255.
- Riche, M., Oetker, M. Haley, D.I., Garbecht, S. and Garling D.L. (2004b): Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult.*, **234**, 657-673.
- Van Rijn, J. (1995) The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture, a review. Aquaculture. 139 181-201.
- Rueda PA (2004) Towards assessment of welfare in African catfish, *Clarias gariepinus*: the first step. In: PhD thesis, Fish Culture & Fisheries Group, Wageningen University, The Netherlands. 152 pp
- Schram, E. (2002) Welzijnseisen voor de houderij van Afrikaanse meerval; een toelichting bij de "Specific Provisions for African Catfish" RIVO-rapport C008/02.
- Salm, van der AL, JR Metz, SE Wendelaar Bonga, G Flik (2005) Alpha-MSH, the melanocortin-1 receptor and background adaptation in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*. Gen Comp Endocrinol. 2005 Nov ;144 (2):140-9
- Serratos, J., Rib, (2007) EFSA Scientific Risk Assessment on Animal Health and Welfare Aspects of Avian Influenza (EFSA-Q-2004-075). Avian Diseases 51(s1): 501-503.

- Smart, G. R., en Knox, D. (1979) Nephrocalcinosis in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson; the effect of exposure to elevated CO₂ concentrations. *Journal of fish diseases*. 2 279-289
- Tomasso, JR, Goudie, CA, Simco, BA, en Davis, KB. (1980) Effects of environmental pH and calcium on ammonia toxicity in channel catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 109 (2): 229-234.
- Tran-Duy A, Schrama JW, van Dam AA, Verreth JAJ (2008) Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 275: 152-162
- Uran PA, Goncalves AA, Taverne-Thiele JJ, Schrama JW, Verreth JAJ, Rombout JHWM (2008) Soybean meal induces intestinal inflammation in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fish and Shellfish Immunology* 25: 751-760.
- Van den Burg, EH (2002): Neuroendocrine control of temperature acclimation in teleost fish. PhD thesis Radboud University Nijmegen.
- Vitule JRS, Umbria SC, Aranha JMR (2008) Record of native amphibian predation by the alien African catfish in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3: 105-107
- Wendelaar Bonga SE (1997) The stress response in fish. *Physiol Rev* 77: 591-625
- White TCR (1985) When is a herbivore not a herbivore? *Oecologia* 67: 596-597
- Zhdanova, I.V. and Reeb, S.G (2006): Circadian rhythms in fish. In: *Behaviour and Physiology of Fish* (eds. K.A. Sloman, R.W. Wilson and S. Balshine). *Fish Physiology Vol 24*, Elsevier, San Diego, California, USA, pp 197-238.

Verantwoording

Rapport C101/09
Projectnummer: 4394104201

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. W. Abbink
Onderzoeker Aquacultuur

Handtekening:



Datum: 02-10-2009

Akkoord: Ir. H. van der Mheen
Afdelingshoofd Aquacultuur

Handtekening:



Datum: 02-10-2009

Aantal exemplaren: 25
Aantal pagina's: 47
Aantal tabellen: 3
Aantal figuren: 0
Aantal bijlagen: 2

Bijlage A. Aanzet Biologische Operationele Welzijnsindicatoren –A.
Meerval

BIJLAGE 1.

Grou-out fase

Recirculatiesystemen Afrikaanse meerval

Voeding	Gevaar	OWI	Kwalitatief / Kwantitatief	Ernst indicatie	Duur (kort 1, lang 2) kort = enkele uren lang = > enkele uren	Onzekerheid	OWI Factor	Conventionele range	Biologische range tilapia	Commentaar
Gebruikt voer	Geen geschikt voer	Geschied	Range	4	2	Laag	8	Niet biologisch, gebaseerd op goede groei	Biologisch gecertificeerd en voedingswaarde optimaal	Opslag, houdbaarheid en borging kwaliteit.
Voederconversie	Te lage/hoge voeder conversie	Resultaat	Range	2	2	Medium	4	0.8-1.2	Afhankelijk van voeder, gelijkwaardig voeder gelijke conversie	Afhankelijk van leeftijdsklasse. Gemiddelde waarde benutten.
Voederregime	Te weinig /te veel voer	Resultaat	Range	4	2	Medium	8	Ad libitum, autom., handmatig, verzoek (pendel)	vaste voederrijden met aanbiedingsgarantie	Preferentie voedselaanbod dient onderzocht te worden. Controle mechanismen relevant.
Contaminanten in voer	Te veel contaminanten	Geschied niveau	Range	2	2	Laag	4	Conform diervoederregelgeving	Conform diervoederregelgeving	Pendelautomaten of eventuele aanvullingen (versnaperingen) zijn een optie. Effect vele contaminanten onbekend
Omstandigheden / waterkwaliteit										
Waterkwaliteit	Onvoldoende	Geschied niveau	Range	4	2	Medium	8	Behandelt	Adequate bron en behandeling	Inkomend water dient zomin mogelijk zware metalen te bevatten.
Zuurstof	Te laag/hoog	Geschied niveau	Range	5	1	Laag	5	>0.5 mg/l	>3 mg/l	Oververzadiging vermijden
Koolstofdioxide	Te hoog	Geschied niveau	Range	4	2	Medium	8	<30mg/l	<50 mg/l	Via pH, trickling filtratie en ventilatie reguleren
pH	Te grote variatie	Geschied niveau	Range	3	2	Medium	6	5-9	Stabiele pH (range max 1 eenheid per dag)	Lage pH ontstaat wanneer zonder buffervoestof wordt gewerkt.
Metabolieten stikstof cyclus Ammonium	Te hoog	Geschied niveau	Range	2	2	Laag	4	<1.0 mg/l	<176, 17.8, 1.8 mg NH3-N/l bij pH 6, 7, 8	Relevantie afhankelijk van pH (vm Ammonium)
Metabolieten stikstof cyclus Nitriet	Te hoog	Geschied niveau	Range	4	2	Laag	8	<1.5mg/l	< 1.5 mg/l	Per 10mg/l Chloride verhogen met 0,15 mg/l Nitriet
Saliniteit	Te hoog/laag	Geschied niveau	Range	2	2	Medium	4	nvt	Stabiel	Ter preventie van ziekten kan de saliniteit in noodgevallen aangepast worden.
Troebelheid	Hoog	Geschied niveau	Range	1	2	Hoog	2	irt waterkwaliteit	irt waterkwaliteit	Indicator voor waterkwaliteitsveranderingen
Temperatuur	Te hoog/laag	Geschied niveau	Range	3	2	Laag	6	25 - 30oC	20-30oC Stabiel (max. 2oC variatie per dag)	
Fosfaat	Te hoog/laag	Geschied niveau	Range	1	1	Laag	1	nvt	nvt	Fosfor uitscheiding voornamelijk van belang voor ecologische duurzaamheid. Fosforgehalten in voer zullen voor biologisch mogelijk toenemen, waardoor verhoging van de fosfor uitstoot plaats vindt.
Inrichting / huisvesting										
Doorstrooming	Slechte waterkwaliteit	Geschied niveau	Range	3	2	Laag	6	Borging waterstroom	Borging waterstroom	Inlaat- en uitlaatcontroles (eventueel pompcontroles)
(Natuurlijke) substraten op bodem	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Hoog	2	Kunststof	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Kennis over effect maatregel ontbreekt. Percentage niet in te vullen.
(Natuurlijke) omgeving verschuiling	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Medium	2	Kunststof	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Verschuilinglocatie bieden (door bv buizen, maten). Percentage niet in te vullen. (25% lijkt realiseerbaar).
(Natuurlijke) omgeving schaduwlocatie	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Hoog	2	Afwezig	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Schaduwplaats bieden door bv afscherming kweekbak
Omgevingskleur	Storende kleur	Geschied	Aanwezig/afwezig	1	2	Hoog	2	Betonkleurig/grijs/zwart	Geen specifieke kleurkeuze aanbieden mogelijk	Betonkleurig/grijs/zwart meest natuurlijk.
Belichtingsperiode	Te lang/kort	Geschied niveau	Range	2	2	Hoog	4	Dag-nacht ritme / Continue schemering	Dag-nacht ritme (max. 16 uur)	Geleidelijke Dag-nacht overschakeling (bv. met dimmers of geschakeld licht)
Belichtingsintensiteit	Te hoog/laag	Geschied niveau	Range	2	2	Hoog	4	Meestal beperkt (schemering)	Licht binnen (15-100 lux)	Natuurlijk daglicht is een biologische eis, maar niet vastgelegd voor het welzijn
Dichtheid	Te hoog/laag	Geschied niveau	Range	3	2	Medium	6	<400 kg/m3	Nog geen grenswaarden bekend	Meer onderzoeksinformatie is noodzakelijk. Bakbezetting geldt per individuele bak.
Gezondheid										
Conditie van vis	Slechte conditie	Resultaat	Range	4	2	Laag	8	Groei monitoring	Welzijns monitoring	Monitoring via Gezondheidsparameters!!!
Kieuwcondities	Te slecht	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Huidbeschadiging / necrose	Te veel	Resultaat	Range	4	2	Medium	8	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Vinerose	Te veel	Resultaat	Range	4	2	Medium	8	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Deformaties	Te veel	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Laag	6	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Kleur / pigmentatie	Verkleuring als indicator stress	Normaal	Range	3	2	Hoog	2	Monitoren	Monitoren	Onvoldoende informatie beschikbaar voor toepassing.
Zichtbare parasieten	Aanwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Monitoren	Monitoren	
Mortaliteit	Te hoog	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring zeer moeilijk te realiseren. In de praktijk zijn vooral afwijkingen in mortaliteit te constateren. Eventueel kan de hoeveelheid vissen t/m destructie worden afgezet tegen de totale productie.
Aanwezigheid ziekten	Te veel / te frequent	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring essentieel
Groeratio	Risico voor groeratio te hoog/laag	Resultaat	Range	1	2	Medium	2	Optimale groei	Optimale groei	Monitoring (input - output)
Cortisol in plasma	Te hoog	Geschied niveau	Range	3	2	Medium	6	nvt	Methode voor toepasbaarheid nog niet beschikbaar	Kennis dient te worden opgebouwd.
Stress respons	Te hoog	Geschied niveau	Range	3	2	Medium	6	nvt	Methode voor toepasbaarheid nog niet beschikbaar	Kennis dient te worden opgebouwd.
Gedrag										
Agressie	risik	OWI								
Zwermgedrag	Te hoog	Minimum niveau	Range	4	2	Medium	8	Dichtheid aanpassen	Minimaliseren	Monitoren
Schuren	Abnormaal	Normaal	Range	3	2	Laag	6	Normaal	Normaal	Het zwermgedrag in kweekomstandigheden is veelal anders dan kweekomstandigheden.
Schoonheid	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Maatregelen	Afwezig	Monitoren
Ventilatie (verhouding luchthappen:kieuwademhaling)	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Laag	8	Maatregelen	Afwezig	Moeilijk monitoren ivm gebrekkig doorzicht
Luchthappen	Te laag/hoog	Normaal	Range	4	1	Medium	4	Maatregelen	Streven naar 15-40% luchthappen versus kieuwademhaling	Eenvoudige monitoringmethode ontwikkelen
Ontsapping	Aanwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Maatregelen	Optimaliseren, monitoren en ventileren	Af schuimen en ventileren is noodzakelijk voor verwijdering schuim en CO2.
Stereotyping	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Medium	6	Beperkt aanwezig	Beperken	Maatregelen treffen tegen uitspringen
Voedselopname	Slechte opname	Normaal	Range	4	1	Laag	4	Maximaal	Oprname van voeder aanwezig	Moeilijk monitoren ivm gebrekkig doorzicht
Verstoring	Aanwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	3	1	Medium	3	Muziek aanwezig	Afwezig	Bij afwijkingen dient het voederregime en het kweekproces te worden beoordeeld.
Persoonsgebonden reactie	Aanwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	1	1	Hoog	1	Onbekend	Onbekend	Beperken van achtergrondgeluiden of plotseling hard geluid. Objectieve waarneming, welke in de veehouderij wordt waargenomen. Onderzoek voor inzicht nodig. Monitoring door observatie voeropname en gedrag vissen.
Behandelingsmethoden										
Sorteermethode	Dieronvriendelijke methode	Geschikte methode	Aanwezig/afwezig	3	1	Medium	3	Mechanisch	Mechanisch, minimaal aantal, maximaal 60 seconden uit water, beperkt transport	Monitoring van beschadigen, gedrag en mortaliteit
Parasitaire behandeling	Ongeschikte methode	Geschikte methode	Aanwezig/afwezig	4	1	Medium	4	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. Herhaaldelijke behandeling kan decertificering betekenen Management maatregelen zullen noodzakelijk zijn. OWI met name relevant bij niet slagen behandeling. Zoutbehandeling tot 7.5g/l. Vastleggen behandeling en protocollen.
Antibioticabehandeling	Ongeschikte methode	Geschikte methode	Aanwezig/afwezig	3	1	Medium	3	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. OWI met name van belang bij niet slagen van behandeling. Vastleggen behandeling en protocollen. Monitoren van Beschadigen, gedrag, mortaliteit, dat gaat het om
Vaccinatiebehandeling	Ongeschikte methode	Geschikte methode	Aanwezig/afwezig	2	1	Medium	2	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. Herhaaldelijke behandeling kan decertificering betekenen Management maatregelen zullen noodzakelijk zijn. OWI voornamelijk relevant bij niet slagen van vaccinatie
Bedvelmen vóór doden	Ongeschikte methode	Geschikte methode	Aanwezig/afwezig	4	1	Laag	4	nvt	Methode in ontwikkeling	Vastleggen behandeling en protocollen. Implementatie absoluut noodzakelijk vanuit biologische principes. observatie voeropname, gedrag vissen.
Management en borging										
Personeelstraining en good practice richtlijnen	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Laag	6	Niet altijd aanwezig	Aanwezig	
Aanwezigheid Calamiteitenplan	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Laag	2	Aanwezig	Aanwezig	
Monitoringssysteem / logboek	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Periodiek, niet volledig geregistreerd	Volledige registratie	
Veterinair gezondheidsplan	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	2	2	Laag	4	Aanwezig	Aanwezig	Inspecties door dierenarts dienen in het plan opgenomen te worden.

! Meer onderzoek naar effecten van dichtheid is noodzakelijk. De best beschikbare kennis is ingezet, maar beter inzicht op fysiologische parametes en lange termijneffecten zijn noodzakelijk.

In relatie tot consumentenperceptie worden dichtheden van 100 m3/kg met regelmaat als hoog ervaren. Vanuit dit perspectief is reductie noodzakelijk.

Bron: Welfah (Cost Action 867), H. van der Vis, B. Lambooy, M. Villarejo, N. Duncan

Bron: Wealth (No. 501984), EU-project

Bron: Consensus, No.FOOD-CT-2005-513998, EU-project

Bijlage B. Aanzet Biologische Operationele Welzijnsindicatoren – Nijl tilapia

BIJLAGE 2.

Grow-out fase

Recirculatiesystemen Afrikaanse meerval

Voeding	Gevaar	OWI	Kwalitatief / Kwantitatief	Ernst indicatie	Duur (kort 1, lang 2) kort = enkele uren lang = > enkele uren	Onzekerheid	OWI Factor	Conventionele range	Biologische range tilapia	Commentaar
Gebruikt voer	Geen geschikt voer	Geslacht	Range	1	2	Laag	2	Niet biologisch, gebaseerd op goede groei	Biologisch gecertificeerd en voedingswaarde optimaal	Opslag, houdbaarheid en borging kwaliteit.
Voederconversie	Te laag/hoge voeder conversie	Resultaat	Range	2	2	Medium	4	0.8-1.2	Afhankelijk van voeder, gelijkwaardig voeder gelijke conversie	Afhankelijk van leeftijdsklasse. Gemiddelde waarde benutten.
Voederregime	Te weinig /te veel voer	Resultaat	Range	2	2	Hoog	4	Ad libitum, autom., handmatig, verzoek (pendel)	Vaste voedertijden met aanbiedingsgarantie	Preferentie voeder aanbod dient onderzocht te worden. Controle mechanismen relevant.
Contaminanten in voer	Te veel contaminanten	Geslacht niveau	Range	2	2	Laag	4	Conform diervoederregulering	Bevorderen van natuurlijk zoekgedrag	Pendelautomaten of eventuele aanvullingen (versnaperingen) zijn een optie. Effect vele contaminanten onbekend
Omstandigheden / waterkwaliteit										
Waterkwaliteit	Onvoldoende	Geslacht niveau	Range	1	2	Medium	2	Behandeld	Adequate bron en behandeling	Inkomend water dient zomin mogelijk zware metalen te bevatten.
Zuurstof	Te laag/hog	Geslacht niveau	Range	5	1	Laag	5	>3 mg/l	>3 mg/l	Oververzadiging vermijden
Koolstofdioxide	Te hoog	Geslacht niveau	Range	4	1	Medium	4	<15mg/l	<50 mg/l	Via pH, (trickling) filtratie en ventilatie reguleren
pH	Te grote variatie	Geslacht niveau	Range	3	2	Medium	6	5-9	Stabiele pH (range max 1 eenheid per dag)	Lage pH ontstaat wanneer zonder buffervloeistof wordt gewerkt.
Metabolieten stikstof Cyclus Ammonium	Te hoog	Geslacht niveau	Range	2	2	Laag	4	<1.0 mg/l	<1.0 mg/l (streven naar stabiele waarden)	Relevantie afhankelijk van pH (ivm Ammonium)
Metabolieten stikstof cyclus Nitriet	Te hoog	Geslacht niveau	Range	4	2	Laag	8	0.05mg/l	<0.05 mg/l (streven naar stabiele waarden)	Per 10mg/l Chloride verhogen met 0.15 mg/l Nitriet
Saliniteit	Te hoog/laag	Geslacht niveau	Range	2	2	Medium	4	nvt	Stabiel	Ter preventie van ziekten kan de saliniteit in noodgevallen aangepast worden.
Troebelheid	Hoog	Geslacht niveau	Aanwezig/afwezig	1	2	Hoog	2	irt waterkwaliteit	irt waterkwaliteit	Indicator voor waterkwaliteitsveranderingen
Temperatuur	Te hoog/laag	Geslacht niveau	Range	2	2	Hoog	4	25 - 30 oC	Stabiel (max. 2oC variatie per dag)	
Fosfaat	Te hoog/laag	Geslacht niveau	Range	1	1	Laag	1	nvt	irt afvalstromen	Fosfor uitscheiding voornamelijk van belang voor ecologische duurzaamheid. Fosforgehalten in voer zullen voor biologisch mogelijk toenemen, waardoor verhoging van de fosfor uitstoot plaats vindt.
Inrichting / huisvesting										
Doorstroming	Slechte waterkwaliteit	Geslacht niveau	Range	5	1	Laag	5	Borging waterstroom	Borging waterstroom	Inlaat- en uitlaatcontroles (eventueel pompcontroles)
(Natuurlijke) substraten op bodem	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Laag	2	Kunststof	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Kennis ontbreekt. Bamboe substraat gebruikt voor productieverbod. Aarde geen optie ivm waterkwaliteit. Matten voor phytogroei, begrazingsefficiëntie
(Natuurlijke) omgeving verschuiling	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Medium	2	Kunststof	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Verschuilinglocatie bieden (door bv buizen, matten). Percentage niet in te vullen. (25% lijkt realiseerbaar).
(Natuurlijke) omgeving schaduwlocatie	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	1	2	Hoog	2	Afwezig	Mogelijkheid bieden voor X% populatie	Schaduwplaats bieden door bv afscherming kweekbak
Omgevingskleur	Storende kleur	Geslacht	2	1	2	Hoog	2	Betonkleurig/grijs/zwart	Betonkleurig/grijs/zwart	Geen specifieke kleurkeuze aanbieden mogelijk
Belichtingsperiode	Te lang/kort	Geslacht niveau	Range	2	2	Hoog	4	Dag-nacht ritme / Continue schemering	Dag-nacht ritme (max. 16 uur)	Geleidelijke Dag-nacht overschakeling (bv. met dimmers of geschakeld licht)
Belichtingsintensiteit	Te hoog/laag	Geslacht niveau	Range	2	2	Hoog	4	Meestal beperkt (schemering)	Licht binnen (15-100 lux)	Natuurlijk daglicht is een biologische eis, maar niet vastgelegd voor het welzijn
Dichtheid	Te hoog/laag	Geslacht niveau	Range	3	2	Medium	6	<400 kg/m3	<100 kg/m3 (met grote onbekende range) * Minimale dichtheid passend bij beperkte agressie	Meer onderzoeksinformatie is noodzakelijk. Bakbezetting geldt per individuele bak. Gedragafhankelijk vormgeven.
Gezondheid										
Condities van vis	Slechte conditie	Resultaat	Range	3	2	Laag	6	Groei monitoring	Welzijnsmonitoring	Monitoring via Gezondheidsparameters!!!
Kieuwcondities	Te slecht	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Huidbeschadiging / necrose	Te veel	Resultaat	Range	4	2	Medium	8	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Vinersie	Te veel	Resultaat	Range	3	2	Medium	6	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Deformaties	Te veel	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Laag	6	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring
Kleur / pigmentatie	Verkleuring als indicator stress	Normaal	Range	3	2	Hoog	6	Monitoren	Monitoren	Onvoldoende informatie beschikbaar voor toepassing.
Zichtbare parasieten	Aanwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Medium	8	Monitoren	Monitoren	
Mortaliteit	Te hoog	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring zeer moeilijk te realiseren. In de praktijk zijn vooral afwijkingen in mortaliteit te constateren. Eventueel kan de hoeveelheden vissen bv destructie worden afgezet tegen de totale productie.
Aanwezigheid ziekten	Te veel / te frequent	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Monitoren	Beperken en monitoren	Monitoring essentieel
Groei ratio	Risico voor groei ratio te hoog/laag	Resultaat	Range	1	2	Medium	2	Optimale groei	Optimale groei	Monitoring (input - output)
Cortisol in plasma	Te hoog	Geslacht niveau	Range	3	2	Medium	6	nvt	Methode voor toepasbaarheid nog niet beschikbaar	Kennis dient te worden opgebouwd.
Stress response	Te hoog	Geslacht niveau	Range	2	2	Medium	4	nvt	Methode voor toepasbaarheid nog niet beschikbaar	Kennis dient te worden opgebouwd.
Gedrag	risk	OWI								
Agressie	Te hoog	Minimum niveau	Range	4	2	Medium	8	Dichtheid aanpassen	Minimaliseren	Monitoren
Zwemgedrag	Abnormaal	Normaal	Range	3	2	Laag	6	Normaal	Normaal	Het zwemgedrag in kweekomstandigheden is veelal anders dan kweekomstandigheden.
Schuren	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Medium	6	Maatregelen	Afwezig	Monitoren
Sloomheid	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	4	2	Laag	8	Maatregelen	Afwezig	Moeilijk monitoren ivm gebrek aan doorzicht
Ventilatie ratio (verhouding luchthappen:kieuwademhaling)	Te laag/hog	Normaal	Range	4	1	Medium	4	Maatregelen	Streven naar 15-40% luchthappen versus kieuwademhaling	Eenvoudige monitoringmethode ontwikkelen
Luchthappen	Te laag/hog	Normaal	Range	1	2	Medium	2	Maatregelen	Optimaliseren, monitoren en ventileren	Afsluimen en ventileren is noodzakelijk voor verwijdering schuim en CO2.
Ontsapping	Aanwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	3	1	Laag	3	Aanwezig	Beperken	Maatregelen treffen tegen uitspringen
Stereotyping	Aanwezig/afwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	2	2	Medium	4	Beperk aanwezig	Beperken	Moeilijk monitoren ivm gebrek aan doorzicht
Voedselopname	Slechte opname	Normaal	Range	3	1	Laag	3	Maximaal	Opname van voeder aanwezig	Bij afwijkingen dient het voederregime en het kweekproces te worden beoordeeld.
Verstoring	Aanwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	3	1	Medium	3	Muziek aanwezig	Afwezig	Beperken van achtergrondgeluiden of plotseling hard geluid.
Persoonsgebonden reactie	Aanwezig	Afwezig	Aanwezig/afwezig	1	1	Hoog	1	Onbekend	Onbekend	Objectieve waarneming, welke in de veehouderij wordt waargenomen. Onderzoek voor inzicht nodig
Behandelingenmethoden										
Sorteermethode	Dieronvriendelijke methode	Geschiedte methode	Aanwezig/afwezig	3	1	Medium	3	Mechanisch	Mechanisch, minimaal aantal, maximaal 15 seconden uit water, beperkt transport	
Parasitaire behandeling	Ongeschiedte methode	Geschiedte methode	Aanwezig/afwezig	4	1	Medium	4	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. Herhaaldelijke behandeling kan decentificering betekenen. Management maatregelen zullen noodzakelijk zijn. OWI met name relevant bij niet slagen behandeling. Zoutbehandeling tot 7.5g/l.
Antibioticabehandeling	Ongeschiedte methode	Geschiedte methode	Aanwezig/afwezig	4	1	Medium	4	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. Herhaaldelijke behandeling kan decentificering betekenen. Management maatregelen zullen noodzakelijk zijn. OWI met name van belang bij niet slagen van behandeling.
Vaccinatiebehandeling	Ongeschiedte methode	Geschiedte methode	Aanwezig/afwezig	4	1	Medium	4	In voorkomende gevallen	Alleen indien strikt noodzakelijk (veterinair advies)	Behandeling zodra dierwelzijn in het geding komt. Herhaaldelijke behandeling kan decentificering betekenen. Management maatregelen zullen noodzakelijk zijn. OWI voornamelijk relevant bij niet slagen van vaccinatie.
Bedwelmen vóór doden	Ongeschiedte methode	Geschiedte methode	Aanwezig/afwezig	3	1	Laag	3	nvt	Methode in ontwikkeling	Implementatie absoluut noodzakelijk vanuit biologische principes.
Management en borging										
Personeeltraining en good practice richtlijnen	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	3	2	Laag	6	Niet altijd aanwezig	Aanwezig	
Aanwezigheid Calamiteitenplan	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	3	1	Laag	3	Aanwezig	Aanwezig	
Monitoringsysteem / logboek	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	5	2	Laag	10	Periodiek, niet volledig geregistreerd	Volledige registratie	
Veterinair gezondheidsplan	Afwezig	Aanwezig/afwezig	Aanwezig/afwezig	2	2	Laag	4	Aanwezig	Aanwezig	Inspecties door dierenarts dienen in het plan opgenomen te worden.

* Meer onderzoek naar effecten van dichtheid is noodzakelijk. De best beschikbare kennis is ingezet, maar beter inzicht op fysiologische parametes en lange termijn effecten zijn noodzakelijk. In relatie tot consumentenperceptie worden dichtheden van 100 m3/kg met regelmaat als hoog ervaren. Vanuit dit perspectief is reductie noodzakelijk.

Bron: Wellfish (Cost Action 867); H. van der Vis, B. Lambooi, M. Villareal, N. Duncan
Bron: Wealth (No. 501984), EU-project
Bron: Consensus, No.FOOD-CT-2005-513998, EU-project