



Nederlandse Voedsel- en
Warenautoriteit
*Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit*

Bijlage 3.4.1 Het dierenwelzijn
Dierenwelzijn risicobeoordeling van de vis,
schaal- en schelpdierketen

Datum 30 april 2022

Colofon

Versienummer

Contactpersoon bureau Risicobeoordeling & onderzoek

T 088 322 33 33

F 088 223 33 34

risicobeoordeling@nvwa.nl

bureau Risicobeoordeling & onderzoek | afdeling Risicobeoordeling

Catharijnesingel 59 | Utrecht

Postbus 43006 | 3540 AA Utrecht

Auteur

bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Inhoud

	Colofon	2
3.4	Dierenwelzijn, risicobeoordeling van de vis, schaal- en schelpdierketen	6
3.4.1	Dierenwelzijn, risicobeoordeling van de vis, schaal- en schelpdierketen	7
3.4.2	Appendix Dierenwelzijn 1: Gevaren kweekvis	113
3.4.3	Appendix Dierenwelzijn 2: Welzijnsconsequenties kweekvis	117
3.4.4	Appendix Dierenwelzijn 3: Welzijnsconsequenties pathogenen in de aquacultuur	123
3.4.5	Appendix Dierenwelzijn 4: Blootstelling aan ziekteverwekkers	134
3.4.6	Appendix Dierenwelzijn 5: Gevaren visserij	136
3.4.7	Appendix Dierenwelzijn 6: Welzijnsconsequenties visserij	141
3.4.8	Referenties	148

3.4 Dierenwelzijn, risicobeoordeling van de vis, schaal- en schelpdierketen In het kort

Wetenschappelijk bewijs voor de aanwezigheid van welzijnsbeleving is voor vissen sterk, voor schaaldieren zwak en voor schelpdieren - m.u.v. inktvissen - is het er vrijwel niet. Maar, zwak of afwezigheid van bewijs betekent níet dat het kunnen beleven van welzijn uitgesloten is. Het is wel belangrijk om rekening te houden met een grote mate van onzekerheid over geschatte prevalenties van welzijnsconsequenties en de blootstelling aan gevaren.

De omvang van de Nederlandse visserij is vele malen groter dan van de aquacultuur (kweekvis); er zijn meer individuele dieren bij betrokken. De duur van de risicovolle periode waarin vissen worden blootgesteld aan door de mens opgelegde processen die het dierenwelzijn aantasten is veel langer voor kweekvissen dan voor wild-gevangen vissen/schaaldieren. Voor beide sectoren kunnen de grootste welzijnsrisico's gereduceerd worden.

Voorname welzijnsrisico's voor wildvangst zijn de opslag van levende haring in RSW tanks (waarin veel haring al doodgaat) en het onverdoofd doden van vis in het algemeen (d.m.v. strippen [ingewanden verwijderen], levend in ijs plaatsen of levend invriezen).

Voorname welzijnsrisico's voor kweekvis zijn inadequate voedersamenstelling (niet afgestemd op vissoort of productiefase), inadequate vaste huisvestingsparameters (zoals geen schuil- en rust mogelijkheid), een suboptimale waterkwaliteit en temperatuur – zeker tijdens transport - en onverdoofd doden en slachten van kweekvis. In sommige gevallen tasten ook ziekteverwekkers (bacteriën, parasieten en virussen) het welzijn aan. Er ontbreekt echter nog basiskennis op het gebied van met name voeding en gedrag bij kweekvis in relatie tot welzijn. Bovendien zijn voor kweekvis weinig effectieve en geregistreerde diergeneesmiddelen beschikbaar. Dierenartsen kunnen middelen via het cascadebeleid inzetten. Het Nederlands toezicht op diergeneesmiddelen is vooral gericht op contaminatie richting de omgeving en residuen in de geslachte vis, maar niet op het welzijn van de levende vis.

Binnen de Nederlandse aquacultuur (kweekvis) ligt een grote welzijnsdruk op de meerval en palingpopulatie. Kijkend naar de Nederlandse consumptie van kweekvis lijkt de grootste welzijnsdruk op de in Azië gekweekte pangasius te liggen, met name door een groot risico op dierziektes door het open karakter van het kweekstelsel, maar gebruik van vaccinaties in de Aziatische kwekerijen heeft deze welzijnsdruk mogelijk al aanzienlijk verminderd.

Van alle gehouden vissoorten is -zover bekend- alleen voor de Atlantische zalm een uitgebreide wetenschappelijke lijst opgesteld met behoeften. Deze behoeften gaan over de omgeving (respiratie, osmotische balans, thermoregulatie, goede waterkwaliteit), gezondheid (lichaamsverzorging, hygiëne, veiligheid en bescherming), gedrag (controle over gedrag, sociaal contact, rust, exploratie, seksueel gedrag) en voedselbronnen (eten en voeding). De diversiteit aan vissoorten maakt dat het toepassen van informatie over de behoeften van de zalm op andere gekweekte vissoorten zoals de meerval niet zondermeer toepasbaar is. Er zijn verschillen in eisen die gesteld worden aan bijvoorbeeld de waterkwaliteit, de voeding en het natuurlijke gedrag is substantieel anders. De behoeften van schaal- en schelpdieren zijn nog niet of nauwelijks onderzocht.

Dit maakt dat voor welzijn binnen de visketen goede normen en indicatoren per vissoort ontbreken en daardoor toekomstige controle vanuit overheid bemoeilijkt wordt. Voor diergezondheid geldt dat Nederland vooral een passieve dierziekte-monitoring heeft.

Welzijnsindicatoren of -criteria per kweekstelsel, vangstmethode of diersoort zijn nog onvoldoende onderzocht, dan wel gevalideerd.

Gebaseerd op de informatie uit deze risicobeoordeling zijn mogelijk waardevolle diergerichte welzijnsindicatoren bij kweekvis die in het toezicht gebruikt kunnen worden: een aangetaste of loslatende slijmlaag op huid, (weefsel)schade aan de vis, aanwezigheid van ziekten (door verminderde weerstand), verminderde voederopname en voortijdige sterfte. De marktomvang van producten met een duurzaamheidskenmerk lijkt toe te nemen en er is een tendens voor opname van welzijnsriteria in certificeringssystemen, met name voor gekweekte vis, zoals in het Aquaculture Stewardship Council (ASC) keurmerk. Certificeringssystemen zouden onderdeel kunnen zijn van het toezicht op het dierenwelzijn.

Mogelijk waardevolle diergerichte welzijnsindicatoren bij de gevangen dieren die gebruikt kunnen worden in het toezicht zijn: open/uitwendige wonden, een indicatie van zuurstofgebrek zoals luchthappen door vis, en voortijdige sterfte.

Omgevingsgerichte indicatoren die in het toezicht in aquaculturen gebruikt kunnen worden zijn afhankelijk van de gehouden diersoort. Potentieel waardevol zijn voor kweekvis bijvoorbeeld een gebrek aan schuil- en rustmogelijkheden, de gehalten voor zuurgraad, zuurstof, koolzuur en ammonia, omdat deze van belang zijn bij alle soorten en productiefasen (kwekerij, transport en bij meerval slachtplaats), en daarnaast de dierdichtheid (bezettingsgraad). Voor wildvangst zijn omgevingsgerichte indicatoren als zuurstofgehalte in opslagtanks en dierdichtheden potentieel waardevol.

Daarnaast zijn indicatoren voor het uitsluiten van bewustzijn tijdens het slachtproces wenselijk voor zowel kweekvis als wildvangst (vis en schaaldieren).

3.4.1 Dierenwelzijn, risicobeoordeling van de vis, schaal- en schelpdierketen

3.4.1.1 Inleiding

Vissen, schaal- en schelpdieren worden wereldwijd op grote commerciële schaal gekweekt en gevangen voor consumptie. Dat geldt ook voor de Nederlandse aquacultuur- en visserijsector, hoewel deze op wereldniveau maar een klein aandeel inneemt (kweekvis ~0,01%; visserij exclusief schelpdieren ~0,5%; gebaseerd op Bos *et al.*, 2018 en FAO-gegevens beiden in (Van de Vis *et al.*, 2019) en online FAO-gegevens). FAO is de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (afgekort FAO van de Engelse naam Food and Agriculture Organization). Een groot deel (~70%; op basis van gegevens uit (RIVM, 2019)) van de Nederlandse consumptie van (gekweekte) vissen, schaal- en schelpdieren betreft dan ook geïmporteerde dieren of producten daarvan (ongeveer 30% kweekvis en 40% wildvangst). De kweek en vangst van deze consumptiedieren brengt mogelijk dierenwelzijnsrisico's met zich mee.

In navolging van landbouwhuisdieren als pluimvee, runderen en varkens, krijgt het welzijn van vissen, schaal- en schelpdieren steeds meer maatschappelijke aandacht. Er zijn aanwijzingen dat het welzijn van deze dieren in het geding kan zijn gedurende het gehele proces van de kweek of de wildvangst. Het onderzoeksveld is echter nog relatief jong en welzijnsrisico's in ketenverband zijn dan ook nog niet helder in beeld voor de NVWA. Om te toetsen óf, en zo ja, waar er risicogericht toezicht mogelijk is voor de NVWA in de aquacultuur en visserij op het gebied van dierenwelzijn, wordt in deze risicobeoordeling met name aandacht besteed aan de volgende vragen.

1. 'Wat zijn voor de Nederlandse situatie de grootste risico's voor het welzijn van vissen, schaal- en schelpdieren door de kweek en wildvangst?' Dit geldt voor de meest in Nederland gekweekte, gevangen of geconsumeerde soorten.
2. 'Waar in de productieketen bevinden zich deze grootste risico's?' en
3. 'Wat zijn mogelijkheden om verdere risicoreductie op het gebied van dierenwelzijn in de aquacultuur (viskweek) en visserij te bewerkstelligen met betrekking tot de Nederlandse situatie?'

In de onderhavige risicobeoordeling dierenwelzijn worden potentiële risico's voor het welzijn van dieren beschreven aan de hand van de Welfare Quality® principes 'goede voeding', 'goede huisvesting', 'goede gezondheid' en het uiten van 'normaal gedrag' (Jones & Manteca, 2009).

De risicobeoordeling dierenwelzijn in de aquacultuur gaat alleen over vissen (kweekvissen). De risicobeoordeling dierenwelzijn in de visserij gaat over wildgevangen vissen en schaaldieren. Voor schelpdieren is door gebrek aan kennis slechts marginaal informatie opgenomen.

Voor deze risicobeoordeling is gebruik gemaakt van voorbeeld-diersoorten en -systemen. De vier risicobeoordelingsstappen zijn leidend; de gevareninventarisatie, de gevarenkarakterisatie, de

blootstellingschatting aan die gevaren en de risicokarakterisatie welke een totale beoordeling van aard en ernst van gevaren geeft (zie Hoofdstuk 3.4.1.5 'Methodiek risicobeoordeling dierenwelzijn').

3.4.1.2 Beantwoording van de vragen

Om direct een totaalbeeld te geven van de grootste risico's in de verschillende deelketens – vissen, schaal- en schelpdieren – volgt hieronder de beantwoording van de gestelde onderzoeksvragen. In de navolgende hoofdstukken volgt de risicobeoordeling in detail, inclusief informatie over dierenwelzijn bij de beoordeelde diersoorten, het kader waarin de beoordeling plaats heeft gevonden, de gebruikte methodiek en de afbakening.

Het is belangrijk om rekening te houden met een aanzienlijk mate van onzekerheid in deze risicobeoordeling. Praktijkgegevens over mate van voorkomen van welzijnsconsequenties (ook welzijnsproblemen genoemd) en blootstelling aan gevaren (ook wel risicofactoren genoemd) zijn niet beschikbaar tijdens de uitvoering van deze risicobeoordeling.

De antwoorden op de vragen luiden als volgt:

1. 'Wat zijn voor de Nederlandse situatie de grootste risico's voor het welzijn van vissen, schaal- en schelpdieren door de kweek en vangst ervan?' Dit geldt voor de meest in Nederland gekweekte, gevangen of geconsumeerde soorten.

Alle hier beoordeelde voorbeeldsoorten van gevangen (schol, tong, haring) en gekweekte vissen (meerval, Nijltilapia, pangasius, zalm, paling) hebben in meer of mindere mate te maken met welzijnsrisico's. Ook voor wildgevangen schaaldieren (Noordzeekrab en Noordzeekreeft) is dit aannemelijk.

Aquacultuur - kweekvis

Voor aquacultuur geldt dat in deze risicobeoordeling alleen kweekvis wordt beoordeeld. Binnen de aquacultuur zijn de grootste welzijnsrisico's geschat omtrent suboptimale huisvestingsomstandigheden, omdat deze risicoperiode het langst is. Het gaat dan om risico's met betrekking tot waterkwaliteit, watertemperatuur, rust- en schuilmogelijkheden, maar ook de voedersamenstelling. Ook de welzijnsrisico's van diverse ziekteverwekkers zijn hoog geschat.

Daarnaast zijn omstandigheden rondom diverse handelingen zoals die voor de voorplanting, maar ook het onverdoofd doden (van zowel onbruikbare als marktwaardige vis) en omstandigheden tijdens transport (onder andere visdichtheden, trillingen en geluidsdruk) van grote invloed op het welzijn van de kweekvis.

Visserij

Alle aan visserijactiviteit blootgestelde – en hier beoordeelde – dieren zullen naar schatting een welzijnsbelasting ervaren.

De grootste welzijnsrisico's voor dieren door de visserij zijn geschat voor te komen in de fase van het onverdoofd doden/laten versterven van vissen:

- opslag van levende vis in gekoelde zeewater tanks – waarin veel vis door zuurstofgebrek dood gaat - aan boord van de grote trawlerschepen,
- onverdoofd doden: strippen, levend in ijs plaatsen of invriezen in platen aan boord van de vissersschepen.

Daarnaast kan ook het vangstproces een hoge welzijnsimpact veroorzaken.

Grote welzijnsrisico's zijn verwacht voor tenminste het ontdoen van een schaar bij krabben en, indien levend aan boord opgeslagen, het koelen tijdens die opslag. De verwachting is dat

schaaldieren ook hinder hebben van het vangstproces, maar dat dit wel wat minder ernstig is dan bij de vissen dankzij hun exoskelet. Daarnaast mogelijk ook rondom de levende opslag en het onverdoofd doden van de schaaldieren. Er is echter nog onvoldoende algemene kennis over de biologie van schaaldieren en de fase na het levend van boord gaan. Dit kennisgebrek geldt ook voor schelpdieren, waar zelfs nóg grotere kennislacunes zijn omtrent het wel of niet bewust kunnen voelen van pijn en ervaren van welzijn; meer kennis is vereist om te achterhalen of een welzijnsbeoordeling voor schelpdieren relevant is. Ook voor overige bijvangst is meer kennis nodig voor een goed risicobeeld van dierenwelzijn.

2. 'Waar in de productieketen bevinden zich deze grootste risico's?'

De omvang van de Nederlandse visserij is vele malen groter dan van de Nederlandse aquacultuur; er zijn meer individuele dieren bij betrokken. Echter, de risicoperiode waaraan kweekvis wordt blootgesteld aan gevaren is vele malen langer in de aquacultuur dan in de visserij.

Binnen de visserij zijn de grootste welzijnsrisico's de risico's samenhangend met de pelagische visserij vanwege de grote omvang van vangsten met die vismethode. Uitgaande van de gekozen voorbeeldsoorten gaat het dan om haring gevangen met vrieshektrawlers.

Binnen de Nederlandse aquacultuur (kweekvis) ligt de meeste welzijnsdruk op de paling en meerval, omdat deze vissoorten het meest geproduceerd worden. Meerval is een robuustere vis dan paling. Echter, het risicobeeld voor de in Nederland gehouden paling berust hoofdzakelijk op een ouder risicobeeld van EFSA en hierdoor bestaat er onzekerheid over de volledigheid en de actualiteit ervan.

Kijkend naar de Nederlandse consumptie van kweekvis lijken er grote welzijnsrisico's bij de in Azië gekweekte pangasius te bestaan. Dit door een combinatie van hoge aantallen in verband met hoge consumptie door Nederlanders en met name een groot geschat risico op dierziektes door het open karakter van het kweekstelsel. Echter, er moet hier wel rekening gehouden worden met een hoge mate van onzekerheid, vooral doordat de blootstelling aan dierziektes een ruwe schatting is door één expert en inmiddels (2020) bekend is dat pangasius in toenemende mate gevaccineerd wordt tegen ziekteverwekkers als *Aeromonas hydrophila*.

3. 'Wat zijn mogelijkheden om verdere risicoreductie op het gebied van welzijn in de aquacultuur (kweekvis) en visserij te bewerkstelligen met betrekking tot de Nederlandse situatie?'

Risicoreductie kan bewerkstelligd worden door

1. te starten met het beleggen, ontwikkelen en het uitvoeren van (monitorend) toezicht specifiek gericht op welzijn van vissen en schaaldieren,
2. actief Europees en nationaal beleid op het gebied van tenminste viswelzijn te stimuleren,
3. onderzoeken naar het welzijn van vissen, schaal- en schelpdieren te (blijven) stimuleren,
4. dataregistratie te ontwikkelen om risico's met minder onzekerheden te kunnen schatten en door de tijd te kunnen volgen en
5. het gebruik en de ontwikkeling van duurzaamheidskeurmerken met daarin welzijnscriteria te stimuleren.

3.4.1.3 Dierenwelzijn

Dierenwelzijn is een breed concept en er zijn diverse definities geformuleerd. BuRO benadert voor deze risicobeoordeling het concept dierenwelzijn zoals beschreven door de European Food

Safety Authority (EFSA, 2012a), die op haar beurt de definitie van Broom hanteert, een internationaal geaccepteerde en veelgebruikte definitie van dierenwelzijn: "De toestand waarin het individu verkeert ten gevolge van zijn pogingen om met zijn omgeving om te kunnen gaan" (vertaald uit (Broom, 1986;2014)).

Daarbij beschrijft EFSA dat voor gehouden dieren (vertaald) "het welzijn van een dier goed is wanneer - zoals aangeduid door wetenschappelijk bewijs - het gezond is, comfortabel, goed gevoed, veilig, belangrijke aspecten van gedrag kan uiten, en wanneer het niet lijdt aan een onaangename toestand zoals pijn, angst en distress. Goed dierenwelzijn vereist ziektepreventie en veterinaire behandeling, een geschikte schuilplaats, management, voeding, een humane behandeling en een humane wijze van slachten/doden. Dierenwelzijn verwijst naar de staat van het dier, terwijl de behandeling die een dier krijgt, gedekt is door andere termen zoals de verzorging van een dier, veehouderij, management en een humane behandeling." Kanttekening hierbij is dat 'een geschikte schuilplaats' niet voor alle vissoorten als vereiste voor een goed welzijn geldt (persoonlijke communicatie Wageningen Livestock Research, 2020).

In EFSA's beschrijving van welzijn zijn de vijf vrijheden van het Britse 'Farm Animal Welfare Committee' (FAWC) terug te vinden welke vaak gebruikt worden als toetsingskader voor het welzijn van dieren (zie bijvoorbeeld [Wet dieren](#): houdende een integraal kader voor regels over gehouden dieren en daaraan gerelateerde onderwerpen). Deze vrijheden zijn gebaseerd op de bevindingen van het Brambell Comité uit 1965 (Brambell Committee, 1965; FAWC, 1993) en zijn als volgt beschreven (vertaald).

Dieren hebben vrijheid

1. van dorst, honger en ondervoeding: door gemakkelijk toegang tot vers water en een dieet om volledige gezondheid en sterkte te handhaven;
2. van ongemak: door een geschikte leefomgeving inclusief schuilmogelijkheid en een comfortabele rustplaats te verstrekken;
3. van pijn, verwonding en ziekte: door preventie of snelle diagnose en behandeling;
4. om normaal gedrag te vertonen: door voldoende ruimte, gepaste faciliteiten en gezelschap van de eigen soort te verstrekken;
5. van angst en distress: door voorwaarden en behandeling te verstrekken die mentaal lijden voorkomen.

Notie hierbij is dat op basis van de huidige dierwetenschappelijke inzichten gesteld kan worden dat de vijf vrijheden op zichzelf onvoldoende zijn voor het borgen van dierenwelzijn op de lange termijn (zie BuRO-advies Evaluatie Wet dieren met daarin onder andere verwijzing naar publicaties van Boissy *et al.*, 2007, Edgar *et al.*, 2013 en Mattiello *et al.*, 2019).

Als bewijsvoering voor het welzijn van het dier kan het biologisch functioneren - de (neuro)fysiologie en het gedrag - van dat dier bestudeerd worden (Dawkins, 2004; Duncan, 2005; Broom, 2014). Van belang daarbij is te achterhalen of het dier bewustzijn en pijnbeleving heeft. Er moeten onder andere receptoren (nociceptoren) aanwezig zijn in bijvoorbeeld de huid om prikkels op te vangen én er moet de mogelijkheid zijn om signalen naar biologische structuren te sturen waar deze omgezet kunnen worden in een gewaarwording (gevoelens) waar een reactie op volgt (Broom, 2014).

Waarnemingsvermogen ('sentience') is het bezitten van bewustzijn en de cognitieve vaardigheden die nodig zijn om gevoelens te hebben (Broom, 2014). Gevoelens zoals angst en pijn, maar ook plezier uiten zich in emoties die gemeten kunnen worden (Broom, 2019) aan de hand van dierindicatoren: wegvluchten, kreupelheid, verhoogde hartslag, verandering in hormoonhuishouding (Broom, 2014). Daarmee geven emoties tegelijkertijd een indicatie van het welzijn van het dier. Het is daarom ook een potentiële welzijnsindicator (Leliveld *et al.*, 2016; Broom, 2019), mits er informatie is over de aanwezigheid van emotie in het dier (Broom, 2019).

Diergerichte welzijnsindicatoren (ook wel animal-based of outcome-based genoemd) kunnen

gelijk zijn aan de welzijnsconsequenties zoals gebruikt voor de huidige risicobeoordeling dierenwelzijn (zie Hoofdstuk 3.4.1.5 'Methodiek risicobeoordeling dierenwelzijn').

Welzijnsindicatoren kunnen naast diergericht ook omgevingsgericht (ook wel resource-based of input-based genoemd) zijn en daarmee kunnen ze gelijk zijn aan de gevaren voor het welzijn (zie Hoofdstuk 3.4.1.5 'Methodiek risicobeoordeling dierenwelzijn').

Voor landbouwhuisdieren zoals runderen, varkens en pluimvee is er duidelijke wetenschappelijke evidentie voor bewustzijn en pijnbeleving, én het bestaan hiervan is overwegend geaccepteerd (zie bijvoorbeeld (Guesgen & Bench, 2017; Bell, 2018; Douglas et al., 2018)). Bij vissen, schaal- en schelpdieren zijn er meer kennishiaten dan bij landbouwhuisdieren.

3.4.1.3.1 Bewustzijn en gevoel bij vissen, schaal- en schelpdieren

In de recente wetenschappelijke literatuur is er een stevig debat tussen auteurs gaande over de onderwerpen bewustzijn en gevoel zoals pijn (zie bijvoorbeeld (Key et al., 2017; Sneddon et al., 2018; de Waal, 2019; Diggles, 2019; Kohda et al., 2019)). Algemene acceptatie door de mens is er niet voor wat betreft het wel of niet bewust kunnen voelen en beleven door deze dieren. Voor vissen groeit de consensus binnen de wetenschap naar een 'wel' (zie literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)).

Vissen

Een deel van de literatuur (zie (Van de Vis et al., 2019)) pleit voor het bestaan van (een primitieve vorm van) biologische structuren die een vorm van bewustzijn zouden kunnen duiden in kaakloze vissen (*Agnatha*), haaien (kraakbeenvissen, *Selachimorpha*), roggen (kraakbeenvissen, *Batoidea*), drakenvissen (kraakbeenvissen, *Chimaeriformes*) en beenvissen (*Teleostei*). Data zijn er (nagenoeg) alleen voor teleosteen (persoonlijke communicatie Wageningen Livestock Research, 2020).

EFSA (EFSA, 2005;2009a; Le Neindre et al., 2017) en de Raad voor Dierenaangelegenheden (RDA, 2018) geven aan dat vissen hoogstwaarschijnlijk tot op zekere hoogte bewuste ervaringen hebben. Hierdoor is het ervaren van pijn en andere gevoelens zoals angst mogelijk en het geobserveerde gedrag past hier ook bij.

Het belangrijkste discussiepunt ligt op het gebied van verwerking en vertaling van signalen naar een pijnsensatie. Volgens Key bezitten vissen niet de juiste biologische structuren (lees hier: hoogontwikkelde hersenen) en prikkelgeleidingssystemen voor vertaling naar pijnsensatie (Key, 2016). Stevens vertaalt deze discussie als volgt: we weten dat vissen pijn kunnen hebben, maar dit betekent niet persé dat vissen bewust de pijn ervaren (Stevens, 2016).

Van de Vis et al. beschrijft dat voor het debat in de literatuur over het al of niet ervaren van pijn bij vissen het ook van belang is te benoemen dat gevoelens bij de mens ook niet alleen via een hoogontwikkeld hersendeel (hersenschors; neocortex) ontstaan. Andere hersenstructuren (sub-corticaal), het perifere zenuwstelsel (buiten hersenen en ruggenmerg) en het enterisch zenuwstelsel (in het spijsverteringsstelsel) lijken een bijdrage te leveren. Gevoelens bij mensen van bijvoorbeeld genoeg na voedselinname, honger en misselijkheid, en mogelijk ook van mentale aandoeningen als depressies verlopen via de hersen-darm-as (Mayer, 2011), hoewel er dan dus wel interactie met de hersenen is. Bij vogels is net als bij vissen geen hoogontwikkelde neocortex aanwezig (Merker, 2016 in (Van de Vis et al., 2019)), maar zij bezitten wel het pallium welke overeenkomstige cel-organisaties laat zien met het zoogdierbrein (Kuenzel, 2014).

Naast beperkte kennis over cognitie en gevoelens/emoties bij vissen is er ook een verschil tussen vissoorten (zie literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)). Het vissoortenrijk is divers en lang niet alle soorten zijn bestudeerd (EFSA, 2009a). Het is dus niet met zekerheid te stellen of en in hoeverre niet onderzochte (consumptie)vissen wel of niet een vorm van dit vermogen tot cognitie en ervaren van gevoelens/emoties bezitten.

Binnen het bestek van deze risicobeoordeling dierenwelzijn volgen we de wetenschappelijke lijn (en wettelijke lijn binnen EU en Nederland; zie Hoofdstuk 3.4.1.4.1 'Wet en regelgeving') die pleit vóór het bestaan van een vorm van bewustzijn bij vissen.

Schaaldieren

Bij schaaldieren kan een vermogen tot bewustzijn en pijnlijke gevoelens noch bevestigd, noch uitgesloten worden. Ze hebben een zenuwstelsel dat is opgebouwd als een ladder (Burmistrov & Shuranova, 2007) met hersenknopen (cerebrale ganglion), maar ze hebben geen hersenen zoals zoogdieren (Van de Vis et al., 2019). Er is bekend dat sommige soorten (krabben, kreeften, garnalen) aversieve reacties (vermijding, wrijven) laten zien na het ontvangen van een onprettige prikkel. In een enkele studie bij garnalen zijn er aanwijzingen dat een dergelijke reactie minder is wanneer lokale verdoving is toegepast (Sneddon, 2014). In de evaluatie van welzijnsrisico's door de WUR heeft Van de Vis et al. krabben en kreeften opgenomen met de aanname dat ze gevoelens kunnen hebben, maar voldoende kennis ontbreekt om met zekerheid een uitspraak daarover te doen (Van de Vis et al., 2019). De EFSA heeft in 2005 geconcludeerd dat tenminste de grootste tienpotige kreeftachtigen (kreeften, krabben, grote garnalen) tot op zekere hoogte bewustzijn hebben en pijn kunnen voelen (EFSA, 2005; Le Neindre et al., 2017). Ondanks de voornoemde onzekerheden neemt BuRO schaaldieren wel op in de risicobeoordeling dierenwelzijn.

Schelpdieren

Voor schelpdieren staat in Van de Vis et al. op basis van de publicatie van Sneddon (2015) dat er bij tweekleppige weekdieren (bijvoorbeeld mosselen en oesters) en buikpotigen (slakken) nociceptie mogelijk is, maar dat de biologische structuren niet duiden op de aanwezigheid van hersenstructuren. Er is van één slakkensoort (*Aplysia*) bekend dat deze zowel nociceptie als een complexe gedragsreactie bezit. Deze slak wordt echter niet door de Nederlandse visserij aangeland (Van de Vis et al., 2019).

Alhoewel inktvissen door hun vermeende inwendige schelp vaak onder de schelpdieren worden geschaard (zie bijvoorbeeld (Voedingscentrum, 2020), zijn het als koppotigen wezenlijk andere dieren dan tweekleppigen en buikpotigen. Er zijn voor inktvissen wel aanwijzingen dat ze een vorm van bewustzijn en (pijn)gevoelens bezitten; ze hebben hersenen die gelijkenissen vertonen met die van gewervelden en ze laten complexe gedragsreacties zien ((EFSA, 2005) en literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)).

Concluderend kan gesteld worden dat er te weinig kennis voorhanden is - met uitzondering van de inktvis - om schelpdieren op te nemen in deze risicobeoordeling dierenwelzijn.

3.4.1.3.2 Behoeften en welzijnsindicatoren

Om te achterhalen wat relevant is voor een dier en zijn welzijn is het van belang te weten wat de biologische- of welzijnsbehoeften van dat dier zijn. Deze bestaan uit zowel fysiologische- als gedragsbehoeften. Jerez-Cepa en Ruiz-Jarabo (2021) benadrukken dat ook voor dieren zoals teleosten (beenvissen), schaaldieren en koppotigen de fysiologie een complementaire indicator is voor het bepalen van het welbevinden.

Van de in deze risicobeoordeling geselecteerde soorten vissen, schaaldieren en schelpdieren is alleen voor de Atlantische zalm een wetenschappelijke lijst bekend met behoeften (EFSA, 2008b; Stien et al., 2013, Noble et al., 2018). Door Stien et al. en Pettersen et al. is een aanzet gedaan om de welzijnsbehoeften te koppelen aan relevante welzijnsindicatoren (Stien et al., 2013; Pettersen et al., 2014) en de praktijk (Folkedal et al., 2016). Door Noble en collega's is deze aanzet uitgebouwd (zie Figuur 3.4.1.1 en 3.4.1.2) waarbij ook praktijkprotocollen voor welzijn zijn meegenomen, zoals die van de Britse 'Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals' (RSPCA) en het Noorse 'Norwegian Veterinary Institute' (NVI) (Noble et al., 2018).

Dergelijke lijsten met behoeften en welzijnsindicatoren kunnen gedeeltelijk bruikbaar zijn voor de andere geselecteerde soorten in deze risicobeoordeling. De lijst is niet uitputtend, maar biedt - in elk geval voor de zalm - zicht op mogelijke gevaren en welzijnsconsequenties. Daarnaast is er een recente publicatie van Li et al. (2021) die laat zien dat voor schaaldieren het voedingsgedrag, beweegpatronen en reproductie de belangrijkste gedragingen zijn die mogelijk ook automatisch gemonitord kunnen worden.

diergerichte welzijns- indicator		behoeften														
		omgeving				gezond- heid			gedrag					resour- ces		
		Respiratie	Osmotische balans	Thermoregulatie	Goede water kwaliteit	Lichaamsverzorging	Hygiëne	Veiligheid en bescherming	Controle over gedrag	Sociaal contact	Rust	Exploratie	Seksueel gedrag	Eten	Voeding	
Groep	Sterfte maat	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	
	Gedrag	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	
	Oppervlakte activiteit					x	x		x			x				
	Eetlust	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	
	Groei	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	
	Schubben of bloed in water	x	x					x	x							
	Ziekte	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	
	Kieuwslag snelheid	x			x			x	x							
Individu	Zeeluis	x	x			x	x	x								
	Kieuw verbleking, kieuw status	x	x				x				x					
	Conditie factor													x	x	
	Vermageringsstaat		x				x							x	x	
	Seksuele volwassenheid stadium		x										x			
	Smoltificatie staat		x													
	Vertebrale misvorming									x		x				
	Vin schade (niet actief)									x		x				
	Vin status		x				x	x								
	Schub verlies en huidconditie		x				x	x								
	Oog schade en status						x	x	x					x	x	
	Misvormd operculum	x														
	Buikorganen						x	x							x	
	Vaccin gerelateerde pathologie													x	x	
	Bl	Cortisol		x					x	x	X		x		x	
		Osmolaliteit		x												
Ionische compositie			x													
Glucose								x						x	x	
	Lactaat							x	x		x					

Figuur 3.4.1.1 Lijst van diergerichte welzijnsindicatoren van de Atlantische zalm en de relatie met welzijnsbehoeften (Noble et al., 2018).

omgevingsgerichte welzijnsindicator		behoefte													
		omgeving				gezondheid				gedrag				bron- nen	
		Respiratie	Osmotische balans	Thermoregulatie	Goede water kwaliteit	Lichaamsverzorging	Hygiëne	Veiligheid en bescherming	Controle over gedrag	Sociaal contact	Rust	Exploratie	Seksueel gedrag	Eten	Voeding
Waterkwaliteit	Temperatuur	x	x	x			x	x							
	Saliniteit	x	x												
	Zuurstof	x	x												
	CO ₂	x			x										
	pH	x	x		x										
	Totale ammoniakstikstof	x			x									x	
	Nitriet en nitraat	x	x		x										
	Turbiditeit en totale gesuspendeerde vaste stoffen	x			x		x								
Systeem en management	Waterstroming snelheid								x		x				
	Verlichting								x	x	x	x		x	
	Bezettingsgraad				x				x	x	x				

Figuur 3.4.1.2 Lijst van omgevingsgerichte welzijnsindicatoren van de Atlantische zalm en de relatie met welzijnsbehoefte (Noble et al., 2018).

3.4.1.3.3 Diergezondheid en dierenwelzijn

Dierenwelzijn en diergezondheid zijn nauw met elkaar verbonden (Duncan, 2005). Op basis van het oprichtingsmandaat was een organisatie als EFSA – en ook NVWA – initieel gericht op voedselveiligheid en daarmee samenhangende aspecten. Het ging bij diergezondheid vooral om aangifteplichtige (besmettelijke) dierziekten. Ten principale heeft diergezondheid te maken met het dier of de dierpopulatie. Waar zoönosen belangrijk zijn voor de volksgezondheid hoeft dit niet persé het geval te zijn voor diergezondheid, want niet alle zoönosen zijn ziekmakend voor het dier. Het dier ervaart dan geen ongerief, terwijl er wel sprake is van ziektelast bij de mens. EFSA en NVWA hebben – al dan niet ingegeven door wetgeving en beleid - in de loop der tijd een bredere horizon ontwikkeld op het gebied van diergezondheid en dierenwelzijn. Voor het beoordelen van risico's voor het dierenwelzijn staat het dier centraal; de diergezondheidsconsequenties waar het dier daadwerkelijk last van heeft (variërend van verwondingen, een verminderde immuunrespons tot sterfte door ziekten) worden beoordeeld op hun risico's voor het dier. Diergezondheid valt daarmee onder de welzijnsimpact zoals beschreven in Hoofdstuk 3.4.1.5 'Methodiek risicobeoordeling dierenwelzijn'.

3.4.1.4 Kader aquacultuur en visserij

3.4.1.4.1 Wet- en regelgeving

Aquacultuur in relatie tot dierenwelzijn

Algemeen

In het verdrag van Lissabon (Treaty of Lisbon amending the Treaty on European Union and the Treaty establishing the European Community, signed at Lisbon, 13 December 2007. Document 12007L/TXT) worden dieren – dus inclusief vissen - aangeduid als 'sentient beings' ofwel voelende wezens. Voor de aquacultuur gold ten tijde van deze risicobeoordeling beoordeling de Aquacultuurrichtlijn 2006/88/EG, waarin de vergunningplicht voor aquacultuurproductiebedrijven en -verwerkingsbedrijven is opgenomen. Richtlijn 2006/88/EG betreffende veterinairerechtelijke voorschriften voor aquacultuur dieren en de producten daarvan en betreffende de preventie en bestrijding van bepaalde ziekten bij waterdieren. Ook wel: Aquacultuurrichtlijn (document 32006L0088). Deze risicobeoordeling gaat uit van de toen geldende wet- en regelgeving. In deze onderbouwing wordt nog aan de oude regelgeving gerefereerd. Zie voor de (wetgeving van) de visziekten die vanaf 2021 gelden; [vivv012021](#); [Import Veterinair Online](#) (website NVWA). Verordening (EG) nr. 1251/2008 was de uitvoeringsverordening van de aquacultuurrichtlijn. Verordening (EG) nr. 1251/2008 ter uitvoering van Richtlijn 2006/88/EG van de Raad wat betreft de voorwaarden en certificeringsvoorschriften voor het in de handel brengen en de invoer in de Gemeenschap van aquacultuurdieren en producten daarvan en tot vaststelling van een lijst van vectorsoorten (Document 32008R1251). Deze richtlijn en verordening zijn in april 2021 ingetrokken door het volledig in werking treden van de Europese diergezondheidswet ("Animal Health Law" of AHL). Verordening (EU) nr. 2016/429 van het Europees Parlement en de Raad van 9 maart 2016 betreffende overdraagbare dierziekten en tot wijziging en intrekking van bepaalde handelingen op het gebied van diergezondheid („diergezondheidswetgeving"). Document 32016R0429. Deze verordening voorziet niet in regels voor dierenwelzijn, hoewel zij wel erkent dat gezondheid en welzijn met elkaar verbonden zijn. Tijdens het overwegen van de impact van ziekten en maatregelen ertegen moet er dan ook universeel rekening worden gehouden met het dierenwelzijn. Het stelsel van vergunningverlening wordt middels de AHL gehandhaafd.

Het [Europese Gemeenschappelijke Visserijbeleid](#) (GVB) is, naast een regeling voor het beheer van Europese vissersvloten en behoud van visbestanden (zie verderop in deze paragraaf onder 'visserij en dierenwelzijn'), ook van belang voor de aquacultuur. Het GVB moet ervoor zorgen dat zowel de visserij als de aquacultuur ecologisch, economisch en sociaal duurzaam zijn. Via strategische richtsnoeren zijn gemeenschappelijke doelen en prioriteiten in de Europese aquacultuur vastgesteld. (Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de regio's Strategische richtsnoeren voor de duurzame ontwikkeling van de aquacultuur in de EU. Document 52013DC0229). De prioriteiten zijn als volgt:

- "Administratieve lasten verlichten;
- Beter toegang geven tot ruimte en water;
- Concurrentievermogen stimuleren;
- Concurrentievoordelen door hoge kwaliteit en gezondheids- en milieunormen beter benutten".

In alle Europese lidstaten moet een Nationaal Strategisch Plan Aquacultuur (NSPA (Bijlage bij Kamerstuk 32201, nr.75) en Nieuwe Commissievoorstellen en initiatieven van de lidstaten van de Europese Unie (Kamerstuk 22 112, nr. 3217) zijn opgesteld met daarin een meerjarenvisie over duurzame ontwikkeling van de aquacultuur (het huidige plan loopt van 2021-2027). Volgens dit plan is het voor de Nederlandse situatie met een relatief kleine aquacultuursector van belang om zicht te houden op de economische waarde van deze sector. Het meerjarenplan omvat dat door middel van innovatie stijging van de productiewaarde en een vergroting van de productie-evolutie bewerkstelligd zal worden; kennis over dierenwelzijn wordt als kans voor vermarkting gezien.

Recent heeft Giménez-Candela et al. (2020) uiteengezet wat de reikwijdte is van Europese regelgeving rondom gekweekte vis. Zij pleiten ervoor de vissen in Europees verband een wettelijke beschermingsstatus te verlenen die aan hun behoeften voldoet en in de praktijk effectief is.

Houderij

De EU-Richtlijn 98/58/EG (Richtlijn 98/58/EG inzake de bescherming van voor landbouwdoeleinden gehouden dieren (Document 31998L0058)) en Verordening (EU) nr. 2016/429 bevatten voorschriften voor het houden van onder andere vissen, schaal- en schelpdieren en de handel in deze dieren of producten ervan. Volgens EU richtlijn 98/58 moeten lidstaten ervoor zorgen dat de eigenaren of houders alle passende maatregelen nemen om het welzijn van de dieren onder hun zorg te verzekeren en te waarborgen dat deze dieren niet onnodig aan pijn en leed worden blootgesteld en dat hen geen onnodig letsel wordt toegebracht. De bijlage van deze Richtlijn 98/58/EG, waarin voorwaarden zijn opgenomen voor het fokken en houden van dieren, geldt niet voor vissen.

Verordening (EU) nr. 2016/429 betreft het voorkomen en bestrijden van dierziekten en raakt daarmee het thema dierenwelzijn. Het omvat het in de handel brengen, de invoer en de doorvoer van aquacultuurdieren en de producten ervan.

Voor biologische productie geldt Verordening (EU) nr. 2018/848 (inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 834/2007 van de Raad (Document 32018R0848)), waarin onder andere de doelstelling is opgenomen om bij te dragen aan hoge normen voor dierenwelzijn en in het bijzonder aan het voldoen aan de soortspecifieke gedragsbehoeften van dieren. Voor aquacultuurdieren zijn er huisvestingseisen omtrent voeding, ontwerp van installaties, bezettingsgraad en waterkwaliteit, zodat aan fysiologische- en gedragsbehoeften voldaan wordt. Houders van dieren moeten beschikken over de nodige basiskennis en -vaardigheden van gezondheid en welzijn van de dieren en ze moeten een passende opleiding hebben gevolgd.

De Europese regels voor dierenwelzijn zijn in Nederland geïmplementeerd in de [Wet dieren](#) (houdende een integraal kader voor regels over gehouden dieren en daaraan gerelateerde onderwerpen), Besluit houders van dieren (IDnr. BWBR0035217) en Regeling houders van dieren (houdende regels met betrekking tot het houden van dieren. (IDnr. BWBR0035217)). De intrinsieke waarde van dieren wordt in de nationale wetgeving erkend, waarbij "onder erkenning van de intrinsieke waarde [...] wordt verstaan erkenning van de eigen waarde van dieren, zijnde wezens met gevoel. Bij het stellen van regels bij of krachtens deze wet wordt ten volle rekening gehouden met de gevolgen die deze regels of besluiten hebben voor deze intrinsieke waarde van het dier, onverminderd andere gerechtvaardigde belangen. Daarbij wordt er in elk geval in voorzien dat de inbreuk op de integriteit of het welzijn van dieren, verder dan redelijkerwijs noodzakelijk, wordt voorkomen en dat de zorg die de dieren redelijkerwijs behoeven is verzekerd" (Wet dieren, artikel 1.3, lid 2).

Vervolgens wordt voor die zorg die dieren behoeven, verwezen naar de vijf vrijheden gebaseerd op de bevindingen van het Brambell Comité (zie Hoofdstuk 3.4.1.3 'Dierenwelzijn').

De Algemene zorgplicht zoals benoemd in de Wet dieren (artikel 1.4) gaat over een andere type zorg en is nog niet in werking getreden. Die Algemene zorgplicht voor gehouden dieren ziet erop "dat een ieder, of hij nu houder, handelaar, vervoerder, fabrikant van voeders of geneesmiddelen, of dierenarts is, zich bij zijn doen en laten rekenschap geeft van zijn eigen verantwoordelijkheid voor dieren en van de eigen, zelfstandige waarde van het dier, en om altijd vanuit dit bewustzijn te handelen". Een integraal kader voor regels over gehouden dieren en daaraan gerelateerde onderwerpen (Wet dieren). (Memorie van toelichting. Kamerstuk 31389 nr. 3).

De reikwijdte van de Wet dieren is, voor zover niet anders bepaald, de door mensen gehouden dieren (dus alle dieren die gehouden mogen worden). Er geldt dat moet worden voldaan aan de algemene regels omtrent de omgang met - en het houden van dieren en de bijzondere regels neergelegd in het Besluit houders van dieren of Europese regelgeving. Dierenmishandeling, het zonder redelijk doel of overschrijding daarvan bij een dier pijn of letsel te veroorzaken, geldt voor alle dieren, dus ook niet gehouden dieren.

Een verscheidenheid aan vissoorten (waaronder de hier beoordeelde soorten Afrikaanse meerval, Nijltilapia, en aal (paling), maar niet de pangasius) alsmede schaaldieren (waaronder Europese zeekeeft waarbinnen de Noordzeekreeft valt, en Noordzeekrab) en schelpdiersoorten (waaronder de gewone mossel, gewone oester, de kokkel, en het zaagje) zijn opgenomen in de lijst met dieren die in Nederland gehouden mogen worden voor productie (Besluit houders van dieren). Er zijn echter geen specifieke welzijnsregels voor het houden van vissen, schaal- en schelpdieren opgesteld.

Diergezondheid en diergeneesmiddelen

In de EU diergezondheidswet (AHL), (Regeling aquacultuur (IDnr. BWBR0024256) staat (punt 55) dat dierenartsen "door de betrokken exploitant op de hoogte [dienen] te worden gesteld van abnormale sterftegevallen, andere ernstige ziekteproblemen of een sterk verlaagde productie met onbekende oorzaak." Ook de verantwoordelijkheden van dierenartsen en gezondheidswerkers voor waterdieren zijn in de AHL beschreven (afdeling 2, artikel 12). Daarnaast stond in de Regeling aquacultuur (IDnr. BWBR0024256), (artikel 2.1.5) dat een vergunninghoudend aquacultuurproductiebedrijf goede hygiënische methoden toepast om de insleep en verspreiding van ziekte te voorkomen en een programma voor de bewaking van de diergezondheid van weekdieren (waaronder tweekleppigen, slakken en inktvissen) toepast; "een op het productietype afgestemd op risico's gebaseerd programma". In de Aquacultuurrichtlijn (artikel 10) stond beschreven dat dit programma als doel heeft het volgende op te sporen:

- a. "een eventuele toegenomen sterfte in alle kwekerijen en kweekgebieden van weekdieren, naar gelang van het productietype, en
- b. de in bijlage IV, deel II, vermelde ziekten in kwekerijen en kweekgebieden van weekdieren waar voor deze ziekten gevoelige soorten aanwezig zijn."

Er is dus een passieve monitoring van sterfte en een actieve monitoring van vastgestelde ziekten onder weekdieren. Voor de aquacultuur is het volgens de Regeling houders van dieren niet verplicht om een bedrijfsbehandelplan en een bedrijfsgezondheidsplan op te stellen, zoals deze er wel moet zijn voor landbouwhuisdieren (zie voor meer informatie over de inhoud ervan onder '*Bedrijfsbehandelplan en bedrijfsgezondheidsplan landbouwhuisdieren*'). In de aquacultuur is een volledige registratie dan ook onzeker voor wat betreft voorkomende ziekten inclusief aantallen dieren en het gebruik van diergeneesmiddelen (zie onder '*Diergeneesmiddelen in de aquacultuur*').

Meer achtergrond informatie over het Bedrijfsbehandelplan en bedrijfsgezondheidsplan landbouwhuisdieren

Het bedrijfsbehandelplan en het bedrijfsgezondheidsplan moeten voor dieren die gehouden worden voor de productie van vlees, eieren of melk in samenspraak met de bedrijfsdierenarts worden opgesteld. Het gaat dan om een vastgesteld aantal kippen en kalkoenen, runderen, kalveren, varkens of konijnen. Het bedrijfsbehandelplan omvat de vaker voorkomende ziekten en aandoeningen op het bedrijf en het benoemt welke diergeneesmiddelen op voorraad mogen zijn (RVO, 2020). In de Regeling diergeneeskundigen (IDnr. BWBR0035238) staat exact omschreven wat de plannen behelzen. Voor het bedrijfsbehandelplan geldt dat het altijd moet omvatten (artikel 5.17):

- a. "de naam van de dierenarts die het plan heeft opgesteld en het nummer waaronder hij is opgenomen in het register, bedoeld in artikel 4.3, eerste lid, van de wet;
- b. de naam van de houder voor wie het plan wordt opgesteld;

- c. het UBN, bedoeld in artikel 3, eerste lid, van de Regeling identificatie en registratie van dieren, van de houder;
- d. de datum van opstellen van het plan;
- e. een overzicht dat specifiek is voor een bedrijf, waarin aandoeningen en ziektes zijn opgenomen die voorkomen of waarvan het aannemelijk is dat deze voor kunnen komen bij de dieren en waarbij is weergegeven op welke wijze de aandoeningen en ziektes worden behandeld."

En daarnaast zijn er nog aanvullende eisen specifiek voor kippen en kalkoenen, runderen, kalveren of varkens. Bij runderen bijvoorbeeld moet per behandeling van een ziekte of aandoening ook het navolgende beschreven zijn (5.19):

- a. "naam en registratienummer van het diergeneesmiddel;
- b. dosering;
- c. toedieningswijze;
- d. toedieningsfrequentie;
- e. behandelduur;
- f. wachttijden."

In het bedrijfsgezondheidsplan staat de gezondheidssituatie en het medicijngebruik op het bedrijf, een overzicht van maatregelen om de situatie te verbeteren, en er staat in beschreven wat er in bijzondere situaties moet gebeuren (bijvoorbeeld vervangend dierenartsenpraktijk) (RVO, 2020). In de Regeling diergeneeskundigen staat dat het bedrijfsgezondheidsplan bevat (artikel 5.14):

- a. "de naam van de dierenarts die het plan heeft opgesteld en het nummer waaronder hij is opgenomen in het register, bedoeld in artikel 4.3, eerste lid, van de wet;
- b. de naam van de houder voor wie het plan wordt opgesteld;
- c. het UBN, bedoeld in artikel 3, eerste lid, van de Regeling identificatie en registratie van dieren, van de houder;
- d. de datum van opstellen van het plan;
- e. de diersoort en diercategorie;
- f. een analyse van de diergezondheidssituatie van de dieren en de inzet van diergeneesmiddelen bij deze dieren;
- g. een overzicht van maatregelen die worden getroffen ter verbetering van de diergezondheidssituatie van de dieren, waaronder in ieder geval maatregelen gericht op vermindering van de toepassing van antimicrobiële middelen bij de dieren, aan welke maatregelen een uitvoeringstermijn wordt verbonden."

Voor het bedrijfsgezondheidsplan gelden aanvullende eisen voor kippen en kalkoenen, en kalveren. Voor bijvoorbeeld kalveren is dit het volgende (artikel 5.16):

"Indien het bedrijfsgezondheidsplan wordt opgesteld voor een houder van kalveren, omvat de analyse, bedoeld in artikel 5.14, onderdeel f, ten minste de volgende onderdelen:

- a. verteringsproblemen;
- b. luchtwegaandoeningen;
- c. uitval."

Diergeneesmiddelen in de aquacultuur

De beschikbaarheid van geregistreerde diergeneesmiddelen inclusief vaccins is voor vissen beperkt (Palić et al, 2017 in (Van de Vis et al., 2019)). De farmacologische eigenschappen, veiligheid en effectiviteit van bijvoorbeeld middelen voor lokale verdoving zijn voor vissen nog onvoldoende in beeld (Chatigny et al., 2017). In Nederland is slechts 1 diergeneesmiddel voor de aquacultuur geregistreerd op basis van een centrale Europese registratieprocedure. Dit betreft Clynav: Registratie in gehele EU en NL: *For the active immunisation of Atlantic salmon to reduce impaired daily weight gain, and reduce mortality, and cardiac, pancreatic and skeletal muscle lesions caused by pancreas disease following infection with salmonid alphavirus subtype*

3 (SAV3). In geheel Europa zijn ruim 300 commerciële producten (diergeneesmiddelen) als individuele registraties per middel/per land toegelaten (via Agentschap College ter beoordeling van geneesmiddelen (aCBG)-Bureau Diergeneesmiddelen). Deze producten zijn via de Cascaderegeling (Hoofdstuk 5.2. Besluit diergeneeskundigen (IDnr. BWBR0035091) beschikbaar voor gebruik dit betekent dat het diergeneesmiddel voor een andere diersoort geregistreerd staat); door een gebrek aan geregistreerde stoffen in de aquacultuur zullen middelen via deze regeling ingezet worden. In de praktijk bevatten de diverse commerciële producten slechts een beperkt aantal unieke werkzame stoffen (zie tabel 3.4.1.1).

Tabel 3.4.1.1 Actieve ingrediënten van geregistreerde diergeneesmiddelen ten behoeve van de aquacultuur toegelaten in minimaal één Europees land.

antibiotica	vaccins viraal	vaccins bacterieel	antiparasitica
Amoxicilline	Infectieus pancreas necrosis virus	Aeromonas	Emamectin benzoaat
Chloortetracycline	Betanodavirus	Listonella (vibrio)	Formaldehyde
Oxytetracycline	Red spotted grouper nerve necrosis virus	Photobacterium	Deltamethrin
Enrofloxacin	Salmon pancreas disease virus (SAV)	Versinea ruckeri	Bronopol
Flumequine		Streptococcus parauberis	Teflubuzaron
Oxolonic acid		Lactococcus graviae	Hydrogen peroxide
Florfenicol			Azamethiphos
Sulfa			

Bron tabel 3.4.1.1: lijst met geregistreerde VMP's (Veterinary Medicinal Products (diergeneesmiddelen)) in Europa, in de online Diergeneesmiddeleninformatiebank van het aCBG-Bureau Diergeneesmiddelen (geraadpleegd op 17-6-2019).

Via de Europese aquacultuurrichtlijn 2006/88 en uitgewerkt in de Regeling aquacultuur (IDnr. BWBR0024256) (artikel 2.1.5), waren er regels omtrent het tegengaan van ziekten in de aquacultuur; bij vissen, schaaldieren, schelp- en weekdieren. De richtlijn gold niet voor wildgevangen waterdieren die rechtstreeks bestemd zijn voor de voedselketen. Onder deze uitsluiting vallen de voor consumptie gevangen schaaldieren als Noordzeekreeft en Noordzeekrab die gehouden worden tot aan verkoop aan horeca of consument. In Richtlijn (2006/88/EG) stond dat lidstaten moeten toezien op registratie van sterfte van vissen en weekdieren tijdens kweek, primair met als doel tijdig ziekten te herkennen en eventuele ongewilde verspreiding van ziekten over landsgrenzen heen te voorkomen.

De aangifteplichtige ziekten genoemd in de voormalige aquacultuurrichtlijn (Bijlage IV deel II) komen ook terug op de uitgebreidere lijst van de OIE (World Organization for Animal Health) (tabel 3.4.1.4). De aangifteplichtige ziekten voor de schelpdieren zijn in deze risicobeoordeling dierenwelzijn buiten beschouwing gelaten, omdat er te weinig kennis voorhanden is over in hoeverre het welzijn van deze dieren aangetast kan worden (zie Hoofdstuk 3.4.1.3.1. 'Bewustzijn en gevoel bij schelpdieren').

Tabel 3.4.1.2 Dierziekten die vermeld staan op de OIE lijst van aangifteplichtige ziekten bij vissen en schaaldieren (exclusief schelpdieren); beperkt tot de ziekten die voorkomen bij de hier beoordeelde soorten (OIE, 2020) (zie voor volledige lijst tabel 3.4.1.3 en 3.4.1.4).

dierziekten OIE lijst	aangedane soort	aangifteplicht aquacultuurrichtlijn
Infectieuze zalmanemie virus (ISA) met HPR-deletie of HPRO	Atlantische zalm	x
Infectieuze hematopoïetische necrose (IHN)	zalmachtigen waaronder Atlantische zalm en forel	x
Salmonid alphavirus (SAV)	Atlantische Zalm en regenboogforel	-
Wittevlekkensyndroom virus (WSSV)	veel schaaldieren waaronder garnalen	x

Tabel 3.4.1.3 OIE lijst van aangifteplichtige ziekten bij vissen (OIE, 2020).

dierziekten OIE lijst	aangedane soort	aangifteplicht aquacultuurrichtlijn	relevant voor hier beoordeelde soorten
Waterschimmel: <i>Aphanomyces invadans</i> of Epizoötisch Ulceratief Syndroom (EUS)	veel vissoorten	x	-
Epizoötisch hematopoïetische necrose (EHN)	regenboogforel	x	-
Platworm: <i>Gyrodactylus salaris</i>	vijvervissen zoals Koi-karper*	-	-
Infectieuze zalmanemie virus (ISA) met HPR-deletie of HPRO	Atlantische zalm	x	x
Infectieuze hematopoïetische necrose (IHN)	zalmachtigen waaronder Atlantische zalm en forel	x	x
Koi herpes virus (KHV)	Koi-karper (in Nederland gekweekt als siervis, niet als consumptievis)	x	
Rode zeebaars iridovirus (RSIVD)	rode zeebaars	-	-
Salmonid alphavirus (SAV)	Atlantische Zalm en regenboogforel	-	x

dierziekten OIE lijst	aangedane soort	aangifteplicht aquacultuurrichtlijn	relevant voor hier beoordeelde soorten
Voorjaarsviraemie (SVC)	karperachtigen	x	-
Virale hemorrhagische septikemie (VHSV)	veel zoetwatervissen waaronder regenboogforel en de zoutwatervis tarbot	x	-

Tabel 3.4.1.4 OIE lijst van aangifteplichtige ziekten bij schaaldieren (exclusief schelpdieren) (OIE, 2020).

dierziekten OIE lijst	aangedane soort	aangifteplicht aquacultuurrichtlijn	relevant voor hier beoordeelde soorten
Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND)	garnalen	-	-
Waterschimmel: <i>Aphanomyces astaci</i> (rivierkreeften pest)	rivierkreeften	-	-
<i>Hepatobacter penaei</i> (necrotiserende hepatopancreatitis)	garnalen	-	-
Infectieuze hypodermale en hematopoïetische necrose virus (IHHN)	garnalen	-	-
Infectious myonecrosis virus (IMNV)	garnalen	-	-
Macrobrachium rosenbergii nodavirus (MrNV) (white tail disease WTD)	zoetwatergarnaal	-	-
Taura syndrome virus (TSV)	garnalen	x	-
Wittevlekkensyndroom virus (WSSV)	veel schaaldieren waaronder garnalen	x	x
Yellow head virus genotype 1 (YHV1)	garnalen	x	-

Transport

De Richtlijnen 98/58/EG en 2006/88 kennen voorschriften voor de handel van vissen, schaal- en schelpdieren en of producten ervan. In de Aquacultuurrichtlijn (2006/88/EG) staat dat lidstaten moeten toezien op registratie van sterfte van vissen, schaal- en weekdieren tijdens transport. De

uitwerking in de Regeling aquacultuur **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.** (artikel 2.3) geeft aan dat vervoerders van aquacultuurdieren een register bij moeten houden met daarin de volgende gegevens:

- a. "De mortaliteit tijdens het vervoer, voor zover dit voor het soort vervoer en de vervoerde soorten in de praktijk mogelijk is,
- b. Naam en adres van de door het vervoermiddel bezochte kwekerijen, kweekgebieden voor weekdieren en aquacultuurverwerkingsbedrijven, en
- c. Gegevens ten aanzien van waterverversing tijdens het vervoer, met name de herkomst van nieuw water en de plaats van lozing van gebruikt water."

Daarnaast moet de vervoerder zodanige beschermingsmaatregelen nemen dat:

- a. "De gezondheidsstatus van de aquacultuurdieren gedurende het vervoer van die dieren niet wijzigt;
- b. Het risico van verspreiding van de in bijlage IV, deel II, vermelde ziekten afneemt, en
- c. De gezondheidsstatus van aquacultuurdieren op de plaats van bestemming of op de doorvoerplaatsen, niet in gevaar wordt gebracht."

En verder: "Het verversen van water tijdens het vervoer van aquacultuurdieren geschiedt op zodanige wijze dat de gezondheidsstatus van de vervoerde aquacultuurdieren, van de waterdieren op de plaats waar water wordt ververst en van de waterdieren op de plaats van bestemming, niet in gevaar wordt gebracht."

Het vervoer van levende vissen voor commerciële doeleinden is ook opgenomen in de transportverordening (1/2005) voor levende gewervelde dieren onder de algemene bepalingen, maar zonder specifieke eisen. Verordening (EG) nr. 1/2005 van de Raad van 22 december 2004 inzake de bescherming van dieren tijdens het vervoer en daarmee samenhangende activiteiten en tot wijziging van de Richtlijnen 64/432/EEG en 93/119/EG en van Verordening (EG) nr. 1255/97. (Document 32005R0001). Schaal- en schelpdieren zijn hierin dus niet opgenomen. Een certificaat van bekwaamheid voor chauffeurs, een logboek en navigatiesysteem zijn niet benodigd in tegenstelling tot transport van bijvoorbeeld varkens.

Voor biologische productie staat in Verordening (EU) nr. 2018/848 dat het welzijn van aquacultuurdieren tijdens transport gewaarborgd moet zijn. Bij transport van dieren moeten betrokken personen beschikken over de nodige basiskennis en -vaardigheden van gezondheid en welzijn van de dieren en ze moeten een passende opleiding hebben gevolgd.

Slachten

Onder de Europese Verordening (EG) nr. 1099/2009 van de Raad van 24 september 2009 inzake de bescherming van dieren bij het doden (Document 32009R1099). vallen alle dieren (artikel 1.1) "die gefokt of gehouden worden voor de productie van levensmiddelen, wol, huiden, pelzen of andere producten, voor het doden van dieren met het oog op ruiming en voor daarmee verband houdende activiteiten." Waarbij onder 'dier' wordt verstaan "elk gewerveld dier, met uitzondering van amfibieën en reptielen". Schaal- en schelpdieren zijn ongewerveld en vallen dus niet onder deze verordening.

Voor vissen geldt uitsluitend één algemeen voorschrift (artikel 3.1): "Bij het doden van dieren en daarmee verband houdende activiteiten wordt ervoor gezorgd dat de dieren elke vermijdbare vorm van pijn, spanning of lijden wordt bespaard."

In deze verordening zijn geen specifieke eisen voor het doden en slachten van gehouden vissen opgenomen (de bijlagen gelden niet).

Op 6 maart 2018 is opnieuw besloten om geen extra EU-regels voor vissen op te stellen, omdat op vrijwillige basis ontwikkelingen gaande zijn. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de ontwikkeling van duurzame vangst- en verdovingstechnieken. Daarbij wordt gesteld dat eventueel benodigde extra maatregelen het best op lidstaatniveau genomen kunnen worden (Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the possibility of introducing certain requirements regarding the protection of fish at the time of killing (Text with

EEA relevance) COM/2018/087 final (Document 52018DC0087)). Specifiek voor aal (paling) is in Nederland sinds 1 juli 2018 in de Regeling houders van dieren (artikel 5.9) vastgelegd dat deze elektrisch moet worden bedwemd (volgens methoden beschreven in artikel 5.10-5.11) alvorens te worden gedood. "De toestand van bewusteloosheid en gevoelloosheid ten gevolge van de bedwelmings moet worden aangehouden totdat het dodingsproces voltooid is."

Voor biologische productie staat in Verordening (EU) nr. 2018/848 dat aquacultuurdieren voor het slachten direct bewusteloos en ongevoelig voor pijn gemaakt moeten zijn. Hoe dit gedaan wordt staat niet voorgeschreven. Bij slachting van dieren betrokken personen moeten beschikken over de nodige basiskennis en -vaardigheden van gezondheid en welzijn van de dieren en ze moeten een passende opleiding hebben gevolgd.

Overigens is in de Europese Richtlijn 2010/63/EU van het Europees Parlement en de Raad van 22 september 2010 betreffende de bescherming van dieren die voor wetenschappelijke doeleinden worden gebruikt (Document 32010L0063) – geïmplementeerd in de Wet op de dierproeven (IDnr. BWBR0003081, artikel 1b en 13 - opgenomen dat gewervelden zoals vissen en ook inktvissen die gebruikt worden voor onderzoek indien mogelijk onder verdoving worden gebracht voor experimentele procedures en dat ze op humane wijze gedood moeten worden. Dit om pijn, lijden, distress en langdurige (weefsel)schade te minimaliseren (O'Brien et al., 2018).

Visserij en dierenwelzijn

Algemeen

Voor visserij is er een uitgebreid Europese wet- en regelgevingskader en een Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB). EU-beleid is met name gebaseerd op bestandsbeheer voor bedreigde populaties om overbevissing te voorkomen en schade aan natuur en bodem en dergelijke te voorkomen, dus in het kader van duurzame visserij. Ook al is het niet het doel, door vangsten te beperken beperkt het GVB als het ware een negatieve impact op het welzijn van dieren die anders onderdeel van de vangst zouden zijn geweest. De GVB reguleert het beheer van Europese vissersvloeden en duurzame behoud van visbestanden; het "moet ervoor zorgen dat zowel de visserij als de aquacultuur ecologisch, economisch en sociaal duurzaam zijn en een bron van gezond voedsel voor de burgers van de EU vormen. Daarnaast moet het een dynamische visserijsector bevorderen en een goede levensstandaard voor de visserijgemeenschappen waarborgen".

GVB is onder meer geïmplementeerd in de Visserijwet 1963 (IDnr. BWBR0002416). Onder de Visserijwet en regelgeving voor de binnenvisserij en zee- en kustvisserij vallen ook de schaal- en schelpdieren. Relatie dierenwelzijn tenminste voor: Reglement voor de binnenvisserij 1985, (IDnr. BWBR0009027); Reglement minimummaten en gesloten tijden 1985, (IDnr. BWBR0003805); Reglement zee- en kustvisserij 1977, (IDnr. BWBR0003144); Uitvoeringsregeling zeevisserij, (IDnr. BWBR0030288). Voor palingvisserij (wildvangst) is er – op grond van Verordening (EG) nr. 1100/2007 van de Raad van 18 september 2007 tot vaststelling van maatregelen voor het herstel van het bestand van Europese aal. (Document 32007R1100.) - een aalbeheerplan opgesteld, Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 15 september 2009, nr. 1646, houdende wijziging van de Uitvoeringsregeling visserij ter uitvoering van het Nederlandse aalbeheerplan (Staatscourant 2009, 13978).

Vangen

De nieuwe Europese Verordening (EU) nr. 2019/1241 betreft "de instandhouding van visbestanden en de bescherming van mariene ecosystemen door middel van technische maatregelen". (Verordening (EU) 2019/1241 van het Europees Parlement en de Raad van 20 juni 2019 betreffende de instandhouding van visbestanden en de bescherming van mariene ecosystemen door middel van technische maatregelen, tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1967/2006 en (EG) nr. 1224/2009 van de Raad en de Verordeningen (EU) nrs 1380/2013, (EU) 2016/1139, (EU) 2018/973, (EU) 2019/472 en (EU) 2019/1022 van het Europees

Parlement en de Raad, en tot intrekking van de Verordeningen (EG) nrs. 894/97, (EG) 850/98, (EG) 2549/2000, (EG) 254/2002, (EG) nr. 812/2004 en (EG) nr. 2187/2005 van de Raad. (Document 32019R1241).

Deze verordening is ingesteld omdat uit een evaluatie bleek dat de doelstellingen van het GVB waarschijnlijk niet gehaald zouden worden en dat daarom de doeltreffendheid van de technische maatregelen vergroot moet worden met aandacht voor de beheersstructuur (Verordening (EU) nr. 2019/1241, punt 2). Technische maatregelen zijn in deze "instrumenten ter ondersteuning van de uitvoering van het GVB. Te denken valt aan onder andere verboden vistuig en verboden toepassingen (Hoofdstuk II, Afdeling 1, artikel 7.1).

Meer informatie over Verordening (EU) nr. 2019/1241, punt 2 Hoofdstuk II, Afdeling 1, artikel 7.1; verboden vistuig en verboden toepassingen.

Het is verboden "mariene soorten te vangen of te oogsten met de volgende methoden:

- a. giftige, verdovende of bijtende stoffen;
- b. elektrische stroom, behalve voor elektrische pulskorren, waarvan het gebruik enkel overeenkomstig de specifieke; bepalingen van bijlage V, deel D, wordt toegestaan;
- c. explosieven;
- d. pneumatische hamers of andere klopwerktuigen;
- e. gesleepte voorzieningen voor het oogsten van rode koraal, andere soorten koraal en koraalachtigen;
- f. andreaskruisen en soortgelijke grijpers voor het oogsten van met name rode koraal, andere soorten koraal en koraal-achtigen;
- g. projectielen, met uitzondering van de projectielen die worden gebruikt voor het doden van gekooide of in tonnara's gevangen tonijn en de draagbare harpoenen en harpoengeweren die tussen zonsopgang en zonsondergang zonder aqualong worden gebruikt in de recreatievisserij."

Maar er valt ook te denken aan technische maatregelen omtrent motorvermogen van vaartuigen, en maaswijdten van kuilen om niet-selectieve visserij te voorkomen.

In de EU is op 13 februari 2019 een politiek akkoord gesloten over de nieuwe Verordening Technische Maatregelen (Herziening van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, Kamerstuk 32201 nr. 93). Hierin is overeengekomen dat de pulsvisserij (dus de hele botenvloot bestaande uit vaartuigen die gebruik maken van pulstuig zoals de pulskor en de pulsling) verboden zou worden. Op 16 april 2019 heeft het Europees Parlement daadwerkelijk het pulsverbodbesluit genomen (Herziening van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, Kamerstuk 32201 nr. 110) dat is opgenomen in Verordening (EU) nr. 2019/1241 (Bijlage V, Deel D, 1).

Meer informatie over Verordening (EU) nr. 2019/1241 (Bijlage V, Deel D, 1):

"Vissen met een elektrische pulskor is vanaf 1 juli 2021 verboden in alle Uniewateren". Er geldt een overgangsperiode die afloopt op 30 juni 2021 waarbij onder voorwaarden toch met de pulskor gevestigd kan worden (Verordening (EU) nr. 2019/1241, Bijlage V, Deel D, 2):

- a. "Per lidstaat vist ten hoogste 5% van de boomkottervloot met de boomkor met elektrische stroom;
- b. de maximale elektrische stroom in kW bedraagt voor elke boomkor niet meer dan de lengte in meter van de boomkor vermenigvuldigd met 1,25;
- c. het werkelijke voltage tussen de elektroden bedraagt ten hoogste 15V;
- d. het vaartuig is uitgerust met een automatisch computergestuurd beheerssysteem dat de maximale stroom per boom en het werkelijke voltage tussen de elektroden van ten minste de laatste honderd trekken registreert. Niet-bevoegde personen kunnen dit automatische computergestuurde beheerssysteem niet wijzigen;
- e. het is verboden om vóór de klossenpees een of meer kietelaars („tickler chains“) te bevestigen."

Na de overgangperiode blijft onderzoek naar de pulsvisserij mogelijk, ook met een zeer beperkt aantal commerciële vaartuigen.

Voor Nederland zag het er in 2019 als volgt uit met drie groepen pulsvisserij (Herziening van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, Kamerstuk 32201 nr. 93), (Herziening van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, Kamerstuk 32201 nr. 110) en Aangangsels Handelingen II 2017/18, nr. 1233)

Maatregelen:

- Groep 1: 5% van de kottervloot mag pulsvisserij (op grond van Verordening (EG) nr. 850/98 van de Raad van 30 maart 1998 voor de instandhouding van de visbestanden via technische maatregelen voor de bescherming van jonge exemplaren van mariene organismen (Document 31998R0850). Niet langer geldig, opgeheven door Vo. 2019/1241, (Document 32019R1241)., artikel 31 bis, deze Vo. is inmiddels opgeheven op basis van Vo. 2019/1241).
- Groep 2: 20 vaartuigen, gebaseerd op deelname aan wetenschappelijk onderzoek (was ook op grond van de oude Verordening (EG) nr. 850/98, artikel 43).
- Groep 3: 37 vaartuigen, gebaseerd op deelname aan onderzoek naar de implementatie van de aanlandplicht (Verordening (EU) nr. 1380/2013, artikel 14).

Groep 1 mag gedurende de transitieperiode tot 1 juli 2021 blijven pulsvisserij. Groep 2 mocht tot 31 december 2019 blijven pulsvisserij (verlenging door Minister Schouten). Groep 3 moest stoppen met pulsvisserij per 1 juni 2019 (of einddatum in pulstoestemming). Verder is in artikel 25 bepaald dat de in deze Vo. 2019/1241 "vastgestelde technische maatregelen niet van toepassing zijn op visserijactiviteiten die worden uitgevoerd ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek, mits:

[...]

- f. indien het elektrische pulskorren betreft, vaartuigen die wetenschappelijk onderzoek uitvoeren een specifiek wetenschappelijk protocol volgen in het kader van een plan voor wetenschappelijk onderzoek dat door de ICES of het WTECV is geëvalueerd of gevalideerd, evenals een monitoring- controle- en evaluatiesysteem."

Er is op 9 oktober 2019 op grond van artikel 263 Verdragen van de EU (VWEU) door het Ministerie van LNV een verzoekschrift ingediend bij het Hof van Justitie van de EU om het pulsverbod nietig te verklaren.

Verder zijn de resultaten van het meerjarige pulsvisserijonderzoek voorgelegd aan ICES (International Council for the Exploration of the Sea). Deze resultaten zijn benut voor het ICES-advies en zouden (opnieuw) besproken worden in het kader van de voortgang van de Verordening Technische Maatregelen eind 2020 (Kamerbrief over het ICES-advies pulsvisserij. Kenmerk DGA-EIA / 19118317). Inmiddels is bekend dat het pulsvisserij verboden blijft.

Aanlandplicht

Het visserijbeleid (GVB) is gericht op duurzame bestanden en om dat te bereiken is de reeds bestaande aanlandplicht tussen 2015 en 2019 gefaseerd uitgebreid met verplichte aanlanding van bijvangst van ondermaatse soorten (waar wel een quotum voor is) of bijvangst van niet-doelsoorten (geen quotum). Deze aanlandingsverplichting, is in 2016 in Vo. 2015/812 opgenomen en daarin staat dat een overschot aan gequoteerde vis en ondermaatse doelvis (voorheen discards) niet meer uitgezet mag worden in zee. (Verordening (EU) 2015/812 van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2015 tot wijziging van Verordeningen (EG) nrs 850/98, (EG) 2187/2005, (EG) 1967/2006, (EG) 1098/2007, (EG) 254/2002, (EG) 2347/2002 en (EG) 1224/2009 van de Raad, en Verordeningen (EU) nrs 1379/2013 en (EU) 1380/2013 van het Europees Parlement en de Raad, in verband met de aanlandingsverplichting, en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1434/98 van de Raad (Document 32015R0812)). Meer informatie over quotering: Er zijn (formeel aangevraagde) uitzonderingen mogelijk voor gequoteerde soorten met een hoge overlevingskans en "zogenaamde 'de minimis' " (selectief vissen onmogelijk, kosten aan boord disproportioneel hoog of zeer beperkt deel van de vangst) (Steins et al., 2018a). Deze uitgezonderde discards dienen te worden geregistreerd in het Elektronisch meldsysteem ERS (Electronic recording and reporting system) Commission

Implementing Regulation (EU) No 404/2011 of 8 April 2011 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 1224/2009 establishing a Community control system for ensuring compliance with the rules of the Common Fisheries Policy (Document 32011R0404).. Discarden van ongequoteerde vangst en soorten met extra bescherming is toegestaan (Steins et al., 2018a).

In 2019 is de aanlandplicht in de EU (discard ban) voor gequoteerde soorten volledig ingevoerd (Steins et al., 2018a). De aanlandplicht komt onder meer terug in de uitvoeringsregeling zeevisserij Uitvoeringsregeling zeevisserij (IDnr. BWBR0030288).

Levend aanlanden en transport

Vissen gevangen voor consumptie worden in principe niet levend aangeland. Schaal- en schelpdieren worden vaak wel levend aangeland en getransporteerd. Ze vallen niet onder de transportverordening (1/2005), omdat deze verordening specifiek over gewervelde dieren gaat (Wet dieren is breder). Wildgevangen levende schaal- en schelpdieren die getransporteerd en gehouden, maar niet gevoederd worden vallen niet onder de aquacultuur wetgeving. Overigens vallen schelpdieren (oesters en mosselen) die in percelen in zee geoogst worden wel onder de aquacultuurrichtlijn; het is dan geen wildvangst.

Slacht

Gevangen vissen en schaaldieren en wildvangst van schelpdieren vallen niet onder Vo. 1099/2009 voor het doden en slachten van dieren. Deze verordening gaat enkel over gefokte en gehouden dieren ("voor de productie van levensmiddelen, wol, huiden, pelzen of andere producten, voor het doden van dieren met het oog op ruiming en voor daarmee verband houdende activiteiten"; artikel 1) en niet over wildgevangen dieren. Dierenmishandeling, het zonder redelijk doel of overschrijding daarvan bij een dier pijn of letsel te veroorzaken, geldt voor alle dieren, dus ook niet gehouden dieren (Wet dieren, artikel 2.1).

3.4.1.4.2 Toezicht NVWA en dierenwelzijn

Het toezicht in de vis-, schaal- en schelpdierketen is tot 2018 vooral gericht geweest op duurzaamheid, volksgezondheid, voedselveiligheid en diergezondheid. Tot 2018 was er geen toezicht ingericht specifiek op het welzijn van dieren in de aquacultuur of visserij. Vanaf 2018 wordt de nieuwe wetgeving rondom verdoven en doden van paling getoetst via al dan niet aanwezigheid en gebruik van goedgekeurde apparatuur.

In de visserij wordt er in het kader van de duurzaamheid gecontroleerd op onder andere maaswijdte, netcapaciteit, motorvermogen, vangstgebieden voor gequoteerde vissoorten en aangelande vis op hoeveelheid en soort. De frequentie van sommige controles is laag (NVWA Handhaven R&E, 2020), waardoor bijvoorbeeld het manipuleren van motorvermogen van schepen moeilijk ontdekt wordt (zie bijvoorbeeld NOS bericht van Spekschoor (2019)). Bij import van levende kreeft vindt er bij kreeft uit Canada bij 2% van de zendingen een materiële controle op sterfte plaats en bij de Verenigde Staten en andere landen is dat 15%.controles uitgevoerd op sterfte; bij ongeveer 1% van de zendingen op Schiphol vindt er een fysieke/materiële controle plaats (persoonlijke communicatie NVWA, 2020).

In de aquacultuur (open water en gesloten kweekstelsel) is het reguliere toezicht gebaseerd op de Aquacultuurrichtlijn, welke is geïmplementeerd in de Regeling aquacultuur (zie ook Hoofdstuk 3.4.1.4.1 'Wet- en regelgeving'). De Regeling aquacultuur betreft veterinairerechtelijke voorschriften voor aquacultuurdieren, de producten daarvan en de preventie en bestrijding van bepaalde ziekten bij waterdieren, geeft regels voor de handel in aquacultuurdieren en -producten; het importeren van deze dieren en producten ervan uit EU-landen. Belangrijkste activiteit van het toezicht is het actief toezicht houden op sterfte van dieren om (besmettelijke) dierziekten te monitoren, insleep te voorkomen en verspreiding te bestrijden. Kweekbedrijven worden gemiddeld elke 2-3 jaar bezocht (persoonlijke communicatie NVWA, Handhaven, Industrie, 2019).

De follow up van het constateren van een besmettelijke visziekte staat beschreven in het NVWA "draaiboek Aquacultuur ziekten" (NVIC, 2012).

Het draaiboek geeft aan:

" Nederland heeft er voor gekozen de niet exotische ziekten bij aquacultuurdieren niet te bestrijden. Wel moet Nederland er voor zorgen dat een ziekte-uitbraak niet verder verspreid. In het hoofdstuk niet exotische aquacultuurziekten wordt beschreven wat voor maatregelen worden getroffen om de ziekte niet verder te laten spreiden.

Onder niet exotische ziekten vallen ziekten die inheems zijn in Europa en die zijn genoemd in Bijlage IV van richtlijn 2006/88/EG. Het al dan niet bestrijden van deze ziekten kan elk land dat bij de EU hoort, zelf bepalen. Daarnaast is elk lidstaat verplicht te voorkomen dat een uitbraak van een aquacultuurziekte zich verspreid. De export naar gebieden is afhankelijk van de status van herkomst en ontvangstgebied".

Eventuele meldingen door burgers en NGO's aan de NVWA over potentiële welzijnsaspecten van vissen en schaaldieren kunnen aan de hand van huidige wetgeving met open normen moeilijk gevolg krijgen (persoonlijke communicatie Handhaven - Industrie, 2019). Op grond van de [Wet dieren](#) (artikel 2.1) mag opgetreden worden tegen mishandeling bij alle dieren; ook met schaaldieren moet respectvol worden omgegaan. Men mag immers geen pijn of letsel veroorzaken of de gezondheid of het welzijn van dieren benadelen zonder redelijk doel of met overschrijden van wat nodig is om dat doel te bereiken. Zie bijvoorbeeld de beantwoording van de vragen over het bericht dat krabben en kreeften maandenlang lijden (Kenmerk DGAN-DAD/18270632).

3.4.1.4.3 Gedragscodes, goede praktijken en overige initiatieven in relatie tot dierenwelzijn

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van diverse - maar mogelijk niet alle - initiatieven en praktijken in relatie tot dierenwelzijn in de aquacultuur en visserij.

Aquacultuur

Internationaal

Er zijn diverse internationale keurmerken die in beperkte mate welzijn van vissen in hun programma hebben of bezig zijn met de ontwikkeling ervan. Welzijn van schaal- en schelpdieren komt hier niet of nauwelijks in voor.

Keurmerken zijn de Aquaculture Stewardship Council (ASC), GlobalG.A.P. (of GGN), Global Aquaculture Alliance Best Aquaculture Practices (GAA BAP) en is er biologische productie (bijvoorbeeld Naturland) (Van de Vis et al., 2019; VISwijzer, 2020).

Daarnaast heeft de Food and Agriculture Organization (FAO) van de Verenigde Naties samen met Eurofish een gids voor goede praktijken voor recirculatie aquacultuur uitgebracht (Bregnballe, 2015). Hierin wordt beschreven hoe een optimaal gesloten kweekstelsel moet worden opgezet. In deze gids zijn onder andere technische parameters beschreven die er voor zorgen dat waterkwaliteit optimaal is voor bepaalde doelsoorten. Op deze manier heeft deze gids indirect invloed op welzijnsaspecten van de kweekvis.

Kweekzalm op de Nederlandse markt heeft veelal een keurmerk van GlobalG.A.P. soms aangevuld met ASC. Noorse zalmbedrijven moeten beschikken over visgezondheidsdeskundigen en opgeleide medewerkers om welzijn van de vis zoveel mogelijk te borgen (Anonymous, 2016; Visfederatie, 2016), echter is ten tijde van schrijven (mei 2020) onbekend volgens welke richtlijnen of protocollen dit gaat. De Nederlandse aquacultuur kan zelf niet meedoen aan bijvoorbeeld het ASC keurmerk, omdat standaarden ontbreken voor de hier gekweekte soorten zoals de meerval. Ook mogen de in Nederland veelgebruikte RAS systemen geen biologisch keurmerk ontvangen volgens de EU regelgeving, omdat dit systeem onvoldoende natuurlijk is (Meisch & Stark, 2018). Verordening (EG) nr. 710/2009 van de Commissie van 5 augustus 2009

houdende wijziging van Verordening (EG) nr. 889/2008 tot vaststelling van de bepalingen ter uitvoering van Verordening (EG) nr. 834/2007 van de Raad, betreffende de vaststelling van uitvoeringsbepalingen voor de biologische dierlijke aquacultuurproductie en de biologische productie van zeewier (Document 32009R0710).

Er bestaat een welzijnskeurmerk voor Atlantische zalm en regenboogforel, zoals is opgesteld door de Britse dierenbeschermingsorganisatie RSPCA. Het keurmerk omvat aspecten uit het hele leven van de vis waaronder gezondheid, voeding, omgeving, verzorging en hantering. Hierdoor is meer zicht op welzijnsindicatoren als verwondingen, ziekten en sterfte en geeft daarmee informatie uit de hele keten van de levende vis. Dit keurmerk is nagenoeg nog niet buiten de eigen landsgrenzen van het Verenigd Koninkrijk bekend.

Volgens dit keurmerk en de gedragscode uit de sector in het VK mag koolzuurgas niet gebruikt worden tijdens het slachtproces. Dit gas geeft stress en vermindert daarmee het welzijn (deskstudie in (Van de Vis et al., 2019)).

Voor paling bestaat het Europese Eel Stewardship Fund (ESF) keurmerk welke onder andere een diervriendelijkere vangst-, kweek-, en verwerkingsmethoden stimuleert (ESF, 2016).

Voor kweekvis zijn welzijnsaanbevelingen rondom het transport, slachten en destructie in het kader van ziektebeheersing opgenomen in de Aquatic Animal Health Code van de Wereldorganisatie voor Diergezondheid (OIE) (OIE, 2019). Deze aanbevelingen worden door de aangesloten landen op nationaal niveau onderschreven. De aanbevelingen zijn uit praktische overwegingen algemeen en niet vissoort specifiek. OIE welzijnsaanbevelingen zijn gericht op algemene praktische uitvoering (OIE, 2019).

EFSA duidt de voornaamste welzijnsrisico's – vaak per vissoort en productiecategorie - en geeft aan wat mogelijkheden voor risicoreductie zijn en waar onderzoek gewenst is (zie bijvoorbeeld (EFSA, 2008b;2009c)). EFSA beveelde destijds bijvoorbeeld aan (vertaald) "Bij de evaluatie van de behoeften van zalm en bijgevolg van het welzijn van zalm moet rekening worden gehouden met de werking van de vis tijdens elke verschillende levensfase". Waar een dergelijk advies in meer of minder mate als algemeen uitgangspunt gebruikt wordt door de OIE (vertaald) "De basis eisen voor het welzijn van kweekvis bevatten methoden voor hantering die passen bij de biologische karakteristieken van de vis en een geschikte omgeving om de behoeften van de vis te vervullen." Een welzijnsaanbeveling van de OIE (OIE, 2019) is dan bijvoorbeeld (vertaald):

"4. Voorbereiding van de vis voor transport

- a. Voor het transport, moet de vis onthouden worden van voer, rekening houdend met de transporteren vissoort en levensstadium.
- b. De mogelijkheid van de vis om met de stress door transport om te gaan moet worden beoordeeld op basis van gezondheidsstatus, voorgaande hantering, en recente transport historie van de vis. Over het algemeen wordt alleen de vis die geschikt is voor transport geladen. Transport in het kader van dierziektebestrijding moet in overeenstemming met Hoofdstuk 7.4. zijn [van de Aquatic Animal Health Code].
- c. Redenen om ongeschiktheid van de vis voor transport te overwegen, omvatten:
 - i) laten zien van klinische ziekteverschijnselen;
 - ii) significante fysieke verwondingen of abnormaal gedrag, zoals snelle ventilatie of abnormaal zwemmen;
 - iii) recente blootstelling aan stressoren welke gedrag of fysiologische staat negatief beïnvloeden (bijvoorbeeld extreme temperaturen, chemische middelen);
 - iv) insufficiënte of excessieve duur van vasten."

Er zijn ook wereldwijde afspraken over het vervoer van levende dieren binnen de International Air Transport Association (IATA) en vastgelegd onder de Live Animals Regulations (LAR). Dit om een veilige en humane wijze van luchtvervoer te waarborgen; het zijn voorschriften voor praktische uitvoering. De LAR bevat de laatste eisen van luchtvaartmaatschappijen en overheden waaronder eisen met betrekking tot hanteren, labelen, voeder en water, benodigde documentatie en richtlijnen voor het grondtransport (IATA, 2020).

Op het gebied van welzijn zet de Europese aquacultuursector zich onder meer in voor innovatie rondom verdoevingsmethoden (Van de Vis et al., 2019).

Nationaal

In het kader van bedrijfseconomische aspecten ziet de sector zelf toe op kritische factoren zoals waterkwaliteit en dierdichtheid. Deze factoren kunnen gerelateerd zijn aan het welzijn van vissen (persoonlijke communicatie Handhaven - Industrie, 2019); specifieke details hierover zijn ten tijde van schrijven (mei 2020) bij BuRO onbekend. In Nederland was er – in 2005 - voor de aquacultuur een gedragscode door het Productschap Vis opgesteld waarin het welzijn en de gezondheid van vissen waren opgenomen (Productschap Vis, 2005). Echter is het onduidelijk in hoeverre specifiek deze gedragscode nog toegepast wordt sinds de opheffing van de Productschappen eind 2014.

Kwekers en niet-kwekers (zoals toeleveranciers) kunnen zich via het Nederlands Genootschap voor Aquacultuur (NGvA) laten informeren over diverse thema's waaronder ook welzijn en gezondheid van vissen (NGVA, 2020). Daarnaast is er op vraag van de ministeries van LNV en VWS het project 'Private borging voedselketens' opgericht door LTO Nederland, Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL) en Federatie Nederlandse Levensmiddelen Industrie (FNLI) om plannen voor zelfregulering uit te werken. Ook de vissector is hierbij betrokken (VMT, 2019; LTO, 2020). Een onderdeel van dit project is het laten voldoen van kwaliteitsschema's "aan de criteria die zijn gesteld via Ketenborging.nl". Ketenborging.nl is ontwikkeld door de Taskforce Voedselvertrouwen welke is opgericht door de ministeries van VWS en EZ. Via deze website is te vinden welke erkende kwaliteitsschema's er zijn en welke in behandeling zijn; voor vis is bijvoorbeeld relevant dat enkele modules van GlobalG.A.P. in behandeling zijn waaronder de module 'All Farm' (de basis, welke bestaat uit alle eisen waaraan alle producenten eerst moeten voldoen om certificering te behalen) (GlobalG.A.P., 2020).

De Dierenbescherming ontwikkelt criteria voor het toevoegen van vis aan het Beter Leven Keurmerk en werkt hiervoor samen met de sector (NSPA, 2014-2020).

In Nederland was er de door de stichting Milieukeur (SMK) ontwikkelde en beheerde Maatlat duurzame aquacultuur (MDA) die dierenwelzijn en diergezondheid opgenomen had (SMK, 2018). Viskwekerijen (bijvoorbeeld voor meerval) met het certificaat Maatlat Duurzame Aquacultuur, konden meedoen met de overheidsregelingen Milieu-investeringsaftrek (MIA) en Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil). Dat wil zeggen dat MDA-viskwekerijen voldeden aan eisen op het gebied van milieu, water- en energieverbruik, voeders, bedrijf en omgeving en dierenwelzijn en diergezondheid. Voor diergezondheid en welzijn waren er eisen over onder andere beschutting, schuilmogelijkheid en verrijking in de tank om natuurlijk gedrag te bevorderen, aanwezigheid van bedwelmingsapparatuur, het volledig in het water houden van vis tijdens sorteren en registratie van sterfte via automatische telapparatuur. Bij welzijn stond de 'meerwaarde' (niet nader gespecificeerd) voor het dier centraal. Bij gezondheid ging het om preventie van insleep van ziekten, verspreiding van ziekte binnen het bedrijf en weerstand verbetering per dier op het bedrijf (SMK, 2018). Door te beperkte marktbelangstelling werd het certificatieschema voor de MDA in 2019 opgeheven (SMK, 2019).

Visserij

Voor de visserij zijn er ook diverse duurzaamheidskeurmerken zoals de Marine Stewardship Council (MSC; tegenhanger van ASC), Naturland Wildfish, Friend of the Sea (FoS; ook voor kweekvis), Dolphin Friendly viswijzer (VISwijzer, 2020), maar deze bevatten geen welzijnseisen voor de gevangen vissen, schaal- en schelpdieren.

Nationaal is er het keurmerk Waddengoud dat de hele keten bekijkt van producten uit de Waddenregio. In dit keurmerk staan wel criteria voor dierenwelzijn (VISwijzer, 2020), welke dit

zijn is ten tijde van dit schrijven (mei 2020) onbekend bij BuRO. Waddengoud volgt het Zweedse keurmerk KRAV voor biologische productie welke voldoet aan de standaarden van de FAO, waar mogelijk moeten regionale visserijen voldoen aan MSC keurmerk en natuurbeschermingsorganisaties moeten akkoord gaan met de visserijstandaard (Waddengoud, 2020). Deze voorwaarden bevatten in elk geval eisen op het gebied van duurzaamheid.

3.4.1.4.4 Samenwerkingsverbanden en onderzoeksprogramma's

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van diverse - maar zeker niet alle - samenwerkingsverbanden en onderzoeken in relatie tot dierenwelzijn in de aquacultuur en visserij.

Aquacultuur en visserij

Internationaal

In Europees verband is er de European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATiP) (eatip.eu). Dit is een forum dat geleid wordt door de sector en is door de EC als sleutelactor erkend voor wat betreft het stimuleren van innovatie, kennisoverdracht en Europees concurrentievermogen. In het Nationaal Strategisch Plan Aquacultuur (NSPA, 2014-2020) is opgenomen wat volgens EATiP nodig is voor welzijn van vissen in de aquacultuur; "1) ontwikkeling van welzijnsindicatoren, 2) inzicht in de effecten van een suboptimaal welzijn voor de korte en lange termijn en 3) management om stress bij vissen te verminderen".

EATiP is observator in het SCAR-FISH programma en vertegenwoordigt daarin de Europese aquacultuursector (NSPA, 2014-2020). SCAR-FISH is een strategische werkgroep opgericht door de EC welke wetenschappelijk advies geeft. Zo hebben ze in 2018 een rapportage over kennishiaten in viswelzijnsonderzoek gepubliceerd (Manfrin et al., 2018). Een bijkomende conclusie in het SCAR-rapport is dat verbetering van kweekviswelzijn ook sterk samenhangt met factoren als economie, beperkt gebruik van data en training, en dat het verspreiden van informatie naar de juiste stakeholders van groot belang is. SCAR-FISH richt zich op zowel aquacultuur als visserij.

Om de dialoog tussen belanghebbenden - zoals verwerkers, NGO's, onderzoekers, e.d. - te stimuleren heeft de EC een "meer systematisch en zichtbaar format" geformuleerd via het recent opgerichte EU-platform voor dierenwelzijn. Informatie uitwisseling kan via dit platform gedeeld worden en via deze weg is het eenvoudiger om gezamenlijke activiteiten op te zetten. Op deze wijze wil de EC initiatieven en projecten op het gebied van zowel economie als welzijn van vis verder bevorderen.

Daarnaast wil de EC per vissoort adviezen blijven vragen en welzijn van kweekvis evalueren om tot acties te komen (NSPA, 2014-2020). Eerder (2008-2009) heeft EFSA op verzoek van de EC vooral soortspecifieke (blauwvintonijn, gewone karper, Europese paling, Atlantische zalm, regenboogforel, Europese tarbot, Europese zeebaars en goudbrasem) opinies over welzijn van kweekvis in de houderij (onder andere (EFSA, 2008b;2008a)) en/of rondom verdoven en doden gepubliceerd (onder andere (EFSA, 2009b;2009d;2009e)). Er is één EFSA opinie welke ingaat op het welzijn en waarnemingsvermogen van vissen (EFSA, 2009a), en een opinie en ondersteunende EFSA publicatie over de biologie, bewustzijn en welzijn van dieren waaronder ook (al dan niet beperkt) vissen, schaal- en schelpdieren (EFSA, 2005; Le Neindre et al., 2017), en een opinie over transport bij dieren waaronder vis (EFSA, 2011).

Internationaal zijn er diverse partijen die (financiering voor) onderzoek naar welzijn bij vissen en/of schaaldieren op de agenda hebben, zoals de Humane Slaughter Association (HSA) (HSA, 2018) en de Universities Federation for Animal Welfare (UFAW) (UFAW, 2019) en Eurogroup for Animals (Eurogroup for Animals, 2018).

Er is een vrij toegankelijke Fish Ethology Database (FishEthoBase) in ontwikkeling (Saraiva et al., 2019) in een samenwerkingsverband tussen partijen uit verschillende landen om (gedrags)kennis van vissoorten (41) in relatie tot kweeksystemen te verzamelen en

systematisch beschikbaar te stellen. Dit om welzijn in aquacultuur en visserij te verbeteren (fairfish, 2019).

Het Belgische Instituut voor Landbouw-, Visserij- en voedingsonderzoek (ILVO) voert onder andere onderzoek uit in het kader van het Europese GVB, alternatieve visserijtechnieken en de impact op diverse vissoorten (ILVO, 2019).

In het kader van Horizon2020 worden diverse studies bij kweekvis uitgevoerd op het gebied van zoötechniek (voeding, genetica, gezondheid), productontwikkeling en economie. Organisaties uit diverse landen inclusief Nederland zijn betrokken; zie bijvoorbeeld project MedAid, Mediterranean Aquaculture Integrated Development (MedAID, 2017).

Epidemiologische studies naar ziekten zijn er in beperkte mate en fragmentarisch (www.medaaid-h2020.eu in (Van de Vis et al., 2019)). In Noorwegen is er het 'Norwegian Veterinary Institute' (NVI) welke jaarlijks een overzicht geeft van de gezondheidssituatie van de aquacultuur (vooral zalm) aldaar (Noble et al., 2018; NVI, 2020).

Aquacultuur en visserij

Nationaal

In Nederland wordt onderzoek naar het welzijn en gezondheid van vis en ziekten bij schaal- en schelpdieren veelal uitgevoerd door Wageningen University and Research (WUR, 2020), maar ook de Radboud Universiteit Nijmegen is een belangrijke speler als het gaat over stressfysiologie bij (zebra)vissen (RU, 2020).

Van 2013-2020 loopt er een onderzoeksprogramma naar het verdoven van schol, tong, schar en kabeljauw gevangen door Nederlandse vaartuigen en wordt uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR) in samenwerking met de sector en in opdracht van het ministerie van LNV. De sector stelt faciliteiten beschikbaar om het onderzoek uit te voeren. (Zie ook beantwoording Kamervragen over begroting Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2019. Bijlage bij BBR / 18259017).

Binnen de sector houdt men zich ook bezig met productontwikkelingen die indirect een relatie kunnen hebben met dierenwelzijn en -gezondheid. Zo onderzoeken diervoederfabrikanten de optimale samenstelling van het voeder voor kweekvis (Van de Vis et al., 2019).

Naast de paling is ook de tongkweek in ontwikkeling (onderzoek) in Nederland (HZ, 2015; Aqua Valley, 2017)), maar vooralsnog is er nog geen kweek voor consumptie (Van de Vis et al., 2019), omdat kennis en kunde nog onvoldoende is om economisch rendabel te zijn. Ook van Nijltilapia is er in 2019 alleen productie (in RAS) voor levende export en niet voor directe consumptie in Nederland; een recent innovatief aquaponics project met tilapia dat sinds 2019 is beëindigd (RAS met plantenteelt waarbij water van de vissen naar een kas met gewassen stroomt).

In de visserij is er het Masterplan Duurzame Visserij die zich inzet voor innovatie in de Nederlandse visserijvloot, waarbij ecologie en economie voorop staan (MDV, 2019). Dit type projecten kunnen een effect (positief en negatief) hebben op het welzijn van wild gevangen dieren.

Vanuit de NVWA zijn er op het gebied van dierenwelzijn in de aquacultuur en visserijsector – buiten deze risicobeoordeling - geen onderzoeksactiviteiten.

3.4.1.5 Methodiek risicobeoordeling dierenwelzijn

Voor een uitleg van terminologie verwijzen we naar de begrippenlijst.

De risicobeoordeling wordt uitgevoerd op basis van de methodiek van de European Food Safety Authority (EFSA) voor dierenwelzijn, welke in het verleden ook al toegepast is voor vissen, (EFSA, 2008b;2012a;2012b; Müller-Graf et al., 2012). EFSA's methodiek is in lijn met de "Food Code" (Codex Alimentarius) (www.FAO.org) en Verordening (EG) nr. 178/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2002 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden (Document 32002R0178).

1. *Gevareninventarisatie*: de bedreigingen van het dierenwelzijn die door experts uit de wetenschap zijn benoemd en in de internationale wetenschappelijke literatuur zijn beschreven,
2. *Gevarenkaracterisatie*: de relevantie (welzijnsimpact bestaande uit ernst en duur van welzijnsconsequenties, en een theoretische inschatting van het deel van de populatie dat onder de gegeven omstandigheden (er is blootstelling aan het gevaar) met een dierenwelzijnsconsequentie te maken heeft) van de bedreigingen van het dierenwelzijn door de aquacultuur en visserij (zie Ad. 2 in deze paragraaf),
3. *Blootstellingsschatting*: de kans op de bedreigingen. Voor dierenwelzijn is het zich voordoen van omstandigheden, situaties en praktijken (frequentie en duur) die het welzijn van dieren in de vis-, schaaldier- en schelpdierketen aantasten (zie Ad. 3 in deze paragraaf),
4. *Risicokarakterisatie*: de totale beoordeling van aard en ernst per gevaar samen met de kans erop in Nederland.

Ad. 1. Voor het doorlopen van deze 4 stappen is gebruik gemaakt van intern (BuRO) en extern (Van de Vis et al., 2019) wetenschappelijk literatuuronderzoek, expert opinies geïnventariseerd door WUR (Van de Vis et al., 2019) en praktische informatie verkregen via het web of via interne informatie-uitwisseling.

De zoekstrategie van WUR was als volgt (Van de Vis et al., 2019):

"Welzijn van vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen:

- o Reeds beschikbare literatuur bij WLR
- o Rapporten IMARES/WMR, WLR
- o Zoektermen in Google en Google Scholar en combinaties van termen fish welfare and brain*, crustacean welfare and brain*, welfare of crustacea*, welfare of cephalopod*, welfare of bivalve, welfare of mollusc*, welfare of fish, nociception, nocifensive, farming bluefin tuna, emotion, cognition, pain, fear, behavior*r, welfare indicator, welfare criteria/criterion, shark welfare, cephalopod welfare, fish welfare, welfare elasmobranch*, welfare in gastropod*, welfare in snail*."

Ter informatie het *teken betekent bij zoektermen inclusief verlengingen van het woord.

"Aquacultuur

- o Reeds beschikbare literatuur bij WLR
- o Rapporten IMARES/WMR, WLR en LEI/WECr
- o Vakblad Aquacultuur van de NGVA
- o Publicatie WBVR: Diergeneeskundig memorandum
- o Visziektes: expertise bij WBVR
- o Database FAO
- o Bekende websites: www.aquamedia.org, www.nevivei.nl, www.efsa.europa.eu, www.oie.int, www.visbureau.nl, www.zeeuwseoester.nl, www.visserijnieuws.nl, www.fao.org, <https://animalstudiesrepository.org/animsent/guidelines.html>, www.tolweb.org, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030250/2019-01-01> en www.overheid.nl.
- o Zoektermen in Google en Google Scholar en combinaties van termen: Fish welfare, prevalence, flow-through system, raceway, RAS, recirculating aquaculture system, sorting, grading, fish pond, sea cage, live fish transport, slaughter, stunning, breeding, brood stock, mouth clipping, disease, epidemiological, sealice, sealouse,

health status, health situation, social interaction, aggression, cannibalism, fasting, feed withheld, feed withdraw* and hierarchy.”

“Nederlandse Visserij

- Reeds beschikbare literatuur bij WLR
- Rapporten WMR, WLR en LEI/WEcR
- Database FAO
- Bekende websites: www.vissersbond.nl, www.vistikhetmaar.nl, www.agrimatie.nl (economische data LEI/WEcR), www.visbureau.nl, www.pelagicfish.eu, <https://animalstudiesrepository.org/animsent/guidelines.html>
- Zoektermen in Google en Google Scholar en combinaties van termen: welfare captured/wild fish, prevalence, discards WUR, injury, damage, mortality, overleving discard*, fishing gear, capture method, catch, loading, pumping, beam trawl, pelagic trawl, otter trawl, flyshoot, fishing gear, gill-net.”

Ter informatie het *teken betekent bij zoektermen inclusief verlengingen van het woord.

De literatuurstudie van WUR is door BuRO aangevuld met recente wetenschappelijk publicaties via de zoekmachine SCOPUS. Hierbij zijn combinaties van termen gebruikt als fish, Atlantic, salmon, African, catfish, crustacea, cephalopods, shellfish, mollusc*, bivalvia*, animal, welfare, pain, sentience, density, hypothalamus pituitary interrenal axis, risk assessment, aquaculture, Netherlands. Ter informatie het *teken betekent bij zoektermen inclusief verlengingen van het woord.

Daarnaast is via Google meer praktische informatie verzameld over wet- en regelgeving, onderzoeksprogramma's en praktijken. Er is ook gebruik gemaakt van de sneeuwbalmethode (zoeken via gevonden bronnen).

De expert opinies zijn door WUR verzameld via een aanpak gebaseerd op de Delphi-methode; individueel en in groepsverband met “Experts op het gebied van dierenwelzijn/risico-evaluatie/vis (5 experts voor aquacultuur en apart een visziektenexpert; 5 experts voor visserij)”. Voor meer informatie verwijzen we naar het WUR rapport (Van de Vis et al., 2019).

Ad. 2. Voor de gevarenkarakterisatie wordt aan de hand van de ernst en duur een semi-kwantitatieve welzijnsimpact (tabel 3.4.1.5) bepaald zoals eerder ook gedaan door WUR (onder andere (Visser et al., 2014; Visser et al., 2015)). De ernst is daarbij de intensiteit van de dierenwelzijnsconsequentie veroorzaakt door blootstelling aan een gevaar; dus hoeveel last heeft het dier ervan? Het waarderingsysteem voor de ernst (tabel 3.4.1.6) is gebaseerd op EFSA's eerdere methodiek gebruikt voor vis (EFSA, 2008b). De scoresystematiek voor duur van de welzijnsconsequentie (1=kort, 2=middel, 3=lang) is ook gebaseerd op EFSA, maar deze is afhankelijk van de duur van het scenario waarin blootstelling aan het gevaar plaatsvindt (bijvoorbeeld ouderdier, pootvis, opkweek) (Van de Vis et al., 2019). Dit is vooral relevant voor de aquacultuur en minder voor de visserij, omdat aquacultuur voor het dier een langere periode behelst dan de visserij.

Voor het inschatten van de door welzijnsconsequenties aangetaste doelpopulatie wordt ook een semi-kwantitatief waarderingsysteem van EFSA (EFSA, 2008b) gebruikt (tabel 3.4.1.7). Het gaat hierbij om een inschatting van het deel van de populatie dat onder de gegeven omstandigheden (een bepaald gevaar komt inderdaad voor) met een bepaalde welzijnsconsequentie te maken heeft. Dit betekent dat in de huidige risicobeoordeling geen beeld is van werkelijke prevalenties die in de praktijk voorkomen, omdat blootstelling niet altijd plaatsvindt (bijvoorbeeld afhankelijk van kweekstelsel of vismethode) (Van de Vis et al., 2019).

WUR heeft naast de afzonderlijke scores voor welzijnsimpact en de inschatting van de door welzijnsconsequenties aangetaste doelpopulatie ook een samengestelde PED score (getroffen percentage van de populatie*ernst*duur) bepaald ter indicatie van het belang van een bepaald gevaar als het optreedt uit oogpunt van vissenwelzijn (Van de Vis et al., 2019).

In de onderhavige risicobeoordeling van BuRO wordt voor een totaalbeeld van het welzijnseffect, de welzijnsimpact zoals bepaald in tabel 3.4.1.5 (combinatie ernst en duur van de welzijnsconsequenties en in lijn met (EFSA, 2008b;2012a; NVWA BuRO, 2017a;2017b;2017c)) afgezet tegen het getroffen percentage van de populatie. Dit omdat de ernst en duur samen de impact voor een individueel dier bepalen. De bovengenoemde aangetaste deelpopulatie gaat over de welzijnsconsequenties bij blootstelling door een gevaar en niet over blootstelling aan het gevaar. De werkelijke blootstelling aan het gevaar is niet bekend. Daarom is er in deze risicobeoordeling door BuRO voor gekozen om voor het totale welzijnseffect alle gegevens over de welzijnsconsequenties te combineren.

De waardering van het totale welzijnseffect is dan minimaal 1 (welzijnsimpact van 1 maal score van 1 voor getroffen populatie) en maximaal 35 (welzijnsimpact van 7 maal score van 5 voor getroffen populatie). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35). Het is van belang te benadrukken dat het totale welzijnseffect zoals hier beschreven niet over het individuele welzijnseffect (= welzijnsimpact) gaat. Dit is anders dan in voorgaande risicobeoordelingen door BuRO, waar schattingen van werkelijke prevalenties van dierenwelzijnsconsequenties in de gehele Nederlandse populatie geschat konden worden (meer data beschikbaar) en vervolgens voor de blootstellingschatting (stap 3) zijn benut.

Ad. 3. Voor de blootstellingschatting is data over de omvang van het gebruik van bepaalde systemen en methoden in de keten van belang. Daarmee is een beeld te vormen van hoeveel dieren er daadwerkelijk blootgesteld worden aan de geïnventariseerde gevaren en hoe lang deze periode van blootstelling aan gevaren is. Voor blootstelling aan visziekten is een scoresystematiek van EFSA door WUR gebruikt (tabel 3.4.1.8) waarbij benadrukt dient te worden dat slechts 1 visziekten-expert heeft geschat.

Ad 4. De risicobeoordeling dierenwelzijn van BuRO wordt zoveel mogelijk beschreven aan de hand van de indeling van de Welfare Quality®-principes en bijbehorende criteria (Jones & Manteca, 2009)(tabel 3.4.1.9), zoals ook door EFSA is gedaan (EFSA, 2014). De Welfare Quality®-protocollen zijn in de eerste plaats ontwikkeld voor het beoordelen van welzijn op individuele bedrijven met landbouwhuisdieren. In de ketenrisicobeoordelingen van BuRO biedt Welfare Quality® een systematische werkwijze voor het beschrijven van de potentiële risico's voor dierenwelzijn in de aquacultuur.

Tabel 3.4.1.5 Waarderingsstelsel voor het inschatten van de welzijnsimpact. Deze wordt bepaald aan de hand van de waardering voor de ernst en duur van het welzijnsprobleem (Visser et al., 2015).

ernst*	afwezig [verwaarloosbaar]	beperkt [mild]	matig	ernstig [substantieel]	zeer ernstig [ernstig]
duur					
Kort	1	2	3	4	5
Middellang	1	3	4	5	6
Lang	1	4	5	6	7

In bovenstaande tabel 3.4.1.5 staat tussen haken de terminologie voor de ernst zoals gebruikt in (Van de Vis et al., 2019) en gebaseerd op EFSA (EFSA, 2008b).

Tabel 3.4.1.6 Waarderingsstelsel voor het inschatten van de ernst van een welzijnsconsequentie gebaseerd op EFSA's methodiek in eerdere risicobeoordelingen voor vis (EFSA, 2008b; Van de Vis et al., 2019).

ernst*	score	uitleg
Verwaarloosbaar [afwezig]	1	geen pijn, frustratie, angst [op basis van de normale bandbreedte van gedragswaarnemingen, fysiologische

ernst*	score	uitleg
		parameters en klinische symptomen voor >95% van de dieren].
Mild [beperkt]	2	minimale afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst.
Matig	3	matige afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst.
Substantieel [ernstig]	4	substantiële afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst.
Ernstig [zeer ernstig]	5	extreme afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst. Indien deze afwijkingen voortduren kunnen ze levensbedreigend zijn.

In bovenstaande tabel 3.4.1.6 staan tussen haken afwijkende terminologie zoals gebruikt in (Visser et al., 2015) en gebaseerd op EFSA (EFSA, 2009f), en zoals eerder toegepast voor risicobeoordelingen van BuRO (bijvoorbeeld de pluimveevleesketen).

Tabel 3.4.1.7 Waarderingsysteem voor het inschatten van mate van voorkomen van de welzijnsconsequenties binnen de doelpopulatie (EFSA, 2008b; Van de Vis et al., 2019).

[werkelijke prevalentie (in % van doelpopulatie)]	prevalentieklaas (in % van doelpopulatie)	score
-	0	0
Bijvoorbeeld 15%	1-20	1
-	21-40	2
-	41-60	3
-	61-80	4
-	81-100	5
-	volstrekt onbekend	?

Tabel 3.4.1.8 Waarderingsysteem voor blootstelling aan het gevaar van diverse ziekteverwekkers (EFSA, 2008b; Van de Vis et al., 2019).

score	blootstelling	uitleg
0	verwaarloosbaar	bijna zeker geen blootstelling
1	extreem laag	blootstelling is extreem onwaarschijnlijk
2	erg laag	blootstelling is zeer onwaarschijnlijk
3	laag	blootstelling is onwaarschijnlijk
4	matig	de kans op blootstelling is 50-50
5	hoog	blootstelling is zeer waarschijnlijk

Tabel 3.4.1.9 Welfare Quality®-principes en criteria (Jones & Manteca, 2009).

principes:	goede voeding	goede huisvesting	goede gezondheid	normaal gedrag
Criteria:	(1)afwezigheid langdurige honger	(3) comfort rond rusten	(6) afwezigheid van verwondingen	(9) uitvoering sociaal gedrag
Criteria	(2) afwezigheid langdurige dorst (Dit is voor zoetwater vissen irrelevant	(4) thermaal comfort	(7) afwezigheid van ziekte	(10) uitvoering ander soort-specifiek gedrag

principes:	goede voeding	goede huisvesting	goede gezondheid	normaal gedrag
	(persoonlijke communicatie Wageningen Livestock Research, 2020))			
Criteria:	-	(5) bewegingsgemak	(8) afwezigheid van pijn door management ingrepen	(11) kwaliteit mens-dier-relatie
Criteria:	-	-	-	(12) positieve emotionele toestand

3.4.1.6 Afbakening

Deze risicobeoordeling dierenwelzijn gaat in de eerste plaats over vissen, schaal- en schelpdieren die op commerciële wijze gehouden of wild gevangen worden voor consumptie. Echter is uit praktische overwegingen gekozen voor een afbakening tot de voor de Nederlandse situatie (met betrekking tot kweek, vangst en consumptie) belangrijkste kweeksystemen en vangstmethoden met voorbeeldsoorten (eigen productie/vangst of hoge consumptie) (Van de Vis et al., 2019). Dit betreft daarom ook internationale kweek (op basis van hoge consumptie). Sportvisserij is uitgesloten van deze beoordeling.

Schaaldieren zijn beperkt meegenomen in de risicobeoordeling, omdat kennis over het wel of niet kunnen ervaren van welzijn in deze diergroep in ontwikkeling is.

Voor schelpdieren (waaronder mosselen) is deze kennis nog minder voorhanden. Daarom is van deze laatste groep dieren alleen een korte stand van zaken over welzijn opgenomen en is deze verder uitgesloten van deze risicobeoordeling dierenwelzijn. Voor inktvissen lijkt de kennis wel meer voorhanden te zijn, maar vanwege de geringe vangst en consumptie in Nederland zijn ze alsnog uitgesloten van beoordeling.

Welzijn van bijvangst van ondermaatse soorten of bijvangst van niet-doelsoorten (wel of geen quotum) wordt ook beperkt meegenomen in de beoordeling, doordat hierover onvoldoende relevante kennis voorhanden is.

3.4.1.6.1 Kweekvis

Aquacultuur gaat over het kweken van dieren die in het water leven. Voor de risicobeoordeling dierenwelzijn in aquacultuur is alleen kweekvis beoordeeld. De in deze risicobeoordeling geselecteerde kweeksystemen en voorbeeldsoorten (tabel 3.4.1.10 en 3.4.1.11) zijn het gesloten recirculatiesysteem (RAS) met de Afrikaanse(/Clarese) meerval, de vijver met doorstroming met de Pangasius en het doorstroomsysteem (flow-through) met de Nijltilapia (Van de Vis et al., 2019). Daarnaast worden ook voor RAS met paling en kooien met Atlantische zalm de grootste risico's voor het welzijn geduid. Dit op basis van literatuur, zonder expertschattingen (ernst, duur, welzijnsimpact en getroffen deelpopulatie).

Voor enkele kenmerken en implicaties van verschillen tussen de voorbeeldsoorten en de overige vissoorten relevant voor de Nederlandse situatie (bijvoorbeeld snoekbaars en Yellowtail kingfish) verwijzen we naar de onderliggende WUR-rapportage (Van de Vis et al., 2019).

Tabel 3.4.1.10 Belangrijke kenmerken geselecteerde kweeksystemen en soorten.

system	kenmerken systeem	typering voorbeeldsoort
Recirculatiesysteem (RAS)	gesloten systeem; intensief met hoge dierdichtheid; water wordt hergebruikt;	Afrikaanse meerval (<i>Clarias gariepinus</i>): Omnivoor; zoetwater, verdraagt

stelsel	kenmerken stelsel	typering voorbeeldsoort
	pompen; zuurstofvoorziening; filters	brakwater; leeft vooral op bodem; leven in groepen; nachtdier; kan lucht ademen (longfunctie); verdraagt water met laag zuurstofgehalte, veel zwevend materiaal en relatief hoge ammonia concentraties
RAS	gesloten systeem; intensief met hoge dierdichtheid; water wordt hergebruikt; pompen; zuurstofvoorziening; filters	<u>Paling (<i>Anquilla anquilla</i>):</u> Carnivoor; glasalen migreren van zout- naar zoetwater. Hier leven ze een aantal jaar en migreren dan als volwassen vis terug naar zoutwater (Sargossa zee) om te paaien en sterven; onvoldoende kennis over levenswijze
Vijver met doorstroming	open systeem; intensief met hoge dierdichtheid; doorstroming door getijdeverschil of stroming rivier; eventueel beluchtingsstelsel; voederen; bemesten extensief met lage dierdichtheden is met andere vissoorten dan pangasius; idem, maar zonder beluchting, voederen en bemesten	<u>Pangasius (<i>Pangasius hypophthalmus</i>):</u> Reuzemeerval; omnivoor; migreert tussen zoet- en brakwater; kan overleven in zuurstofarm water
Doorstroomsysteem	open systeem; conventioneel of extensief met lage(re) dierdichtheid; raceways, tanks of vijvers; volume (2,4 m ³ dag ⁻¹ kg ⁻¹ vis) in- en uitstroom water gelijk en gelijktijdig; (intensief met hoge dierdichtheid is mogelijk bij andere soorten)	<u>Nijltilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>):</u> Omnivoor; foerageert overdag in scholen; rudimentaire maag, eten dus vaak en in kleine hoeveelheden (plankton); zoetwater, verdraagt brakwater; verdraagt korte periode laag zuurstofgehalte
Kooi met Atlantische zalm	open systeem; drijvend in zee-estuaria (bijvoorbeeld fjorden), rivieren of meren; net of gaas; natuurlijke waterstroming	<u>Atlantische zalm (<i>Salmo salar</i>):</u> Carnivoor; migreert als jonge zalm (smolt) van zoet- naar zoutwater; als volwassen zalm trekken ze weer terug naar zoetwater om te paaien;

Bronnen voor de informatie in tabel 3.4.1.10 zijn het Visbureau, 2011-2017; fair-fish, 2019; FAO, 2019; Van de Vis et al., 2019; WUR, 2019.

Tabel 3.4.1.11 Op dierenwelzijn te beoordelen kweeksystemen met vissoorten (Van de Vis et al., 2019).

diersoort	recirculatiesysteem (RAS)	vijver met doorstroming	doorstroomsysteem	kooi
Afrikaanse meerval	O	-	-	-
Pangasius	-	O	-	-
Nijltilapia	x	x	O	
Claresse meerval	x	-	-	-
Paling (Glasaal wordt wild gevangen)	x	-	-	-
Snoekbaars	x	-	-	-
Tarbot	x	-	-	-
Yellowtail kingfish	x	-	-	-
Regenboogforel	x	-	x	-
Steuren	x	-	-	-
Smolts (Atlantische zalm)	x	-	x	--
Atlantische zalm	-	-		x

De betekenis van de symbolen in bovenstaande tabel 3.4.1.11:

O = Voorbeeldsoort waarop expertschattingen van WUR zijn gebaseerd.

x = Soorten die ook in deze systemen gehouden worden en waarvan WUR de duidelijkste risico's of verschillen ten opzichte van de voorbeeldsoorten heeft benoemd.

Ter informatie Smolts is jonge zalm in de fase van zoet- naar zoutwatervis. Volwassen Atlantische zalm is een zoutwatervis geworden en wordt dan in kooien op zee in estuarias (bijvoorbeeld fjorden) gehouden.

3.4.1.6.2 Visserij

Visserij gaat over het algemeen over het vangen van vissen in natuurlijke wateren. Bij de sportvisserij kan het ook gaan om vissen in (kweek)vijvers. Echter is de sportvisserij uitgesloten van de risicobeoordeling dierenwelzijn.

Visserij is een mogelijk risico voor het welzijn van consumptie vissen, schaal- en schelpdieren zodra ze opgedreven en gevangen worden. Voor de visserij worden in deze risicobeoordeling de demersale visserij met de boom- en pulskor (met tong, schol en Noordzeekrab), de pelagische visserij met de trawler (met haring), en de passieve visserij met het staand want (met tong en Noordzeekreeft of Oosterschelde kreeft als gevangen in de Oosterschelde) besproken (zie tabel 3.4.1.12). Ondanks het verbod op de pulsvisserij is de pulskor toch beoordeeld op de risico's voor het welzijn van vissen en schaaldieren. Dit omdat het een door Nederlandse kotters veel gebruikte methode is/was, het verbod nog aangevochten werd bij het Europese hof ten tijde van schrijven (inmiddels is bekend dat het pulsvisserij verboden blijft) en nieuwe innovaties mogelijk afgeleid zullen worden van de pulsvisserij.

Voor meer informatie over andere gevangen soorten relevant voor de Nederlandse situatie (bijvoorbeeld makreel en blauwe wijting) verwijzen we naar de WUR rapportage (Van de Vis et al., 2019). Bijvangst van ondermaatse soorten (waar wel een quotum voor is) en niet-doelsoorten (waar geen quotum voor is) per vangstmethode is weergegeven in tabel 3.4.1.14.

Opvallend in deze tabel is dat met de name pelagische visserij bijvangst van zeezoogdieren, vogels en haaien kent en de anderen visserij vormen vrijwel niet; het kan wel degelijk voorkomen maar in mindere mate (zie risicobeoordeling Natuur).

Tabel 3.4.1.12 : Belangrijke kenmerken van de geselecteerde vismethoden en daarmee gevangen voorbeeldsoorten.

stelsel	kenmerken stelsel	kenmerken voorbeeldsoort
Boomkor	Demersale kust- en zeevisserij; schip is een kotter van maximaal 24 m lengte; motorvermogen tot 300 pk (zogenaamde eurokotter) of tot 2000 pk en maximaal 49,99 m lengte (boomkorkotter); actief vistuig (wordt voortgesleept); per schip een vistuig (net) aan weerszijden; netten bevinden zich op de bodem van de zee; boomkor bestaat uit een pijp met aan weerszijden één slof of schoen; bodemberoering met wekkerkettingen onderaan de opening van het net aan de sloffen; kettingen in het net (beam ticklers), bevestigd aan de onderpees; vissnelheid is circa 6-7 knopen	Tong (<i>Solea solea</i>): Platvis; leeft op de bodem; kan enige tijd gebrek aan zuurstof verdragen; kan niet langdurig zwemmen; gewicht vooral 250-300 g, kan tot 3 kg worden; paaiseizoen vooral maart-mei
Boomkor	-	Schol (<i>Pleuronectes platessa</i>): Platvis; leeft op zanderige of gemengde bodem; overdag zijn ze ingegraven, 's nachts actiever; kan enige tijd gebrek aan zuurstof verdragen; kan niet langdurig zwemmen; volwassen meestal op diepte 10-50 m, maar tot 200 m is mogelijk, jonge dieren leven ondiep; gewicht 2-3 kg met uitschieters naar 7 kg; paaiseizoen van dec-maart
Boomkor	Krab geldt als bijvangst in de kottervisserij	Noordzeekrab (<i>Cancer pagurus</i>): Heeft 10 poten waarvan 2 scharen; Verdraagt een gebrek aan zuurstof en kan enige tijd buiten het water overleven; leven op bodems van zand, grind of stenen; dier bezit een sterk pantser, behalve tijdens het verschalen (regelmatig, maar als volwassen krab minder vaak); meestal diepte van 6-50 m, maar 200 m kan ook; seizoensgebonden migratie tussen dieptes (met warmer water); gewicht vooral 500 g tot 1 kg, kan tot 6 kg worden; paarseizoen juli-september
Pulskor	Idem als boomkor, maar in plaats van wekkerkettingen bezit het vistuig elektroden voor het gebruik van elektrische pulsen	Tong, schol, Noordzeekrab: zie onder boomkor

stelsel	kenmerken stelsel	kenmerken voorbeeldsoort
Trawlnet	Pelagische zeevisserij; schip is een grote vrieshektrawler van >100 m lengte; motorvermogen kan ruim 28.000 pk zijn; actief vistuig (wordt voortgesleept); net bevindt zich tussen bodem en wateroppervlak (waterkolom); scheerborden houden het net open; vissnelheid is ca. 5 knopen	Haring (<i>Clupea harengus</i>): Leeft in grote scholen (honderdduizenden); overdag in dieper water; 's nachts stijgt de school op om zich te voeden; Gewicht varieert, bij 2-3 jaar is hij volwassen en ~20-25 cm lang, bij 45 cm is hij ~1 kg; migreert van en naar paaigronden; paaizeizoen in Noordzee is in de herfst
Standaard vangst	Demersale visserij; passief vistuig; stilstaand net welke tot de bodem reikt; verzwaarde lijn aan de onderzijde van het net (onderpees) en drijvers aan de bovenzijde; opgesteld rondom wrak of als gordijn in open zee; kieuw- en warnetten (voor tong warnetten);	Tong: zie onder boomkor
Standaard vangst	-	Noordzeekreeft (<i>Homarus gammarus</i>): Heeft 10 poten waarvan 2 scharen en 4 hele kleine scharen aan het einde van het 2 ^e en 3 ^e paar zwempoten; kan enige tijd buiten water overleven; komt in zuurstofrijk water voor; leeft op een bodem met stenen om te schuilen; territoriaal; 's nachts actief; heeft een pantser behalve tijdens het verschalen (regelmatig, als volwassen kreeft minder vaak); volwassen gewicht vanaf ~0,5 kg, vaak 20-50 cm groot, bij max. 75 cm ~5-6 kg; Eind van de zomer (vanaf 15 °C watertemperatuur) eileggend welke 9-10 mnd door het vrouwtje bij zich gedragen worden.

Bronnen bij tabel 3.4.1.12: Visbureau, 2011-2017; Ethic Ocean en VLIZ, 2018; fair-fish, 2019; FAO, 2019; Van de Vis et al., 2019; Vis&Seizoen, 2019; Visticketmaat, 2019d; VLAM, 2019.

Tabel 3.4.1.13 Visserijtypen en vistuigen met doelsoorten welke beoordeeld zijn op hun risico's voor het dierenwelzijn. De beoordeling is gedaan aan de hand van voorbeeldsoorten.

doelsoort	demersale zeevisserij boomkor	demersale zeevisserij pulskor	pelagische zeevisserij pelagisch trawlnet	demersale kustvisserij standaard vangst
Tong	0	0	-	0
Schol	0	0	-	-
Noordzeekrab (= bijvangst)	0	0	-	-
Haring	-	-	0	-

doelsoort	demersale zeevisserij boomkor	demersale zeevisserij pulsor	pelagische zeevisserij pelagisch trawl/net	demersale kustvisserij stand want
Noordzee kreeft	-	-	-	O
Schar	x	x	-	
Griet	x	x	-	x
Tarbot	x	x	-	x
Harder	-	-	-	x
Horsmakreel	-	-	x	-
Makreel	-	-	x	-
Kabeljauw	-	-	-	x
Wijting	-	-	x	-
Zeebaars	-	-	-	x
Sardines	-	-	x	-
Sardinella	-	-	x	-
Zilvermelt	-	-	x	-

Betekenis van de symbolen in tabel 3.4.1.13:

O = Voorbeeldsoort waarop de expertschattingen door WUR zijn gebaseerd (Van de Vis et al., 2019).

x = Soorten die ook via deze methoden gevangen worden, informatie over impact op het welzijn is niet of nauwelijks voorhanden.

- niet van toepassing

Tabel 3.4.1.14 Bijvangst van ondermaatse soorten (quotum) en niet-doelsoorten (wel of geen quotum). Gebaseerd op deskstudie in (Van de Vis et al., 2019).

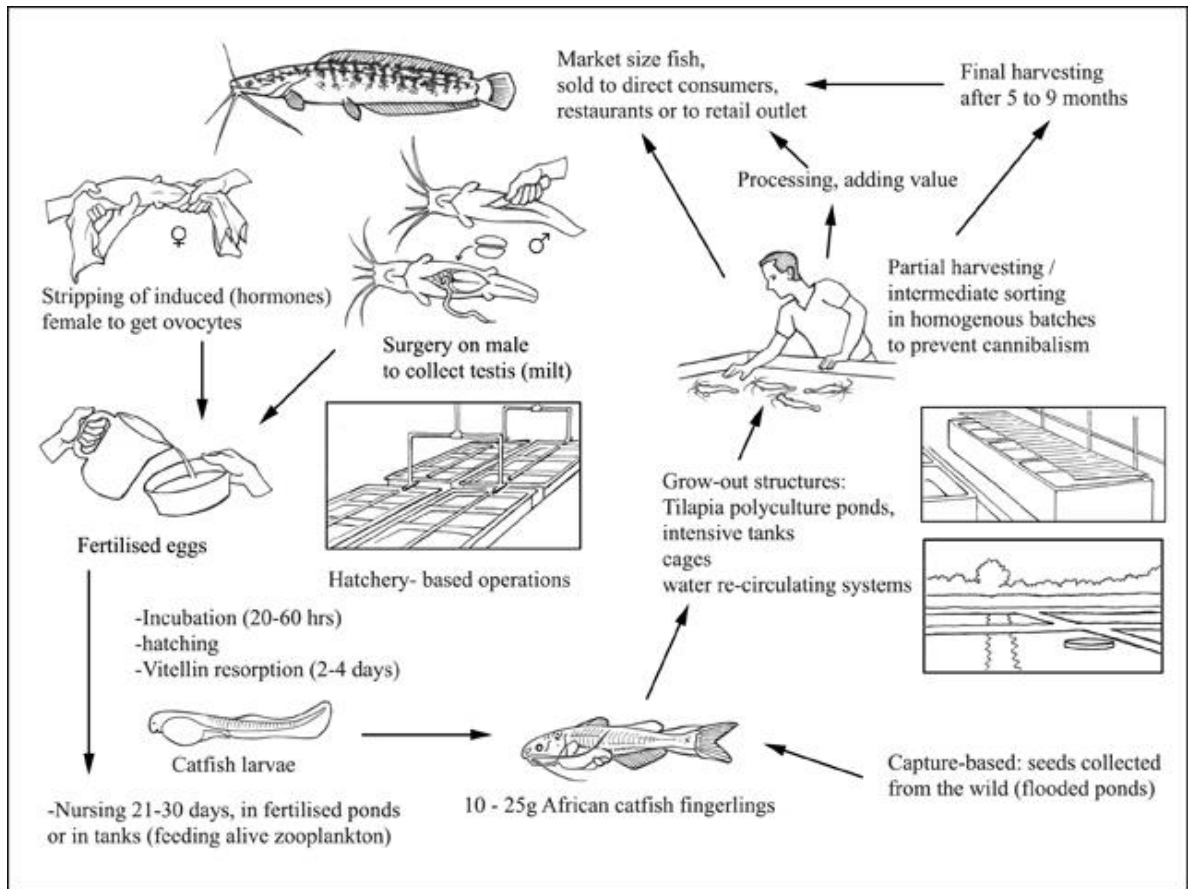
diersoort	demersale zeevisserij boomkor	demersale zeevisserij pulsor	pelagische zeevisserij	demersale kustvisserij	niet aanlanden
Schol	x	x	-	-	-
Tong	x	x	-	x	-
Haring			x		
Schar	x	x	-	x	-
Tarbot	x	x	-	-	-
Kabeljauw	x	x	-	-	-
Wijting	x	x	-	-	-
Makreel	-	-	x	-	-
Blauwvintonijn			x		x
Noordzeekrab	x	x	-	-	Na verwijdering schaar
Noordzee kreeft	-	-	-	x	-
Noorse kreeft	x	x	-	-	-

diersoort	demersale zeevisserij boomkor	demersale zeevisserij pulsor	pelagische zeevisserij	demersale kustvisserij	niet aanlanden
Benthos (onder andere zeesterren en krabben)	X	X	-	-	X
Haringhaai	-	-	X	-	X
Blauwe haai	-	-	X	-	X
Diepzeehaaisoorten	-	-	X	-	X
Vogelsoorten	-	-	X	-	X
Grijze zeehond	-	-	X	-	X
Dolfijnsoorten	-	-	X	-	X

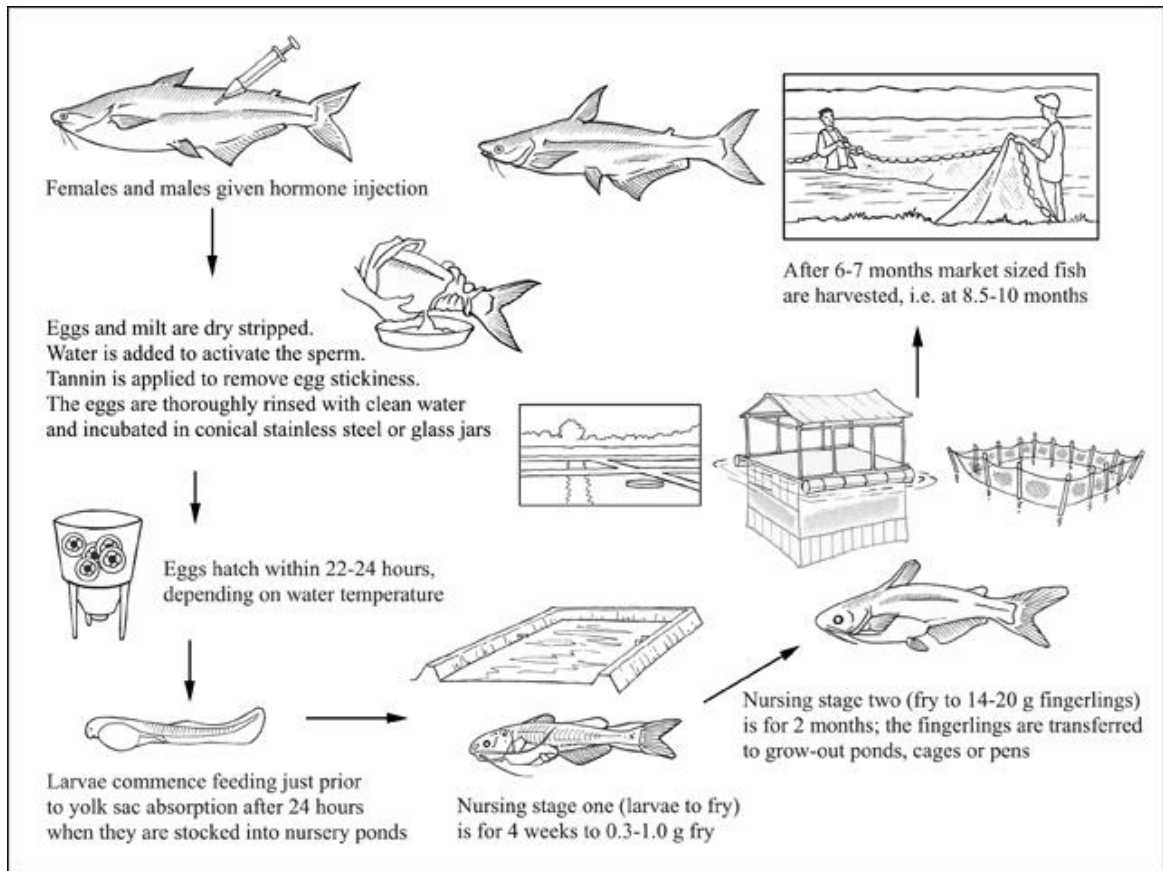
3.4.1.7 Risicobeoordeling kweekvis

3.4.1.7.1 Gevareninventarisatie kweekvis

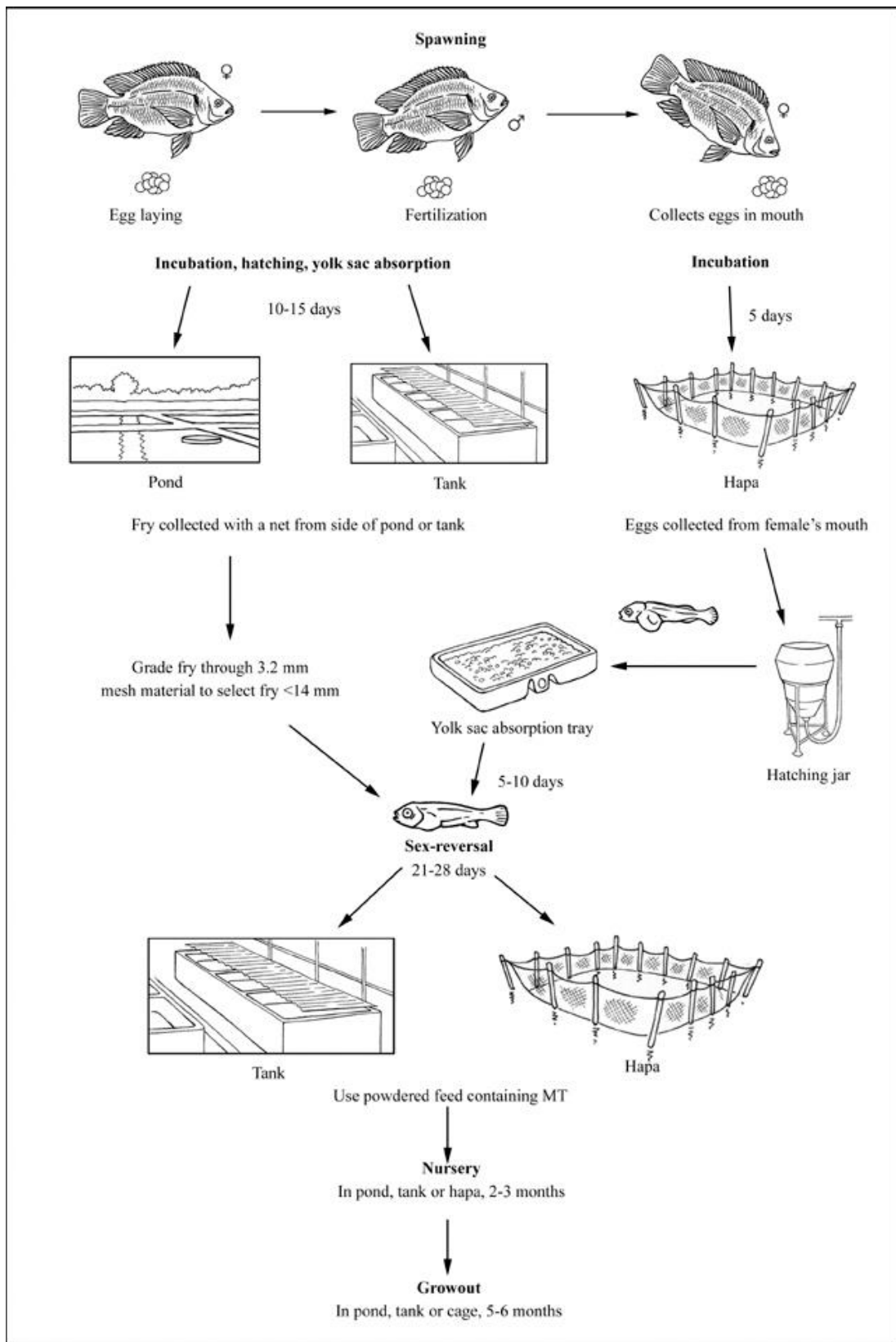
De gevaren voor het welzijn van dieren in de aquacultuur zijn in 3.4.2 Appendix Dierenwelzijn 1 gepresenteerd volgens de Welfare Quality® principes (4) en criteria (12). Deze gevaren zijn oorzaken van welzijnsconsequenties (zie paragraaf 3.4.1.7.2. 'Gevarenkarakterisatie kweekvis'). Voor elk gevaar is aangegeven in welk systeem (RAS, vijver, doorstroom, kooi) en/of soort ze vooral voorkomen en in welke productiefase (ouderdier, fry/pootvis, opkweek, marktwaardig). De gangbare productiecycli in de aquacultuur wereldwijd van Afrikaanse meerval, pangasius, Nijltilapia, paling en zalm zijn in navolgende figuren (1-5) weergegeven.



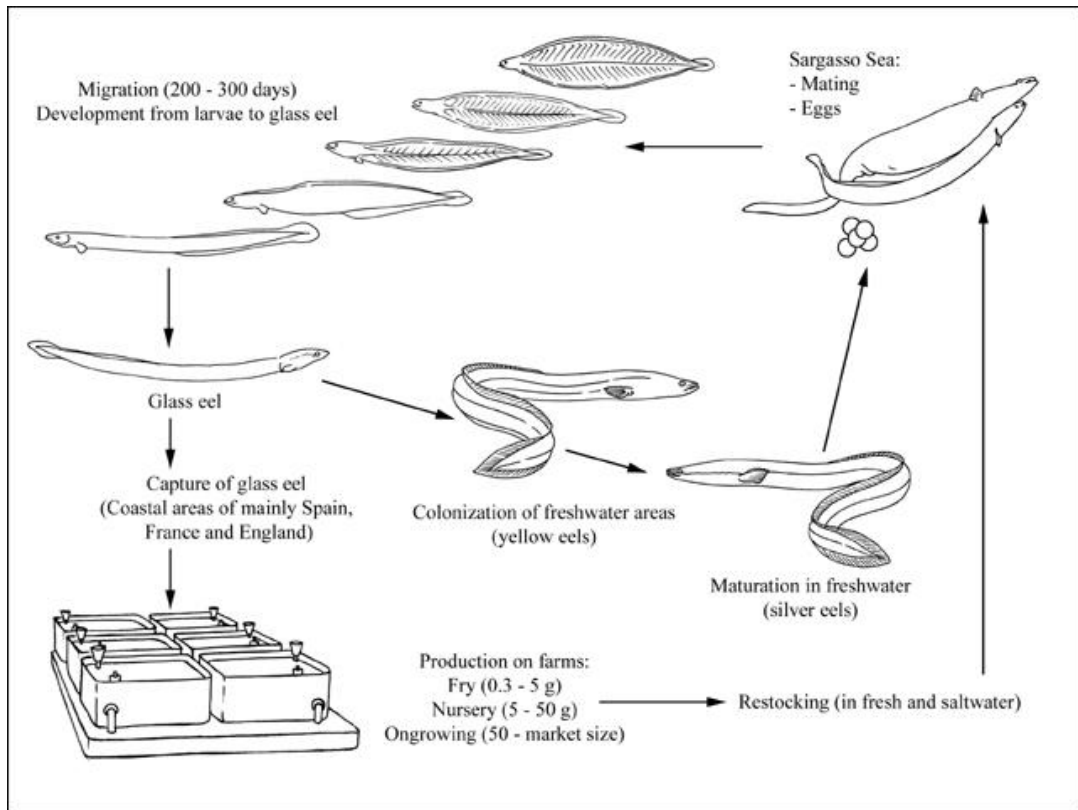
Figuur 3.4.1.3 Productiecyclus van de Afrikaanse meerval in onder meer RAS (FAO, 2019).



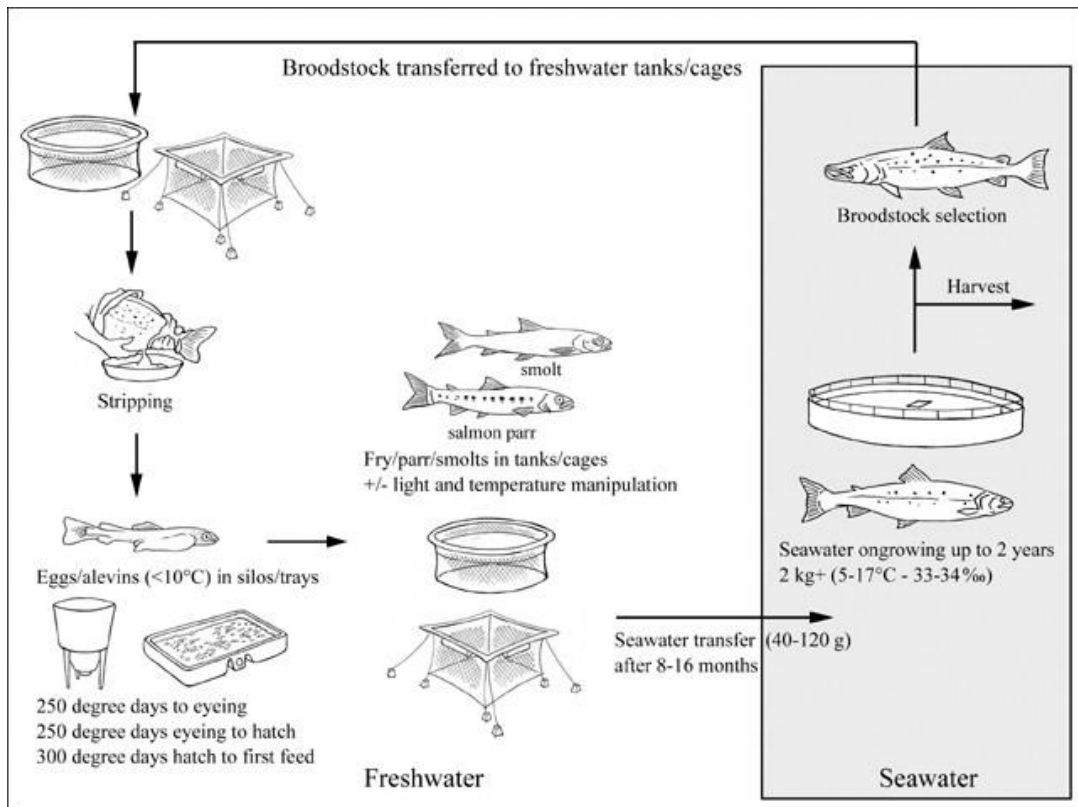
Figuur 3.4.1.4 Productiecyclus van de pangasius in een vijver met doorstroming (FAO, 2019).



Figuur 3.4.1.5 Productiecyclus van de nijltilapia in onder meer een doorstroomsysteem (FAO, 2019).



Figuur 3.4.1.6 Productiecyclus van de paling in RAS (FAO, 2019).



Figuur 3.4.1.7 . Productiecyclus van de zalm (FAO, 2019).

Samenvatting gevareninventarisatie

Veel van de geïdentificeerde gevaren hebben een basis in dieergezondheid- of huisvestingsaspecten. Belangrijke noties hierbij zijn echter dat 1) Welfare Quality niet toegespitst is op vissen en schaaldieren (dorst bij vissen moet bijvoorbeeld zijn saliniteit afhankelijk van vissoort), 2) gevaren niet altijd scherp te plaatsen zijn onder één van de Welfare Quality® principes en criteria en 3) voeding en normaal gedrag in relatie tot welzijn nog relatief onontgonnen gebieden zijn vergeleken met dieergezondheid en huisvesting.

De gevaren van voeding zijn een inadequate samenstelling, een inadequaat voederregime en inadequaat gebruik van voederonthouding voorafgaand aan procedures als sorteren en transport. De gevaren spelen een rol bij fry/pootvissen, opkweek tot marktwaardige vis en de marktwaardige vis. Ouderdieren hebben naar verwachting geen/minder hinder van ongunstige voedingsomstandigheden.

Voor huisvesting zijn waterkwaliteit en temperatuur vaak geïdentificeerde gevaren. In praktisch elk systeem en productiestadium van de vis zijn deze gevaren van belang. Uitzondering hierop zijn de ouderdieren, mits de aanname klopt dat men goede zorg en huisvesting biedt aan deze ouderdieren. Meer kennis hieromtrent is gewenst. Andere vaak geïdentificeerde gevaren zijn het ontbreken van schuil- of rustplaatsen, de doorstromingsnelheid van het water en de beweging van het water tijdens transport (trillingen en geluid, en klotsen).

Voor wat betreft gezondheid zijn de gevaren die bij de meeste productiestadia van kweekvis voorkomen: diverse ziekten (die klinisch tot uiting komen) en het voortijdig doden van zieke/ongeschikte vis.

Er zijn voor meerval, pangasius en tilapia samen 14 voor welzijn relevante typen ziekteverwekkers geïdentificeerd. Waarvan 1 wormengroep (*Gyrodactylus*, *Dactylogyru*), 2 groepen eencellige flagellaten (*Hexamita* spp. en *Ichthyobodo necator*), eencellige ciliaten (*Trichodina* spp. en *Chilodonella* spp.) en een overige eencellige parasiet (*Ichthyophthirius multifiliis*). Daarnaast ook 6 bacteriegroepen (*Mycobacterium marinum*, *Flavobacterium columnare*, *Streptococcus iniae* en *Streptococcus agalactiae*, *Vibrio* spp., *Edwardsiella tarda* en *ictaluri* en *Aeromonas* spp.) en 2 virussen (Tilapia Lake Virus en Channel Catfish Virus). Voor paling zijn er 4 typen ziekteverwekkers geïdentificeerd welke relevant zijn voor het welzijn; 1 wormengroep (*Pseudodactylogyru* en *Dactylogyru*), 1 virustype (Herpesvirus Anguilla) en 2 bacteriegroepen (*Vibrio* spp. en *Aeromonas* spp.). Daarnaast wordt gesproken over niet nader gespecificeerde ectoparasieten en schimmels. Op basis van de huidige gebruikte gegevens is deze gevareninventarisatie voor palingziekten onvolledig.

Voor de zalm zijn 6 typen ziekteverwekkers geïdentificeerd welke relevante gevaren zijn voor het welzijn; 4 bacterie groepen (*Aeromonas salmonicida salmonicida*, *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum* en diverse Winter ulcer veroorzakende bacteriën), 6 virussen (Infectieuze pancreatische necrose virus, Salmon Pancreas Disease Virus, Infectious salmon anaemia virus, Piscine myocarditis virus, Piscine orthoreo virus, Salmon gill poxvirus disease), een schimmel (*Saprolegnia* spp.), kreeftachtige parasieten (zeeluis; *Lepeophtheirus salmonis* en *Caligus elongatus*), een Myxozoa (*Parvicapsula pseudobranchicola*) en een amoebe (*Paramoeba perurans*)

Van belang is dat sinds malachietgroen een verboden middel is binnen de EU, er geen middel meer voorhanden is dat efficiënt schimmels (*Saprolegnia*) aanpakt. Dit is problematisch voor de zoetwaterstadia van de zalmproductie.

Ook voor vispathogene zuigwormen (*Gyrodactylus* en *Dactylogyru*) wordt behandeling moeilijker aangezien resistentie tegen wormmiddelen toeneemt. Dit kan problematisch zijn/worden voor vele vissoorten, waaronder meerval, pangasias, nijltilapia en paling. Bij de zalm blijkt bovendien dat fysieke behandeling tegen zeeluis een mogelijkheid creëert voor infectie met andere ziekteverwekkers.

Voor virussen ontbreekt meestal een (goed werkend) vaccin.

Voor de gezondheid van vissen zijn er naast voornoemde gevaren relatief veel gevaren door handelingen rondom sorteren en transport. Vis uit de diverse productiestadia kunnen deze gevaren ondervinden, maar vooral fry/pootvis (naar andere leefomgeving) en daarna marktwaardige vis (naar slacht) worden getroffen/blootgesteld. Ingrepen komen vooral voor bij ouderdieren en hebben direct of indirect te maken met de voortplanting. Andere ingrepen hebben te maken met verdoven en doden. Voortijdig doden kan in alle stadia voorkomen en gebeurt in principe zonder verdoving. Behalve bij sommige ouderdieren (mannelijke meervallen) die gebruikt worden voor voorplanting, die worden verdoofd voorafgaand aan de procedure. Elektrisch verdoven en slachten gebeurt alleen bij marktwaardige vis (met name paling en Afrikaanse meerval), waarbij de wijze waarop dit gedaan wordt per vissoort kan verschillen.

Wat opvalt is dat de gevareninventarisatie voor 'Normaal gedrag' relatief beperkt is; het niet kunnen uiten van soort specifiek gedrag zoals appetitief gedrag (voedselzoekgedrag, bijvoorbeeld jagen) is niet opgenomen in deze gevareninventarisatie. Gedrag van vissen in relatie tot welzijn is nog relatief onontgonnen terrein. Het vaakst geïdentificeerde gevaar voor een normaal sociaal gedrag van dieren is een inadequate bezettingsgraad (vooral te hoge bezetting). Daarnaast wordt het mengen van dieren bij jonge vis tot en met de opkweek toegepast, wat een gevaar is voor het (niet meer kunnen) uiten van normaal sociaal gedrag. De mens-dier relatie en de emotionele toestand van het dier zullen - uitgaande van de bevinding dat het voelende wezens zijn - door diverse eerder genoemde gevaren beïnvloedt worden. Dit zal bij alle systemen en vis van bijna alle leeftijden het geval zijn, maar kennis en kunde over dit onderwerp ontbreekt.

Het is op basis van de gebruikte gegevens niet goed te duiden in hoeverre er verschil in gevaren is tussen verschillende segmenten zoals intensief, extensief, duurzaam, biologisch.

Goede voeding

Vissen worden vooral gevoederd door voeders over het wateroppervlak te verspreiden of het voeder in een 'demand feeder' te verstrekken waaruit vissen zelf hun voedsel kunnen halen. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de vissoort; een Afrikaanse meerval eet aan het wateroppervlak (voeder moet blijven drijven) en een tong op de bodem (voeder moet zinken) (Van de Vis et al., 2019). Kweekvis wordt meestal voorzien van commerciële complete voeders (pellets). Kweekvissen zijn ofwel hoofdzakelijk omnivoor (bijvoorbeeld meerval, pangasius, tilapia) - ze eten zowel plantaardig als dierlijk voedsel - ofwel ze zijn carnivoor (zoals de zalm) - ze eten alleen dierlijk voedsel. Voeders bestonden vooral uit vismeel en visolie. Er is een verschuiving gaande naar plantaardige (bijvoorbeeld soja, algen, zeewier) en andere dierlijke bronnen (bijvoorbeeld insecten, varkens, gevogelte). Dit om de druk op de wildvangst van kleine vissen als bron voor diervoeders te verminderen (Terpstra et al., 2009; Boerrigter, 2015; Haidar, 2017; Ethic Ocean en VLIZ, 2018). In 2017 is er in Verordening (EU) nr. 2017/893 opgenomen dat voederen van zeven soorten insecten is toegestaan aan dieren binnen de aquacultuur.

Voor RAS geldt dat water hergebruikt wordt en zwevend vuil verwijderd wordt (mechanisch filter of sedimentatietank) waardoor er weinig voederresten achterblijven.

In doorstroomsystemen inclusief vijvers, en in kooien worden voederresten afgevoerd met de stroom mee. Overigens wordt in een extensieve vijver niet bijgevoederd, maar eten de vissen van natuurlijke voedselbronnen (Stickney, 2000 in (Van de Vis et al., 2019)).

Er zijn drie gevaren voor het welzijn van vis onderscheiden (Van de Vis et al., 2019) (zie Appendix Dierenwelzijn 1). De eerste betreft een inadequate samenstelling van het voeder. Verstrekte visvoerders zijn van een constante samenstelling. Er is geen diversiteit in het aanbod zoals dit er wel is in de natuurlijke wateren van de vissen. Echter is er tussen vissoorten en productiefasen (waaronder verschillende leeftijden) een verschillende voederbehoefte.

Onvoldoende hierop aansluiten kan tekorten aan nutriënten veroorzaken (Van de Vis et al., 2019). De verschuiving naar andere ingrediënten dan van mariene oorsprong kan bovendien ook leiden tot nutriëntentekorten in kweekvis (EFSA, 2008b; Ethic Ocean en VLIZ, 2018). Het hebben van geschikte voeders is met name bij pootvissen of nog kleinere dieren van belang (Van de Vis et al., 2019). Al met al lijkt het totale eisenpakket van de gekweekte vissoorten aan de samenstelling van voeders nog onvoldoende bekend.

Voor paling is de juiste voeding voor palinglarven nog onbekend. Het is mogelijk om paling te laten voortplanten, maar het lukt nog niet om palinglarven te laten uitgroeien tot glasaal. Daarom wordt glasaal wild gevangen. Het voederen van de eerste (kabeljauw)kuit in de fase van glasaal naar het juveniele systeem wordt door EFSA dan ook als kritische periode aangeduid (EFSA, 2008a).

Het tweede gevaar gaat over het voederregime aangehouden door de kweker. De wijze waarop het voer wordt aangeboden en het tijdstip (of frequentie) waarop vissen gevoederd worden, moeten passen bij de soort specifieke behoeften van de vis. Is dit niet het geval dan kan dit volgens de experts ervoor zorgen dat de vissen moeite met toegang tot het voeder krijgen (Van de Vis et al., 2019). Voor paling en zalm is dit gevaar niet opgenomen door EFSA als meest relevant in het kader van welzijn (EFSA, 2008b;2008a).

Deze eerste twee gevaren komen vooral voor bij de fry/pootvissen van de meerval, pangasius en Nijltilapia en vissen in de opkweek tot marktwaardige vis (Van de Vis et al., 2019).

Het derde gevaar omvat onvoldoende voederonthouding voorafgaand aan handelingen zoals sorteren, uitdunnen en transporteren naar opkweek of slacht. Vissen wordt voeder onthouden om het maagdarmsstelsel te legen, de vissen minder fysiek actief te laten zijn, de waterkwaliteit goed te houden (braaksel en feces voorkomen) en om smaakafwijking aan het eindproduct te voorkomen. Het gevaar van onvoldoende voederonthouding komt vooral voor bij fry/pootvissen en marktwaardige vissen.

Vissen zijn doordat ze koudbloedig zijn beter bestand tegen een tijdelijk voedertekort dan landbouwhuisdieren. Daarom is het tekort niet door WUR opgenomen als gevaar voor het welzijn van de voorbeeldvissen. Indien voederonthouding frequent en ongecontroleerd uitgevoerd wordt kan het wel een potentieel gevaar voor vissen vormen (Van de Vis et al., 2019). EFSA (2008) heeft *langdurige* voederonthouding dan ook wél als gevaar geïntroduceerd voor de Atlantische zalm (en ook andere soorten zoals de regenboogforel (EFSA, 2009b)); dit geldt voor elk systeem (RAS, doorstroom, zoetwater en zeekooi) en in elke productiefase van jong tot oud (EFSA, 2008b). Hoewel vissen meestal gevoederd worden naar behoefte kan voederleverantie bemoeilijkt worden door het weer of het is voor individuen in de populatie moeilijk om het voeder tijdig te bereiken. EFSA geeft aan dat het onduidelijk is of de periode van voederonthouding voorafgaand aan de slacht ook een negatief welzijnseffect heeft op de zalm (EFSA, 2008b). In Noble et al. wordt beschreven dat vissen langdurige perioden van voeronthouding (vasten) en voer restricties kunnen tolereren zij het wel afhankelijk van de nutritionele status en energie reserves van de vis. De welzijnsconsequenties die kunnen optreden zijn ook afhankelijk van levensstadium en soort. Vasten kan geclassificeerd worden in kortdurend vasten (7-10 dagen) en langdurend vasten (>10 dagen) (Noble et al., 2018). Voor paling is voederonthouding opgelegd door de mens – alleen voorafgaand aan transport naar de slacht - niet als een heel belangrijk gevaar geduid (EFSA, 2008a).

Goede huisvesting

Bij huisvesting gaat het om de min of meer gecontroleerde omgeving waarin een dier door de mens geplaatst is. Bij vissen gaat het vooral om de volgende 8 geïdentificeerde gevaren (zie 3.4.2 Appendix Dierenwelzijn 1): waterkwaliteit, temperatuur, doorstroomsnelheid, lichtintensiteit, bewegingsvrijheid, schuil- en rustplaatsen, wanden en bodem van het verblijf, en bewegend (klotsend) water tijdens transport. Een extra benoemd gevaar is het vangen van wilde glasaal voor de opkweek van consumptiepaling in een kweekstelsel (niet voor uitzetting in Nederlandse wateren). Alle gevaren zijn benoemd door WUR (Van de Vis et al., 2019), echter is

doorstromingsnelheid niet separaat door de experts beoordeeld, want de locatie van kooien wordt zeer zorgvuldig gedaan, dus het risico is op voorhand al zeer klein geschat. Ook huisvesting van wildgevangen glasaal is niet separaat opgenomen, dit is beschreven door EFSA (EFSA, 2008a).

Het verschil tussen open (bijvoorbeeld vijver, kooi, doorstroom) en gesloten systemen (RAS) is dat bij open systemen alleen beluchting voor het zuurstofgehalte toegepast kan worden terwijl in een gesloten systeem beluchting, filters en pompen hun werk kunnen doen om de waterkwaliteit en watertemperatuur op peil te houden. In een open systeem is de waterkwaliteit en temperatuur sterk afhankelijk van omgevingswateren en dus ook van de mate van doorstroming (Van de Vis et al., 2019). Bij zalm-fry in RAS en opkweek in kooien is een te lage doorstroming ook een gevaar (EFSA, 2008b).

Een goede waterkwaliteit is in elk systeem en voor elke soort belangrijk, zelfs tijdens kort durende situaties zoals transport. Voor de waterkwaliteit gelden gevaren als inadequate waarden voor de zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammonia, nitraat, nitriet, stikstof, turbiditeit (troebelheid van het water) en saliniteit (Van de Vis et al., 2019).

De eisen die aan het water gesteld worden zijn sterk afhankelijk van de gehouden vissoort en ook het productiestadium. Zo kan een Afrikaanse meerval tegen tijdelijke droogval zoals in de natuur kan gebeuren en verandert een zalm in zijn leven van een zoetwaterdier in een zoutwaterdier. De turbiditeit en saliniteit zijn voor de hier beschreven vissoorten minder relevante gevaren voor het welzijn (Van de Vis et al., 2019).

Teveel voedsel verstrekken, vooral bij gebruik van 'demand feeders' zoals bij paling het geval kan zijn, kan een negatief effect hebben op zuurstofniveau's in het water en overige waterkwaliteit door vervuiling van het water (EFSA, 2008a).

Ophoping van uitgescheiden koolzuurgas, ammonia en feces dient in elk systeem voorkomen te worden. Nitraat, nitriet en stikstof vormen niet in alle productiestadia een gevaar; vooral bij jonge dieren tot en met de opkweek zijn het relevante gevaren. Het stikstofgehalte is geen gevaar in een vijver met doorstroming waarin pangasius gehouden wordt. Nitriet is geen gevaar in een doorstroomsysteem met Nijltilapia (Van de Vis et al., 2019). Voor watertemperatuur geldt dat fry/pootvis en zalmen in de opkweek vooral last van te hoge temperaturen hebben (EFSA, 2008b). In Noble et al. wordt aangehaald dat de voorkeur voor een bepaalde thermale range per levensstadium verschilt. Voor de jongere dieren ligt deze voorkeur lager dan voor oudere dieren. Fry heeft bijvoorbeeld een voorkeursrange van 10-14°C en voor het post-smolt stadium stijgt dit van 8-14 naar 16-18°C. Zalmen in zee kooien proberen water van >18°C te vermijden (Noble et al., 2018).

Voor de meerval afkomstig uit RAS is een slechte waterkwaliteit ook in het slachthuis een gevaar, omdat ze daar wederom eerst in een houderijsysteem geplaatst kunnen worden (Van de Vis et al., 2019).

De natuurlijke variatie in lichtintensiteit (of eigenlijk lichtregime) moet aansluiten op de behoefte van de gehouden vissoort, maar is vooral voor jonge meervallen (fry/pootvis en opkweek) in RAS een relevant gevaar. Ze hebben normaliter een dag-nachtritme; vooral een 24h donkerregime kan nadelig zijn voor het welzijn (Zhdanova and Reeb, 2006 in (Van de Vis et al., 2019)). De Nijltilapia beschikt ook over een biologisch dag-nachtritme (Martinez-Chavez et al., 2008 in (Van de Vis et al., 2019)). Voor de Nijltilapia in een doorstroomsysteem is de lichtintensiteit echter niet als gevaar geïnventariseerd. Mogelijk vanwege het open karakter van dit systeem. De Atlantische zalm wordt in de natuurlijke omgeving aan perioden van 24 uur donker of licht (seizoensafhankelijk) blootgesteld en zal daardoor beter bestand zijn tegen continu licht of donker.

Een beperking in bewegingsvrijheid is in eerste instantie niet geïdentificeerd als separaat gevaar voor gekweekte vissen. Twee noties hierbij zijn; 1) een te hoge bezettingsgraad is opgenomen onder 'Normaal gedrag', maar teveel vissen bij elkaar beperkt hen in bewegingsvrijheid; 2) gekweekte paling is afhankelijk van wildvangst van glasalen. Voor deze glasalen geldt een

abrupte beperking in hun vrijheid, daarom is deze als potentieel gevaar opgenomen voor fry/pootvis onder RAS.

Het hebben van adequate schuil- of rustplaats door gebruik van structuren in het systeem is met name van belang voor meerval, pangasius en Nijltilapia fry/pootvis en vis in de opkweek. Voor de paling is door EFSA aangegeven dat het belangrijk is een adequate rustplaats te bieden; terwijl ze rusten hebben ze de neiging om zich ergens tegenaan te positioneren. Tegelijkertijd is ook aangegeven dat er geen indicatie is dat een specifiek ontwerp van een tank relevant is voor het welzijn van de paling (EFSA, 2008a). Voor de zalm is het niet hebben van een geschikte rust- of schuilplaats niet als gevaar geïdentificeerd. In de Annex van de EFSA risicobeoordeling wordt echter aangegeven dat het niet bekend is wat de invloed van domesticatie op het zwemgedrag van de zalm is. In het wild rust het broed (alevins) in het grind, de fry/pootvis houden zichzelf stationair in de stroming, smolts verzamelen in scholen en drijven stroomafwaarts mee, kleine zalm en de grotere zalm op zee zwemmen over grote afstanden (stroomopwaarts als ze naar de paaigronden gaan) (EFSA, 2008b). Ruwe wanden die gebruikt worden op de bodem van een doorstroomtank kunnen nadelig zijn voor de opgekweekte Nijltilapia die erin gehouden wordt (Poelman & Van de Vis, 2009; Van de Vis et al., 2019).

Transport van jonge (fry/pootvis) en marktwaardige levende kweekvissen kan over de weg, per vliegtuig en per schip (well-boat) plaatsvinden. Naast de standaardgevaren van huisvesting gelden voor transport nog extra gevaren voor het welzijn van vissen; trillingen door geluidsdruk en klotsend water (Van de Vis et al., 2019). Ook gekweekte paling gaat meestal levend naar palingrokerijen of andere palingverwerkende bedrijven (Greutink et al., 2005).

Wat opvalt is dat er voor huisvesting van ouderdieren geen gevaren zijn geïdentificeerd. De experts zijn er vanuit gegaan dat de huisvesting optimaal is – omdat deze vis het kapitaal van de kweker is - en er zich dus geen risico vormt (Van de Vis et al., 2019). Echter zouden bovengenoemde gevaren in potentie ook voor kunnen komen bij ouderdieren; als vergelijking: bij ouderdieren van bijvoorbeeld vleeskuikens en varkens zijn er diverse risicofactoren met betrekking tot huisvesting voor het welzijn geïdentificeerd.

Goede gezondheid

In dit kader gaat het om diergezondheid relevant voor het dier: verwondingen, ziekten en ingrepen door menselijk handelen. Dit hoeft dus geen invloed te hebben op de gezondheid van de mens na consumptie van vis.

Voor een goede gezondheid is het van belang dat het houden (en hanteren) van dieren niet leidt tot verwondingen. Het gaat hierbij vooral om procedures als plaatsing in een systeem, sorteren op grootte en klaarmaken voor transport en slacht (uit het water halen, laden, lossen). Voor paling heeft WUR dan ook het hanteren als één van de belangrijkste gevaren geïdentificeerd (Van de Vis et al., 2019). In open houderijsystemen (pangasius, Nijltilapia, zalm) is er nog een bijkomend gevaar van predatie door roofvissen, zeezoogdieren en/of vogels (Noble et al., 2018; Van de Vis et al., 2019). RAS is altijd een gesloten systeem en predatie komt daarin niet voor (geldt voor Afrikaanse meerval en de paling). Daarnaast is de eerder genoemde doorstroomsnelheid van belang. In het geval van gezondheid van de vis is het belangrijk dat deze niet hoger is dan de zwemcapaciteit van de vis. Is dit wel het geval dan botsen de vissen tegen de wanden van het systeem. Kooien op zee (zalm) worden daarom zorgvuldig tussen landtongen of eilanden geplaatst (Van de Vis et al., 2019) waar de hydrodynamiek minder is dan op open zee.

Ingrepen aan vissen worden hoofdzakelijk voor voortplanting en voor het verdoven en doden van de vissen gedaan. Voor ouderdieren gaat het om gevaren voor het welzijn door hormonale inductie, afstrijken voor hom of kuit, opereren, en afknippen van de bovenkaak (laatste geldt alleen voor mannelijke Nijltilapia). Het gebruik van voortplantingstechnieken mag volgens het Besluit houders van dieren, mits 'op zodanige wijze dat bij het dier niet onnodig pijn, letsel,

stress of ander ongerief wordt veroorzaakt' en spermawinning niet via elektrische prikkeling gedaan wordt, behalve als dit in het kader is van een door de European Association of Zoos and Aquaria gecoördineerd Europees fokprogramma (dan wel onder narcose en door of onder toezien van een dierenarts).

Of een ingreep plaatsvindt, is vooral afhankelijk van de vissoort (Van de Vis et al., 2019). Vrouwelijke meervallen hebben een externe prikkel (bijvoorbeeld de start van het regenseizoen) nodig zodat hormoonproductie voor afrijping van de eitjes zorgt. In een houderijsysteem wordt dit gedaan door onder verdoving (ze worden in een bad met verdovingsmiddel geplaatst) een injectie toe te dienen met hypofysehormoon van geslachte meervalmannen uit de mestering. Mannelijke meervallen gebruikt voor de fokkerij worden gedood met een verdovingsmiddel zodat onder verdoving de hom verkregen kan worden (Greutink et al., 2005). Bij Nijltilapia mannen wordt de bovenkaak afgeknipt ter voorkoming van verwondingen aan de vrouwelijke dieren (dus alleen als natuurlijke voortplanting toegepast wordt; dit hoeft niet als de dieren 'afgestreken' worden) (Van de Vis et al., 2019). Onderzoek naar verdoving bij vissen is gaande, zo hebben Gonçalves en Giaquinto (2020) laten zien dat onderdompeling van Nijltilapia in propofol veelbelovend is voor gebruik tijdens bedrijfsprocedures. Ook bij zalm komen ingrepen als afstrijken van kuit voor (FAO, 2019). Voor paling gebruikt voor de voortplanting (alleen in het kader van onderzoek, want kwekers bezitten geen paling ouderdieren) ontbreekt informatie over dergelijke ingrepen.

Ziekteverwekkers bestaan uit bacteriën, virussen en parasieten (zie volgende paragraaf voor een beschrijving van de relevante ziekteverwekkers voor de beoordeelde voorbeeldsoorten).

Ziekteverwekkers kunnen elkaar beïnvloeden. Zo kunnen parasitaire infecties leiden tot een hogere gevoeligheid voor bacteriële infecties (Van de Vis et al., 2019).

Eventuele vaccinaties om ziekten te voorkomen kunnen handmatig of automatisch via een injectie toegediend worden, via onderdompeling op diverse manieren (korte of lange dip, multipel punctieinstrument, hyperosmotische dip, ultrasound of spray), of via diverse wijzen van orale toediening (microalgen, biofilms, planten, *Artemia* sp., of nano- en micropartikels) (Beyls, 2015).

Voortijdig doden van zieke of ongeschikte dieren wordt in de praktijk altijd zonder toepassing van verdoving gedaan en vaak simpelweg door ze terzijde te leggen en aan de lucht bloot te stellen. Marktwaaardige kweekvissen worden gedood door verbloeding of ze in ijs of ijswater te plaatsen, meestal zonder verdoving vooraf. Voor paling is verdoving in Nederland inmiddels verplicht en hiertoe wordt een elektrische stroom gebruikt. Paling wordt na verdoving in zout ijswater gedood (Van de Vis et al., 2019). Voor de andere vissoorten is het in Nederland niet verplicht, maar de meerval in RAS wordt ook wel verdoofd door middel van elektrische stroom en voor andere vissoorten als de Nijltilapia is dit ook mogelijk (Van de Vis, 2014).

Kweekzalm uit Noorwegen wordt verplicht verdoofd voorafgaand aan het slachten. Dit wordt gedaan via een klap op de kop (percussie) met een niet-penetrerende bout, of via elektrische verdoving (brein 'knock out'). Bij percussie veroorzaakt gewicht en snelheid van de bout de energie die het brein beschadigt, waardoor de vis meestal dood gaat. Bij elektrische verdoving spelen parameters als stroom (ampèrage), voltage (spanning) en frequentie (Hz) een belangrijke rol in effectiviteit. Verdoving van zalm met koolstofdioxide is om welzijnsredenen verboden in Noorwegen (Lambooj et al., 2010; Noble et al., 2018).

Voor verdoving geldt dat indien niet adequaat toegepast dit ook een gevaar voor het welzijn van de vis kan vormen.

Beschrijving van infectieuze diergezondheidsgevaaren die een impact hebben op het welzijn van kweekvissen

De beschrijving van de relevante agentia is, tenzij anders vermeld, gebaseerd op het boek van Haenen en collega's (Haenen et al., 2011).

Ziekteverwekkers meerval, pangasius en tilapia

Op basis van de welzijnsimpact bij de kweek van meerval, pangasius en tilapia zijn door Wageningen Livestock Research (Van de Vis et al., 2019) de onderstaande prioritaire diergezondheidsgevaaren geïnventariseerd. Deze ziekten hebben voor zover nu bekend geen humane effecten.

Korte beschrijving van de gevaren

Ichthyophthirius multifiliis (witte stip)

Ichthyophthirius multifiliis is een eencellige parasiet met een levenscyclus zonder tussengastheer en drie levensstadia, een op de vissen in de buitenste lagen van de huid en de kieuwen parasiterend stadium, een reproductief in het milieu levend stadium en tenslotte een infectieus, actief zwemmend stadium. Alleen het laatste, vrije stadium is zeer gevoelig voor behandeling met chemicaliën. Witte stip heeft een wereldwijde verspreiding en komt bij tal van zoetwatervissoorten van alle leeftijden voor bij een watertemperaturen van 3-28 °C. Witte stip wordt horizontaal via vissen, water, planten, slakken en levend voeder overgebracht. Daarnaast kan de ziekte ook via gereedschap en handen worden overgebracht.

Ichthyobodo necator

Ichthyobodo necator is een eencellige flagellaat die leeft op de huid en kieuwen van verschillende wilde en gekweekte zoetwatervissen in Nederland en de rest van de wereld. In het mariene milieu komen verwante soorten voor. *Ichthyobodo* wordt horizontaal van vis op vis via slijm van geïnfecteerde vissen en via besmet water overgebracht. Bij vissen die tegen hogere temperaturen bestand zijn, kan de parasiet door tijdelijke verhoging van de watertemperatuur naar 30 °C gedood worden.

Chilodonella spp.

Chilodonella spp. zijn eencellige ciliaten die op de huid en kieuwen van vis parasiteren. Tal van vissoorten van verschillende leeftijden en in verschillende temperatuurzones zijn gevoelig een voor *Chilodonella* infectie, maar de parasiet komt meestal voor bij verzwakte vis. De overdracht van *Chilodonella* is horizontaal via vis, water, waterplanten, levend voeder en materialen.

Trichodina spp.

Trichodina spp. zijn eencellige ciliaten die leven op de huid en kieuwen van vissen. De parasiet wordt gevonden bij zoetwater- en zeevissen van verschillende leeftijden en bij verschillende kweektemperaturen. *Trichodina* is een wereldwijd en in de Nederlandse aquacultuur veel voorkomende parasiet. De overdracht van *Trichodina* is horizontaal via vis, water en gereedschap. *Trichodina* komt vooral voor in vervuild water met veel voeder- en mestresten.

Gyrodactylus, *Dactylogyrus*

Gyrodactylus en *Dactylogyrus* zijn vispathogene zuigwormen die als ectoparasieten op huid of kieuwen van vissen parasiteren waar zij zich met slijm en organisch materiaal voeden. *Dactylogyrus* is eierlegend en *Gyrodactylus* levendbarend. De zuigwormen komen wereldwijd voor bij een breed scala van vissoorten en alle kweektemperaturen. De overdracht is horizontaal, direct tussen vissen of indirect via water, waterplanten, slakken, levend voeder of gereedschappen. Infecties kunnen met anthelmintica (wormmiddelen) worden behandeld waarbij op viskwekerijen steeds vaker resistentie tegen de middelen wordt gezien. Voor zover bekend zijn er geen geschikte alternatieven voorhanden.

Hexamita spp.

Hexamita spp. zijn eencellige flagellaten die vooral parasiteren in de endeldarm van forelachtigen en voorkomen in Midden-Europese buitenwateren. Sommige *Hexamita*-soorten komen voor in siervis en in zeevis. In Nederland wordt de parasiet zowel in wilde vis als in kweekvis aangetroffen. De overdracht van *Hexamita* species is horizontaal, onder andere via vis, mest en water.

Aeromonas spp.

Bacteriën van het geslacht *Aeromonas* komen overal in aquatische milieus voor. Een aantal ondersoorten van *A. salmonicida* zijn obligate vispathogenen die grote verliezen in de viskweek kunnen veroorzaken. *A. salmonicida achromogenes* is een pathogeen van onder andere paling (*Anguilla anguilla*), karper (*Cyprinus carpio*) en goudvis (*Carassius auratus*) (siervis). *A. hydrophila* en *A. sobria* zijn vooral opportunistische ziekteverwekkers (ze zijn ziekmakend op het moment dat de gastheer een verminderde afweer heeft). Beide bacteriën kunnen bij een breed scala van vissen ziekte veroorzaken bij temperaturen boven de 10°C en zijn tevens zoönotisch van aard (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Aeromonas spp. komen voor in filtersystemen, vijvergrond, oppervlakte water en de huid van vissen, ook in de Nederlandse aquacultuur. De overdracht is horizontaal, direct tussen vissen of indirect via gereedschappen of water. Ook *A. salmonicida achromogenes* wordt horizontaal overgebracht. Daarnaast kunnen parasieten zoals bloedzuigers of luizen de bacterie overbrengen.

NB: pangasius wordt in toenemende mate gevaccineerd tegen *Aeromonas hydrophila* (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020).

Edwardsiella tarda en *ictaluri*

De bacterie *Edwardsiella tarda* kan uit allerlei zieke warmwater-vissoorten worden geïsoleerd, waaronder meervalsoorten, Nijltilapia (*Oreochromis niloticus*), karper (*Cyprinus carpio*), goudvis (*Carassius auratus*) en andere siervissen. De ziekte komt vooral bij hogere watertemperaturen van 26-30°C voor, en dan met name bij een slechte waterkwaliteit en in organisch vervuild water. *Edwardsiella tarda* is een zoönotisch pathogeen (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie). In Nederland komt de bacterie onder vis sporadisch voor, en dan vooral bij siervis. *E. ictaluri* is alleen pathogeen voor vis. De ziekte treedt op bij 20 tot 30°C, maar soms ook bij lagere temperaturen.

E. tarda en *E. ictaluri* zijn opportunistische pathogenen die bij door stress verzwakte vissen ziekte veroorzaken. De transmissie is horizontaal van vis naar vis direct of via water en gereedschappen. *E. tarda* kan in uitwerpselen van vogels voorkomen en kan daarmee in visvijvers worden geïntroduceerd. *E. ictaluri* kan weken in een vijverbodem overleven. Bij vissen die een infectie hebben overleefd, persisteert de bacterie waarschijnlijk in de hersenen en de darm en kan bij stress opnieuw ziekte veroorzaken. NB: pangasius wordt in toenemende mate gevaccineerd tegen *Edwardsiella ictaluri* (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020).

Vibrio spp.

Vibrio spp. zijn alomtegenwoordige bacteriën in brakwater en marine milieus. Een aantal soorten fungeert als opportunistisch en andere als obligaat pathogeen voor vissen. In de Nederlandse aquacultuur worden *Vibrio*-infecties vooral aangetroffen in de palingkweek, onder andere veroorzaakt door *Vibrio splendidus* en *Vibrio vulnificus*. Het laatste agens is tevens een zoönotisch pathogeen (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Vibrio spp. worden horizontaal overgebracht, direct tussen vissen of indirect via gereedschappen of water. Ook parasieten kunnen de bacterie overbrengen.

Streptococcus iniae en *Streptococcus agalactiae*

Streptococcus iniae is een verwekker van ernstige bacteriële ziekte bij meer dan 40 vissoorten in zoet- en zoutwater, zo ook in de Nederlandse aquacultuur. *Sc. iniae* kan ook ziekte bij de mens veroorzaken. Ook *Sc. agalactiae* heeft een breed visgastheer spectrum en is onder andere ook ziekmakend voor runderen en mensen (zie ook onderbouwing risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Streptokokken worden horizontaal van vis op vis of via allerlei gereedschappen overgebracht. Goede hygiëne voorkomt versleping van het agens tussen verschillende eenheden van een kwekerij.

Flavobacterium columnare

Flavobacterium columnare hoort tot de myxobacteriën die algemeen in het oppervlaktewater voorkomen. Als gevolg van stress kan *Flavobacterium columnare* onder andere bij karperachtigen de zogenaamde 'Columnaris ziekte' veroorzaken. De ziekte komt tot uiting bij een watertemperatuur van circa 16 tot 22°C en wordt geremd onder de 15°C. De ziekte kan voorkomen bij alle maten vis, met name na sorteren, transport en andere stress en bij huid beschadigingen.

Flavobacterium columnare wordt horizontaal van vis op vis of via allerlei gereedschappen overgebracht. Goede hygiëne voorkomt versleping van het agens tussen verschillende eenheden van een kwekerij.

Mycobacterium marinum

Mycobacterium marinum is de meest bekende en vaakst voorkomende vertegenwoordiger van een grotere groep atypische mycobacteriën die meestal chronisch verloopende infecties bij vissen kunnen veroorzaken. *M. marinum* infecties komen wereldwijd bij meer dan 167 zoet- en zoutwatervissoorten voor. Aangezien *M. marinum* een optimum groeitemperatuur van 25 tot 30°C heeft, treden infecties vooral op bij vissen die gehouden worden bij een watertemperatuur van 25°C of hoger. Dit zijn voornamelijk aquaria van dierentuinen en particulieren, maar soms ook bij warmwater consumptievisteeltbedrijven. *M. marinum* is zoönotisch (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Transmissie van mycobacteriële infecties op vissen vindt waarschijnlijk plaats via besmet voeder, dode besmette vis, of besmet organisch materiaal op de bodem van bassins of water. De bacterie kan ook via een beschadigde huid of kieuwen binnendringen. Levendbarende vissen kunnen de bacterie verticaal op de nakomelingen overdragen.

Channel Catfish Virus (CCV)

Channel Catfish Virus, ook bekend als Ictalurid herpesvirus 1 (IcHV1), is een alloherpesvirus dat voor het eerst in Noord Amerika uit juveniele kanaalmeerval (*Ictalurus punctatus*) populaties met massale sterfte als gevolg van hemorrhagische ziekte werd geïsoleerd (Hanson et al., 2011). CCV komt wereldwijd voor (Siti-Zahrah et al., 2014).

In de VS treffen CCV uitbraken vooral dichtbevolkte fingerling vijvers gedurende de zomermaanden. De optimale temperatuur voor het ontstaan van uitbraken is 27°C of hoger. CCV wordt verticaal van geïnfecteerde ouderdieren via eitjes op nakomelingen overgebracht (Hanson et al., 2011). Daarnaast vindt horizontale transmissie van vis op vis plaats (The Fish Site, 2020).

Tilapia Lake Virus (TiLV)

Tilapia Lake Virus (TiLV) is een nieuw RNA virus uit de familie van de Orthomyxoviridae. Het virus veroorzaakt ernstige ziekte, die onder de naam TiLV-disease (TiLVD) bekend staat, bij tilapia in zoet- en brakwater. Het virus is gerapporteerd in Columbia, Ecuador, Israël, Egypte, Thailand, India, Malaysia en de Filipijnen (Haenen, 2017; OIE, 2018).

De ziekte treedt op in water met een temperatuur van 22 tot 32°C. De transmissie is horizontaal van vis op vis, via water en gereedschappen. Vooralsnog is er geen bewijs voor horizontale overdracht (Haenen, 2017).

Ziekteverwekkers paling

EFSA heeft als belangrijkste infectieuze gevaren met welzijnsimpact voor de paling aquacultuur geïdentificeerd (volgorde=ranking) (EFSA, 2008a):

Juvenielen

1. (*Pseudo*)*Dactylogyrus*
2. Herpesvirus Anguilla (HVA)
3. Ectoparasieten (niet nader gespecificeerd)
4. *Vibrio*
5. Schimmelinfecties (niet nader gespecificeerd) en *Aeromonas*

Opkweek:

1. (*Pseudo*)*Dactylogyrus*
2. Herpesvirus Anguilla (HVA) of Anguillid herpesvirus 1 (AngHV1)
3. *Vibrio*
4. Ectoparasieten (niet nader gespecificeerd)
5. *Aeromonas*

Marktwaardig:

Geen infectieuze gevaren geïdentificeerd.

Voor de paling ouderdieren zijn infectieuze gevaren onbekend; paling grootgebracht in RAS komt voornamelijk van wilde paling, en van de paling gebruikt voor onderzoek rondom de hele voortplanting/productiecyclus zijn relevante ziekteverwekkers niet geïdentificeerd door EFSA of WUR.

Twee andere bekende virussen in Nederlandse palingkwekerijen zijn het Europese aal virus (EVE; aquabirnavirus, eel virus European), en het Europese aal virus X (EVEX; rhabdovirus, eel virus European X) (Van Beurden et al., 2012).

Korte beschrijving van de gevaren

Pseudodactylogyrus, *Dactylogyrus*

Pseudodactylogyrus en *Dactylogyrus* kunnen net als bij de meerval, pangasius en Nijltilapia ook bij de paling voorkomen. Zoals eerder beschreven zijn het vispathogene zuigwormen die als ectoparasieten op huid of kieuwen van vissen parasiteren waar zij zich met slijm en organisch materiaal voeden. Beide soorten zijn eierlegend. Het voorkomen is wereldwijd bij een breed scala aan vissoorten en bij alle kweektemperaturen. In Nederland kan *Pseudodactylogyrus anguillae* problemen veroorzaken.

De overdracht is horizontaal, direct tussen vissen of indirect via water, waterplanten, slakken, levend voeder of gereedschappen. Infecties kunnen met anthelmintica (wormmiddelen) worden behandeld waarbij op viskwekerijen steeds vaker resistentie tegen de middelen wordt gezien.

Herpesvirus Anguilla (HVA of AngHV1)

HVA of Anguillid herpesvirus 1 (AngHV1) is een DNA virus uit de familie Alloherpesviridae. Het virus is voor het eerst in Japan aangetoond en eind jaren 90 voor het eerst ook in Nederland. Uitbraken kunnen worden getriggerd door stressfactoren (onder andere sorteren, vuil water). Bij zieke palingen kunnen vaak meerdere ziekteverwekkers zoals parasieten, bacteriën of virussen worden geïsoleerd. Aangezien de replicatie van HVA bij een watertemperatuur van 26°C optimaal is, kan verlaging van de temperatuur sterfte afremmen. Paling wordt intentioneel blootgesteld aan HVA als een vorm van vaccinatie om latere verliezen te voorkomen.

Vibrio spp.

Vibrio spp. zijn - zoals eerder beschreven voor meerval, pangasius en Nijltilapia - alomtegenwoordige bacteriën in brakwater en mariene milieus. Een aantal soorten fungeert als opportunistisch en andere als obligaat pathogeen voor vissen. In de Nederlandse aquacultuur worden *Vibrio*-infecties vooral aangetroffen in de palingkweek, onder andere veroorzaakt door *Vibrio splendidus* en *Vibrio vulnificus*. Het laatste agens is tevens een zoönotisch pathogeen (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Vibrio spp. worden direct horizontaal overgebracht, direct tussen vissen of indirect via gereedschappen of water. Ook parasieten kunnen de bacterie overbrengen.

Aeromonas spp.

Bacteriën van het geslacht *Aeromonas* komen ubiquitair in aquatische milieus voor (zie ook onder meerval, pangasius, Nijltilapia en zalm). Een aantal ondersoorten van *A. salmonicida* zijn obligate vispathogenen die grote verliezen in de viskweek kunnen veroorzaken. *A. salmonicida achromogenes* is een pathogeen van onder andere paling. *A. hydrophila* en *A. sobria* zijn vooral

opportunistische ziekteverwekkers. Beide bacteriën kunnen bij een breed scala aan vissen ziekte veroorzaken bij temperaturen boven de 10°C en zijn tevens zoönotisch van aard (zie ook onderbouwing bij risicobeoordeling voedselveiligheid, microbiologie).

Aeromonas spp. komen voor in filtersystemen, vijvergrond, oppervlakte water en op de huid van vissen. De overdracht is horizontaal, direct tussen vissen of indirect via gereedschappen of water. Ook *A. salmonicida achromogenes* wordt horizontaal overgebracht. Daarnaast kunnen parasieten zoals bloedzuigers of luizen de bacterie overbrengen.

Aquabirnavirus, eel virus European (EVE)

Serieuze uitbraken van het Europese aal virus – van origine de ziekte branchionephritis, een nierziekte – ontstonden in Japan (bij de Japanse paling) tijdens winters als water temperaturen onder de 20°C waren. Inmiddels is het virus ook in Europa en Amerika geïdentificeerd, ook in *Anguilla anguilla* (Europese aal). Ziekte uitbraken hebben vaak een relatie met onderliggende stress ('stress-triggered'), water temperatuur en gaan vaak gepaard met secundaire infecties (Van Beurden et al., 2012).

Het virus wordt horizontaal en mogelijk ook verticaal overgebracht (Haenen et al., 2011).

Rhabdovirus, eel virus European X (EVEX)

Het Europese aal virus X werd voor het eerst in Japan geïsoleerd bij uit Europa geïmporteerde paling zonder klinische symptomen (Van Beurden et al., 2012).

Ziekte uitbraken hebben vaak een relatie met onderliggende stress ('stress-triggered'), water temperatuur en gaan vaak gepaard met secundaire infecties zoals EVE of HVA (Van Beurden et al., 2012). Het is een wijdverspreid virus in Europa (Haenen et al., 2011).

EVEX wordt horizontaal overgebracht, tussen vissen, water of materiaal bijvoorbeeld netten of emmers (Haenen et al., 2011).

Ziekteverwekkers zalm

Op basis van de fysiologische integriteit van de vissen (te maken met de welzijnsimpact), de frequentie van voorkomen in kweeksystemen (= kans op blootstelling) en de invloed van preventieve en/of curatieve maatregelen heeft EFSA in 2008 de belangrijkste infectieuze gevaren voor de Atlantische zalm in diverse levensstadia geïdentificeerd (tabel 3.4.1.15) (EFSA, 2008b). Het gaat hierbij om *Aeromonas salmonicida salmonicida* (furunculose), Infectieuze pancreatische necrose (IPN) virus, *Saprolegnia* spp. en zeeluis (*Lepeophtheirus salmonis* en *Caligus elongatus*).

Daarnaast heeft Noble ook virussen als Salmon Pancreas Disease Virus (SPDV/ PD/ SAV), Infectious salmon anaemia virus (ISAV), Piscine myocarditis virus (PMCV of CMS), Piscine orthoreo virus (PRV of HSMI) en Salmon gill poxvirus disease (SGPVD) benoemd (Noble et al., 2018). Ook bacteriën als *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, en de veroorzakers van Winter ulcer (*Moritella viscosa*, *Tenacibaculum* spp., *Aliivibrio* (*Vibrio*) *wodanis*) kunnen welzijnslast veroorzaken net als de parasieten *Parvicapsula pseudobranchicola* (BCWD) en *Paramoeba perurans* (AGD) (Noble et al., 2018).

In 2019 is door EFSA een ondersteunend extern rapport uitgebracht (Marvin et al., 2019) waarin gevaren worden benoemd voor de gezondheid van zowel mens als zalm door de kweek van zalmen; zo ook de voornoemde ziekteverwekkers uit EFSA en Noble (EFSA, 2008b; Noble et al., 2018).

Tabel 3.4.1.15 Relevante infectieuze gevaren voor de Atlantische zalm in diverse levensstadia. Bronnen: (EFSA, 2008b; Gjessing et al., 2017; Hvas et al., 2017; Garseth et al., 2018; Noble et al., 2018; Nylund et al., 2018)

stadium	broedbak (trays)	doorstroom tanks	RAS	zoetwater kooi	zoutwater kooi	(zoetwater) tanks
Alevins (broed)	<i>Saprolegnia</i>	x	x	x	x	x
Fry (jongvis)	Furunculose, IPN, SGPV, <i>Yersinia Ruckeri</i> , <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , <i>Saprolegnia</i>	x	Furunculose, IPN, SGPV, <i>Yersinia Ruckeri</i> , <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , <i>Saprolegnia</i>	x	x	x
Parr (zomerzalm)	x	Furunculose, SGPV, <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , <i>Saprolegnia</i>	IPN, SGPV, <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , <i>Saprolegnia</i>	IPN <i>Saprolegnia</i> , SGPV, <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , <i>Saprolegnia</i>	x	x
Smolt	x	IPN, Furunculose, SGPV, <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , Winter ulcer (alleen zout water)	IPN, SGPV, <i>Flavobacterium Psychrophilum</i> , Winter ulcer (alleen zout water)	<i>Saprolegnia</i> Furunculose, SGPV, <i>Flavobacterium psychrophilum</i>	x	x
On-growers (opkweek)	x	x	x	x	Zeeluis, PD, ISAV, IPN, PRV, PMCV, SGPV, <i>Yersinia ruckeri</i> , Winter ulcer, Parvicapsula pseudobranchicola, <i>Paramoeba perurans</i>	x

stadium	broedbak (trays)	doorstroom tanks	RAS	zoetwater kooi	zoutwater kooi	(zoetwater) tanks
Ouder-dieren	x	x	x	x	Zeeluis, PD, ISAV, IPN, PRV, PMCV, SGPV, winter ulcer, Parvicapsula pseudobranchicola, <i>Paramoeba perurans</i>	<i>Saprolegnia</i> , IPN, PMCV, SGPV

Korte beschrijving van de gevaren

Aeromonas salmonicida salmonicida (furunculose)

Aeromonas salmonicida subsp. *salmonicida* is de veroorzaker van furunculose specifiek bij verschillende soorten zalmachtigen van alle leeftijden in zowel zoet- als zoutwater. Uitbraken komen meestal voor bij temperaturen boven de 16°C. Bij lagere temperaturen zijn chronische ziektebelopen zonder duidelijke verschijnselen mogelijk.

Furunculose is zeer besmettelijk. De bacterie wordt horizontaal overgebracht, direct tussen vissen of indirect via gereedschappen of water. Ook parasieten zoals bloedzuigers en zalmluizen kunnen de bacterie overbrengen. Voor oudere dieren worden met olie geadjuveerde vaccins gebruikt die op de plek van injectie ernstige ontstekingsreacties kunnen veroorzaken (EFSA, 2008b).

Infectieuze pancreatische necrose (IPN) virus

IPN wordt door een RNA virus uit de familie Birnaviridae veroorzaakt dat vooral bij zalmachtige problemen veroorzaakt. IPN is bij Atlantische zalm (*Salmo salar*) één van de wijdst verspreide en ernstigste virusziekten. Overigens is deze ziekte voor humane gezondheid niet relevant. IPN wordt vooral gezien bij fry die voor het eerst hebben gegeten en post smolts (verandering van zoet- naar zoutwatervis) (EFSA, 2008b).

Fry raakt via het spijsverteringskanaal geïnfecteerd van waar de infectie zich uitbreidt naar de alvleesklier en hematopoëtisch (bloedcel vormend) weefsel (EFSA, 2008b).

IPN wordt horizontaal direct van vis op vis of indirect via water, gereedschap of bloedzuigende visparasieten maar ook via laarzen of vogelpoep overgebracht. Bovendien is verticale transmissie via eieren of sperma op de volgende generatie mogelijk. Verticale transmissie wordt soms gedurende enkele generaties niet opgemerkt omdat vissen niet ziek worden maar wel drager van het virus zijn. Als gevolg van stress – zoals verplaatsing naar zee - kan de ziekte weer klinisch apparent worden (Noble et al., 2018).

Het gebruik van QTL eieren die resistenter zijn tegen IPN en het bestrijden van stammen op locatie ten tijde van infestatie heeft waarschijnlijk geholpen om uitbraken de afgelopen jaren te verminderen. Vaccinaties hebben een beperkt effect tegen IPN (Noble et al., 2018).

Saprolegnia spp.

Saprolegnia spp. behoren tot de zogenaamde waterschimmels (oomycetes) die, hoewel op schimmels lijkend, daar niet mee verwant zijn. *S. parasitica* komt wereldwijd voor in zoetwater habitats, veroorzaakt ziekte in een breed scala van vissoorten en wordt als een groot probleem in de aquacultuur beschouwd. Infecties zijn het gevolg van een verstoorde immuunfunctie als gevolg van stress of verwondingen van slijmlaag of huid.

Aangezien *Saprolegnia* in zoetwatermilieus alomtegenwoordig is en een goed therapeutisch middel voor behandeling van geïnfecteerde vissen ontbreekt. Het vroeger toegepaste malachietgroen is thans verboden. Infectiepreventie is van eminent belang: goede hygiëne en waterkwaliteit, voorzichtig hanteren van vissen, desinfectie van werkbladen of de bijzonder gevoelige mannelijke ouderdieren zo min mogelijk te strippen door anesthesie gevolgd door GnRH (Gonadotropin-releasing hormone) stimulatie toe te passen (EFSA, 2008b).

Zeeluis (*Lepeophtheirus salmonis* en *Caligus elongatus*)

Zeeluisen zijn parasitaire kreeftachtigen (roeipoot kreeftjes oftewel copepoden) die ernstige infestaties bij zalm kunnen veroorzaken. De belangrijkste soorten zijn *Lepeophtheirus salmonis* en *Caligus elongatus*. *L. salmonis* is gastheerspecifiek voor zalm en *C. elongatus* wordt naast op zalm ook op tal van andere vissoorten gevonden (EFSA, 2008b; Noble et al., 2018). Parasieten komen vrij uit eizakken van volwassen vrouwtjes en ondergaan een aantal vrij levende stadia voordat ze zich op hun gastheer vastzetten. Zeeluis kan vanuit aquacultuur wilde populaties besmetten. Hoewel er orale en waterbad behandelingen beschikbaar zijn, is de toediening in de praktijk vaak moeilijk en zijn er zorgen met betrekking tot negatieve gevolgen voor het milieu (EFSA, 2008b). Doordat de zeeluis aan de oppervlakte van het water of net er onder leven is er een methode ontwikkeld om ervoor te zorgen dat de zalmen enkele meters onder het oppervlaktewater blijven om infestatie te voorkomen (The Fish Site, 2019). Voor post-smolts tot 1 kg mag in Noorwegen een semi-gesloten containment systeem gebruikt worden waarbij het water binnen de containment (= een soort grote kooi/tank in het natuurlijke water) afgesloten is van de directe wateren eromheen (Noble et al., 2018). Ook zogenoemde 'cleaner fish' worden ingezet tegen de zeeluis. Deze cleaner vissen kunnen op hun beurt de zalm ook infecteren met diverse pathogenen, maar daarover is op dit moment nog onvoldoende informatie beschikbaar (Marvin et al., 2019).

Salmonid alphavirus (SAV) / Salmon Pancreas Disease Virus (SPDV/ PD)

Kortweg Pancreas ziekte (PD) is een virusziekte die voorkomt in het zeewaterstadium (ouderdieren en opkweek). Het virus kan subklinische aanwezig zijn en geactiveerd worden door stress. Impact op het welzijn kan gereduceerd worden door stress te minimaliseren, chronisch zieke dieren te euthanaseren en vroege slacht toe te passen (Noble et al., 2018).

Infectious salmon anaemia virus (ISAV)

Het infectieuze zalm anemie virus, kortweg ISAV of ISA, komt vooral in de zoutwaterstadia voor. Vroegtijdige detectie en vervolgens direct slachten van de groep vissen waarin het virus aanwezig is gaat verdere verspreiding zoveel mogelijk tegen. Het is een aangifteplichtige ziekte in Noorwegen en ook volgens de OIE lijst (zie Hoofdstuk 3.4.1.4.1 Wet- en regelgeving, tabel 3.4.1.4). Veel aandacht gaat naar hygiëne en beperkte transportbewegingen om verspreiding tegen te gaan (Noble et al., 2018).

Piscine myocarditis virus (PMCV of CMS)

Dit Piscine myocarditis virus, kortweg PMCV, is geassocieerd met het Cardiomyopathy Syndroom (CMS). Het komt vooral voor bij grote vissen die bijna marktwaardig zijn, maar net na verplaatsing naar zee kan het ook voorkomen (Garseth et al., 2018). Er is geen vaccinatie voor dit virus beschikbaar. De ziekte openbaart zich vaak wanneer er stressvolle gebeurtenissen zijn zoals sorteren, transport of ontluizen. Dus als het virus is aangetoond is het zaak om hantering tot het minimum te beperken totdat de vissen geslacht worden. Er is geen vaccin beschikbaar, maar CMS-QTL-smolts (QTL = quantitative trait loci) zijn beschikbaar op de markt (Noble et al., 2018); middels aanwijzing via het genoom in eieren komt de aandoening CMS in deze smolts zeer weinig/niet meer voor (AquaGen, 2015); eieren waaruit mogelijk CMS gevoelige smolts voortkomen worden uitgeselecteerd.

Piscine orthoreo virus (PRV of HSMI)

Het Piscine orthoreo virus (PRV) veroorzaakt een hart- en skeletspier ziekte (Heart and Skeletal Muscle Inflammation, HSMI). De ziekte openbaart zich meestal in het eerste jaar op zee, maar

het kan ook later. Meestal gebeurt dit na een stressvolle gebeurtenis zoals sorteren, transport of ontluizen. De risicofactoren voor het ontwikkelen van de ziekte zijn nog niet geheel doorgrond, omdat het virus wijdverspreid is, ook in vissen zonder de ziekte. Gevoeligheid voor het ontwikkelen van de ziekte kan genetisch zijn, maar ook genetische varianten van het virus kunnen de reden zijn. Er is geen vaccinatie beschikbaar tegen het virus (Noble et al., 2018).

Salmon gill poxvirus disease (SGPVD)

Dit Salmon gill poxvirus is één van de oorzaken van kieuwproblemen. Kieuwproblemen komen wijdverspreid voor in de aquacultuur, zowel in zoetwater als zoutwater fasen. Na vaststellen van het virus is de strategie om sterfte tegen te gaan door het stoppen met voederen, het verhogen van zuurstof niveaus en stressvolle situaties te minimaliseren (Noble et al., 2018).

Het virus is tot op heden mogelijk ondergewaardeerd. Eerder werd gedacht dat het vooral in zoetwatersystemen voorkwam, maar infecties zijn ook aanwezig in de zoutwater opkweek. Verdere verspreiding in Noorwegen is niet ondenkbaar doordat preventie nog weinig is georganiseerd (Gjessing et al., 2017).

Yersinia ruckeri

De bacterie *Yersinia ruckeri* komt vooral voor in de zoetwaterstadia (RAS). Toch kunnen er ook uitbraken zijn in de zoutwaterstadia bij grotere zalmen. Mogelijk heeft het een relatie met ontluizen of hanteren. Doordat stammen in biofilms achter kunnen blijven, kan infectie wederkerend zijn. Uitbraken ontstaan vaak na stress door bijvoorbeeld hanteren, stress, abrupte osmotische veranderingen en slechte waterkwaliteit. Vaak wordt infectie met *Yersinia ruckeri* gelijktijdig met andere infecties gezien zoals met *Saprolegnia* spp. of kieuwinfecties. Sommige broedstations vaccineren tegen de ziekte (Noble et al., 2018).

Flavobacterium psychrophilum (BCWD)

De bacterie *Flavobacterium psychrophilum* is vooral geassocieerd met zoetwater. Verschillende stammen kunnen een infectie veroorzaken (Bacterial Coldwater Disease, BCWD). Systemische infecties zijn waargenomen in enkele broedstations in de winter. De oorzaak is meestal te herleiden naar een suboptimale omgeving en stress (Noble et al., 2018).

Winter ulcer

Bacteriën als *Moritella viscosa*, *Tenacibaculum* spp., *Aliivibrio* (*Vibrio*) *wodanis* veroorzaken winter ulcer, welke vooral in de herfst en winter voorkomt (Noble et al., 2018). Bijna alle zalm is gevaccineerd tegen *Moritella viscosa*, maar het resultaat is variabel en deze bacterie is dan ook een belangrijke veroorzaker van de ziekte. De andere bacteriën zijn ook vaak geassocieerd met de ziekte, maar de dynamiek is onduidelijk. Een mogelijke risicofactor is een lage watertemperatuur bij verplaatsing naar zeewater. Ook bij smolt productie aan land, maar waar zeewater gebruikt wordt kan de infectie voorkomen. Daarnaast wordt behandeling tegen zeeluis of andere handelingen soms gevolgd door winter ulcer. Antibiotica is wisselend effectief (Noble et al., 2018).

Parvicapsula pseudobranchicola (Myxozoa, Myxosporea)

Deze parasiet komt voor in het noorden van Noorwegen (Noble et al., 2018). Infectie ontstaat vooral na verplaatsing naar zeewater kooien en piekt in de winter van het eerste jaar op zee. Overlevende zalmen lijken daarna immuniteit te hebben opgebouwd; parasieten laten los (Nylund et al., 2018).

Paramoeba perurans (AGD)

De parasiet *Paramoeba perurans* veroorzaakt de Amoebic Gill Disease (AGD). AGD is een opkomende ziekte bij zalmen in Noorwegen (Noble et al., 2018), maar een probleem bij zeewaterproductie van zalmachtigen wereldwijd. Infectie is geassocieerd met perioden van hoge temperaturen (Hvas et al., 2017). Vroege detectie is belangrijk voor de effectiviteit van de behandeling. Behandeling vindt plaats middels zoetwater of van H₂O₂ (waterstofperoxide).

Zoetwaterbehandeling is minder beschadigend en effectiever, maar afhankelijk van de beschikbaarheid van well-boats en het zoetwater zelf (Noble et al., 2018).

Normaal gedrag

Er zijn enkele gevaren voor het welzijn van gekweekte vissen geïdentificeerd die geassocieerd zijn met het niet meer kunnen uiten van 'normaal gedrag'. Deze gevaren betreffen de groep waarin de vissen gehouden worden; het mengen van vissen uit niet verwante groepen door te sorteren op grootte, een inadequate (te lage of te hoge) bezettingsgraad en een verschil in grootte tussen de vissen in een groep.

Voor groepsgedrag is het van belang te kijken naar de vissoort en de leeftijd (gewicht) van de vis die gehouden wordt, omdat hiërarchie of dominantie hierin een rol kan spelen. Zo kent de Atlantische zalm een hiërarchie binnen de groep. Dierdichtheid zou bij de Atlantische zalm niet meer dan 22 kg/m³ moeten zijn. Ook de Mozambique tilapia laat hiërarchische interacties zien, maar alleen tussen mannelijke dieren. Dergelijke interacties zijn onderling tussen vrouwelijke (sier)vissen ook mogelijk (Van de Vis et al., 2019). Afrikaanse meerval lijkt tot een gewicht van 10-100 g gevoelig voor zowel lage als hoge bezetting (dichtheid), van 100-300 g zijn ze gevoelig voor lage bezetting en van 1000-1500 g bezetting is er geen effect op het welzijn. Het is gebruikelijk om Afrikaanse meerval te houden bij 200-500 kg per m³ aan het einde van de opkweek (Van de Nieuwegiessen, 2009 in (Van de Vis et al., 2019)). Mengen van vissen uit verschillende groepen en een inadequate bezettingsgraad komen voor bij de fry/pootvissen en vissen in de opkweek. Hoge bezetting kan daarnaast een ongunstig effect hebben op het welzijn van de vissen tijdens transport, dus ook bij marktwaardige vissen.

Voor de Nijltilapia geldt dat deze als jonge vis – uiteindelijk bestemd voor consumptie – geslachtsverandering kan ondergaan; vrouwtjes kunnen mannelijk worden, hoewel ze genetische wel vrouwelijk blijven. Het voordeel hiervan is dat een te hoge bezettingsgraad door ongecontroleerde voortplanting wordt voorkomen en mannelijke dieren harder groeien en sneller het marktgewicht bereiken (Phelps & Okoko, 2011). Deze geslachtsverandering kan gestimuleerd worden door temperatuursverhoging (Gennotte et al., 2016) van het water en via toediening in het voeder van synthetische steroïden (vooral 17 α -methyltestosterone)(Phelps & Okoko, 2011) of meer recent ook natuurlijke producten (bijvoorbeeld zaden van de fluweelboon, of de wortels van de Shatavari uit de aspergefamilie) (Mukherjee et al., 2018). Door Van de Vis et al. (2019) is deze toepassing niet als relevant gevaar voor het welzijn van de vis opgenomen. Echter doordat het biologisch een ingrijpende gebeurtenis is, is deze praktijk toch opgenomen als potentieel gevaar voor dierenwelzijn in deze risicobeoordeling. Overigens is het ook bij paling mogelijk om via hormoontoediening geslachtsverandering te bewerkstelligen, maar dan andersom dan bij de Nijltilapia; van man naar vrouw (of eigenlijk de nog geslachtsloze glasalen richting vrouwelijk geslacht sturen), omdat vrouwtjes sneller groeien. In 2004 was aangetoond dat dergelijke hormonen wel gebruikt zijn bij een palingkwekerij in Nederland (Greutink et al., 2005). Bij aquacultuurdieren mogen "de jonge vissen met het oog op geslachtsverandering gedurende de eerste drie maanden worden behandeld met geneesmiddelen voor diergeneeskundig gebruik met androgene werking,....", maar het mag in de EU niet bij gebruiksdieren (Richtlijn 96/22/EG) van de Raad van 29 april 1996 betreffende het verbod op het gebruik, in de veehouderij, van bepaalde stoffen met hormonale werking en van bepaalde stoffen met thyreostatische werking, alsmede van β -agonisten en tot intrekking van de Richtlijnen 81/602/EEG, 88/146/EEG en 88/299/EEG (Document 31996L0022).

Voor de criteria 'goede mens-dier relatie' en het hebben van een 'positieve emotionele toestand' is door Welfare Quality® aangegeven dat een positieve relatie tussen mens en dier, veiligheid (zie ook (Van de Vis et al., 2019), comfort en tevredenheid moet worden gestimuleerd (Jones & Manteca, 2009). Er van uitgaande dat vissen ook voelende wezens zijn (EFSA, 2009a), hebben voornoemde gevaren als het hanteren van vissen voor bijvoorbeeld sorteren op grootte, het uitvoeren van ingrepen, het niet beschikken over een schuilplaats, en de aanwezigheid van

predatoren naar alle waarschijnlijkheid een ongunstig effect op beide criteria (goede mens-dier relatie en positieve emotionele toestand). Kennis hierover ontbreekt echter.

3.4.1.7.2 Gevarenkarakterisatie kweekvis

Gevaren kunnen meerdere niveaus (bijvoorbeeld te hoog of te laag) en welzijnsconsequenties (bijvoorbeeld stress en verwondingen) beslaan. Daarom is in het navolgende stuk per gevaar waar nodig een range weergegeven voor de geschatte welzijnsimpact, getroffen deelpopulatie en het totale welzijnseffect. De score-range voor welzijnsimpact en getroffen deelpopulatie zijn gebaseerd op expertschattingen gepresenteerd in het WUR rapport (Van de Vis et al., 2019). Het totale welzijnseffect (combinatie van informatie over de welzijnsconsequenties) voor een groep dieren is berekend door BuRO.

Samenvatting gevarenkarakterisatie

Opvallend is dat er voor de gevarenkarakterisatie van alle Welfare Quality® principes ondanks een brede range in de gegeven schattingen er toch relatief weinig variatie in de schattingen is. De welzijnsimpact is vooral relatief hoog (rond de 5 van 7) en ook de score voor het deel van de populatie dat getroffen wordt door een gevaar zijn vaak zeer hoog geschat (5 uit 5). Vaak genoemde welzijnsconsequenties voor kweekvis ontstaan door een diversiteit aan gevaren zijn stress (al dan niet chronisch), aantasting of loslating van de slijmlaag op de huid, (weefsel)schade aan de vis, ziekten/verminderde weerstand en een voortijdige sterfte.

Goede voeding

De welzijnseffecten (welzijnsimpact x getroffen deelpopulatie) van een inadequate voeding zijn in het algemeen over systemen en productiestadia heen. De welzijnsimpact (ernst x duur) is hoog en de scores voor de getroffen deelpopulatie worden matig tot zeer hoog geschat. De juiste voedersamenstelling op de kwekerij lijkt van even groot belang als adequate voederonthouding (wel onthouden, maar niet te lang) voorafgaand en tijdens transport van vissen. Het is nog niet mogelijk om de volledige levenscyclus van de paling te doorlopen, omdat de gekweekte palinglarve stopt met eten en sterft. Mogelijk komt dit onder meer door een onjuiste voedingssamenstelling.

Het voederregime heeft een lager geschat totaal effect, maar het is wel goed te realiseren dat er meer verschillende welzijnsconsequenties benoemd zijn dan bij voedersamenstelling en voederonthouding.

Goede huisvesting

De welzijnseffecten van huisvesting zijn weinig variabel maar hoog tot zeer hoog geschat; geen schuil- en rustplaatsen, waterkwaliteit en -temperatuur, ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit en specifiek tijdens transport trillingen en geluidsdruk. De hoogste effecten zijn te vinden bij gevaren die te maken hebben met de waterkwaliteit (zuurgraad, koolzuurgehalte, ammonia en zuurstof) en watertemperatuur tijdens transporten voor RAS (meerval) en doorstroomsystemen (Nijltilapia). Het separate effect van doorstroomsnelheid is onbekend. Voor de wildvangst van glasaal inclusief opslag en hanteren na de vangst zijn de volgende belangrijke welzijnsconsequenties beschreven: beschadigingen (huid, staart, caudal sinus), loslaten van de slijmlaag, osmoregulatorische problemen, secundaire infecties, stress en sterfte. Het betreft een groot deel van de glasaal populatie (EFSA, 2008a).

Goede gezondheid

Vissen kunnen besmet raken met een breed scala aan ziekteverwekkers. Nagenoeg alle hier geïdentificeerde ziekteverwekkers kunnen uiteindelijk leiden tot vervroegde sterfte van de vis. De mate waarin dit op populatieniveau gebeurt hangt af van zowel ziekteverwekker als overige omstandigheden zoals vissoort en bijkomende secundaire infecties. En daarnaast uiteraard ook van behandelmethodes en vaccins. Van vaccins is overigens bekend dat ze ook nadelige effecten op het welzijn kunnen hebben, maar de hoogte van dit effect is onbekend.

Leeftijd van de vis speelt ook rol voor de gevoeligheid voor ziekten; fry/pootvissen van pangasius en Nijltilapia zijn gevoeliger dan ouderdieren en vissen in de opkweek. Naast sterfte is door ziekte een veel voorkomende (logische) welzijnsconsequentie een verminderde voederopname.

De pangasius gehouden in een vijver met doorstroming ervaart de grootste welzijnseffecten door parasieten, bacteriën en virussen vergeleken met de Afrikaanse meerval en Nijltilapia. De hoogste effecten zijn er bij de pangasius ouderdieren door de parasieten *Ichthyophthirius multifiliis* en *Hexamita* en de bacteriën *Flavobacterium columnare*, gevolgd door de parasiet en bacteriën

Aeromonas hydrophila (voor pangasius inmiddels een vaccin in gebruik), *Vibrio anguillarum*.

Maar ook ander ziekteverwekkers scoren hoog op hun welzijnseffect bij de pangasius.

De Nijltilapia ervaart naar schatting de grootste welzijnseffecten door de parasiet *Hexamita*, de bacterie *Francisella noatunensis*, en het virus TiLV. Echter ook andere ziekteverwekkers kunnen een aanzienlijk welzijnseffect veroorzaken (bijvoorbeeld *Streptococcus iniae/agalactiae* en *Mycobacterium marinum (fortuitum)*).

Meerval is een robuuste vis (Boerrigter, 2015) en zit in een systeem (RAS) afgesloten van de directe omgeving waardoor besmetting met parasieten en virussen onwaarschijnlijker is dan in een open systeem. De meerval heeft daardoor over de gehele line lagere welzijnseffecten; de hoogste ontstaan dan nog door *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare* en *Mycobacterium marinum (fortuitum)*.

Voor de paling in de opkweek zijn de belangrijke ziekteverwekkers de kieuwworm (*pseudodactylogyrus*), het *Herpesvirus Anguilla*, infecties met *Vibrio* bacteriën en *Aeromonas* spp. Echter is op basis van de gebruikte gegevens geen goede inschatting van de huidige stand van welzijnseffecten van ziekten bij Nederlandse paling mogelijk.

Voor de zalm zijn ziekteverwekkers met een groot effect (kwalitatief benoemd) op het welzijn hoofdzakelijk de parasieten zeeluis en *Saprolegnia* spp., en daarnaast de virussen IPN en SGPV en de bacteriën die winter ulcer veroorzaken *Aeromonas salmonicida salmonicida*, *Yersinia Ruckeri* en *Flavobacterium Psychrophilum*. Echter is er geen schatting van welzijnseffecten bij de zalm zoals wel voor meerval, pangasius en Nijltilapia.

Als het gaat over lichamelijke ingrepen aan de vissen (ouderdieren) dan geeft vooral het verwijderen van de bovenkaak bij mannelijke Nijltilapia een hoog welzijnseffect.

In open systemen geeft predatie door roofdieren een hoog welzijnseffect. Het doden door de mens geeft een hoog welzijnseffect indien het onverdoofd uitgevoerd wordt via verbloeden bij Nijltilapia of Afrikaanse meerval/pangasius in ijs/ijswater, en paling in een zoutbad. Bij ouderdieren die niet (meer) geschikt zijn voor de voortplanting kan een niet effectieve euthanasie of helemaal geen euthanasie toegepast worden wat een hoog welzijnseffect geeft.

Normaal gedrag

Voor het vertonen van normaal gedrag hebben vooral de bezettingsgraad en het mengen van verschillende groepen een hoog welzijnseffect. Verschillen in visgrootte binnen een groep vissen kan ook een hoge welzijnsimpact hebben, maar omdat naar schatting het deel van de populatie dat getroffen wordt door een gevaar laag is (beperkt tot kleine vis) is daardoor het totale welzijnseffect binnen de populatie ook laag.

Onbekend zijn de effecten van de mens-dier relatie en de emotionele toestand van de vis op hun welzijn.

Het is op basis van de gebruikte gegevens niet te duiden of en in hoeverre er verschil in karakterisatie van de gevaren is tussen verschillende segmenten in de kweek zoals intensief, extensief, duurzaam, biologisch.

Goede voeding

Welzijnseffect inadequate voedersamenstelling

Een voedersamenstelling die niet past bij de behoeften van een vis leidt volgens de experts tot chronische stress en mogelijk misvormingen aan het dier (2 welzijnsconsequenties benoemd) (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2). De welzijnsimpact, de getroffen deelpopulatie (Van de Vis et al., 2019), en daarmee het door BuRO berekende totale welzijnseffect van een inadequate voedersamenstelling zijn hoog geschat (Figuur 3.4.1.8). De welzijnsimpact beslaat een matige ernst met een lange duur van stress en misvormingen. De inschatting is dat als de voedersamenstelling ongeschikt is, circa 81-100% (score 5) van de vissen hier last (ongerief) van heeft. Dit geldt voor fry/pootvis en vis in de opkweek. Er zijn naar schatting geen verschillen tussen systemen (RAS, vijver met doorstroming en doorstroom).

Ook bij de zalm (fry/pootvis, opkweek en ouderdieren) is voedersamenstelling als een hoog risico voor welzijn bevonden; data van de welzijnsimpact of prevalenties zijn niet gegeven, maar experts waren ten tijde van de EFSA-studie uit 2008 relatief zeker van de hoge inschatting van enkele voedergerelateerde welzijnsrisico's waaronder een inadequate voedersamenstelling (EFSA, 2008b). Hierbij dient echter rekening gehouden te worden met ontwikkelingen die de zalmsector na de risicobeoordeling van EFSA heeft ondergaan.

Voor paling is het welzijnseffect van inadequaate voeder (voor met name de jonge vis) niet benoemd door EFSA (EFSA, 2008a). Echter is het wel bekend dat gekweekte palinglarven het niet overleven (hoge ernst), omdat ze niet of slechts een korte periode eten, mogelijk omdat het voeder niet geschikt is (Floris, 2018). Er wordt al sinds lange tijd onderzoek verricht om de hele productiecycclus van paling in gevangenschap te doorlopen en zo officiële kweekpaling (van ei-slacht) te verkrijgen, maar dit is tot op heden nog niet gelukt (Palstra, 2017).

fry/pootvis en opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomstelsel - Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Inadequate voedersamenstelling	5	5	25	5	5	25	5	5	25

Figuur 3.4.1.8 Het geschatte totale welzijnseffect van een ongeschikte voedersamenstelling.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.8:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect van inadequaate voederregime

Een ongeschikt voederregime geeft ook stress en kan daardoor onderlinge agressie veroorzaken met als gevolg beschadiging van de slijmvlies en huid (4 welzijnsconsequenties) (Van de Vis et al., 2019) (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2).

Voor fry/pootvis en vis in de opkweek, in RAS, vijver met doorstroming en het doorstroomstelsel, geldt dat wanneer een inadequaate voederregime wordt toegepast de welzijnsimpact hoog is geschat (matige ernst met lange duur) (Figuur 3.4.1.9). De score van de door welzijnsconsequenties getroffen deelpopulatie is aanzienlijk tot hoog (score van 3,4 wat volgens tabel 3.4.1.7 gelijk staat aan circa 41-80%) wanneer dit gevaar aanwezig is (gebaseerd op schattingen in (Van de Vis et al., 2019)). Het totale welzijnseffect zoals berekend door BuRO is dan gemiddeld voor alle vissen.

fry/pootvis en opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomsysteem - Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Inadequate voederregime	5	3,4	17	5	3,4	17	5	3,4	17

Figuur 3.4.1.9 Het geschatte welzijnseffect van een ongeschikt voederregime.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.9:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect van wel/niet voederonthouding

Te weinig voederonthouding voorafgaand aan verplaatsingen kan stress en (weefsel)schade veroorzaken (2 welzijnsconsequenties) (Van de Vis et al., 2019) (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2).

Voor de beoordeelde systemen RAS, vijver met doorstroming en doorstroom, geldt dat voor het niet of te weinig onthouden van voeder voorafgaand en tijdens transport van fry/pootvis en marktwaardige vis eenzelfde inschatting is gemaakt door de experts voor welzijnsimpact (ernst is matig met een lange duur) en de score van de door welzijnsconsequenties getroffen deelpopulatie wanneer het gevaar aanwezig is (score 5, wat volgens tabel 3.4.1.7 gelijk staat aan circa 81-100%) (Figuur 3.4.1.10) (gebaseerd op schattingen in (Van de Vis et al., 2019)). Een totaal welzijnseffect is dan ook hoog voor alle vissen.

Bij de kweekzalm veroorzaakt langdurige voederonthouding competitie onder de vissen zodra er weer voeder geleverd wordt. Dit kan leiden tot verlies van schubben. Uiteindelijk kan langdurige voederonthouding leiden tot gewichtsverlies en verhogering (3 welzijnsconsequenties) (EFSA, 2008b). Zoals met alle carnivore vis, kan ook de wilde paling fysiologisch gezien lange perioden van voederonthouding doorstaan (EFSA, 2008a). Wanneer afgeweken wordt van de dagelijkse routine kan dit ook voor paling in zekere mate stressvol zijn (EFSA, 2008a).

fry/pootvis en marktwaardig	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomsysteem - Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Geen voederonthouding	5	5	25	5	5	25	5	5	25

Figuur 3.4.1.10 Het geschatte welzijnseffect van geen voederonthouding voorafgaand aan transport.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.10:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Goede huisvesting

Welzijnseffect van schuil- en rustplaatsen

Het ontbreken van zowel schuil- als rustplaatsen in het kweekstelsel kan leiden tot (chronische) stress bij vissen. Chronische stress heeft als gevolg een lagere weerstand en hogere vatbaarheid voor ziekten (2 welzijnsconsequenties) (Van de Vis et al., 2019) (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2). De welzijnsimpact is hiervan hoog gescoord (ernst matig met een lange duur) wanneer het voorkomt (fry/pootvis en opkweek) (Figuur 3.4.1.11). De score van de

door de welzijnsconsequenties getroffen deelpopulatie is zeer hoog geschat wanneer de vissen geen plek hebben om te schuilen of te rusten (score 5, op basis van tabel 3.4.1.7 vertaald naar circa 81-100% wanneer het gevaar dus aanwezig is). Het totale welzijnseffect is dan ook hoog geschat door BuRO.

Voor de paling en zalm is door EFSA geen indicatie van eventuele welzijnseffecten door het ontbreken van schuil- en rustplaatsen gegeven (EFSA, 2008b;2008a). Ook Noble geeft aan dat er relatief weinig kennis is over de basale mechanismen van rusten van de zalm (Noble et al., 2018). Toch geven ze wel aan dat de behoefte om te rusten een relatie heeft met onder meer sterfte, schubben of bloed in het water, eetlust en kieuwslagsnelheid (zie ook figuur 3.4.1.11, Hoofdstuk 3.4.1.3.2 Behoeften en welzijnsindicatoren).

fry/pootvis en opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomstelsysteem – Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Geen schuil- en rustplaats	5	5	25	5	5	25	5	5	25

Figuur 3.4.1.12 Het geschatte welzijnseffect van het ontbreken van schuil- en rustplaatsen.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.11:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect van ruwe wanden

Alleen bij het gebruik van een doorstroomstelsysteem is benoemd dat er ruwe wanden op de bodem in de tanks gebruikt kunnen worden welke kunnen leiden tot (chronische) stress en schade (slijtage) aan vinnen van de Nijltilapia die erin gehouden wordt (Poelman & Van de Vis, 2009; Van de Vis et al., 2019)(Appendix Dierenwelzijn 2). De welzijnsimpact is matig ingeschat en het percentage vissen dat deze impact ondervindt is laag geschat (Figuur 3.4.1.12). Het totale welzijnseffect is dan ook laag geschat.

Voor paling en zalm zijn ruwe wanden niet als relevant gevaar voor het welzijn geïdentificeerd.

opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomstelsysteem – Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Ruwe wanden	4	1	4

Figuur 3.4.1.13 Het geschatte welzijnseffect van ruwe wanden in het kweekstelsysteem.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.12:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect van de waterkwaliteit

Een onvoldoende waterkwaliteit kan leiden tot (chronische) stress, schade, verlaagde opnamecapaciteit van zuurstof in het bloed, vermoeidheid, irritatie van huid en kieuwen, verhoogde ademhalingsfrequentie, verminderde voederopname en groei, een lagere weerstand en hogere kans op ziekten. Al met al leidend tot een vervroegde sterfte (Appendix Dierenwelzijn

2). Per waarde kunnen vissen naar schatting 4-6 welzijnsconsequenties oplopen, waarbij een te hoge koolzuur- en nitraatgehalte de kroon spannen.

De meeste geïdentificeerde gevaren met betrekking tot waterkwaliteit hebben een hoge welzijnsimpact (Figuren 3.4.1.13 - 3.4.1.15). De hoogste welzijnsimpact (score van 6) komt vooral tijdens transporten van meerval en Nijltilapia voor. Het gaat hierbij om de zuurgraad (pH), koolzuur-, ammonia- en zuurstofgehalte (uitzondering zuurstof (in water) tijdens transport fry/pootvis van meerval vanwege de longfunctie die deze vis bezit; deze scoort een 5 in plaats van 6). Deze gevaren hebben meestal dan ook het hoogste welzijnseffect (~30 uit 35). De geschatte scores van de door welzijnsconsequenties getroffen deelpopulatie zijn hoog tot zeer hoog en hebben meestal de hoogste score (score 5). De laagste score voor getroffen deelpopulatie is gegeven voor een inadequaat stikstofgehalte bij de opkweek van Nijltilapia (score 3,6; de rest is 4,0 of hoger). Dit gevaar heeft dan ook een gemiddeld welzijnseffect (score 18; alle andere scores zijn >20; Figuur 3.4.1.13).

Er is slechts één gevaar met betrekking tot de waterkwaliteit met een matige welzijnsimpact (score 4; matig met middellange duur). Het gaat hier om een te hoge of lage zuurgraad tijdens de opkweek van meerval in RAS.

Overigens is de waterkwaliteit ook voor de paling en de zalm essentieel voor een goed welzijn; diverse schadelijk effecten op met name de gezondheid van de vissen zijn erkend (EFSA, 2008b;2008a; Noble et al., 2018).

fry/pootvis en opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom – Pangasius			doorstroomstelsel – Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Zuurgraad (te hoog of te laag)	5-6	5	25-30	5	4,8-5	24-30	5-6	5	25-30
Zuurstof (te laag)	5	5	25	5	4,6-5	23-25	5	4,8-5	24-25
Koolzuur (te hoog)	5	5	25	5	5	25	5	5	25
Ammonia (te hoog)	5	5	25	5	5	25	5	5	25
Nitraat (te hoog)	5	4,6-5	23-25	5	5	25	.	.	.
Nitriet (te hoog)	5	5	25	5	4,2-5	21-25	.	.	.
Stikstof (te hoog)	5	4,6-5	23-25	.	.	.	5	3,6-5	18-25

Figuur 3.4.1.14 Het geschatte welzijnseffect van de waterkwaliteit in het kweekstelsel.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.13:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIxP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

fry/pootvis en marktwaardig	Meerval			Pangasius			Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Zuurgraad (te laag)	5-6	5	25-30	5	4,8-5	24-25	5-6	5	25-30
Zuurstof (te laag)	5-6	5	25-30	5	5	25	5-6	4,8-5	25-30
Koolzuur (te hoog)	5-6	5	25-30	5	5	25	5-6	4,2-5	25-30
Ammonia (te hoog)	5-6	5	25-30	5	5	25	5-6	5	25-30

Figuur 3.4.1.15 Het geschatte welzijnseffect van de waterkwaliteit tijdens levend transport.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.14:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

marktwaardig	Meerval			Pangasius			Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Zuurgraad (te laag)	5	5	25	.	.	.	.	.	.
Zuurstof (te laag)	5	5	25	.	.	.	.	.	.
Koolzuur (te hoog)	5	5	25	.	.	.	.	.	.
Ammonia (te hoog)	5	5	25	.	.	.	.	.	.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.15:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect inadequate watertemperatuur

Een inadequate (te hoge of te lage) watertemperatuur kan leiden tot (chronische) stress, schade, een verlaagde weerstand en ziekten; met als gevolg kans op vervroegde sterfte (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2). Temperatuur heeft een hoge welzijnsimpact (score 6) bij transporten van meerval en Nijltilapia (Figuur 3.4.1.16). Te warm of te koud water tijdens deze transporten heeft dan ook het hoogste welzijnseffect (score 30 uit 35). Alleen een te hoge of lage temperatuur tijdens de opkweek van meerval in RAS heeft een lagere score (score 4), omdat de temperatuur in RAS beter beheersbaar is dan in een open systeem. Meerval verblijft van nature in water van 18-28 °C, optimaal voor Nijltilapia is 25-31 °C (Bruton, 1979, Delong et al., 2009 en tabel 4.11 in (Van de Vis et al., 2019)).

Op alle andere momenten heeft een inadequate temperatuur een relatief hoge welzijnsimpact (score 5). De scores voor de getroffen deelpopulatie voor temperatuur zijn altijd hoog tot zeer hoog (score 4-5). De hoogste welzijnseffecten zijn geschat voor alle transporten van meervallen en nijltilapia (score 30). De laagste welzijnseffecten van temperatuur zijn geschat voor pootvis van Nijltilapia en meerval in de opkweek (score 20).

Overigens is de watertemperatuur ook voor de zalm (van ei-smolt en seksueel volwassen) belangrijk voor een goed welzijn (>18°C verminderde voederopname; (Noble et al., 2018)), diverse schadelijk effecten op met name de gezondheid van de vissen zijn erkend. Snelle temperatuurveranderingen leiden altijd tot ernstige stress bij zalm van elke leeftijd en ook de paling laat dan gedragsverandering zien (zwemmen niet meer aan de randen van de tank) (EFSA, 2008b;2008a; Noble et al., 2018).

fry/pootvis, opkweek, transport en slachthuis	Meerval			Pangasius			Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Watertemperatuur (te laag of te hoog)	4-6	5	20-30	5	4,2-5	21-25	5-6	4-5	20-30

Figuur 3.4.1.16 Het geschatte welzijnseffect van de watertemperatuur van kwekerij tot slachthuis (slachthuis alleen voor meerval).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.16:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIxP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffect licht

Het ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit (24h licht aan of continu schemering) kan leiden tot verstoring van de biologische klok en daarmee chronische stress (Appendix Dierenwelzijn 2). Uiteindelijk kunnen meervallen daardoor ook meer agressie vertonen (Manuel et al., 2016 in (Van de Vis et al., 2019)). De welzijnsimpact en de score van de getroffen deelpopulatie wanneer het dier blootgesteld wordt aan dit gevaar zijn beiden hoog geschat (WI score 5 uit 7; P score 5 uit 5). Het totale welzijnseffect is dan ook hoog geschat (score **25** uit 35).

Voor de overige soorten is het ontbreken van variatie in lichtintensiteit (lichtregime) niet beoordeeld op het welzijnseffect, omdat zij er ofwel beter tegen bestand zijn (Atlantische zalm) of blootstelling in het hier beoordeelde systeem onwaarschijnlijk is (Nijltilapia, pangasius). Voor de paling is het welzijnseffect onduidelijk; ze laten wel angst en een vluchtreactie zien bij onverwachte veranderingen in licht (EFSA, 2008a).

Welzijnseffecten tijdens transport

Trillingen en geluidsdruk tijdens het transport veroorzaakt stress, agressie, huidlaesies, (weefsel)schade en aantasting of loslating van de slijm laag. Klotsend water tijdens transport veroorzaakt stress en schade, en het herstel van transport duurt langer; zo heeft fry/pootvis die verplaatst zijn naar de opkweek een verminderde voederopname na het transport (Van de Vis et al., 2019)(3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2). Het welzijnseffect is hoog; er zijn geen verschillen geschat voor welzijnsimpact (score 5 uit 7), getroffen deelpopulatie (score 5 uit 5) en daarmee het welzijnseffect (score **25** uit 35) bij vissen tijdens transport uit de verschillende kweeksystemen (RAS, vijver met doorstroming, doorstroomsysteem). Ook paling en zalm zijn waarschijnlijk gevoelig voor of in elk geval reactief op plotselinge veranderingen in geluid en vibraties (vanwege het 'laterale lijnsysteem' in vissen), maar specifieke kennis over hoe dit werkelijk is voor deze vissoorten ontbreekt (EFSA, 2008a;2008b; Noble et al., 2018).

Goede gezondheid

Welzijnseffecten van ziekten

Voordat ingegaan wordt op het welzijnseffect van ziekten is het goed te benadrukken dat vaccineren soms mogelijk en ook nodig is om ziekten effectief te bestrijden. Op de lange termijn komt dit de dieren ten goede tenzij het om een zoonose gaat waarbij er geen ongerief voor het dier zelf is. EFSA en Noble (EFSA, 2008b; Noble et al., 2018) hebben echter ook enkele mogelijke nadelen voor het welzijn benoemd zoals stress door hantering, vertraagde groei, misvormingen in de wervelkolom en het ontstaan van verklevingen in de buikvliesholte door adjuvans (= toevoegingen aan een middel). Deze zijn echter niet geschat op hun totale welzijnseffect.

Type en aantal welzijnsconsequenties door ziekteverwekkers lopen erg uiteen; van enkele consequenties (*Saprolegnia* spp.) tot >10 verschillende consequenties (*Mycobacterium marinum* (/fortuitum)) en van relatief mild (bijvoorbeeld kleine verwondingen) tot zeer ernstig (waaronder vervroegde sterfte) (3.4.4 Appendix Dierenwelzijn 3). Wat opvalt is dat nagenoeg alle geïdentificeerde pathogenen uiteindelijk kunnen leiden tot vervroegde sterfte. De mate waarin dit op populatieniveau gebeurt hangt af van zowel pathogeen als overige omstandigheden zoals vissoort en bijkomende secundaire infecties.

Korte beschrijving van de welzijnsconsequenties; meerval, pangasius, Nijltilapia

De beschrijving van de relevante agentia is, tenzij anders vermeld, gebaseerd op het boek van Haenen en collega's (Haenen et al., 2011).

Ichthyophthirius multifiliis (witte stip)

Initieel vertonen geïnfecteerde vissen schuurgedrag en ademhalingsproblemen. Door ademhalingsproblemen en secundaire bacteriële infecties kan er, vooral bij jonge vis, aanzienlijke sterfte zijn. In een vergevorderd stadium kan de ziekte herkend worden aan met het blote oog herkenbare witte stippen op huid en kieuwen van de vis.

Ichthyobodo necator

Door een infectie met *I. necator* produceren vissen meer slijm waardoor een blauwe tot witte glans ontstaat. Symptomen van de infectie zijn onder andere schuurgedrag en verminderde voederopname. Aantasting van de beschermende slijmlaag kan leiden tot secundaire infecties met bacteriën en schimmels. Sterfte wordt vooral bij jonge vis gezien.

Chilodonella spp.

Chilodonella spp. veroorzaken een verhoogde slijmproductie. Een infectie kan zich manifesteren als een wittige, wolkachtige laag op de slijmlaag, vaak op de rug tussen de rugvin en de kop van de vis. Aangetaste vissen vertonen schuurgedrag, krijgen ademhalingsproblemen en stoppen met eten. De aantasting van de slijmlaag resulteert vaak in het optreden van secundaire bacteriële infecties. Sterfte is afhankelijk van de intensiteit van de infectie en de betreffende vissoort, maar kan hoog oplopen.

Trichodina spp.

Bij een infectie met *Trichodina* ontstaat een grijs-blauwe troebele slijmlaag op de huid. Zwaar besmette vissen stoppen vaak met eten. Primaire sterfte ten gevolge van een *Trichodina* infectie komt, behalve bij ernstig geïnfecteerd broed, niet vaak voor. De infectie tast de beschermende slijmlaag van vissen aan waardoor secundaire bacteriële infecties kunnen ontstaan.

Gyrodactylus, Dactylogyrus

Geïnfecteerde vissen hebben ademhalingsproblemen als de kieuwen aangetast zijn en vertonen schuurgedrag bij aantasting van de huid. Kieuwdeksels staan verder naar buiten dan normaal, en de kieuwen zelf vertonen vlekken en vaak bloedingen. Besmette vis houdt op met eten. Schade aan de slijmlaag en het epitheel van de huid kan resulteren in secundaire bacteriële infecties. *Dactylogyrus* kan sterfte veroorzaken (in tilapia: (Grano-Maldonado et al., 2018).

Hexamita spp.

Hexamita veroorzaakt een darmontsteking. Algemene symptomen zijn afname van de eetlust, vermagering van de vis, soms ingevallen ogen, apathie en sterfte. Door massale aanwezigheid van *Hexamita* in de galblaas kunnen ook galblaasontstekingen ontstaan.

Aeromonas spp.

A. hydrophila en *A. sobria* zijn vooral opportunistische ziekteverwekkers (ze zijn ziekmakend op het moment dat de gastheer een verminderde afweer heeft).

A. salmonicida achromogenes geeft bij onder andere paling een huidontsteking met diepe zweren. De sterfte ligt gewoonlijk onder 20% maar kan bij aanwezigheid van stressfactoren,

zoals slechte waterkwaliteit, hoger zijn. De verschijnselen van infecties met *A. hydrophila* en *A. sobria* zijn weinig specifiek met onder andere huidbloedingen en zweren in de huid. Sterfte kan, vooral bij co-infecties met andere ziekteverwekkers, groot zijn.

Edwardsiella tarda en *ictaluri*

E. ictaluri veroorzaakt 'Enteric septicaemie' ook bekend als 'Hole-in-the-head-disease' van Amerikaanse meerval (*Ictalurus punctatus*). Symptomen van een infectie met *E. ictaluri* zijn apathie, verticaal in het water hangen, spiraalvormig zwemmen, puntbloedingen in de huid, bleke kieuwen, uitpuilende ogen, gaten in de kop vooral tussen de ogen en op de flanken. De sterfte kan bij Amerikaanse meerval onder slechte omstandigheden oplopen tot 50%. *Edwardsiella tarda* komt in de darm voor maar kan het hele lichaam invaderen. De ziekte uit zich in huidzweertjes, die zich tot diepe abscessen in het onderliggende spierweefsel kunnen ontwikkelen. Op de kieuwen kunnen witte haardjes worden aangetroffen. Soms verliest de vis zijn pigmentatie, met name schubloze vissen. De sterfte is meestal laag, tot 5%, maar kan onder invloed van stress oplopen tot ongeveer 50%. *E. tarda* en *E. ictaluri* zijn opportunistische pathogenen die bij door stress verzwakte vissen ziekte veroorzaken. Bij vissen die een infectie hebben overleefd, persisteert de bacterie waarschijnlijk in de hersenen en de darm en kan bij stress opnieuw ziekte veroorzaken.

Vibrio spp.

Een aantal soorten fungeert als opportunistisch of als obligaat pathogeen voor vissen (de vis is nodig voor de voltooiing van de levenscyclus van de pathogeen). De ziekteverschijnselen van *Vibrio*-infecties bij vissen zijn divers. Jonge vis houdt op met eten, en verkleurt donker, gevolgd door acute sterfte. Oudere vissen vertonen vaak bloedingen rond de anus en de bases van de vinnen, met abscesvorming in spieren en huidwonden. Kieuwen zijn bleek en de inwendige organen zijn door vochtophoping opgezet en bloederig. Sterfte kan, afhankelijk van stressfactoren, oplopen tot 100%

Streptococcus iniae en *Streptococcus agalactiae*

Streptococcus iniae veroorzaakt vooral als gevolg van stress uiteenlopende ziekteverschijnselen: aan het oppervlak zwemmen, uitpuilende en matte ogen, stoppen met eten, opgezette buik, draaiend zwemmen, een krom en C-vormig lichaam, en mest hangend uit de anus. Sterfte kan hoog oplopen. De ziekteverschijnselen van een infectie met *Sc. agalactiae* lijken deels op die van *Sc. iniae*.

Flavobacterium columnare

Als gevolg van stress kan *Flavobacterium columnare* onder andere bij karper-achtigen de zogenaamde 'Columnaris ziekte' veroorzaken.

Flavobacterium columnare veroorzaakt, voornamelijk als gevolg van stress, huid- en kieuwontstekingen. Vaak begint een huidinfectie met een dof 'zadel' vanaf de rugvin als een band om de vis heen, dat zich dan naar voren en achteren uitbreidt. Door aantasting van de slijm laag kunnen secundaire infecties met andere bacteriën en schimmels optreden. Door ontstekingen wordt de functie van kieuwen belemmerd met ademhalingsproblemen als gevolg. Sterfte kan oplopen tot 50 – 80%.

Mycobacterium marinum

Warmwatervissen met een chronische *M. marinum* infectie kunnen een breed scala van verschijnselen vertonen: verlies van schubben, bleek of donker verkleuren, hangen in een hoek van het verblijf, versnelde ademhaling, apathie, verminderde eetlust, uitpuilende ogen, doffe huid, wondjes en vinrot. Bij koudwatervissen zoals salmoniden kan de ziekte uitwendig lang onzichtbaar blijven. De ziekte kan zich dan manifesteren door een vertraagde groei, afwezigheid van secundaire seksuele geslachtskenmerken en een afwijkende kleur, meestal lichter.

Channel Catfish Virus (CCV)

Sterfte kan tijdens een uitbraak oplopen tot 90%. Symptomen van de infectie zijn onregelmatige zwembewegingen, uitpuilende ogen, een opgezette buik en bloedingen in de vinnen (Hanson et al., 2011; Herpesviruses that Infect Fish).

Tilapia Lake Virus (TiLV)

De symptomen van TiLVD manifesteren zich vooral als aantasting van de ogen, met onder andere vertroebeling van de lens. In een verder gevorderd ziektestadium knapt het oog en ontstaat er een soort vlies op de oogbol dat later krimpt. Op de huid kunnen oppervlakkige erosies met bloedingen tot ontwikkeling komen (Haenen 2017; TiLV, een nieuw virus van tilapia).

Korte beschrijving van de welzijnsconsequenties; paling

Pseudodactylogyrus, Dactylogyrus

Geïnfecteerde vissen hebben ademhalingsproblemen als de kieuwen aangetast zijn en schuurgedrag bij aantasting van de huid. Kieuwdeksels staan verder naar buiten dan normaal en de kieuwen zelf vertonen vlekken en vaak bloedingen. Besmette vis houdt op met eten. Schade aan de slijm laag en het epitheel van de huid kan resulteren in secundaire bacteriële infecties (EFSA, 2008a). Pseudodactylogyrus kan sterfte bij paling veroorzaken (Kennedy, 2007).

Herpesvirus Anguilla

Uitbraken kunnen worden getriggerd door stressfactoren (onder andere sorteren, vuil water). Ziekteverschijnselen van een HVA infectie bij paling zijn puntbloedingen in de huid, huidwonden, rode kop, bloedingen in de bek, kieuwdeksels, vinnen en kieuwlamellen. Infectie bij jonge dieren resulteert vooral in stress en slechte voederopname, maar minder in mortaliteit (EFSA, 2008a). De sterfte is tot 10% maar kan bij de aanwezigheid van stressfactoren, zoals een slechte waterkwaliteit, hoger zijn. Verlaging van de watertemperatuur kan sterfte verminderen (Haenen et al., 2011).

Vibrio spp.

De ziekteverschijnselen van *Vibrio*-infecties bij vissen zijn divers. Jonge vis houdt op met eten en verkleurt donker, gevolgd door acute sterfte. Oudere vissen vertonen vaak bloedingen rond de anus en de bases van de vinnen, met abscesvorming in spieren en huidwonden. Kieuwen zijn bleek en de inwendige organen door vochtophoping opgezet en bloederig. Sterfte kan, afhankelijk van stressfactoren, oplopen tot 100%.

Aeromonas spp.

A. salmonicida achromogenes geeft bij onder andere paling een huidontsteking met diepe zweren. De sterfte ligt gewoonlijk onder 20% maar kan bij aanwezigheid van stressfactoren, zoals slechte waterkwaliteit, hoger zijn. De verschijnselen van infecties met *A. hydrophila* en *A. sobria* zijn weinig specifiek met onder andere huidbloedingen en zweren in de huid. Sterfte kan, vooral bij co-infecties met andere ziekteverwekkers, groot zijn.

Aquabirnavirus, eel virus European (EVE)

De bekendste klinische symptomen van een infectie met het Europese aal virus infectie in paling zijn een abnormale vorm van de romp, en congestie van de huid, vinnen en kieuwen. Daarnaast veroorzaakt het niet-specifieke bloedingen met verhoogde sterftcijfers (Van Beurden et al., 2012). Bij de glasaal is sterfte van 5-7% genoemd, maar bij stress kan dit hoger zijn, zowel bij jonge als oudere paling. Verhoging van watertemperatuur boven de 26°C kan sterfte verminderen (Haenen et al., 2011).

Rhabdovirus, eel virus European X (EVEX)

Het Europese aal virus X kan welzijnsconsequenties als lage kophouding, bloedingen, rode huidgebieden, ulceratie, congestie van huid en vinnen, en sterfte veroorzaken, maar het virus is ook geïsoleerd in ogenschijnlijk gezonde paling (Van Beurden et al., 2012).

Korte beschrijving van de welzijnsconsequenties; Atlantische zalm

Aeromonas salmonicida salmonicida (furunculose)

Ziekteverschijnselen zijn onder andere donkerkleuring, ontbrekende eetlust, bloedinkjes in de huid en aan de bases van de vinnen, bleke kieuwen en furunkels in de huid en/of spieren en hoge sterfte. Het laatste vooral bij jonge zalm (EFSA, 2008b; Department of Agriculture Water and the Environment, 2020).

Infectieuze pancreatische necrose (IPN) virus

Fry raakt via het spijsverteringskanaal geïnfecteerd, van waar de infectie zich uitbreidt naar de alvleesklier en hematopoëtisch (bloedcel vormend) weefsel. Het gevolg is vaak fataal aflopende necrose van alvleesklier en darmen. Geïnfecteerde fry is donker van kleur met opgezette buik en exophthalmos (uitpuiling van het oog) en kan ongecoördineerde spiraalvormige zwembewegingen vertonen. Sterfte kan insignificant zijn, maar ook oplopen tot 90% (EFSA, 2008b; Noble et al., 2018). Als gevolg van stress kan de ziekte bij dragers weer klinisch apparent worden.

Saprolegnia spp.

De infectie van zalm met *Saprolegnia* spp. begint vaak in gebieden die niet door schubben bedekt zijn, zoals de bases van de vinnen. Een infectie van de huid leidt tot een osmotische imbalance en kan resulteren in sterfte. Infectie van de kieuwen belemmert de ademhaling en kan leiden tot verstikkingsverschijnselen en sterfte (Noble et al., 2018). Geschat wordt dat tenminste 10% van uitgekomen zalm als gevolg van een *Saprolegnia* infectie overlijdt (van West, 2006; Earle & Hintz, 2014).

Zeeluis (*Lepeophtheirus salmonis* en *Caligus elongatus*)

Zeeluis infestatie kan onder andere tot weefselschade, ontstekingsreacties, gereduceerde immuniteit, veranderingen van huid en kieuwen, osmotische problemen en secundaire bacteriële infecties leiden. De ernst van de verschijnselen is afhankelijk van de graad van infestatie. Infestaties met meer dan 0,05 luizen cm⁻² vis leiden tot ziekteverschijnselen en gereduceerde overleving en meer dan 0.12 luizen per cm⁻² vis worden als dodelijk beschouwd (Noble et al., 2018).

Eventuele behandeling met zogeheten 'cleaner fish' (diverse soorten) die de zeeluis van de zalm eten kan een mogelijk welzijnseffect op deze vis afwentelen; de sterfte onder deze cleaner fish is hoog (~40-100%, in (Klakegg et al., 2020))(Overton et al., 2020). Er dient rekening gehouden te worden met aspecten zoals watertemperatuur, waterstroming (minder goede zwemmers dan zalm; in zeekooien staat vaak sterke stroming) (Overton et al., 2020) en ziekten (Klakegg et al., 2020).

Pancreasziekte (PD, SPDV, SAV)

Deze alvleesklierziekte kan subklinisch aanwezig zijn. Eerste tekenen zijn een abrupte vermindering van eetlust en zieke vissen clusteren aan het wateroppervlak in de richting van de stroming. Vaak ernstige spierschade ook aan de slokdarm- en hartspier, waardoor problemen met de bloedsomloop ontstaat. Daarnaast ernstig verlies van alvleesklierweefsel, waardoor enzym productie vermindert en daardoor verminderde eetlust en groei. Een uitbraak kan hoge sterfte binnen de populatie veroorzaken.

Indien een zalm het overleeft blijven er problemen met de bloedsomloop bestaan en blijft er sprake van beperkte groei doordat de werking van de alvleesklier minder is geworden (Noble et al., 2018).

Infectious salmon anaemia virus (ISAV)

Het virus veroorzaakt ernstige anemie en problemen met de bloedsomloop wat zichtbaar is in onder andere kieuwen, hart, lever, nieren, milt. De ziekte verloopt chronisch met meestal een lage mortaliteit, hoewel hoge mortaliteit niet onmogelijk is.

Piscine myocarditis virus (PMCV of CMS)

Het virus PMCV is geassocieerd met de hartspierziekte Cardiomyopathy Syndroom (CMS). CMS heeft vaak een acuut begin van klinische symptomen en veroorzaakt ook hartrupturen en verstoring in de bloedsomloop. De ziekte verloopt langzaam en sterfte binnen de populatie is beperkt, maar kan wel langdurig aanwezig zijn. Plotselinge sterfte zonder voorafgaande klinische verschijnselen is gebruikelijk (Noble et al., 2018).

Piscine orthoreo virus (PRV of HSMI)

HSMI veroorzaakt problemen met de bloedsomloop en spierdegeneratie, soms gevolgd door sterfte (Noble et al., 2018).

Salmon gill poxvirus disease (SGPVD)

Zalmen met het SGPVD virus hebben problemen met de kieuwen. Het is een serieus welzijnsprobleem met gevolgen voor respiratie, osmoregulatie, excretie van stikstofhoudende afvalstoffen en de elektrolytenbalans kan ontregeld zijn. Eetlust is dan ook verminderd. De ziekte kan acuut zijn met hoge sterfte binnen de populatie in het broedstation. Binnen een tank wordt het grootste deel van de vissen aangetast en het virus verspreid zich vaak ook naar andere tanks (Noble et al., 2018).

Yersinia ruckeri

Bij besmetting met *Yersinia ruckeri* ontstaat Yersiniosis met acute septicaemia met hoge sterfte binnen een populatie (fry) en tot 10% sterfte in de eerste maanden na verplaatsing naar zee. (Noble et al., 2018).

Flavobacterium psychrophilum

Flavobacterium psychrophilum gaat gepaard met zweren en vin erosies welke ernstige welzijnsaantastingen tot gevolg hebben. Systemische infecties verlopen ernstiger (Noble et al., 2018).

Winter ulcer

Winter ulcer kenmerkt zich door zweren op het hoofd, de flanken en vinnen en de vissen kunnen osmoregulatorische problemen krijgen. Het is een chronische vaak langdurige en waarschijnlijk pijnlijke ziekte. Zweren kunnen diepe wonden rond de mond (mond rot), hoofd, staart en vinnen veroorzaken, de buikholte penetreren of sepsis veroorzaken. De zweren kunnen leiden tot sterfte na enkele weken en een verminderde kwaliteit van de marktwaardige vis. Sterfte kan hoog oplopen (Noble et al., 2018).

Parvicapsula pseudobranchicola

De parasiet *Parvicapsula pseudobranchicola* veroorzaakt zowel bevattelijkheid voor ziekte als sterfte. Hoge infestaties en significante pathologische verandering (geheel gedegeneerd of zwaar beschadigd) zijn te vinden onder het kieuwdeksel (pseudobranch; verzorgt zuurstof naar de ogen en reguleert de ionbalans). Vissen worden uiteindelijk dun, anemisch en hebben oogbloedingen (Noble et al., 2018).

Paramoeba perurans (AGD)

De parasiet *paramoeba perurans* tast de kieuwen aan waardoor er problemen met de respiratie ontstaan en er veranderingen aan de kieuwen te zien zijn met een verhoogde slijmproductie. Dit maakt een kieuwscore systematiek mogelijk om de ziekte te classificeren. Daarnaast heeft de vis een slechte eetlust, zwemt minder en heeft trage reacties. Vissen met deze ziekte hebben vaak een lage stress tolerantie door de respiratieproblemen. Behandeling van de verder gevorderde ziekte kan daarom ook zijn weerslag hebben op het welzijn (Noble et al., 2018).**n**

Ouderdieren

Alle hier geïdentificeerde ziekteverwekkers hebben een aanzienlijke welzijnsimpact (combinatie ernst en duur = 4 of hoger) bij tenminste 1 van de voorbeeldsoorten (Figuur 3.4.1.17).

Van de ouderdieren ervaart naar schatting de pangasius in de vijver met doorstroming de hoogste welzijnseffecten door parasieten, bacteriën en virussen vergeleken met de Afrikaanse meerval en Nijltilapia (Figuur 3.4.1.17). Voor sommige ziekteverwekkers komt dit doordat ze bij de pangasius een hogere welzijnsimpact (onder andere *Ichthyophthirius multifiliis*, *Flavobacterium columnare* en *Mycobacterium marinum*(/fortuitum)) veroorzaken danwel bij meer vissen binnen de populatie welzijnsconsequenties geven (onder andere *Ichthyophthirius multifiliis*, *Ichthyobodo*, *Gyrodactylus*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio anguillarum*, *Flavobacterium columnare* en CCV van meerval). Daarnaast is de bacterie *Edwardsiella ictaluri* bij de pangasius ook een voor welzijn relevant pathogeen met een hoge welzijnsimpact en hoge score voor de getroffen deelpopulatie en niet voor de andere voorbeeldsoorten; maar in toenemende mate wordt pangasius ertegen gevaccineerd (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020).

Voor de ouderdieren van de Afrikaanse meerval geven vooral de bacteriën *Aeromonas hydrophila* en *Mycobacterium marinum*(/fortuitum) een hoog welzijnseffect. *Ichthyophthirius multifiliis* geeft wel een hoge welzijnsimpact, maar hindert daarentegen een relatief beperkt deel van de meerval populatie. Opvallend is dat CCV van meerval bij de Afrikaanse meerval weinig effect sorteert ook al komt het bij veel dieren in de populatie voor (score 4 uit 5; 61-80% van de vissen in de populatie); in tegenstelling tot het hoge effect bij de pangasius wat ook een meervalachtige vis is.

Voor de ouderdieren van de Nijltilapia geeft de parasiet *Hexamita* een aanzienlijk welzijnseffect en de bacteriën *Streptococcus iniae/agalactiae*, *Mycobacterium marinum*(/fortuitum) en *Francisella noatunensis*.

Ichthyophthirius multifiliis, *Aeromonas hydrophila*, *Mycobacterium marinum*(/fortuitum) geven bij alle drie de vissoorten een zeer hoge welzijnsimpact.

Paling ouderdieren leven in het wild in de Saragossozee, welzijnseffecten van pathogenen in deze groep dieren zijn daarom niet beschreven. Van de ouderdieren gebruikt voor onderzoek naar de levenscyclus van paling is weinig bekend.

Ouderdieren van de zalm hebben vooral last van zeeluis (zoutwater kooi) en *Saprolegnia* spp. (zoetwatertanks) aldus EFSA. Voor zeeluis zijn meer welzijnsconsequenties benoemd dan voor *Saprolegnia* spp. (5 vs. 3) (3.4.4 Appendix Dierenwelzijn 3). Echter is de ernst (al dan niet leidend tot sterfte) bij beiden erg afhankelijk van de mate van infestatie (De La Bastid et al., 2018; Noble et al., 2018). Noble heeft meer voor welzijn belangrijke ziekteverwekkers genoemd – niet altijd specifiek aan ouderdieren gerelateerd, maar wel aan oudere zalmen in zout- dan wel zoetwater, waarbij de meeste ziekteverwekkers in zoutwaterkooien te vinden zullen zijn (zie Figuur 3.4.1.17). Zowel IPN als SGPV kunnen in zout- als zoetwatersystemen voorkomen en veroorzaken hoge mortaliteit. Daarnaast kan ook winter ulcer hoge mortaliteit in zoutwaterkooien veroorzaken.

ouderdieren	RAS - Meerval			vijver met doorstroming – Pangasius			doorstroomsysteem – Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Parasieten:									
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	6	2	12	7	5	35	7	3	21
<i>Ichthyobodo</i>	5	2	10	5	5	25	5	3	15
<i>Chilodonella</i>	4	1	4	5	4	20	5	3	15
<i>Trichodina</i>	4	1	4	5	4	20	5	3	15
<i>Gyrodactylus</i>	5	2	10	5	5	25	5	4	20
<i>Dactylogyrus</i>	5	2	10	5	5	25	5	4	20
<i>Hexamita</i>	.	?	?	6	5	30	6	5	30
Bacteriën:									
<i>Aeromonas hydrophila</i>	6	4	24	6	5	30	6	3	18
<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	.	.	.	6	5	30	.	.	.
<i>Vibrio anguillarum</i>	.	.	.	6	5	30	6	2	12
<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	.	.	.	4	3	12	6	4	24
<i>Flavobacterium columnare</i>	5	3	15	7	5	35	4	3	12
<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>M. fortuitum</i>): vissen-TBC	6	4	24	7	4	28	6	4	24
<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	.	.	.	.	.	.	6	5	30
Virussen									
CCV van meerval	1	4	4	5	5	25	.	.	.
TiLV van tilapia	.	.	.	.	.	.	5	3	15

Figuur 3.4.1.17 Het geschatte welzijnseffect van parasieten, bacteriën en virussen voor ouderdieren van meerval in RAS, pangasius in een vijver met doorstroming en Nijltilapia in een doorstroomsysteem.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.17:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIxP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Fry/pootvissen

Alle hier geïdentificeerde ziekteverwekkers hebben een aanzienlijke welzijnsimpact (combinatie ernst en duur = 4 of hoger) bij tenminste 1 van de voorbeeldsoorten (Figuur 3.4.1.18). Over alle ziekteverwekkers heen ervaren fry/pootvissen van pangasius en Nijltilapia relatief de hoogste welzijnseffecten ten opzichte van ouderdieren en vissen in de opkweek (Figuur 3.4.1.18-3.4.1.20).

Ook bij de jonge vissen zijn veel (11 uit 16 pathogenen) en de hoogste welzijnseffecten onder de pangasius te vinden, op de voet gevolgd door de Nijltilapia (8 uit 16 pathogenen) (Figuur

3.4.1.18). *Ichthyobodo* en *Aeromonas hydrophila* geven bij meerval, pangasius en Nijltilapia een zeer hoge welzijnsimpact. Voor specifiek de meerval springen *Aeromonas hydrophila* en *Flavobacterium columnare* er uit met een hoog welzijnseffect.

Juvenile paling hebben zoals eerder gedeut vooral last van *Pseudodactylogyrus*, herpesvirus *Anguilla* (HVA), ectoparasieten, *Vibrio*, *Aeromonas* en schimmelinfecties. *Pseudodactylogyrus* en *Vibrio* kunnen veel sterfte in een populatie veroorzaken. Sterfte ligt over het algemeen wat lager bij infecties met *Aeromonas*. Mortaliteit door herpesvirus *Anguilla* (HVA) op latere leeftijd probeert men juist te voorkomen door jonge paling te besmetten als vorm van vaccinatie (EFSA, 2008a). De ernst van overige ectoparasieten en schimmelinfecties is onbekend. Welke ziekteverwekkers werkelijk de hoogste welzijnseffecten geven bij paling is dan ook onbekend. Jonge zalm nog in het zoetwaterstadium (broed-fry-parr-smolt) heeft volgens EFSA vooral last van *Saprolegnia*, IPN-virus en Furunculose (EFSA, 2008b). Waarbij sterfte vooral door het IPN-virus (bij fry) erg hoog kan zijn (Noble et al., 2018). Furunculose (en Vibriose) wordt in Noorwegen effectief tegengegaan via vaccinatie en de noodzaak voor antibioticagebruik is dan ook laag (Noble et al., 2018). Andere ziekteverwekkers waar jonge zalm ook wel degelijk veel last van heeft bij infectie zijn SGPV, *Yersinia Ruckeri* en *Flavobacterium Psychrophilum* (Noble et al., 2018). Bij SGPV en *Yersinia Ruckeri* is hoge sterfte te verwachten. Smolts kunnen ook last van de zeer ernstige winter ulcer hebben, maar alleen als ze in zout water gehouden worden.

fry/pootvissen	Meerval			Pangasius			Nijltilapia		
Parasieten:	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	.	.	.	7	5	35	6	4	24
<i>Ichthyobodo</i>	6	2	12	6	5	30	6	4	24
<i>Chilodonella</i>	4	2	8	5	4	20	5	4	20
<i>Trichodina</i>	4	1	4	6	5	30	5	3	15
<i>Gyrodactylus</i>	5	2	10	6	5	30	6	4	24
<i>Dactylogyrus</i>	5	2	10	5	5	25	6	4	24
<i>Hexamita</i>	.	?	?	7	5	35	7	5	35
Bacteriën:									
<i>Aeromonas hydrophila</i>	7	4	28	7	5	35	7	3	21
<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	.	.	.	5	5	25	.	.	.
<i>Vibrio anguillarum</i>	.	.	.	7	5	35	7	3	21
<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	.	.	.	6	3	18	5	5	25
<i>Flavobacterium columnare</i>	6	4	24	7	4	28	5	4	20
<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>M. fortuitum</i>): vissen-TBC	4	1	4	4	4	16	4	4	16
<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	.	.	.	.	.	.	7	5	35
Virussen:									
CCV van meerval	1	4	4	6	5	30	.	.	.
TiLV van tilapia	.	.	.	.	.	.	7	5	35

Figuur 3.4.1.18 Het geschatte welzijnseffect van parasieten, bacteriën en virussen voor fry/pootvis van meerval in RAS, pangasius in een vijver met doorstroming en Nijltilapia in een doorstroomsysteem.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.18:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIxP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Opkweek

Alle hier geïdentificeerde ziekteverwekkers hebben een aanzienlijke welzijnsimpact (combinatie ernst en duur = 4 of hoger) bij tenminste 1 van de voorbeeldsoorten (Figuur 3.4.1.19).

Ook bij vissen in de opkweek blijven welzijnseffecten door veel (11 uit 16) ziekteverwekkers bij de pangasius het hoogst ten opzichte van Nijltilapia en meerval. Voor Nijltilapia in de opkweek van een doorstroomsysteem geven *Ichthyophthirius multifiliis*, *Hexamita*, *Streptococcus iniae/agalactiae* en *Francisella noatunensis* het hoogste welzijnseffect. Bij de meerval in RAS blijven de bacteriën *Aeromonas hydrophila* en *Flavobacterium columnare* belangrijke ziekteverwekkers die veel dieren ernstig aan kunnen tasten. De parasiet *Ichthyobodo* blijft ook bij meerval in de opkweek een hoge welzijnsimpact geven, maar het aantal dieren dat aangetast wordt binnen de populatie is relatief beperkt.

Voor de paling in de opkweek geldt dat (*Pseudo*)*Dactylogyrus*, het *Herpesvirus Anguilla*, *Vibrio*, ectoparasieten (algemeen) en *Aeromonas spp.* voor het welzijn belangrijke ziekteverwekkers zijn (EFSA, 2008a). *Herpesvirus Anguilla* kan op latere leeftijd meer sterfte veroorzaken. Zoals eerder bij de juvenielen aangegeven kunnen *Pseudodactylogyrus* en *Vibrio* veel sterfte veroorzaken en is deze wat lager bij infecties met *Aeromonas*. Echter zijn de werkelijke welzijnseffecten per ziekteverwekker onbekend.

Voor de zalm in de opkweek (zoutwaterkooi) heeft EFSA de zeeluis als belangrijkste ziekteverwekker voor het welzijn geïdentificeerd; zalmen kunnen bij een zware infectie dood gaan (EFSA, 2008b). Echter geeft Noble aan dat ook diverse virale ziektes een uitdaging zijn, mede doordat effectieve vaccinaties ontbreken. Twee belangrijke virussen zijn IPN en SGPV die hoge sterfte kunnen veroorzaken. Daarnaast zijn met name de bacteriën die winter ulcer kunnen teweegbrengen en de bacterie *Yersinia ruckeri* veroorzakers van hoge sterfte. Dat wil niet zeggen dat andere virussen (PD, PMCV, ISAV, PRV) en parasieten (*Parvicapsula pseudobranchicola* en *Paramoeba Perurans*) niet ernstig zijn, maar sterfte is naar verwachting lager (gebaseerd op (Noble et al., 2018)).

opkweek	Meerval			Pangasius			Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Parasieten									
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	.	.	.	6	5	30	6	4	24
<i>Ichthyobodo</i>	6	2	12	5	5	25	5	4	20
<i>Chilodonella</i>	3	2	6	5	4	20	4	4	16
<i>Trichodina</i>	4	1	4	5	5	25	5	3	15
<i>Gyrodactylus</i>	5	2	10	5	5	25	5	4	20
<i>Dactylogyrus</i>	5	2	10	5	5	25	5	4	20
<i>Hexamita</i>	.	?	?	6	5	30	6	5	30
Bacteriën									
<i>Aeromonas hydrophila</i>	6	4	24	6	5	30	6	3	18
<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	.	.	.	5	5	25			
<i>Vibrio anguillarum</i>	.	.	.	6	5	30	6	3	18
<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	.	.	.	6	3	18	5	5	25
<i>Flavobacterium columnare</i>	6	4	24	7	4	28	4	4	16
<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>M. fortuitum</i>): vissen-TBC	5	3	15	5	4	20	5	4	20
<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	.	.	.	.	.	.	7	5	35
Virussen									
CCV van meerval	1	4	4	6	5	30	.	.	.
TiLV van tilapia	.	.	.	.	.	.	6	3	18

Figuur 3.4.1.19 Het geschatte welzijnseffect van parasieten, bacteriën en virussen voor de opkweek van meerval in RAS, pangasius in een vijver met doorstroming en Nijltilapia in een doorstroomsysteem.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.19:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffecten van ingrepen

Ingrepen die gebruikelijk zijn in het kader van de voortplanting, zoals hormonale inductie (injectie), afstrijken voor kuit en opereren van mannelijke dieren om een deel van de testis te verwijderen, zorgt voor ongerief onder de vissen (Appendix Dierenwelzijn 2)(Van de Vis et al., 2019). Het afknippen van de bovenkaak bij mannelijke Nijltilapia leidt tot schade en gedragsbeperkingen (zoals eetgedrag). De welzijnsimpact van deze procedures varieert van matig tot hoog (3-6) (zie Figuur 3.4.1.20), waarbij het verwijderen van de bovenkaak de hoogste impact heeft en daarmee ook het hoogste welzijnseffect (score **30** uit 35). Scores voor de getroffen deelpopulatie van de welzijnsconsequenties zijn voor al deze ingrepen bij ouderdieren zeer hoog indien ze toegepast worden.

Eventuele welzijnseffecten van ingrepen in het kader van de voorplanting bij zalm of paling zijn nu niet onderzocht.

ouderdieren	RAS - Meerval			vijver met doorstroom - Pangasius			doorstroomstelsel - Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Bovenkaak verwijderen							6	5	30
Hormonale inductie	3	5	15	3	5	15	3	5	15
Afstrijken ouderdieren	3	5	15	3	5	15	3	5	15
Opereren meerval-mannetjes onder anaesthetie	4	5	20	.	.	.	.	.	.

Figuur 3.4.1.20 Het geschatte effect van ingrepen bij meerval, pangasius en Nijltilapia ouderdieren op het welzijn van hen in diverse systemen.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.20:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaleffect van WIxP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffecten van handelingen rondom procedures

Als de aankomst in een systeem (fry/pootvis of opkweek) op een haastige manier gedaan wordt door mensen, kan dit leiden tot stress, schade, en een slijmlaag die aangetast is of zelfs los laat (3.2.3 Appendix Dierenwelzijn 2)(Van de Vis et al., 2019). Naar schatting is de welzijnsimpact vrij laag (score 2-3, laagste bij meerval in RAS), maar de getroffen deelpopulatie is hoog geschat (score 5). Het totale welzijnseffect is daardoor laag tot matig (**10-15**) (Figuur 3.4.1.21).

Sorteren van vissen op visgrootte (en soms ook op geslacht) zorgt voor stress, (weefsel)schade, een aangetaste (loslatende) slijmlaag op de huid en een verminderde voederopname. Het welzijnseffect van sorteren is laag (score **3**), omdat de welzijnsimpact beperkt/matig (score 3) is en de getroffen deelpopulatie erg laag (score 1) (Figuur 3.4.1.21).

Het uit het water halen van vissen voorafgaand aan transport of slacht kan leiden tot stress en (weefsel)schade aan de dieren. De welzijnsimpact daarvan is hoog geschat voor alle vissen (score 5, alleen voor fry/pootvis van Nijltilapia score 6), echter is de getroffen deelpopulatie waarin dergelijke welzijnsconsequenties voorkomen erg laag geschat (score 1). Daarmee is het welzijnseffect ook laag geschat (score **5-6** uit 35) (Figuur 3.4.1.21).

Zowel laden als lossen van vissen rondom transport kan stressvol zijn en bovendien tot schade leiden. De welzijnsimpact varieert van matig tot hoog (score 3-6 uit 7), scores voor getroffen deelpopulatie zijn laag geschat (score 1-2,6). Daarmee is het totale welzijnseffect van laden en lossen laag tot matig (score 3-13) geschat, waarbij het welzijnseffect voor pangasius het hoogst is geschat.

Indien vissen niet fit zijn voor transport (fysiek ongeschikt of al ziek) en toch getransporteerd worden dan kan dit mogelijk extra stress en schade opleveren. Dieren worden dan ook mogelijk gevoeliger voor ziekte door een lagere weerstand (Appendix Dierenwelzijn 2)(Van de Vis et al., 2019). De welzijnsimpact is voor deze dieren zeer hoog geschat bij meerval, pangasius en Nijltilapia (score 6-7 uit 7). Echter is de score van de getroffen deelpopulatie erg laag geschat (score 1 uit 5), waardoor het totale welzijnseffect ook laag is geschat (score **6-7** uit 35).

Ook voor paling en zalm geldt dat hanteren van de vis welzijnsimpact (Noble et al., 2018) (EFSA, 2009e).

fry/pootvis en opkweek	RAS -Meerval			vijver met doorstroom - Pangasius			doorstroomstelsel - Nijltilapia		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Organisatie ontvangst	2	5	10	3	5	15	3	5	15
Sorteren op grootte (opkweek alleen meerval)	3	1	3	3	1	3	3	1	3
Uit het water halen transport	5	1	5	5	1	5	5-6	1	5-6
Laden en lossen transport	3-6	1-1,8	3-7	3-5	1-2,6	5-13	3-6	1-2,6	3-10
Niet geschikt voor transport	6-7	1	6-7	7	1	7	7	1	7

Figuur 3.4.1.21 Het geschatte effect van handelingen rondom procedures bij meerval, pangasius en Nijltilapia op het welzijn van hen in diverse systemen.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.21:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Welzijnseffecten rondom doden en predatie

Op inadequate wijze doden van voor de kweek ongeschikte ouderdieren dan wel zieke dieren in alle productiefasen kan leiden tot (weefsel)schade en wanneer uitgevoerd zonder adequate verdoving heeft dit stress, verstikking en ernstig lijden tot gevolg. Onverdoofd verbloeden leidt tot aantasting van de slijmlaag op de huid en deze kan loslaten wat zorgt voor ernstig lijden. De slijmlaag wordt ook aangetast wanneer dieren op ijs of in ijswater worden geplaatst zonder verdoving. Dit laatste zorgt voor stress (Appendix Dierenwelzijn 2)(Van de Vis et al., 2019).

De welzijnsimpact, de score voor getroffen deelpopulatie en het totale welzijnseffect zijn voor voortijdig doden van fry/pootvis en opkweek van meerval, pangasius en Nijltilapia hetzelfde gewaardeerd; hoge welzijnsimpact (5 uit 7), zeer lage score voor getroffen deelpopulatie (1) en daardoor een laag totaal welzijnseffect (**5** uit 35). Voor slachtdieren die terzijde worden gelegd is de welzijnsimpact hoger (**7** uit 7), maar score voor getroffen deelpopulatie is laag geschat (1-1,8), dus het totale welzijnseffect is laag tot matig (**7-12** uit 35). Voor ouderdieren waarbij geen of een niet effectieve euthanasie wordt toegepast is de welzijnsimpact hoog (**5** uit 7) en de score voor getroffen deelpopulatie zeer hoog gewaardeerd (4,8-5 uit 5), daardoor is het totale welzijnseffect ook hoog (**24-25** uit 35). Onverdoofd verbloeden (pangasius) of in ijs/ijswater (meerval en Nijltilapia) plaatsen heeft een hoge welzijnsimpact (**6** uit 7) en score voor getroffen deelpopulatie (**5** uit 5) en daarmee een hoog welzijnseffect (**30** uit 35) voor alle vissen.

Indien verdoving wel toegepast wordt dan moet het hele proces van verdoven-doden ook zorgvuldig gebeuren. Is dit niet het geval (bijvoorbeeld door ruwe hantering inclusief aanvoerband, niet direct verdoofd, interval tussen verdoven en doden duurt te lang, erop volgende dodingsmethode is niet effectief) dan zijn (weefsel)schade en ernstig lijden mogelijke welzijnsconsequenties. Welzijnsimpact, score voor getroffen deelpopulatie en totaaleffect zijn alleen voor de Afrikaanse meerval geschat omdat deze vissoort soms verdoofd wordt (Figuur

3.4.1.22); de impact kan zeer hoog zijn (**4-7** uit 7), de score voor getroffen deelpopulatie is zeer laag geschat (**1** uit 5), waardoor het welzijnseffect laag is geschat (**4-7** uit 35). Zalm en paling worden verdoofd voorafgaand aan slacht, maar expertschattingen zoals voor de meerval zijn er niet. Noble noemt dat als er elektrische verdoving wordt gebruikt, de elektrische stroom als zeer oncomfortabel wordt ervaren door de zalm en dat het daarom belangrijk is dat de elektriciteit direct door de hersenen loopt en niet eerst door de staart (juiste plaatsing in apparaat nodig). Als verdoving niet goed gaat is het voor het welzijn van belang dat er een back-up methode is, meestal wordt hiervoor een knuppel (percussie) gebruikt (Noble et al., 2018). Paling niet (voldoende) verdoofd in een zoutbad plaatsen leidt tot ernstige pijn en stress (EFSA, 2009e).

inadequate wijze van verdoven-doden	Meerval uit RAS		
	WI	P	TE
Wijze van inbrengen in verdovingsapparaat (staart eerst)	4	1,0	4
Elektrisch verdoven:			
Onjuiste stroomtoediening	6	1,0	6
Te lang verdoven-doden interval	6	1,0	6
Ineffectief doden na elektrisch verdoven	7	1,0	7

Figuur 3.4.1.22 Toegepaste verdoving – bij de marktwaardige Afrikaanse meerval - is niet goed uitgevoerd of onvoldoende snel opgevolgd door een effectieve dodingsmethode.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.22:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Predatie bij pangasius en Nijltilapia in de open systemen leidt tot chronische stress, schade en mogelijk tot vervroegde sterfte. Het effect op ouderdieren, fry/pootvis en vis in de opkweek is hetzelfde; hoge welzijnsimpact (**5** uit 7), zeer hoge score voor getroffen deelpopulatie (**5** uit 5) en daarmee een hoog welzijnseffect (**25** uit 35). Ook de zalm is onderwerp voor predatie in natuurlijke wateren wat angst en sterfte kan veroorzaken (Noble et al., 2018).

Normaal gedrag

Wat het effect is van de mens-dier relatie en de emotionele toestand van de vis op het welzijn van de vis, is op basis van de gebruikte informatie onbekend en laten we hier buiten beschouwing.

Welzijnseffecten van mengen van groepen vis

Het mengen van groepen vissen (van dezelfde soort) die onbekend zijn met elkaar kan leiden tot (chronische) stress, agressie (rangordegevechten) met als gevolg huidlaesies, schade en een aangetaste slijm laag die mogelijk ook los laat (Van de Vis et al., 2019) (3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2). De welzijnsimpact van het mengen van fry/pootvissen of vissen in de opkweek is aan de lage/matige kant geschat (score 3). Ook de score voor getroffen deelpopulatie is laag geschat (1-1,8), voor alle drie de systemen en vissoorten. Dat geeft een laag totaaleffect op welzijn (**3-5,4**). Echter is voor agressie een separate inschatting gemaakt en deze is aanzienlijk hoger voor impact (5), getroffen deelpopulatie (5) en totaaleffect (**25**). Omdat agressie een welzijnsconsequentie is veroorzaakt door een ander gevaar, is deze toegevoegd aan mengen, maar ook aan een inadequate bezettingsgraad (Figuur 3.4.1.23-3.4.1.25).

Welzijnseffecten van een inadequate bezettingsgraad

Een inadequate bezettingsgraad kan leiden tot (chronische) stress, huidlaesies, (weefsel)schade, een aangetaste slijm laag die mogelijk ook los laat, een verlaagde weerstand, ziekten en agressie. Van de hier beoordeelde vissoorten zijn met name de Afrikaanse meervallen en Atlantische zalmen vrij agressief. Een hoge bezettingsgraad kan daarnaast nog leiden tot verminderde rust en verminderd zwemmen. Hogere dichtheden zou agressie tussen meervallen in de opkweek en jonge zalmen doen afnemen. De jongere meervallen (10-100 g) zouden zowel bij een hogere als lagere dichtheid agressiever kunnen zijn. Echter is de welzijnsimpact voor te lage bezetting hoger geschat (**5-6** uit 7) (Van de Vis et al., 2019).

Wat echt optimale dichtheden zijn voor kweekvis en per leeftijdscategorie is op basis van het WUR rapport niet te duiden. Bovendien wordt het effect van de bezettingsgraad op de vissen beïnvloedt door andere risicofactoren als het huisvestingssysteem inclusief vorm en grootte ervan, beheersing van de waterkwaliteit, het voederregime en het levensstadium van een vis (Van de Vis et al., 2019).

Ter illustratie: Ook al leven wilde meervallen meestal in groepen, in gevangenschap zijn de dierdichtheden veel hoger. Voor de Afrikaanse meerval variëren dierdichtheden in het wild van 0-20 individuen/125 m kustlijn (gebaseerd op enkele studies eind jaren '70; (fair-fish, 2019)). In RAS wordt aan het einde van de opkweek een dichtheid bereikt van 200-500 kg/m³ (Van de Nieuwegiessen 2009 in (Van de Vis et al., 2019)). Uitgaande van een marktgewicht van max 1,5 kg (van Laere & van Batenburg, 2007) gaat het dan om zo'n (500/1,5=) 330 marktwaardige individuen/m³. In tanks met jonge (en kleinere) vis is dit 6.800-9.200 individuen/m³, in vijvers >8 individuen/m³. De relatie tussen welzijn (stress) en dierdichtheid zijn voor de meerval minder eenduidig dan bij de zalm (waar welzijn afneemt vanaf ongeveer 22 kg/m³) en behoeft meer onderzoek (fair-fish, 2019).

Tijdelijke verhoging van de dichtheid van vis (crowding) die op transport gaat kan leiden tot het elkaar beschadigen en agressie en daarmee tot stress en (weefsel)schade (Van de Vis et al., 2019). Het welzijns effect hiervan is voor alle drie de voorbeeld vissoorten (Afrikaanse/Claresse meerval, pangasius en Nijltilapia) matig geschat (**15** uit 35; WI=3, P=5). Indien de te hoge dichtheden bij transporten in stand blijven is een hoog totaaleffect geschat (**25** uit 35; WI=5 uit 7, P=5 uit 5) voor alle drie de systemen/vissoorten (Figuur 3.4.1.23 - 3.4.1.25).

Welzijnseffecten van verschillen in visgrootte

Duidelijke grootteverschillen tussen vissen in een groep kan leiden tot agressie, kannibalisme en vervroegde sterfte. Het kan een relatie met competitie om voedsel hebben. Kannibalisme komt bij jonge Afrikaanse meervallen en pangasius (ook in opkweek), zeer jonge Nijltilapia en palingen voor (literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)). De welzijnsimpact is bij pangasius in de opkweek het hoogst geschat. Echter is het totaaleffect van grootteverschillen erg laag in alle groepen, omdat de score voor getroffen deelpopulatie erg laag geschat is (1); waarschijnlijk omdat het alleen de kleinere vissen betreft (Figuur 3.4.1.23-3.4.1.25).

RAS – meerval	pootvis			transport pootvis			opkweek			transport marktwaardige vis		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Mengen van groepen	3-5	1,8-5	5,4-25				3-5	1-5	3-25			
Bezettingsgraad	3-5	5	15-25	5	5	25	3-4	4,2-5	15-25	5	5	25
Verschil in vis grootte	5	1	5				5	1	5			

Figuur 3.4.1.23 Het geschatte effect van mengen, bezettingsgraad en verschil in visgrootte op het welzijn van Afrikaanse meerval in RAS gedurende verschillende productiestadia.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.23:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

vijver met doorstroming - Pangasius	pootvis			transport pootvis			opkweek			transport marktwaardige vis		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Mengen van groepen	3-5	1-5	3-25				3-5	1-5	3-25			
Dichtheid	6	5?	25?	5	5	25	3-5	5	15-25	5	5	25
Vershil in vis grootte	5	1	5				6	1	6			

Figuur 3.4.1.24 Het geschatte effect van mengen, bezettingsgraad en verschil in visgrootte op het welzijn van pangasius in een vijver met doorstroming gedurende verschillende productiestadia.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.24:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

doorstroomstelsel - Nijltilapia	pootvis			transport pootvis			opkweek			transport marktwaardige vis		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Mengen van groepen	3-5	1,8-5	5,4-25				3-5	1,8-5	5,4-25			
Dichtheid	3-6	5?	15-25?	5	5	25	5	5	25	5	5	25
Vershil in vis grootte	5	1	5									

Figuur 3.4.1.25 Het geschatte effect van mengen, bezettingsgraad en verschil in visgrootte op het welzijn van Nijltilapia in een doorstroomstelsel gedurende verschillende productiestadia.

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.25:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WixP (1-35). Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

7.4.1.7.3 Blootstellingsschatting kweekvis

In het kader van de blootstelling is het van belang dat inzichtelijk wordt in hoeverre gevaren zich ook daadwerkelijk voordoen in de Nederlandse situatie (kweek en consumptie) en hoeveel dieren daaraan blootgesteld worden. Het gaat hierbij dus expliciet om de aanwezigheid van de gevaren en niet om de geschatte scores voor getroffen deelpopulatie van eventuele welzijnsconsequenties (bijvoorbeeld verwondingen) die uit de gevaren voort kunnen vloeien; die laatste scores zijn onderdeel van het totale welzijnseffect en beschreven onder de gevarenkarakterisatie (zie Hoofdstuk 3.4.1.7.2).

Voor ziekteverwekkers in RAS met de meerval, vijver met doorstroming met de pangasius en het doorstroomsysteem met de Nijltilapia is een meer gedetailleerd beeld van de blootstelling aan deze ziekteverwekkers geschat. Noot hierbij is wel dat deze ruwe schattingen door slechts 1 expert zijn uitgevoerd en dat voor pangasius inmiddels bekend is dat er meer vaccinaties ingezet worden.

Op basis van beschikbare gegevens ten tijde van deze risicobeoordeling is het niet mogelijk om van alle separaat geïdentificeerde gevaren een beeld te geven van de werkelijke situatie, daarom kan de blootstelling niet aan de hand van de Welfare Quality®-principes en criteria worden beschreven.

Samenvatting blootstellingsschatting

Informatie voor blootstelling aan individuele gevaren is op basis van de huidige gegevens beperkt. Daarom is door BuRO de blootstelling op hoofdlijnen geschat.

Vissen in de Nederlandse aquacultuur worden vooral blootgesteld aan gevaren die voorkomen in het RAS-systeem (Afrikaanse/Claresse meerval en paling), omdat dit systeem het meest gebruikt wordt.

Vissen die na import het meest geconsumeerd worden in Nederland worden in vijvers met doorstroming (pangasius) of voornamelijk zoutwater kooien (zalmen; als zeer jonge dieren in zoetwatersysteem zoals RAS) gehouden.

Meestal zullen vissen de langste tijd (tot 2 jaar, maar gebruikelijk is 3 maanden) in de opkweekfase doorbrengen, maar deze is wel sterk afhankelijk van de vissoort, groei van de vis en de marktvaart. Hoe lang ouderdieren gehouden worden is onduidelijk. Binnen fasen zijn naar schatting vooral gevaren met betrekking tot huisvesting en voeding, indien aanwezig, onderhevig aan continue blootstelling. Voor gezondheid en normaal gedrag is blootstelling relatief kort als het gaat om toegepaste procedures/handelingen, maar het kan lang zijn als het gaat om persisterende ziekteverwekkers of hoge bezettingsgraad (visdichtheid).

Wat betreft pathogenen lijken – op basis van ruwe schatting – vooral vissen in open systemen (vijver met doorstroming en doorstroomsysteem) blootgesteld aan een diversiteit van parasieten. Specifiek de pangasius in de vijver met doorstroming heeft een zeer hoog geschatte kans op blootstelling aan parasieten. De parasiet *Ichthyophthirius multifiliis* is vooral aanwezig bij meerval ouderdieren in RAS. Voor andere parasieten is er minder verschil in blootstelling tussen de verschillende productiefasen. Voor zalmen is naar schatting de kans op blootstelling het hoogst voor de schimmel *Saprolegnia* spp. (zoetwater), de parasiet *Paramoeba perurans* en zeeluis hoewel het geschatte percentage besmette bedrijven met zeeluis beperkt is. Voor de paling is de kans op blootstelling aan de parasiet (pseudo)*dactylogyrus* (kieuwworm) naar schatting zeer hoog.

Bacteriën lijken minder systeemafhankelijk en komen dus ook voor in RAS. Kans op blootstelling is (zeer) hoog geschat voor *Aeromonas hydrophyla*, *Mycobacterium marinum* (soms *fortuitum*), *Flavobacterium columnare* (RAS, vijver met doorstroming, doorstroomsysteem), *Vibrio anguillarum* (vijver met doorstroming) en *Francisella noatunensis* (doorstroomsysteem). Belangrijke infectieuze bacteriën van de zalm zijn *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, en de veroorzakers van winter ulcer. Voor de paling zijn dit *Vibrio*-bacteriën, maar werkelijke blootstelling is onbekend.

Blootstelling aan de geïdentificeerde virussen voor RAS, vijver en doorstroomsysteem is beperkt, alleen pangasius in de vijver met doorstroming heeft een hoge kans op blootstelling aan het CCV-virus.

Voor de zalmen is de kans op blootstelling aan virussen relevant voor het welzijn groter geschat doordat er onder meer een gebrek is aan effectieve vaccins. Het gaat met name om het Salmonid alphavirus (SAV/SPDV/PD) en het infectieuze salmon anaemia virus (ISAV). Daarnaast is de kans op blootstelling mogelijk toenemend voor het infectious salmon anaemia (ISA), en

aannemelijk voor het Piscine orthoreo virus (PRV/HSMI), Piscine myocarditis virus (PMCV/CMS) (wel genetische duiding van smolts mogelijk), en Salmon gill poxvirus disease (SGPV). Voor de paling in de opkweek is Herpesvirus Anguilla (HVA) tot op heden het belangrijkste virus en daarnaast het aquabirnavirus eel virus European (EVE).

Het is op basis van de gebruikte gegevens niet bekend in hoeverre er verschil in blootstelling is tussen de eventuele verschillende segmenten in de viskweek zoals intensief, extensief, duurzaam, biologisch.

Grootte van productie, consumptie en aantal vissen

Wereldwijd worden 362 vissoorten gekweekt met een volume van 54 miljoen ton in 2016 (dus exclusief schaal- en schelpdieren) (FAO, 2018 in (Van de Vis et al., 2019)). Visconsumptie bestaat dan ook voor meer dan 50% uit kweekvis (CBS, 2015). De meest gebruikte internationale kweekvorm (op basis van volume) is een open systeem, namelijk vijvers met zoetwater (Van de Vis et al., 2019).

De Nederlandse viskweek is op wereldschaal relatief klein met minder dan 6000 ton per jaar in RAS zo'n 0,01% van de wereldkweek (gebaseerd op FAO gegevens uit (Van de Vis et al., 2019)). Het aandeel van de totale Nederlandse aquacultuurproductie (vis, week- en schaaldieren) in de Europese Economische Ruimte (EER) was in 2013 2,4%.

De productie van kweekvis voor consumptie in Nederland was in 2018 verdeeld over 32 kweekvisbedrijven (paling, meerval, tarbot, snoekbaars, yellowtail, steur, tilapia, forel) (NeVeVi, 2018). In totaal waren er in 2018 47 vergunde kweekvisbedrijven (MANCP, 2018). Consumptievis in Nederland wordt hoofdzakelijk in het gesloten RAS-systeem gekweekt. Daarin wordt vanuit tonnages gezien vooral Afrikaanse en Claresse meerval gekweekt (zie tabel 3.4.1.16). Echter, omgerekend in percentage vissen zal de paling de meest opgekweekte vis in Nederland zijn, omdat deze eenmaal op marktgewicht een stuk kleiner en lichter is dan meervallen (Figuur 3.4.1.26A).

De consumptie van kweekvis is in Nederland de afgelopen jaren toegenomen. Er wordt door Nederlanders – op basis van hoeveelheid - vooral Atlantische zalm en pangasius geconsumeerd en daarnaast Nijltilapia en paling (Nederlands Visbureau in Van de Vis et al., (Van de Vis et al., 2019))(RIVM, 2019). Omgerekend naar percentage vissen is dit vooral paling gevolgd door Atlantische zalm en pangasius (Figuur 3.4.1.26B). Consumptie van meerval door Nederlanders is er niet of nauwelijks. Volgens het NSPA gaat Nederlandse kweekvis – meestal via groothandels - vooral naar regionale restaurants/cateraars, of naar EU landen als Duitsland (meerval), België, Frankrijk en Italië. Nederlandse productie is meestal (exclusief paling) te klein voor continue afzet in de Retail.

De Atlantische zalm en pangasius worden niet in Nederland gekweekt. Zalm komt vooral uit Noorwegen en daarna het Verenigd Koninkrijk (productie in Noorwegen is ruim 7 keer zoveel als in het VK).

Pangasius komt hoofdzakelijk uit Vietnam (Ethic Ocean en VLIZ, 2018). Kweek van Nijltilapia was in Nederland van 2016-2018 zeer beperkt (in RAS) en vanaf begin 2019 alleen bestemd voor fokprogramma's in het buitenland (Van de Vis et al., 2019). Het grootste deel van de Nijltilapia komt uit China, Indonesië en Egypte (CBS, 2015). Zo'n 90% van de paling wordt intensief gekweekt. Echter de glasaal in de Nederlandse aquacultuur komt uit natuurlijke wateren van vooral Frankrijk; in 2015/2016 was dit zo'n 5200 kg glasaal van de in totaal 5500 kg geïmporteerde glasaal (de Graaf & Bos, 2017).

Tabel 3.4.1.16 Schattingen van productie en consumptie van kweekvis en gangbare marktgewichten per vissoort.

vissoort	wereldwijde productie * (ton/jaar)	consumptie NL** (ton/jaar)	productie NL *** (RAS) (ton/jaar) 2018	aantal kwekers 2018	markt gewicht (per vis in kg)****
Afrikaanse/Claresse meerval	?	?	2470	10	1-1,5
Pangasius	1.800.000	4.169	0	0	0,5-1,5
Nijltilapia	4.300.000	596	1 ^a	1	0,7-1,1
Paling	?	1.787	2150	12	0,15
Atlantische zalm	2.200.000	19.058	0	0	3,5-5,7

Verwijzingen in tabel 3.4.1.16:

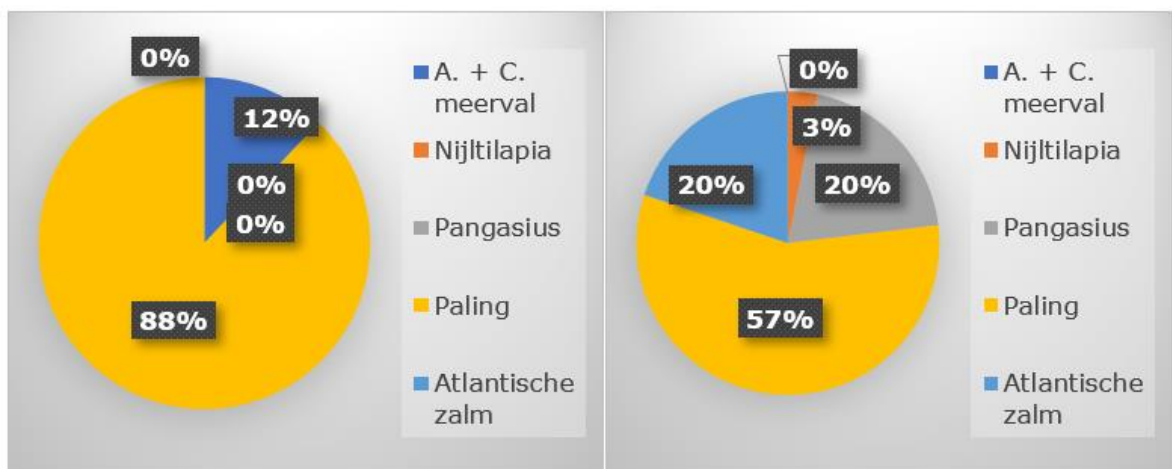
* Gegevens over wereldwijde productie: Bron: informatie uit (Van de Vis et al., 2019).

**Consumptieschatting NL is gebaseerd op gegevens uit het front office rapport (RIVM, 2019) over gemiddelde consumptie per dag door Nederlanders, en CBS gegevens over de grootte van de Nederlandse bevolking per leeftijdsgroep (CBS, 2019); consumptie afkomstig van kweek en wildvangst is op basis van de huidige gegevens niet uit elkaar te halen.

*** Productie NL (RAS) ton/jaar in 2018: Bron: (NeVeVi, 2018).

**** Marktgewicht (per vis in kg) Bronnen: Afrikaanse/Claresse meerval (van Laere & van Batenburg, 2007), tilapia (Wiepkema et al., 2004), Pangasius (Intarak et al., 2015), paling <https://aquacultuurnoord.nl/> (Esteve-Gassent et al., 2004), Atlantische zalm (Davidson et al., 2016)

^a Nijltilapia productie NL (RAS) ton /jaar in 2018: gebaseerd op productie van mei-dec. Het bedrijf bestaat begin 2019 niet meer, huidige productie Nijltilapia in NL is alleen voor levende export.



Figuur 3.4.1.26 Procentuele verdeling van het geschatte aantal vissen gehouden voor productie in NL (A) en consumptie door Nederlanders (B), voor Afrikaanse en claresse meerval, Nijltilapia, Pangasius, paling en Atlantische zalm.

pangasius, paling en Atlantische zalm. Deze verdelingen zijn berekend aan de hand van geschatte productiecijfers, consumptiecijfers en marktgewichten van de vissen.

Aandeel keurmerken en verdooving

Keurmerken kunnen een positieve uitwerking hebben op het welzijn van kweekvis, daarom is het van belang te volgen wat het marktaandeel van dergelijke systemen is.

Van alle visproducten mét een duurzaamheidskeurmerk (visserij en aquacultuur samen) had 30% een ASC keurmerk en ongeveer 5% een biologisch keurmerk (Compendium voor de Leefomgeving, 2017). Hoe groot de omvang van aquacultuur met een duurzaamheidskenmerk precies is, is onbekend.

Voor onder andere pangasius, tilapia en zalm zijn er ASC standaarden ontwikkeld (ASC, 2020). Deze standaarden worden steeds meer toegepast. In 2015 hadden 84 viskwekerijen in Noorwegen een ASC keurmerk (Noble et al., 2018). Ter illustratie, in 2017 waren er in Noorwegen in totaal 1598 bedrijven met vergunning waarvan 1325 bedrijven met een vergunning voor zalm en forel (zalmachtigen) (Eurofish, 2017); op basis hiervan heeft geschat tenminste 5% een ASC keurmerk. Voor de in Nederland gekweekte meerval en paling zijn die standaarden er (nog) niet en daarom kunnen ze geen ASC keurmerk krijgen (ASC, 2020). Dit wil niet zeggen dat er geen mogelijkheden zijn voor beloning van hogere standaarden aangezien bijvoorbeeld ook de – inmiddels geïnactiveerde – Maatlat Duurzame Aquacultuur (MDA) (ook voor meerval) en het Europese Eel Stewardship Fund (ESF) (paling) tot de mogelijke keurmerken behoren die welzijnsstandaarden stimuleren (ESF, 2016; SMK, 2018). Zo was bijvoorbeeld het hebben van een verdovingsapparaat één van de vereisten voor een MDA certificaat.

Wereldwijd wordt zo'n 3-4% van de gekweekte vis verdoofd voorafgaand aan het doden/slachten. In Nederland is het verdoven van paling inmiddels wettelijk verplicht; in 2011 was in Nederland het aandeel elektrisch verdoofde paling ~30-50% (Van de Vis et al., 2019). Tijdens inspecties in 2018-2019 door de NVWA bleek dat in 13 van de 17 geïnspecteerde bedrijven (~75% van de bedrijven) waar paling gedood werd, ook daadwerkelijk een verdovingsapparaat aanwezig was (NVWA data). Voor de meerval in Nederland is het aandeel verdoofde dieren momenteel geschat op ~40-60%. De enige andere soort in Nederland waarvoor een dergelijke verdooving in ontwikkeling is, is de Yellowtail kingfish (Van de Vis et al., 2019).

Aanwezigheid van ziekteverwekkers

Voor de meerval, pangasius en Nijltilapia (en niet voor paling en zalm) is specifiek voor diergezondheid een ruwe schatting door één visziektenexpert gemaakt van de kans dat een bepaalde infectie in een kweekstelsel voorkomt (Van de Vis et al., 2019) (Appendix 4 Dierenwelzijn). Praktijkdata is onbekend, maar BuRO heeft de informatie van de ruwe schatting gebruikt om een indruk van de blootstelling aan ziekteverwekkers te verkrijgen. Op basis van de ruwe schatting lijkt dat de meeste ziekteverwekkers – en dan met name parasieten – gerelateerd zijn aan het gebruik van de twee open systemen (vijver met doorstroming en doorstroomsysteem) en minder aan het gesloten RAS.

Parasieten

Voor de pangasius is de kans op blootstelling aan alle parasieten zeer hoog geschat (score van 5 uit 5), alleen de parasiet Hexamita iets minder hoog (score van 4). Voor de Nijltilapia zijn alle parasieten hoog geschat (score 4).

Over het algemeen worden de verschillende productiestadia (ouderdieren, fry/pootvissen, opkweek) evenveel blootgesteld aan de parasieten. Een uitzondering is *Ichthyophthirius multifiliis*, bij de meervallen in RAS worden alleen ouderdieren daaraan blootgesteld.

Voor de Atlantische zalm is vooral de aanwezigheid van de zeeluis parasiet een bekend fenomeen. Er is de afgelopen jaren veel inzet geweest (en nog steeds) om zeeluis tegen te gaan

(Van de Vis et al., 2019) en besmetting met de parasiet neemt dan ook af (NVI, 2020). Desondanks wordt het nog steeds als een groot probleem gezien (zie bijvoorbeeld (EY, 2019)). In 2016 waren er 39 zalmbedrijven (~3% van de bedrijven uitgaande van 1325 zalm/forel bedrijven; (Eurofish, 2017)<https://www.eurofish.dk/norway> (Eurofish, 2017)) besmet. De parasiet *Paramoeba perurans* (AGD) is een opkomend probleem in Noorwegen, met tenminste 63 besmette bedrijven in 2014 (Noble et al., 2018)(~5%). Echter is het geen aangifteplichtige ziekte, de verwachting is dan ook dat de blootstelling hoger ligt (Noble et al., 2018). De schimmels van *Saprolegnia* spp. komen algemeen voor in zoetwater en kunnen via het aangevoerde water in broederijen en opfok van jonge dieren terecht komen (NVI, 2020). De blootstelling van paling in Nederlandse opkweek aan de kieuwworm (pseudo)dactylogyrus is onbekend, maar was in 2008 bij houderijen in de EU hoog met zo'n 80% besmette bedrijven. Het wordt dan ook als de belangrijkste parasiet voor het welzijn van paling in de opkweek gezien (EFSA, 2008a).

Bacteriën

Bacteriën lijken over het algemeen minder systeem afhankelijk. De kans op blootstelling (dat een bepaalde infectie in een kweekstelsel voorkomt) aan *Aeromonas hydrophyla* is in alle bestudeerde systemen zeer hoog geschat (score 5). Echter wordt de pangasius in toenemende mate gevaccineerd tegen *Aeromonas hydrophyla* (en *Edwardsiella ictaluri*) (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020) waardoor de kans op blootstelling in de praktijk lager zal zijn. Blootstelling aan *Mycobacterium marinum* (soms *fortuitum*) is zeer hoog (score 5) in de twee open systemen en hoog in RAS (score 4). Blootstelling aan *Flavobacterium columnare* is zeer hoog (score 5) in vijvers met doorstroming (pangasius), en hoog in RAS (meerval) en het doorstroomsysteem (Nijltilapia) (score 4).

Alleen pangasius in een vijver met doorstroming heeft een hoge kans op blootstelling aan *Vibrio anguillarum* (score 4). En alleen Nijltilapia in een doorstroomsysteem wordt blootgesteld aan *Francisella noatunensis* (score 4). Er is geen verschil in blootstellingskans aan bacteriën tussen de verschillende productiestadia (Van de Vis et al., 2019).

Belangrijke infectieuze bacteriën van de zalm zijn *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, en de veroorzakers van winter ulcer. Furunculose (*Aeromonas salmonicida salmonicida*) en vibriose zijn momenteel onder controle via vaccinaties en medische behandeling met antibiotica is over het algemeen laag voor deze bacteriële infecties (Noble et al., 2018). Voor de paling in de opkweek gelden *Vibrio* bacteriën als de belangrijkste bacteriële ziekteverwekker (Van de Vis et al., 2019), maar werkelijke blootstelling is onbekend.

Virussen

Van de geïdentificeerde virussen voor meerval, pangasius en Nijltilapia is er één vastgesteld met een hoge blootstellingskans: het CCV-virus in vijvers met doorstroming met daarin de pangasius. Er is geen verschil in blootstellingskans aan virussen tussen de verschillende productiestadia (Van de Vis et al., 2019).

Noble geeft aan dat bestrijding van virussen bij zalmen een uitdaging is door onder andere het gebrek aan effectieve vaccins. Voor zalmen in Noorwegen is het Salmonid alphavirus (SAV/SPDV/PD) één van de belangrijkste virale (aangifteplichtige) virusziekten (138 uitbraken in 2016). Daarnaast is het infectieuze salmon anaemia virus (ISAV; ook aangifteplichtig in Noorwegen) een belangrijk virus waarbij vroege detectie, transportrestricties en snel slachten belangrijke maatregelen voor beperking van verdere verspreiding zijn (Noble et al., 2018). Bij infectious salmon anaemia (ISA) deed zich een opmerkelijke verandering voor. Voor ISA is een bredere verspreiding in zee waargenomen; besmette locaties liggen verder van elkaar vandaan en niet persé meer dicht bij elkaar (Van de Vis et al., 2019).

Infectieuze panchromatische necrose (IPN) virus uitbraken zijn de afgelopen jaren afgenomen in Noorwegen, vermoedelijk door genomen maatregelen (Noble et al., 2018). De virussen Piscine orthoreo virus (PRV/HSMI) – welke vrij algemeen voorkomt – en Piscine myocarditis virus (PMCV/CMS) – welke nog niet lang geleden ontdekt is (in 2010) – zijn lastig te bestrijden omdat er nog geen vaccins beschikbaar zijn (Noble et al., 2018). Blootstelling is echter onbekend.

Salmon gill poxvirus disease (SGPV) is één van de veroorzakers van veel voorkomende kieuwaandoeningen, maar werkelijke blootstelling aan dit specifieke virus is onduidelijk.

Voor de paling in de opkweek is Herpesvirus Anguilla (HVA) tot op heden het belangrijkste virus (Van de Vis et al., 2019), maar blootstelling in termen van percentage bedrijven of blootgestelde dieren is onbekend. Over een periode van 22 jaar (1990-2011) was van de 239 – door het Nederlandse Nationale Referentie Laboratorium (NRL) - onderzochte batches paling uit de aquacultuur in Nederland, zo'n 15% (37 batches) besmet met HVA. Naast het HVA virus zijn de meest geïsoleerde (en dodelijke) virussen in gekweekte paling in Nederland het aquabirnavirus eel virus European (EVE) (~12% van de batches) en het rhabdovirus eel virus European X (EVEX) (~3% van de batches) (Van Beurden et al., 2012). Dubbele infecties met virussen zijn niet ongebruikelijk, behandeling door middel van verandering van de watertemperatuur is daarom niet altijd gunstig; de optimale watertemperatuur varieert voor de diverse virussen (Haenen et al., 2011).

Periode van blootstelling aan de gevaren

In de aquacultuur is de duur van de blootstelling aan de gevaren grotendeels afhankelijk van de productiefase waarin de dieren zitten, waarbij de opkweek met 3 maanden tot 2 jaar over het algemeen de langste risicoperiode betreft en het verdoven/doden/slachten de kortste (zie Figuur 3.4.1.27). De wens van de afnemer is leidend bij de vraag hoe groot/oud de vissen worden (Van de Vis et al., 2019). Duur van individuele gevaren zijn op basis van de huidige beschikbare informatie niet in detail te duiden en is daarom op hoofdlijnen weergegeven.

De verwachting is dat indien vissen blootgesteld worden aan een niet geschikte voedersamenstelling deze blootstelling dan ook lang duurt. Dit omdat dieren met complete voeders worden gevoederd die per productiefase verstrekt worden; er is geen diversiteit in het aanbod gedurende een levensfase. Werkelijke blootstelling aan een inadequate voedersamenstelling en voederregime is onbekend; de sector zet zich in middels onderzoek naar een optimale voedersamenstelling (Van de Vis et al., 2019). Blootstelling aan voederonthouding voor handelingen en transport duurt 2-7 of tot maximaal 14 dagen (Van de Vis et al., 2019). Deze blootstelling zal minimaal 2 keer in het leven voorkomen voor transport van fry/pootvis naar opkweek en voor transport van marktwaardige vis naar de slacht.

Hetzelfde geldt voor huisvestingskenmerken die niet onderhevig zijn aan verandering, behalve het moment van verplaatsing. Is een bepaald kenmerk van een tank of vijver (bijvoorbeeld afwezigheid rust-, een schuilmogelijkheden, ruwe wanden op de bodem, geen variatie in lichtintensiteit) eenmaal aanwezig dan zal deze niet snel veranderen. Anders is het met de waterkwaliteit, deze is afhankelijk van bijvoorbeeld de bezettingsgraad (hoe hoger, hoe meer druk op de kwaliteit) en de controleerbaarheid. Zo is de waterkwaliteit in open systemen afhankelijk van de omgevingswateren en de mate van doorstroming, terwijl de waterkwaliteit in een recirculatiesysteem (RAS) beter te reguleren is (Van de Vis et al., 2019).

Duur van blootstelling aan gezondheidsgevaaren zijn kort in het geval van ingrepen rondom voortplanting en verdoven/slachten, en procedures voorafgaand en na verplaatsing van vissen. De duur van blootstelling aan ziekteverwekkers kan variëren van (zeer) kort tot (zeer) lang, afhankelijk van diverse factoren zoals het al dan niet toepassen van een (effectieve) behandeling en hygiënische maatregelen, en de aard van de ziekteverwekker (bijvoorbeeld persistentie aanwezigheid) (gebaseerd op (Haenen et al., 2011) en (Van de Vis et al., 2019)).

De duur van blootstelling aan gevaren die betrekking hebben op het gedrag van de vis zijn relatief kort als het gaat om mengen van groepen van vissen die onbekend zijn met elkaar. Hoewel dit wel meerdere malen in het leven van de vis voor kan komen. Naar verwachting neemt de bezettingsgraad toe naarmate de vissen naar het marktgewicht toegroeien en blootstelling aan dit type gevaar zal naar verwachting matig tot lang duren. Blootstelling aan een te lage of te hoge bezettingsgraad zal niet continu zijn, maar voldoende kennis hierover

ontbreekt en de ideale bezettingsgraad voor vissen is onduidelijk (gebaseerd op (Van de Vis et al., 2019)).



Figuur 3.4.1.27 Schematische weergave van de opeenvolgende productiefasen in de aquacultuur en de geschatte duur van elke fase (Van de Vis et al., 2019).

7.4.1.7.4 Risicokarakterisatie kweekvis (aquacultuur)

De risicokarakterisatie bestaat uit de verhouding tussen het effect van het gevaar en de kans dat het gevaar voorkomt. Waar het effect voor dierenwelzijn bestaat uit de combinatie van ernst, duur (samen welzijnsimpact) en de mate van voorkomen van de welzijnsconsequenties (of welzijnsproblemen) in de doelpopulatie. De kans bestaat dan uit de combinatie van hoe vaak een gevaar voorkomt en hoe lang de periode duurt waarin een gevaar voorkomt. Het is van belang te benadrukken dat deze risicokarakterisatie een schatting is welke gebaseerd is op beperkte informatie en expertschattingen. Praktijkdata over prevalenties van welzijnsconsequenties en gevaren was niet beschikbaar ten tijde van deze risicobeoordeling.

Risico's welzijn algemeen

De risico's door inadequate voedersamenstelling (niet afgestemd op vissoort of productiefase), inadequate vaste huisvestingsparameters (zoals geen schuil- en rustmogelijkheid) en suboptimale waterkwaliteit en temperatuur zijn groot geschat. De voornoemde gevaren hebben niet alleen ernstige welzijnsgevolgen voor de vis, veel dieren worden er ook aan blootgesteld en de gevaren kunnen het langst voor komen in het leven van de vis. De langste risicoperiode is voor de meeste kweekvis de opkweekperiode tot marktwaardige vis (3 maanden – 2 jaar).

Transport vindt gedurende een relatief korte periode in het leven dan de vis plaats. Het betreft wel de gehele populatie. Grote welzijnsrisico's specifiek voor deze periode zijn het onvoldoende onthouden van voeder voorafgaand aan het transport, de waterkwaliteit en temperatuur tijdens het transport, te hoge visdichtheden, trillingen en geluidsdruk.

Veel voorkomende welzijnsconsequenties kunnen mogelijk als overkoepelende welzijnsindicatoren fungeren om een beeld te krijgen van de algemene welzijnsstatus van de populatie. In zijn algemeenheid gaat het hier om (weefsel)schade aan de vis, slijm laag huid is aangetast/laat los, aanwezigheid van ziekten (door verminderde weerstand) en voortijdige sterfte. Daarnaast komt een verminderde voederopname vaak voor bij zieke vissen. Stress is ook een vaak genoemde welzijnsconsequentie, echter lijkt deze op zichzelf minder geschikt als welzijnsindicator, omdat het moeilijk objectief en non-invasief is waar te nemen tenzij er een heldere onderliggende indicator zoals ademhalingsfrequentie gebruikt kan worden. Bovendien kan stress ook leiden tot bijvoorbeeld een verminderde weerstand en daardoor meer zieke vissen. Post-mortem metingen zijn mogelijk ook kansrijk om te duiden of de vis acute stress in de minuten of uren voor het doodgaan heeft ervaren (bijvoorbeeld veranderingen in spiermetabolisme door veel spartelen) (Daskalova, 2019).

Risico's welzijn Nederlandse aquacultuur

Nederlandse aquacultuur bestaat hoofdzakelijk uit recirculatiesystemen (RAS). Daarin worden vooral meerval (meeste kg) en paling (grootste aantal vis) gehouden.

Over de gehele linie is de meerval een relatief robuuste vis; onder andere weinig bevattelijk voor ziekten. De meerval wordt daarnaast relatief beperkt aan ziekteverwekkers blootgesteld doordat ze in een voor de buitenwereld afgesloten omgeving gehuisvest worden. De grootste risico's voor

het welzijn door ziekteverwekkers zijn bij meerval de bacteriën *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare* en *Mycobacterium marinum (fortuitum)*.

Voor de paling in de opkweek (RAS) zijn de belangrijkste ziekteverwekkers naar verwachting de kieuwworm (*pseudo*)*dactylogyrus*, het *Herpesvirus Anguilla*, infecties met *Vibrio* bacteriën en *Aeromonas spp.* Op basis van de gebruikte gegevens is geen goede inschatting van de welzijnsrisico's door ziekten bij Nederlandse paling mogelijk.

Specifiek voor ouderdieren van de meerval is op basis van de gebruikte gegevens een onvolledig beeld van de risico's voor het welzijn. Grote risico's zijn er in elk geval rondom het gebruik van procedures voor de voortplanting, diverse ziektes door met name bacteriële infecties en onverdoofd doden van onbruikbare ouderdieren.

Meerval wordt soms verdoofd voorafgaand aan de slacht. In Nederlands wordt ongeveer de helft van de meervallen onverdoofd gedood in ijs of ijswater (~40-60%). Als de meerval niet verdoofd wordt is dit een groot risico voor het welzijn van de vis.

Overigens is voor meervallen de waterkwaliteit (zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammonia, temperatuur) in de opslagtanks op de slachtplaats ook van belang voor een goed welzijn tot aan het slachten. Onduidelijk is hoe vaak er een slechte waterkwaliteit is op de slachtplaats.

Paling dient te worden verdoofd voorafgaand aan de slacht. Indien dit niet – of niet zorgvuldig - gedaan wordt is dit een groot welzijnsrisico vanwege het gebruik van een zoutbad nadien.

Daarnaast kent de productie van larven voor glasalen voor onderzoek naar de levenscyclus tot op heden een 100% sterfte. Dit kan betekenen dat het welzijn van de glasalen in dat stadium is aangetast, echter ontbreekt kennis hierover. Bovendien is het welzijnseffect van wildvangst op de glasalen ook onbekend. Voor de gehouden paling is op basis van de huidige gebruikte gegevens het risicobeeld voor het welzijn nog onvolledig.

Risico's welzijn voor consumptievis in NL van buitenlandse kweek

Consumptievis in het buitenland gekweekt, wordt vooral in open kweeksystemen gehouden; ofwel het systeem staat in verbinding met omgevingswateren en open lucht. Door dit type systeem ontstaan er grote welzijnsrisico's op het gebied van waterkwaliteit en temperatuur vanwege de beperkte sturing en daarmee controleerbaarheid, maar ook door de continue dreiging van predatie (met name vogels) vanwege de beperkte mogelijkheid voor de gehouden vis om te ontkomen.

De pangasius gehouden in een vijver met doorstroming loopt naar schatting de grootste en meeste welzijnsrisico's door parasieten, bacteriën en virussen vergeleken met de Afrikaanse meerval en Nijltilapia. De grootste risico's voor de pangasius zijn er door de parasieten *Ichthyophthirius multifiliis* en *Hexamita* en de bacteriën *Flavobacterium columnare*, *Aeromonas hydrophila* (NB: pangasius wordt in toenemende mate gevaccineerd tegen *Aeromonas hydrophila* (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020).

en *Vibrio anguillarum* en het CCV-virus. Maar ook diverse andere geïdentificeerde ziekteverwekkers geven een groot welzijnsrisico bij de pangasius.

De Nijltilapia ervaart de grootste welzijnsrisico's door de parasiet *Hexamita* en de bacterie *Mycobacterium marinum (fortuitum)* en *Francisella noatunensis*.

Kijkend naar de verschillende productiestadia ervaart vooral de zeer jonge vis (fry/pootvis) van de pangasius en Nijltilapia relatief snel consequenties voor het welzijn indien gevaren aanwezig zijn. Toch geldt ook een ingreep als het verwijderen van de bovenkaak bij mannelijke Nijltilapia in het kader van de voortplanting als een serieuze welzijnsaantasting. Echter is het onduidelijk hoeveel mannelijke dieren deze ingreep ondergaan en daarmee is het onduidelijk hoe hoog het welzijnsrisico voor de gehele (mannelijke) populatie is.

Met name de Atlantische zalm gehouden in Noorwegen is veelvuldig onderwerp van onderzoek, waaronder ook onderzoek naar het welzijn. Blootstelling aan diverse gevaren blijft echter

moeilijk te schatten.

Voor de zalm zijn welzijnsrisico's door virussen een groot risico door het ontbreken van effectieve vaccins. Naar schatting gaat het hierbij vooral om het Salmon gill poxvirus disease (SGPV) (blootstelling onduidelijk, maar hoge sterfte), Infectieuze pancreatische necrose (IPN) virus (wel afnemend in blootstelling, maar hoge sterfte), het Salmonid alphavirus (SAV/SPDV/PD) en Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV). Het Infectious salmon anaemia (ISA) en het Piscine orthoreo virus (PRV/HSMI) zijn belangrijke virussen voor het welzijn van de vis om in de nabije toekomst te volgen, omdat blootstelling mogelijk toenemend dan wel nu al hoog is.

Hoge welzijnsrisico's voor de zalm zijn er daarnaast door de parasieten *Saprolegnia spp.* (schimmel; zoetwaterstadium van de zalm) en zeeluis, de bacteriën die winter ulcer veroorzaken, en *Yersinia Ruckeri* en *Flavobacterium Psychrophilum*. Voor zeeluis is de afgelopen jaren wel veel inzet geweest om infestatie tegen te gaan, maar het risico is nog niet verdwenen. Voor de pseudoschimmel *Saprolegnia spp.* is geen goede behandeling mogelijk door het verbod op malachiet groen.

Wereldwijd wordt 96-97% van alle kweekvis onverdoofd geslacht. De tilapia wordt gebruikelijk in ijs of ijswater geplaatst, de pangasius wordt gebruikelijk verbloed. Voor Atlantische zalm is het inmiddels wel gebruikelijk dat deze eerst verdoofd wordt en dan pas geslacht.

3.4.1.8 Risicobeoordeling visserij

Voor de beoordeling van risico's op het welzijn van dieren in de visserij (wildvangst) beperken we ons tot het moment van vangen tot en met het doden van enkele voorbeeldsoorten (schol, tong, Noordzeekrab, haring en Noordzeekreeft). De expert schattingen van WUR zijn feitelijk gedaan op de Oosterschelde kreeft (Van de Vis et al., 2019), officieel een Noordzeekreeft/Europese zeekreeft, maar gevangen in de Oosterschelde en met een DNA-verschil (Vistikhetmaar, 2019d). Daarnaast worden enkele potentieel risicovolle aspecten van bijvangst van ondermaatse soorten of bijvangst van niet-doelsoorten benoemd.

3.4.1.8.1 Gevareninventarisatie visserij

De gevaren in de visserij zijn door BuRO gepresenteerd via de Welfare Quality® principes (4) en criteria (12) (3.4.6 Appendix Dierenwelzijn 5). Voor elk gevaar is aangegeven bij welke vismethode (boomkor, pulskor, trawl-net, staand want) het voorkomt en in welke processtap (vangst, ophalen, opslag en verwerking).

Vangsttechnieken en vistuigen variëren sterk en zijn afhankelijk van de vislocatie en doelsoorten die bevestigd worden (gebaseerd op informatie/literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)). De visserij kan opgesplitst worden in de actieve visserij (het visnet wordt voortgetrokken) en passieve visserij (het visnet staat stil). Het gebruik van vier vistuigen zijn beoordeeld op de risico's voor het welzijn van de dieren: boom- en pulskor (actieve visserij; demersaal/bodem), trawl-net (actieve visserij; pelagisch/waterkolom) en staand want (passieve visserij). Alleen deze vismethoden zijn beschreven. Meer informatie over andere vissoorten en vistuigen is te vinden in het onderliggende WUR rapport (Van de Vis et al., 2019).

Bodemdieren (bijvoorbeeld schol, tong, Noordzeekrab) worden door Nederlandse vissers vooral gevangen met de boom- of pulskor (volledig pulsverbod per 1 juli 2021). Een belangrijk kenmerk van de boom- en pulskor is dat de te vangen dieren opgeschrikt worden, zodat ze boven de bodem komen te zweven. De boomkor doet dit middels zware wekkerkettingen, de pulskor middels elektrische pulssignalen. Dit terwijl de netten voortgesleept worden door een kottervaarttuig (actieve visserij). De dieren komen op deze manier in de achterkant van het net (de kuil) terecht.

Scholen vissen in de waterkolom (bijvoorbeeld haring) worden door Nederlandse vissers vooral met een trawlnet gevangen, de zogenaamde pelagische visserij. Een trawlnet is een zwevend net met een kuil voortgetrokken door (zeer grote vrieshek)trawlers (ook actieve visserij). Dieren (bijvoorbeeld tong en Noordzeekreeft) kunnen ook met een staand want gevangen worden, de zogenaamde passieve visserij. Deze staat als een gordijn in het water opgesteld (gebaseerd op informatie/literatuurstudie in (Van de Vis et al., 2019)).

Samenvatting gevareninventarisatie visserij

Er zijn gevaren voor het welzijn van dieren geïdentificeerd van vangst tot en met doden. Deze gevaren vallen vooral onder de Welfare Quality principes 'Goede gezondheid' en 'Goede huisvesting' (= tijdelijke opslag). Ziektes bij wildvangst zijn uitgesloten van beoordeling op hun risico's voor welzijn. De principes 'Goede voeding' en 'Normaal gedrag' lijken in aantal gevaren minder relevant voor wildgevangen dieren, omdat ze niet gehouden worden, maar a) er is feitelijk weinig onderzoek naar gedaan en b) de indeling van de gevaren is soms gecompliceerd, omdat de tool niet ontwikkeld is voor wildvangst en gevaren onder meerdere principes/criteria geschaard kunnen worden.

Hoewel in grote lijnen de gevaren tussen vangsttechnieken hetzelfde lijken, zijn er ook duidelijke verschillen. Er zijn slechts 2 gevaren geïdentificeerd die bij alle 4 de methoden (boom- en pulskorvisserij, trawlnetten en staand want) voorkomen; het schuren langs het net, stenen of andere vissen en (fysieke en mentale) overbelasting van de dieren tijdens de vangst. Een specifiek gevaar door het staand want is de fixatie; vissen en kreeften kunnen niet meer zwemmen, omdat ze vast zitten in het net. Predatie wordt daarom vooral gezien in de staand wantvisserij, hoewel het ook bij terugwerpen van bijvangst gebeurt bij de andere visserijmethoden. Een specifiek gevaar bij pelagische vis zoals haring is het drukverschil dat ontstaat tijdens het halen van de trawlnetten.

Tijdens levende opslag aan boord zijn onder andere zuurstoftekort en hoge dierdichtheden gevaren voor het welzijn. Deze gevaren spelen bij schaaldieren uit de bodem- en staand wantvisserij, en bij vissen als de haring op trawlers in Refrigerated Sea Water (RSW) tanks. Levende opslag van haring in RSW tanks is altijd gekoeld, opslag van krabben is soms gekoeld. Het verschil tussen levende opslag van krabben en kreeften is dat bij kreeften de scharen altijd dichtgebonden worden.

Het is gangbaar om het doden van zowel gevangen vissen als schaaldieren zonder verdoving uit te voeren. Voor vissen bestaat dit meestal uit het invriezen, op ijs leggen, of levend ontdoen van de ingewanden (strippen). Krabben en kreeften worden meestal gekookt waarbij ze al dan niet eerst gestoken of gehalveerd worden.

Goede voeding

Goede voeding speelt een rol in het dierenwelzijn wanneer wildgevangen dieren gedurende een langere tijd levend opgeslagen en getransporteerd worden. Voor de wildgevangen vissen is dit minder relevant voor het welzijn, omdat ze aan boord verwerkt worden en niet levend aanlanden. Voor de schaaldieren is dit wel een potentieel gevaar, omdat een deel van de vangst wel levend wordt aangeland, maar niet gevoederd tot aan doden. Echter is hierover weinig bekend.

Noordzeekrabben uit de actieve demersale visserij (boom- en pulskor) en Noordzeekreeften uit de passieve visserij (staand want) worden in bakken, kisten of tanks geplaatst en getransporteerd naar de Retail/horeca. Daar verblijven ze nog enige tijd. Er is echter weinig - geen wetenschappelijke literatuur - beschikbaar over welke eisen schaaldieren, en specifiek de Noordzeekrab en Noordzeekreeft aan hun voeding stellen. In studies met krabben wordt

voederen bijvoorbeeld eens per drie dagen gedaan (Kari Woll & Marit Berge, 2007). Noordzeekrabben eten normaliter schelpdieren, kleine kreeftachtigen en vissen (Vistikhetmaar, 2019e). De Noordzeekreeft is meer een alleseter; schaal- en schelpdieren, maar bijvoorbeeld ook algen, zeesterren en vissen (Vistikhetmaar, 2019d).

Goede huisvesting

De aspecten die onder het Welfare Quality principe 'Huisvesting' vallen (temperatuur, comfort en bewegingsgemak) van dieren zijn er ook zodra dieren gevangen worden; in netten, omhoog en uit het water halen of verpompen en levend opslaan. Voor wildgevangen vis door de boom- en pulskor in de demersale visserij is er in principe geen sprake van levende opslag of huisvesting aan boord. Echter platvissen kunnen - na het storten in droge bakken - relatief wat langer overleven in de open lucht dan andere vissen. Ook al gaat het hier om tijdelijke opslag en niet om werkelijke huisvesting zoals bij kweek, sommige 'huisvestings'aspecten zijn nog steeds van belang voor het welzijn van de vis. Eén daarvan is potentiële blootstelling aan fel, warm zonlicht; relevant voor zowel de schol en tong als de Noordzeekrab. De krab wordt vervolgens soms in gekoelde opslag geplaatst en levend getransporteerd naar Retail/horeca waar ze blijven tot ze gedood worden (Van de Vis et al., 2019).

Daarnaast is door experts van de WUR de 'ratio tussen visduur (trekduur) en vissnelheid' als een potentieel gevaar beoordeeld voor het welzijn van de gevangen dieren in de actieve visserij (kotters en trawlers), afhankelijk van de zwemcapaciteiten van het dier. Het is ook zo opgenomen in deze risicobeoordeling, maar feitelijk is de snelheid hier het gevaar en trekduur onderdeel van het welzijnseffect.

De sleepsnelheid van de actieve vistuigen varieert, waarbij de kotters (boom- en pulskor; demersale visserij) over het algemeen sneller vissen ($\pm 6-7$ knopen) dan de trawlers (pelagische visserij; ± 5 knopen). Dieren trachten met het voortbewegen van het net mee te zwemmen. Vooral kleinere vissen worden door hun lengte beperkt in zwemsnelheid, waardoor ze (als eerste) in de kuil terecht komen als de vissnelheid relatief hoog ligt en de trekduur relatief lang is (Wageningen Marine Research in (Van de Vis et al., 2019)).

Bij de pelagische visserij met grote vrieshektrawlers wordt de hier gebruikte voorbeeldsoort haring tijdelijk levend opgeslagen. De haring wordt aan boord gepompt in Refrigerated Sea Water (RSW) tanks. Deze haring wordt tijdelijk levend opgeslagen in gekoeld ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) zeewater (Van de Vis et al., 2019) om de kwaliteit van de vis hoog te houden. In de tanks circuleert het water om de vissen uit elkaar te houden, zodat ze niet aan elkaar plakken (Vistikhetmaar, 2019c). Twee voornamelijk gevaren die met het gebruik van deze tanks samenhangen zijn de koeling van het water (met name in de zomer) en het ontbreken van zuurstoftoevoeging aan het water. Bijkomende factoren zijn ophoping aan koolzuurgas en mogelijk ook ammonia. Zolang de vissen nog leven zijn dit relevante gevaren voor het welzijn van vissen (Van de Vis et al., 2019).

Bij vangst met het staand want is de beperking in bewegingsvrijheid door de fixatie in het net voor zowel de tong als de Noordzeekreeft een gevaar. De Noordzeekreeft wordt vervolgens levend met vastgebonden scharen in kisten zonder water of in een tank met water opgeslagen. Kreeften gaan na aanlanding op levend transport naar Retail/horeca waar ze blijven tot ze gedood worden (Van de Vis et al., 2019).

Goede gezondheid

In deze paragraaf zijn ziektes onder wildgevangen diersoorten uitgesloten van beoordeling voor het welzijn van die dieren. Meer informatie hierover is te vinden in de risicobeoordeling diergezondheid.

Vangst

Bij de actieve vistuigen (kotters en trawlers) worden dieren opgeschrikt om in het net terecht te komen. Bij de boomkor wordt dit gedaan met (zwarte) wekkerkettingen, bij de pulskor door

elektrische pulsen (Van de Vis et al., 2019) afgegeven via kabels met elektroden. Het ontwerp en dimensies van het pulstuig is verschillend per systeem/schip. De systemen genereren – gedurende een korte tijd – een bipolaire puls met een spanning (geleidingsvoltage) tussen de 45 en 60 V, een puls frequentie van 45-80 Hz, en een puls breedte van 100-270 μ s (De Haan et al., 2016).

De eerste dieren in de kuil worden het zwaarst belast door druk van de kuilmazen, de waterstroom en passerend vuil, sediment stenen en andere vissen (samenpersen, schuren, botsen). Bij de boom- en pulskor vult het net zich geleidelijk, hoge dierdichtheden (crowding) en samenpersing ontstaan daarin relatief langzaam. Bij gebruik van trawl netten kan dit sneller gaan door vangst van hele scholen vis, hierdoor wordt de belasting al snel hoog op veel vissen. Kort voor het ophalen van de netten wordt er meestal wat langzamer gevaren. Door dit langzamer varen, maar ook doordat eerder gevangen vissen tegen de mazen van het net zitten en de waterstroom daardoor verandert, is het mogelijk dat de vissen die relatief vooraan in het net (nog niet achter in de kuil) zwemmen ontsnappen. Deze vis is dus tijdelijk belast (Van de Vis et al., 2019). Voor uitgezette bijvangst is een bijkomend gevaar eventuele predatie door zeevogels (Van de Vis et al., 2019).

Bij gebruik van een staand want raakt het dier gefixeerd in het net, waardoor het dier zich gaat verzetten en schuring langs het net en (fysieke en mentale) overbelasting optreedt. Door de fixatie zijn de dieren een gemakkelijke prooi voor predatoren (Van de Vis et al., 2019).

Binnenhalen

Ook het ophalen van de vis is afhankelijk van vistechiek en vistuig. Bij de boom- en pulskor wordt de vangst aan boord getild. Gevaren zijn hier vooral het schuren langs materiaal (net, stenen) en andere vissen, samenpersing door de zwaartekracht, uit het water halen en (fysieke en mentale) overbelasting van de gevangen dieren (Van de Vis et al., 2019).

Bij het pelagische trawl net wordt de vangst ook omhoog gehaald en vervolgens aan boord getild of gepompt. Hier zijn gevaren vooral het omhoog halen van het net, daarmee het drukverschil, en ook hier het schuren langs materiaal (net, stenen) en andere vissen en hoge visdichtheden (crowding) in de kuil. Als de kuil opgehaald wordt dan gebruikt de Nederlandse pelagische visserij een methode waarbij de kuil in zakken verdeeld wordt om druk op vis te beperken tijdens het omhoog hijsen. Echter is deze methode (groten)deels vervangen door de vissen van de kuil naar het vaartuig te verpompen middels een buis. Vissen ervaren dan niet het gevaar van uit het water getild worden met het net, maar wel het verpompen en de eventuele bochten in de buizen van het pompsysteem (Van de Vis et al., 2019).

Bij het staand want worden dieren met het net uit het water getrokken, met de nethaler of powerblok. Het net wordt dus geen kuil zoals bij de actieve vistuigen van bijvoorbeeld kotters of de trawlers, maar blijft recht. Dieren worden als het ware één voor één binnen gehaald (Vistikhetmaar, 2019a).

Opslag en verwerking

Bij de boom- en pulskor kotters worden dieren aan dek gestort in droge bakken, waarbij dieren (vissen en schaaldieren) blootgesteld worden aan de open lucht, een tekort aan zuurstof en (fysieke en mentale) overbelasting onder andere door het storten (Van de Vis et al., 2019). Schol en tong worden niet doelbewust tijdelijk levend opgeslagen (verwerking kost tijd), maar ze gaan over het algemeen niet direct dood na het halen van het net. Platvissen kunnen enige tijd in de open lucht overleven.

Vervolgens is het gebruikelijk dat de vis ofwel onverdoofd intact op ijs wordt geplaatst, ofwel onverdoofd wordt uitgesneden (gestript; ingewanden verwijderd) en daarna op ijs wordt geplaatst (Van de Vis et al., 2019). Verdoving aan boord wordt in principe nog niet of nauwelijks gedaan (RDA, 2018) en is voor schol en tong in ontwikkeling (zie bijvoorbeeld laboratoriumonderzoek elektrische verdoving: (Van de Vis, 2017-2020)).

Bij de pelagische visserij worden de vissen na tijdelijke opslag in de RSW tanks vervolgens aan boord gesorteerd en in platen diepgevroren (Van de Vis et al., 2019).

De Noordzeekrabben die ook gevangen zijn met de kotters worden ofwel ontdaan van een schaar (alleen de schaar is dan voor consumptie) en terug uitgezet in zee op een andere locatie dan waar gevangen, ofwel ze worden in zijn geheel levend opgeslagen voor latere verwerking (Van de Vis et al., 2019). Na het uitzetten groeit de schaar na verloop van tijd weer aan. In principe mogen alleen hele Noordzeekrabben verhandeld worden, maar doordat krabben hun scharen kunnen verliezen in het net mag een beperkt aantal kg kilogram krabbenscharen aangeland worden. Zie ook Kamervragen over het bericht dat krabben en kreeften maandenlang lijden. Kenmerk 2018Z16629. Krabben die wel aan boord worden opgeslagen gaan in gekoelde opvangbakken met een hoge dierdichtheid en meestal zonder water (Van de Vis et al., 2019). Pezen van krabben kunnen worden doorgesneden om kannibalisme tegen te gaan (Vistikhetmaar, 2019b), maar hierover is op dit moment weinig informatie. Vervolgens gaan de krabben na aanlanding op levend transport naar groothandel en retail waar ze opgeslagen worden in tanks (Van de Vis et al., 2019). Voor het doden (in de horeca) worden krabben in de kop gestoken met een priem, gespleten met een mes beginnend bij de kop, of ze worden levend gekookt (Van de Vis et al., 2019). Potentiële verdovingsmethoden voor krabben zijn koelen in ijs (ice slurry beneden 4 °C) of elektrocutie in zeewater, maar ondanks dat het krabben kan verlammen blijven neurale circuits functioneel (Weineck et al., 2018). Er is zeer beperkt onderzoek gedaan naar de efficiëntie van deze methoden en ze worden in Nederland voor zover bekend niet of vrijwel niet toegepast. Tong en Noordzeekreeft die binnengehaald zijn met het staand want, worden handmatig uit het net ontward. Tong wordt vervolgens net als bij de kottervisserij in droge bakken geplaatst, maar dan door ze handmatig op elkaar te stapelen, waarbij ze aan de open lucht en zonlicht, een tekort aan zuurstof en (fysieke en mentale) overbelasting blootgesteld worden. Vervolgens worden ze op dezelfde wijze gedood als op de kotters met de boom- of pulskor. De scharen van de kreeften worden daarbij dichtgebonden (Van de Vis et al., 2019) ter voorkoming van kannibalisme. Kreeften worden uiteindelijk levend gekookt of gespleten met een mes beginnend bij de kop. Er zijn ook aanwijzingen dat schaaldieren waaronder kreeften middels pascalisatie ('High Pressure Processing (HPP)') ontschaald worden (Peter Clark, 2011), wat mogelijk diervriendelijker (sneller) zou zijn dan levend koken (zie bijvoorbeeld (Centrum voor Pascalisatie, 2019)), maar over effectiviteit van verdoving noch het welzijnsaspect is zover bekend geen wetenschappelijke informatie. Eventuele toepassing in Nederland is ook onbekend. Potentiële verdovingsmethoden beschreven voor kreeften zijn het toevoegen van CO₂ aan het water (maar mogelijk stressvol door lage water pH), het langzaam verwarmen van het water, en elektrocutie (bijvoorbeeld Crustastun) (Fregin & Bickmeyer, 2016). Echter is er ook voor deze methoden zeer beperkt onderzoek gedaan naar de efficiëntie ervan voor wat betreft welzijn en worden ze in Nederland voor zover bekend niet of vrijwel niet toegepast.

Recent heeft Conte et al. (2021) voor de tienpotige schaaldieren (waaronder de krabben en de kreeften vallen) uiteengezet welke doding- en verdovingsmethoden er zijn (elektrisch verdoven, koelen, verdrinken in zoet water, zout bad, splijten, steken, CO₂ verdoving, doden onder hogedruk, ontleding, koken), waarbij koelen niet goed beoordeeld kon worden voor wat betreft lijden, het steken en splijten humane methoden kunnen zijn mits juist uitgevoerd, en elektrocutie als het meest humaan werd gezien.

Normaal gedrag

Een door WUR benoemt gevaar voor het welzijn van dieren in de actieve visserij (kotters en trawlers) is het gehele 'complex aan veranderingen' tijdens het vangen (Van de Vis et al., 2019).

Bijkomende factor van de levende opslag aan boord bij de pelagische visserij (RSW tanks) is de hoge dierdichtheid (Van de Vis et al., 2019). Hoge dierdichtheid speelt mogelijk ook bij kreeften

met name als ze in kisten zonder water geplaatst worden; echter, is dit is niet nader onderzocht en beoordeeld.

In principe ondergaat bijvangst van ondermaatse soorten of bijvangst van niet-doelsoorten dezelfde gevaren als de marktwaardige doelsoorten. Bijvangst van niet gequoteerde soorten kan soms worden uitgezet in zee (= toegestane discards). Terug uitzetten gebeurt veelal op een andere locatie dan waar ze gevangen zijn, wat als gevolg kan hebben dat ze op een voor het dier minder geschikte plaats (habitat) terechtkomen (Van Helmond en Steins, 2016 en Wageningen Marine Research in (Van de Vis et al., 2019)).

3.4.1.8.2 Gevarenkarakterisatie visserij

De welzijnsconsequenties in de visserij zijn in 3.4.7 Appendix Dierenwelzijn 6 gepresenteerd aan de hand van de geïdentificeerde gevaren. Deze welzijnsconsequenties variëren van stress tot aan voortijdige sterfte. Per gevaar zijn naast het bepalen van de welzijnsconsequenties, ook de welzijnsimpact (combinatie van ernst en duur) en de door welzijnsconsequenties getroffen deelpopulatie tijdens de blootstelling aan het gevaar geschat. Samen geeft dat inzicht in het totale effect op het welzijn van een groep dieren blootgesteld aan een gevaar.

Samenvatting gevarenkarakterisatie

Wat opvalt is dat in alle fasen van vangst tot doden gevaren aanwezig zijn die ernstige welzijnsconsequenties tot gevolg hebben en die bij het overgrote deel van de dieren voorkomen. Vaak genoemde welzijnsconsequenties zijn stress, open/uitwendige wonden, zuurstofgebrek en (voortijdige) sterfte.

De fase waarin het onverdoofd strippen, in ijs plaatsen of invriezen plaatsvindt is de meest belastende fase voor vissen ongeacht vangsttechniek. Dit komt doordat niet alle vissen direct dood zijn. Deze fase heeft grotendeels te maken met het Welfare Quality®-principe 'Goede gezondheid'.

Tijdens de vangst is er een hoog welzijnseffect voor vissen door het complex aan veranderingen (boom- en pulskor, en trawl-net) vallende onder het Welfare Quality®-principe 'Normaal gedrag'. Voor het staand want is dit juist het vastzitten (fixatie) in het net waardoor dieren (vis en kreeft) proberen weg te komen uitgeput raken.

Tijdens het aan boord brengen door de boom- of pulskor en trawl-netten ontstaat het hoogste welzijnseffect door het uit het water halen en omhoog halen van de dieren (met name door stress en uitputting). Daarnaast is er een hoge welzijnsimpact als er breuken of verwondingen ontstaan (samenpersen door zwaartekracht) of als de zwemblaas knapt (bij vissen die een zwemblaas hebben zoals de haring). Door het staand want geeft het ontwarren het hoogste welzijnseffect, echter is dit effect wel beduidend lager geschat dan het omhoog en uit het water halen door de boom-, pulskor en trawl-netten. Deze fasen hebben grotendeels te maken met de Welfare Quality® principes 'Goede huisvesting' en 'Goede gezondheid'. Echter is het van belang om te benadrukken dat Welfare Quality® is ontwikkeld voor de houderij van dieren en hier alleen gebruikt wordt voor het structureren van de gevaren.

Tijdens de opslag, het slachten en het verwerken van vis op de kotters (boom- en pulskor) zijn gevaren met de hoogste welzijnseffecten blootstelling aan zonlicht (open opslag in zomer) door hittestress, het onverdoofd verwijderen van organen (strippen) en opslag in ijs. Het onverdoofd strippen en opslag in ijs zijn ook voor vis uit het staand want gebeurtenissen met een hoog welzijnseffect. Bovendien is er een hoge welzijnsimpact door zuurstofgebrek bij blootstelling aan de lucht.

Het gekoeld opslaan van vis in Refrigerated Sea Water (RSW) tanks op de vrieshektrawlers veroorzaakt ook een aanzienlijke welzijnsaantasting door met name zuurstoftekort, stress en voortijdige sterfte. Indien de vissen nog leven ten tijde van het invriezen in de platen

veroorzaakt dit de sterfte en daarmee ook een hoog welzijnseffect. Tijdens de opslag, het slachten en het verwerken spelen dan ook de Welfare Quality® principes 'Goede huisvesting' en 'Goede gezondheid' een rol.

Voor schaaldieren zijn de welzijnseffecten over het algemeen meer onzeker, omdat mede door hun biologie onduidelijk is in hoeverre ze hinder ondervinden van het hele proces van vangst tot doden. Hoe dan ook is voor het overgrote deel van het vangstproces de inschatting dat ze er toch minder hinder van hebben dan vissen dankzij hun beschermende exoskelet. Voor de krab ontstaan de hoogste welzijnseffecten door stress en een open wond door het ontdoen van een schaar of door (koude)stress veroorzaakt door het levend gekoeld opslaan. Voor schaaldieren zijn daarnaast hoge welzijnseffecten verwacht – maar niet semi-kwantitatief geschat - gedurende het onverdoofd doden. Er is dan ook meer kennis nodig over de biologie van schaaldieren, de processen waarmee zij te maken krijgen - waaronder het niet voederen en dichtbinden van scharen tijdens de hele periode van vangst tot doden - en de (prevalenties van) welzijnsconsequenties die daaruit volgen.

De welzijnseffecten op ontsnapte vissen en bijvangst (aangeland en discards) zijn niet semi-kwantitatief geschat (behalve Noordzeekrab), omdat ook hiervoor te weinig kennis voorhanden is. Op basis van de geringe informatie is de verwachting dat welzijnseffecten grotendeels hetzelfde zijn als voor de doelvissen met als extra aandachtspunten voor het welzijn:

- 1) het sneller uitgeput raken van ondermaatse (= kleine) vis doordat ze minder lang met de visnetten mee kunnen zwemmen en eerder in de kuil van het net terechtkomen. Ze worden dan ook meer belast doordat ze tegen het net gedrukt worden en andere dieren, stenen, en dergelijke tegen zich aan krijgen.
- 2) Mogelijk een andere behandeling/verwerkingsmethode dan marktwaardige doelvis.
- 3) De beperkte overlevingskans van (toegestane) discards, doordat ze belast en beschadigt zijn en op een andere locatie uitgezet worden.

Waarbij ook voor bijvangst vooral de Welfare Quality® principes 'Goede huisvesting' en 'Goede gezondheid' geraakt worden

Goede voeding

Voor veel soorten schaaldieren kan het niet voederen leiden tot verhoogde agressie en kannibalisme wat vervolgens kan leiden tot een verminderd welzijn (beschreven in (Siikavuopio et al., 2019)). Voor de sneeuwkrab bleek uit een experiment echter dat deze minimaal 100 dagen met of zonder voederen gehouden kon worden met relatief weinig fysieke verwondingen of sterfte veroorzaakt door sociale interacties (Siikavuopio et al., 2019). Het effect van niet voederen op het welzijn van de Noordzeekrab en Noordzeekreeft is onbekend.

Goede huisvesting

Welzijnseffecten van vangst

Het totale welzijnseffect (combinatie welzijnsimpact en getroffen doelpopulatie) van de ratio van de visduur (trekduur) en vissnelheid waardoor dieren uitgeput raken is gemiddeld geschat door BuRO. Voor de boom- en pulskor is deze wat hoger (score **15-17** uit 35) dan voor de trawler (score **12,5** uit 35) (Figuur 3.4.1.28). Voor de krabben is dit effect laag geschat (score **7** uit 35) (Figuur 3.4.1.29). Van bijvangst van ondermaatse (= kleine) vis is de verwachting dat ze sneller uitgeput raken dan marktwaardige vis. Kleine vis kan minder lang met de visnetten meezwemmen en komen eerder in de kuil van het net terecht. Ze worden dan ook meer belast doordat ze tegen het net gedrukt worden en andere dieren, stenen, en dergelijke tegen zich aan krijgen (Van de Vis et al., 2019).

In de staandwantvisserij geeft tijdens de vangst het fysiek gevangen zitten in het net hoge totale welzijnseffecten (score **24-26** uit 35) voor zowel de tong als de kreeft (Figuur 3.4.1.28 en

3.4.1.29). Dit veroorzaakt stress en uitputting (door het verzet ertegen). Het effect is hoger naarmate het langer duurt voordat het net opgehaald wordt.

Welzijnseffecten van aan boord brengen – uit het net halen

Bij gebruik van trawlernetten geeft het omhoog halen van het net een hoog totaal welzijnseffect via stress (score **25** uit 35). Het verpompen geeft een gemiddeld totaal welzijnseffect (score 14) (Figuur 3.4.1.28). Bij de boom- en pulskor varieert het totale effect van uit het water halen van laag tot hoog (score **9-25**) (Figuur 3.4.1.28 en 3.4.1.29).

Bij gebruik van de boom- en pulskor bestaat een hoog totaal welzijnseffect direct na het storten voor zowel de vissen (score **25**) als krabben (score **20**) uit blootstelling aan te warm fel zon (UV) licht waardoor ze (hitte)stress oplopen, maar ook desoriëntatie, oogproblemen en verbranding zijn benoemd (Figuur 3.4.1.28 en 3.4.1.29).

Als krabben levend opgeslagen worden in gekoelde opvangbakken is het totale welzijnseffect gemiddeld tot hoog geschat (score **14-25**), waarbij ze de meeste hinder ondervinden van (koude)stress (Figuur 3.4.1.29).

Welzijnseffecten van opslag en verwerking

Naar alle waarschijnlijkheid gaan veel tot alle vissen al dood in de RSW tanks, dus voordat ze worden ingevroren (Van de Vis et al., 2019). Deze voortijdige sterfte geeft samen met zuurstofgebrek het hoogste totale welzijnseffect (beiden score **30**). Ook stress door de gekoelde opslag in de RSW tanks geeft een hoog welzijnseffect bij de haring (score **24**) (Figuur 3.4.1.28).

Opslag van kreeften uit het staand want is alleen beoordeeld op het welzijn voor tanks met water, en dus niet voor kisten zonder water. Het welzijnseffect varieert van laag tot gemiddeld (score **4-17**), waarbij het hoogste effect ontstaat door stress, mogelijk versterkt door het dichtbinden van de scharen (Figuur 3.4.1.28).

Het welzijnseffect van levend transport voor de krabben en kreeften is onbekend.

vissen	boom- en pulskor			trawler			staand want		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Ratio visduur: visnelheid	5	3-3,4	15-17	5	2,5	12,5	.	.	.
Gefixeerd in net	.	.	.	.	.	.	5-6	4-5	24-26
Net omhoog halen	.	.	.	5	5	25	.	.	.
Uit water halen	4-5	2,85	11-25	.	.	.	.	.	.
Verpompen	.	.	.	4	3,5	14	.	.	.
Opslag in gekoeld zeewater	.	.	.	5-6	4,8-5	24-30	.	.	.
Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet afgesloten opslag	5	5	25	.	.	.	.	.	.

Figuur 3.4.1.28 De geschatte totale welzijnseffecten voor 'Goede huisvesting' van vissen van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (schol en tong), de trawler (haring) en het staand want (tong; kort en lang staan van het staand want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.28

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

schaaldieren	boom- en pulskor			staand want		
	WI	P	TE	WI	P	TE
Ratio visduur:vissnelheid	4	1,8	7	.	.	.
Gefixeerd in net	.	.	.	5-6	4-5	24-26
Uit water halen	4-5	1,8-4,2	9-17	.	.	.
Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet afgesloten opslag	4	5	20	.	.	.
Intacte levende dier in gekoelde opslag	5-6	2,3-5	14-25	.	.	.
Levend plaatsen in kleine tank (met water) met dichtgebonden scharen	.	.	.	4-6	0,7-4,3	4-17
Levend transport	?	?	?	?	?	?

Figuur 3.4.1.29 De geschatte totale welzijnseffecten voor 'Goede huisvesting' van schaaldieren van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (Noordzeekrab) en het staand want (Noordzeekreeft; kort en lang staan van het staand want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.29

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Goede gezondheid

Vangst

Tijdens de vangst ontstaan de meeste welzijnsconsequenties door botsingen met het net of met andere vissen of stenen; kneuzingen, uitwendige en inwendige verwondingen, en breuken (score **3-8**). Schuren, samenpersing en overbelasting veroorzaken ook diverse welzijnsconsequenties (score **4-16**), waarvan schuren het hoogste welzijnseffect heeft. Bij samenpersing gaat het vooral om inwendige verwondingen, breuken en zuurstoftekort. Bij predatie gaat het om stress, uitwendige verwondingen en voortijdige sterfte (score **4-12** uit 35), dit komt alleen bij het staand want voor (bijvangst niet meegerekend) (Figuur 3.4.1.30 en 3.4.1.31).

De boomkor belast de gevangen dieren mechanisch meer (door de wekkerkettingen en hogere sleepsnelheid) dan de pulskor met de elektrische pulsen (Van de Vis et al., 2019); het totale welzijnseffect op de gevangen dieren lijkt dan ook minder bij de pulskor. Wel vertoont het dier door de elektrische pulsen een krampreactie (De Haan et al., 2016), ze schrikken op van de bodem, waardoor ze in het net belanden, maar ze worden niet verdoofd of gedood. Overigens is het effect op het dier door elektrische pulsen afhankelijk van onder andere de lengte/grootte van de vis en de afstand van de vis tot de geleider (Rasenberg & Quirijns, 2013). Bij marktwaardige visgrootte kunnen er door de vangstmethoden verwondingen/breuken ontstaan aan de ruggengraat; dit is aangetoond bij kabeljauw en in mindere mate ook wijting (≡ beiden bijvangst

in de platvisserij, zwemt net boven de bodem) – maar bij de tong niet. Er is geen hogere voortijdige sterfte verwacht bij de pulskor vergeleken met de boomkor (De Haan et al., 2016). Onbekend is of/tot waar de dieren in het visnet nog hinder ondervinden van de elektrische pulsen (Van de Vis et al., 2019).

Binnenhalen

In de boom- en pulskorvisserij levert het uit het water halen van de vissen naar schatting vooral veel stress op bij de vis (score **25** uit 35), maar ook uitputting (**11** uit 35). Ook bij de krab, al is het totale welzijnseffect lager dan bij vissen (score **17**) (Figuur 3.4.1.30 en 3.4.1.31).

De meeste welzijnsconsequenties door het ophalen van de dieren om ze aan boord te brengen, ontstaan bij het samenpersen van de dieren. Het gaat hierbij om kneuzingen, in- en uitwendige verwondingen, breuken en voortijdige sterfte. Breuken veroorzaakt de hoogste welzijnsimpact bij gebruik van de boom- en pulskor, bij zowel de vissen als de krabben (score 6 uit 7). Daarnaast geeft schuren langs het net of andere vissen of stenen substantieel schubverlies, kneuzingen en uitwendige verwondingen.

Van belang te weten is dat de vissen zoals de haring in tegenstelling tot platvissen een zwemblaas hebben. Tijdens het ophalen van het trawl-net ontstaat er drukverschil, als dit te snel gaat dan kan de zwemblaas knappen (score **16**). Tijdens het verpompen van de vissen (haring) hebben ze naar schatting minder last van schuren langs andere vissen en ook minder erg, dan tijdens het omhoog halen van het net (Figuur 3.4.1.30).

Daarnaast hebben vissen veel last van zuurstoftekort door blootstelling aan de lucht (score **20-21**). Vervolgens geeft de sterfte door onverdoofd verwijderen van de organen (strippen) en opslag in ijs het hoogste welzijnseffect bij de vissen (score **30**). Ook stress en open wonden geven een hoog welzijnseffect (beiden score **25**) (Figuur 3.4.1.30).

Bij het staand want ontstaan welzijnseffecten tijdens het aan boord halen bij het vasthouden van de vis of kreeft (score **14-15**) om het te kunnen ontwarren uit het net (Figuur 3.4.1.31).

Verwerken

Ook het sterven door invriezen veroorzaakt een hoog welzijnseffect (score **26**), gevolgd door de (koude)stress (score **19**).

Op het moment dat een dodingstechniek zonder verdoving wordt ingezet duurt het afhankelijk van de methode en vissoort 5 tot 30 minuten voordat de dood intreedt (score van 1,5-2,7 op een schaal van 3 variërend van ≤ 5 tot ≥ 30 minuten). Het sterven duurt naar schatting bij onverdoofd invriezen van de intacte vis (haring in de pelagische visserij) het langst en bij onverdoofd strippen en dan opslaan in ijs bij de passieve visserij (tong uit het staand want) het kortste. Echter scoort ook het onverdoofd doden van tong uit het staand want hoog (scores **25-35**) en veroorzaakt welzijnsconsequenties als (koude)stress, zuurstoftekort, in- en uitwendige verwondingen, een loslatende slijmlaag en sterfte. Het sterven door ze intact in te vriezen krijgt de maximale score (Figuur 3.4.1.30).

Het welzijnseffect van doden voor de krabben en kreeften is onduidelijk. Door de anatomie van schaaldieren is het bovendien onduidelijk of het steken of snijden direct de dood tot gevolg heeft (zie bijvoorbeeld Flik in (Hersbach, 2018)). Deze methoden en ook het levend koken van de dieren veroorzaken mogelijk pijn en daarmee een welzijnsaantasting (Van de Vis et al., 2019).

Terugzetten

De krabben ondervinden waarschijnlijk veel hinder in de vorm van stress en het ontstaan van een open wond door het verwijderen van 1 schaar (score **20-23**) (Figuur 3.4.1.31).

Bijvangst die niet wordt uitgezet, ondergaat voor een deel wel (denk aan vangstproces) en voor een deel niet dezelfde handelingen als de marktwaardige doelvis, maar informatie hierover is ten tijde van deze risicobeoordeling niet voorhanden. Voor een deel zullen zij dezelfde welzijnsconsequenties ondervinden als de consumptiedieren (doelvis).

Voor (toegestane) discards is te verwachten dat als gevolg van het vangstproces dieren gestrest en verzwakt zijn en daardoor de overlevingskansen na uitzetten beperkt zijn, hoewel er grote variatie binnen en tussen soorten bestaat. Ondermaatse doelvis (welke nu onder de aanlandplicht vallen en niet meer uitgezet mogen worden) gevangen door pulstuig had bijvoorbeeld een overlevingskans van 14-15% voor schol en 19-29% voor tong na uitzetten (Van Der Reijden et al., 2017; Steins et al., 2018b). Overlevingskansen kunnen ook worden benadeeld door de dieren op een andere dan de vangstlocatie uit te zetten (Van de Vis et al., 2019).

Bij de bodemvisserij kan er rekening gehouden worden met de overlevingskansen van de bijvangst die uitgezet gaat worden door de vangst na het halen nat te houden in bakken (garnalenkotter: (Theunynck & Verschuere, 2015), maar het is onbekend of dit ook gebeurt bij de visserij op tong en schol.

vissen	boom- en pulskor			trawler			staand want		
	WI	P	TE	WI	P	TE	WI	P	TE
Schuren langs net, andere vissen, stenen,... (ook tijdens verpompen)	4	1	4	4-6	1-2,6	4-16	.	.	.
Botsingen met net, andere vissen, stenen,...	5-6	1-1,6	6-8	6	1-1,4	6-8,4	.	.	.
Samenpersing	6	1-1,3	6-8	6	1-1,3	6-8	.	.	.
Overbelasting	5	1	5	6	1	6	7	0,8-1,7	5-12
Predatie	.	.	.	.	.	.	6-7	1-2	6-12
Schuren langs net, andere vissen, stenen,...	5	1,4-1,6	7-8	6	2	12	5	1,2-2,2	6-11
Drukverschil (net omhoog halen)	.	.	.	6	2,7	16	.	.	.
Bochten in buis	.	.	.	4-5	1,2	5-6	.	.	.
Samenpersing door zwaartekracht	4-6	1,2-1,8	6-8	.	.	.	.	.	.
Overbelasting	5-6	1,3	6-8	.	.	.	.	.	.
In open lucht	5	3,4	17	.	.	.	.	.	.
Vasthouden	.	.	.	.	.	.	3	5	15
Ontwarren uit net	.	.	.	.	.	.	3-5	1-2,8	5-11
Overbelasting	6	1-1,3	6-8	.	.	.	.	.	.
Blootstelling aan open lucht	5	4-4,2	20-21	.	.	.	.	.	.
Onverdoofd ingewanden verwijderen en opslag in ijs	5-6	5	25-30	.	.	.	5-6	5	25-30
Opslag in ijs intacte vis	5-6	5	25-30	.	.	.	6-7	5	25-35
Onverdoofd invriezen intacte vis	.	.	.	5-7	2,5-3,8	15-26	.	.	.
Bijvangst	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Figuur 3.4.1.30 De geschatte totale welzijnseffecten voor 'Goede gezondheid' van vissen van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (schol en tong), de trawler (haring) en het staand want (tong; kort en lang staan van het staand want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.30:

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

schaaldieren	boom- en pulskor			staand want		
Schuren langs net	.	.	.	4-5	0,8-1	4
Botsingen met net, andere vissen, stenen,...	4-6	0,7-1	3-6	.	.	.
Samenpersing	6	0,7-1,3	4-8	.	.	.
Overbelasting	6	0,7	4	7	0,8-1,7	5-12
Predatie	.	.	.	5-6	1-1,3	5-8
Samenpersing door zwaartekracht	3-6	0,3-1	2-6	.	.	.
In open lucht	5	0,7	3	.	.	.
Overbelasting	6	0,7	4	.	.	.
Vasthouden	.	.	.	3	4,5	14
Ontwarren uit net	.	.	.	1	5	5
Overbelasting	6	0,5	3	.	.	.
Blootstelling aan open lucht	5	2	10	.	.	.
Verwijderen van 1 schaar zonder verdoving en dier overboord zetten	4-5	0,5-5	2-23	.	.	.
Onverdoofd doden	?	?	?	?	?	?

Figuur 3.4.1.31 De geschatte welzijnseffecten voor 'Goede gezondheid' van schaaldieren van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (Noordzeekrab) en het staand want (Noordzeekreeft; kort en lang staan van het want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.31

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

Normaal gedrag

Bij de boom- en pulskor en bij de trawlers heeft het complex aan veranderingen door vangen het hoogste totale welzijnseffect (welzijnsimpact maal score van getroffen deelpopulatie van de welzijnsconsequentie) meegekregen door de experts van WUR, zowel voor de vissen (tong, schol en haring) als de Noordzeekrab. Dit effect bestaat volledig uit stress. De inschatting van het totale welzijnseffect op de vis (score **24-25** uit 35) is hoger dan op de krab (score **16** uit 35) (Figuur 3.4.1.32 en 3.4.1.33). Dit komt door de bescherming van de krab middels het harde exoskelet.

In de Refrigerated Sea Water tanks op de trawlers kan het voorkomen dat vissen toch te dicht bij elkaar komen ('klevers') en daardoor kleefvlekken ontwikkelen, hoewel dit bij haring minder voorkomt dan bij sardines (Vistikhetmaar, 2019c). Het geschatte welzijnseffect van de hoge dierdichtheid in de tanks is gemiddeld (score **16**) en ontstaat vooral door uitputting (Figuur 3.4.1.32).

normaal gedrag	boom- en pulskor			trawler			staand want		
<i>Vissen</i>									
Complex aan veranderingen	5	4,8-5	24-25	5	4,8	24	.	.	.
Hoge dierdichtheid	.	.	.	6	2,6	16	.	.	.

Figuur 3.4.1.32 De geschatte welzijnseffecten voor 'Normaal gedrag' van vissen van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (schol en tong), de trawler (haring) en het staand want (tong; kort en lang staan van het staand want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.32

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

<i>schaaldieren</i>	boom- en Pulskor			staand want		
Complex aan veranderingen	4	4	16	.	.	.

Figuur 3.4.1.33 De geschatte welzijnseffecten voor 'Normaal gedrag' van schaaldieren van vangst tot en met (tijdelijke) opslag aan boord van de boom- en pulskor (Noordzeekrab) en het staand want (Noordzeekreeft; kort en lang staan van het staand want samen genomen).

Betekenis van de afkortingen in Figuur 3.4.1.33

WI = Welzijnsimpact (1-7); P = Getroffen deelpopulatie (1-5); TE = Totaaleffect van WIXP (1-35).

Het totale welzijnseffect wordt beschreven als laag (score van 1-12), gemiddeld (score van 12-23) of hoog (score van 23-35).

3.4.1.8.3 Blootstellingsschatting visserij

In het kader van de blootstelling is het van belang dat inzichtelijk wordt in hoeverre gevaren zich ook daadwerkelijk voordoen door de Nederlandse visserij en hoeveel dieren daaraan blootgesteld worden. Het gaat hierbij dus expliciet om de aanwezigheid van de gevaren en niet om de geschatte getroffen deelpopulatie noch om werkelijke prevalenties van eventuele welzijnsconsequenties (bijvoorbeeld verwondingen) die uit de gevaren voort kunnen vloeien; die scores voor getroffen deelpopulatie zijn onderdeel van het door BuRO berekende totale welzijnseffect en beschreven onder de gevarenkarakterisatie.

Op basis van beschikbare gegevens ten tijde van deze risicobeoordeling is het niet mogelijk om van alle separaat geïdentificeerde gevaren een beeld te geven van de werkelijke situatie, daarom wordt de blootstelling op hoofdlijnen beschreven.

Samenvatting blootstellingschatting

De omvang van de demersale vloot (boom- en pulskor én staand want) in aantal schepen is beduidend groter dan de pelagische vloot. Echter, in tonnages vangst wordt er met de pelagische vloot veel meer gevangen. Staand wantvisserij is zeer beperkt in omvang. Omgerekend in aantal dieren (van de voorbeeldsoorten) is het beeld vergelijkbaar; vooral haring wordt gevangen en verre tweede is tong. Consumptie door Nederlanders is in aantallen dieren ook vooral haring en tong, elk nagenoeg de helft van de consumptie van de hier benoemde voorbeeldsoorten. Consumptie van de gevangen demersale voorbeeldsoorten door Nederlanders is laag (schol, Noordzeekrab en Noordzeekreeft). De vraag is echter of deze consumptie niet vertekend wordt door de verwerking van met name krab en schol in andere visproducten. De omvang van bijvangst in termen van ondermaatse gequoteerde vis en niet gequoteerde diersoorten is ten tijde van schrijven onvoldoende in beeld gebracht.

De omvang van duurzaamheidskeurmerken in de visserij – zoals het MSC - neemt wereldwijd toe en is vooral nationaal sterk stijgend. Echter ontbreken dierenwelzijnsriteria. Blootstelling aan gevaren zal binnen een vismethode op hoofdlijnen nagenoeg gelijk zijn voor de hele populatie. De exacte periode van blootstelling van dieren in de visserij aan specifieke gevaren is echter onbekend. Het gaat dan met name om de processen aan boord totdat de dieren dood zijn. Voor schaaldieren is de duur van de levende opslag en transport tot aan doden onbekend. Bekend is wel dat de trekduur van actief vistuig varieert van een half uur tot 5 uren (trawlnet langer dan boom- en pulskor) en de sta-duur van het staand want van enkele uren tot meer dan 72 uur. Opslag in RSW tanks op trawlers is een dag tot anderhalve dag.

Grootte van productie, consumptie en aantal vissen en schaaldieren

De omvang van visserij op de belangrijkste vis en schaaldiersoorten door Nederlandse vissers (kust-, zee- en binnenvisserij) lag in 2016 tegen de 345.000 ton per jaar (Bos *et al.*, 2018 en FAO, 2017 in (Van de Vis *et al.*, 2019)). Dit is ongeveer 0,5% van de wereldwijde visserij op alleen al de mariene vis en schaaldieren van ruim 70 miljoen ton (online data FAO, 2017-2020). In 2018 werd er circa 492.301 ton vis en 27.703 ton schaaldieren (schelpdieren: 48.033 ton) aangevoerd in Nederland (Statline, CBS, 2018); dit hoeft niet persé afkomstig te zijn van Nederlandse vissers, maar kan ook aanvoer van vissers uit andere landen zijn.

Boom- en pulskor

In de demersale visserij was in 2018 het aantal Nederlandse kotters 289. Hieronder vallen de boom- en pulskorren, maar ook kotters met ander tuig. Het totale aantal kotters is vooralsnog stijgend, maar het verbod op de pulsvisserij, de Brexit, ruimtegebrek op de Noordzee en de aanlandplicht hebben hier mogelijk invloed op (Agrimatie, 2019b). De boomkor was tot 2016 grotendeels vervangen door onder andere pulstuig en omvatte nog maar 3% van de kottervloot (Agrimatie,nl in (Van de Vis *et al.*, 2019)). Echter, door het pulsverbod bestaat de kans dat de boomkor weer meer gebruikt gaat worden.

Door de kotters wordt vooral schol en tong gevangen (zie voor totale vangsten tabel 3.4.1.17 en Figuur 3.4.1.34 A). Waarbij een ton schol minder individuele dieren zal bevatten dan een ton tong, omdat de schol naar schatting een hoger marktwaardig gewicht heeft. De grootte van de vangst per keer is moeilijk in te schatten, onder meer door de hoge variatie in gebruikt vistuig en overig materiaal. De boomkor heeft over het algemeen per keer een hogere vangst dan de pulskor (een verschil van 33% aangelande vis per keer in 2012). De hogere vangst per keer door de boomkor bestaat uit meer marktwaardige gequoteerde vis (schol: 18 vs. 15 kg en tong: 35 vs. 25 kg aangeland/uur voor respectievelijk de boomkor en pulstuig), maar ook uit meer bijvangst van ondermaatse gequoteerde vis, andere vissoorten en bodemdieren (waaronder Noordzeekrabben) (Rasenbergh & Quirijns, 2013; Quirijns *et al.*, 2014). De bijvangst van ondermaatse schol ligt hoger dan die van tong, omdat de marktwaardige tong een slankere vis is en daarom een visnet met een kleinere maaswijdte behoeft (Batsleer *et al.*, 2016). Exacte

hoeveelheden aan bijvangst zijn onbekend, maar ondermaatse tong kan bijvoorbeeld oplopen tot bijna 50% van een vangst (Wageningen Marine Research, 2018 in (Van de Vis et al., 2019)).

Consumptie van tong door Nederlanders (16.317.000 inwoners van 1-79 jaar in 2019) is geschat op 0,4 gram/dag. Op basis hiervan is de totale Nederlandse consumptie van tong per jaar bijna 2400 ton. In verhouding tot tong wordt er vrijwel geen schol in Nederland geconsumeerd (RIVM, 2019) (tabel 3.4.1.17 en Figuur 3.4.1.34 B).

Gerichte vangst op krabben gebeurt vooral met korven, maar deze methode wordt door Nederlandse vissers slechts beperkt toegepast <https://vistikhetmaar.nl/lesmodules/schaaldieren/noordzeekrab/>. Door Nederlandse vissers gevangen Noordzeekrab valt vooral onder bijvangst in de demersale visserij, waaronder de boom- en pulskor (Vistikhetmaar, 2019e). De pulskor heeft minder bijvangst van ondermaatse gequoteerde vis en bodemdieren (benthos) – dus ook minder Noordzeekrabben – dan de boomkor. Bij de boomkor was er een discard van 4972 bodemdieren per uur, bij het pulstuig was dit 3170 dieren per uur (een verschil van 36%) (Rasenberg & Quirijns, 2013; Quirijns et al., 2014). Het merendeel van de Noordzeekrabben wordt niet aan boord opgeslagen, maar uitgezet in zee na verwijdering van een schaar (Van de Vis et al., 2019); in België bestaat aangelande krab in gewicht voor minder dan een derde uit hele krab, de rest is krabbenpoten (Ethic Ocean en VLIZ, 2018). Dit is wel aan banden gelegd via Verordening (EG) nr. 2406/96 van de Raad van 26 november 1996 houdende vaststelling van gemeenschappelijke handelsnormen voor bepaalde visserijproducten (Document 31996R2406) en Verordening (EG) nr. 2019/1241 welke gaat over instandhouding van visbestanden en de bescherming van mariene ecosystemen. Volgens Verordening (EG) nr. 2406/96 mogen alleen hele Noordzeekrabben in de handel worden gebracht (met uitsluiting van vrouwelijke krabben met eitjes en krabben met zacht pantser). Volgens Verordening (EG) nr. 2019/1241 mag van Noordzeekrabben gevangen met korven of kubben, ten hoogste 1% van het gewicht van de totale vangst uit losse scharen bestaan. Van Noordzeekrabben gevangen met ander vistuig (waaronder de boom- en pulskor), mag maximaal 75 kg losse scharen worden aangeland.

(Noordzee)krab wordt vrijwel niet gegeten door Nederlanders (RIVM, 2019). De vraag is echter of de beperkte Nederlandse consumptie van met name krab en schol niet vertekend wordt door de verwerking ervan in samengestelde visproducten.

Pelagisch trawl-net

Het aantal Nederlandse trawlers was 8 in 2018 en 7 in 2019. Het aantal is van 2012-2016 gehalveerd door vernieuwing en verbouwing (sneller invriezen) van schepen waardoor schepen langer kunnen varen (Agrimatie, 2019e).

In Nederland, landen trawlers de meeste vis aan vergeleken met andere vaartuigen; zo'n 80% van het totaal (CBS, 2018). Per 24 uur zou er zo'n 325 ton vis verwerkt kunnen worden (Vistikhetmaar, 2019c), maar exacte tonnages per vangst zijn onbekend. De werkwijze op de trawlers is vrij uniform (Van de Vis et al., 2019). Per jaar wordt er ruim 100.000 ton aan haring aangeland.

Exacte hoeveelheden aan bijvangst zijn onbekend (Van de Vis et al., 2019).

Van de hier bestudeerde voorbeeldsoorten in de visserij wordt de haring het meest gegeten door Nederlanders; bijna 8000 ton per jaar (tabel 3.4.1.17 en Figuur 3.4.1.34). Deze schatting is gebaseerd op consumptie van diverse producten zoals zure en zoute haring met een totaal van 1,3 gram per persoon per dag (RIVM, 2019).

Een gro(o)t(er) deel van de Nederlandse visvangst consumptie is die van tonijn (tonijn is deels ook gekweekt) en kabeljauw (RIVM, 2019). Echter wordt vangst van tonijn niet door Nederlandse vissers gedaan en de omvang van kabeljauwvangst is onzeker door de verwerking in visproducten als kibbeling. Voor meer informatie over deze vissoort in relatie tot welzijn zie WUR rapport (Van de Vis et al., 2019).

Standaard want

Standaardwantsvisserij is afhankelijk van de huur van tongquotum (Agrimatie, 2019f). In 2018 waren het nog 12 schepen, tegen 48 in 2013 (Agrimatie, 2019d). De totale vangst neemt dan ook af (Mol, 2019). Geschat wordt dat ~0,6% van de totale tongvangst middels het standaard want gevangen wordt (~57 ton) (Agrimatie, 2019d). Tegelijkertijd is tong wel het grootste aandeel van de vangst met het standaard want (Van de Vis et al., 2019).

Noordzeekreeft gevangen met het standaard want is beperkt in omvang, de exacte omvang is onbekend. Kreeft wordt namelijk hoofdzakelijk met korven gevangen (Vistikhetmaar, 2019d). De korf is echter niet opgenomen in deze risicobeoordeling dierenwelzijn.

Consumptie van Noordzeekreeft door Nederlanders is verwaarloosbaar; kreeft (soort niet bekend) werd op 0,1% van de meetdagen geconsumeerd en de hoeveelheid was gemiddeld op de dag dat het gegeten werd 20 gram (RIVM, 2019).

Voor meer gegevens over vangst en consumptie hoeveelheden van andere soorten wordt verwezen naar de WUR en RIVM rapportages (RIVM, 2019; Van de Vis et al., 2019).

Tabel 3.4.1.17 Vangstvolumes door en quota voor de Nederlandse visserij en geschatte marktgewichten; beperkt tot de in deze risicobeoordeling opgenomen voorbeeldsoorten.

doelsoort	volume gevangen ton/jaar*	vangst quota** ton/jaar	consumptie in ton/jaar***	gewicht marktwaardig (kg)#
Tong (~0,6% standaard want) ^a	9.617	9.900	2382	0,25-0,3
Schol	33.783	38.200	0	2-3
Noordzeekrab (= bijvangst)	577	geen	0	0,5-1
Haring	103.022	75.500	7742	0,5-1
Noordzeekreeft	64	Seizoensgebonden	0	1,6-4

Nadere informatie over Tabel 3.4.1.17

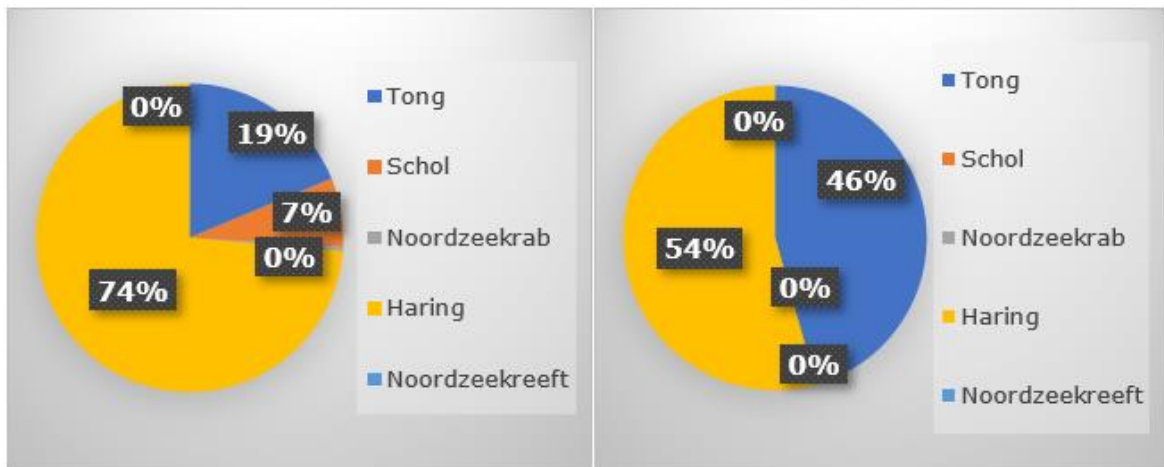
* Volume gevangen vis ton/jaar: data uit 2016 (Agrimatie.nl in (Van de Vis et al., 2019)).

** Vangst quota ton/jaar: Quota uit 2019 (Agrimatie, 2019c;2019a).

*** Consumptie in ton/jaar: gebaseerd op gegevens uit (RIVM, 2019).

Gewicht marktwaardig (kg): zie tabel 3.4.1.12.

^a Tong (~0,6% standaard want): vangstdata standaard want 2018 (Agrimatie, 2019d).



A B
Figuur 3.4.1.34 Procentuele verdeling van het geschatte aantal (= individuen) door Nederlandse vissers gevangen voorbeeldsoorten (NB: dit is niet hetzelfde als in NL havens aangeland) (A) en consumptie door Nederlanders (B), voor tong, schol, Noordzeekrab, haring en Noordzeekreeft. Deze verdelingen zijn berekend aan de hand van geschatte productiecijfers, consumptiecijfers en marktgewichten van de dieren.

Aandeel keurmerken en verdooving

Keurmerken kunnen een positieve uitwerking hebben op het welzijn van wildvangst, daarom is het van belang te volgen wat het marktaandeel van dergelijke systemen is.

Gevangen vis is steeds vaker voorzien van een duurzaamheidskeurmerk; zo'n 10% van de vangst op de wereldmarkt had in 2016 een MSC keurmerk. Door Nederland was er een stijging van 0% in 2003 naar >30% in 2015 van visserij met een duurzaamheidskenmerk. Van de duurzame vis (visserij en aquacultuur) had in 2015 zo'n 65% een MSC keurmerk. Het gaat dan vooral om verkoop uit supermarkten en minder door bijvoorbeeld de horeca (Compendium voor de Leefomgeving, 2017).

Wereldwijd worden in de visserij zeer weinig dieren (vissen en schaaldieren) aan boord verdoofd alvorens ze verder te verwerken. De werkelijke omvang is onbekend.

Periode van blootstelling aan de gevaren

Voor de boom- en pulskor is de trekduur ongeveer 1-2 uur (van Stralen, 2005; Van de Vis et al., 2019)). De trekduur van het trawl-net kan variëren van slechts een half uur tot wel 5 uur (Van de Vis et al., 2019), maar vaak is het tot maximaal 4 uur om zwakke vis en afkeur te voorkomen (Vistikhetmaar, 2019c). De sta-duur van het staand want varieert en is afhankelijk van de te vangen soort. Het staand want kan 's nachts uitgezet worden, om te voorkomen dat het net gezien wordt door de dieren. De duur mag niet te lang zijn om rotting van dieren te voorkomen; het kan dus beperkt zijn tot enkele uren per nacht (Rosman, 1980). Er wordt in het WUR rapport onderscheid gemaakt tussen een sta-duur van minder van 24 uur en van meer dan 72 uur (Van de Vis et al., 2019).

Duur van het halen van het net is voor de boomkor ± 15 min (Van de Vis et al., 2019), maar voor het overige vistuig is dit onbekend.

Vis gevangen met de trawlers wordt maximaal 20-36 uur opgeslagen in de RSW tanks, afhankelijk van de vulling in het maag-darmstelsel van de vissen (Vistikhetmaar, 2019c). De duur van processen aan boord waarbij de dieren nog levend zijn, is verder onbekend voor alle

vaartuigen en diersoorten. Ook de duur van levende opslag van schaaldieren is onzeker. Voor de sneeuwkrab (*Chionoecetes opilio*) is beschreven dat ze - mits niet direct gedood - gedurende een periode van 1-8 weken in leven blijven na vangst. Echter, in Noorwegen wordt 99% van deze sneeuwkrab al aan boord verwerkt (gekookt en bevroren) (Siikavuopio et al., 2019).

3.4.1.8.4 Risicokarakterisatie visserij

De risicokarakterisatie bestaat uit de verhouding tussen het effect van het gevaar en de kans dat het gevaar voorkomt. Waar het effect voor dierenwelzijn bestaat uit de combinatie van ernst, duur (samen welzijnsimpact) en getroffen deelpopulatie van de welzijnsconsequenties (of welzijnsproblemen). De kans bestaat dan uit de combinatie van hoe vaak een gevaar voorkomt en hoe lang de periode duurt waarin een gevaar voorkomt.

Alle aan visserijactiviteit blootgestelde dieren zullen een welzijnsbelasting ervaren. De pelagische visserij (trawlnetten) heeft de grootste omvang in aantallen gevangen dieren vergeleken met de hier beoordeelde deel van de demersale visserij (boom- en pulskor, en staand want). Op basis van de gebruikte voorbeeldsoorten tong, schol, Noordzeekrab, haring en Noordzeekreeft (Oosterschelde kreeft) ligt de grootste druk op het welzijn bij de haring.

Ongeacht vangsttechniek is de meest belastende fase voor vissen (haring, schol, tong) degene waarin het onverdoofd strippen, levend in ijs plaatsen of invriezen plaatsvindt. Echter specifiek voor de haring geldt dat deze vaak al dood gaan in de RSW tanks door met name zuurstofgebrek, dus nog voor het invriezen plaatsvindt. Voor schaaldieren is het welzijnsrisico in de fase waarin het doden voorkomt onbekend, maar mogelijk aanzienlijk.

Tijdens het vangen en halen zijn belangrijke welzijnsrisico's het complex aan veranderingen en het fysiek omhoog en uit het water halen (samenpersen). Specifiek bij de haring kan de zwemblaas knappen. Eenmaal aan boord bestaan er grote welzijnsrisico's door blootstelling aan lucht en zonlicht (demersale visserij). Naar verwachting zijn de welzijnsrisico's voor schaaldieren aan boord minder hoog dan voor vissen, doordat zij een exoskelet bezitten en beter bestand zijn tegen blootstelling aan de lucht.

Werkelijke prevalenties van welzijnsconsequenties en blootstelling aan specifieke gevaren van vangst tot aan verwerken/doden van vissen en schaaldieren zijn onbekend. Er bestaat dan ook een zekere mate van onzekerheid in deze risicobeoordeling.

Welzijnseffecten en blootstelling van zowel bijvangst – gequoteerde ondermaatse vis, maar ook niet gequoteerde diersoorten – als schelpdieren is onvoldoende onderzocht. Vissoorten als tonijn en kabeljauw worden veel geconsumeerd door Nederlanders, echter is daar nu geen risicobeoordeling voor uitgevoerd.

3.4.2 Appendix Dierenwelzijn 1: Gevaren kweekvis

Geïnterviewde potentiële gevaren voor het welzijn van dieren in de aquacultuur gebaseerd op een recirculatiesysteem (RAS), vijver met doorstroming en doorstroomsysteem (flow through/raceway), aan de hand van enkele voorbeeldsoorten (respectievelijk Afrikaanse meerval, Pangasius, Nijltilapia). Daarnaast zijn voor het (kooi)systeem van de zalm de voornaamste gevaren opgenomen en voor paling (RAS) zijn alleen additionele gevaren benoemd. Indeling naar Welfare Quality® is gedaan door BuRO.

Tabel 3.4.2.1 Appendix Dierenwelzijn 1: Gevaren kweekvis

Welfare Quality Principle	Welfare Quality criteria	Gevaar	Specificatie gevaar	RAS			vijver met doorstroming			doorstroming			zee kooi*			
				Ouderdier	Frv/nootvis	Onkweek	Marktaandeel vis	Ouderdier	Frv/pootvis	Opkweek	Marktaandeel vis	Ouderdieren	Frv/nootvissen	Onkweek	Marktaandeel vis	Onkweek	Marktaandeel vis
Goede voeding	1. Afwezigheid van honger	Samenstelling voeder		x	x			x	x			x	x			
		Voederregime		x	x			x	x			x	x			
		Geen/te weinig voederonthouding transport		x		x		x		x		x		x		
		Langdurige voederonthouding (zalm)		x							x			x	x	
	2. Afwezigheid van dorst	n.v.t.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Goede huisvesting	3. Ligcomfort	Geen schuil-, rustplaats		x	x			x	x			x	x			
		Ruwe wanden bodem tank											x			
		Waterkwaliteit (ook transport)	Zuurgraad		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
			Zuurstof		x	x	x		x	x	x		x	x	x	
			Koolzuur		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
			Ammonia		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
		Nitrat		x	x			x	x						x	

Welfare Quality Principe	Welfare Quality criteria	Gevaar	Specificatie gevaar	RAS			vijver met doorstroming			doorstroming			zee kooi*			
				Ouderdier	Frv/nootvis	Onkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdier	Fry/pootvis	Opkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdieren	Frv/nootvissen	Onkweek	Marktwaaardige vis	Onkweek	Marktwaaardige vis
			Nitriet		x	x			x	x					x	
			Stikstof		x	x						x	x		x	
			Turbiditeit												x	
			Saliniteit													
		Doorstromingsnelheid			x			x	x			x	x		x	
		Geen natuurlijke variatie lichtintensiteit			x	x										
		Trillingen en geluidsdruk transport			x		x	x		x		x		x		
		Klotsend water transport			x		x	x		x		x		x		
	4. Thermaal comfort	Temperatuur water			x	x	x	x		x		x	x	x	x	
	5. Beweging svrijheid	Vangst glasalen			x											
Goede gezondheid	6. Afwezigheid van verwondingen	Organisatie ontvangst in systeem			x	x		x	x			x	x			
		Sorteren op grootte			x	x		x				x				
		Wijze waarop dieren uit water worden gehaald voor transport/slacht			x		x	x		x		x		x		
		Laden - vullen van transport/well-boat			x		x	x		x		x		x		
		Lossen - teveel dieren in net			x		x	x		x		x		x		
		Lossen - dieren vallen in tank			x		x	x		x		x		x		
		Predatoren						x	x	x		x	x	x		

Welfare Quality Principe	Welfare Quality criteria	Gevaar	Specificatie gevaar	RAS			vijver met doorstroming			doorstroming			zee kooi*			
				Ouderdier	Frv/nootvis	Onkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdier	Fry/pootvis	Opkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdieren	Frv/nootvissen	Onkweek	Marktwaaardige vis	Onkweek	Marktwaaardige vis
	7. Afwezigheid van ziekten	[Zie 3.4.3 appendix Dierenwelzijn 2]		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x
		Dieren ongeschikt voor transport			x		x		x			x		x		
	8. Afwezigheid van pijn door ingrepen	Hormonale inductie		x				x				x				
		Afstrijken		x				x				x				
		Opereren mannetjes onder anaesthesie		x												
		Bovenkaak verwijderen										x				
		Doden/euthanaseren ongeschikte/zieke dieren zonder adequate verdoving		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Verbloeden onverdoofd										x				
		Blootstelling aan lucht [inbegrepen in andere handelingen, niet apart beoordeeld]					x				x			x		x
		Ijs/ijswater zonder verdoving					x							x		x
		Klap op de kop (percussie)														x
		Ruw inbrengen verdovingsapparaat + aanvoerband					x									
		Inadequaat elektrisch verdoven					x									
		Te lang interval elektrisch verdoven-doden					x									

Welfare Quality Principe	Welfare Quality criteria	Gevaar	Specificatie gevaar	RAS			vijver met doorstroming			doorstroming			zee kooi*				
				Ouderdier	Frv/nootvis	Onkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdier	Frv/pootvis	Opkweek	Marktwaaardige vis	Ouderdieren	Frv/nootvissen	Onkweek	Marktwaaardige vis	Onkweek	Marktwaaardige vis
		Ineffectief doden na elektrisch verdoven					x										
Normaal gedrag	9. Normaal sociaal gedrag	Mengen van groepen				x	x			x	x			x	x	?	
		Te lage bezettingsgraad				x	x			x	x			x	x		
		Te hoge bezettingsgraad (ook crowding voor transport/slacht)				x	x	x		x	x	x		x	x	x	
	10. Normaal ander gedrag	Verschil in visgrootte				x	x			x	x			x			
	11. Goede mens-dier relatie	Relatie met voorgaande gevaren waarbij hantering voorkomt			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	?	?
	12. Positieve emotionele toestand	Relatie met voorgaande gevaren als schuilplaats en predatie				x	x			x	x	x					

Opmerking bij Appendix Dierenwelzijn 1:

* Zoutwater; ouderdieren niet separaat opgenomen, omdat kuitschieten alleen in zoetwater kan. De jongere zalmen worden gehouden in RAS of doorstroomsystemen.

Bronnen: Inventarisatie gevaren hoofdzakelijk gebaseerd op informatie uit (Van de Vis et al., 2019) en daarnaast (Noble et al., 2018).

3.4.3 Appendix Dierenwelzijn 2: Welzijnsconsequenties kweekvis

Tabel 3.4.3.1 Appendix Dierenwelzijn 2: Welzijnsconsequenties kweekvis.

WQ Prin cipe	WQ crite ria	gevaar	Stress (chronisch)	Misvormingen	Agressie	Huidlaesies	Kannibalisme	(Weefsel)Schade	Gedraasbeperking	Verlaagde opnamecapaciteit O ₂ in bloed	Onaerief/ernstia liiden	Slijmlaag huid aangetast/laat los	Verminderde voederopname	Ziekten/laere weerstand	Verminderde rust	Verminderd zwemmen	Vermoeid	Irritatie huid en/of kieuwen	Verminderde groei	Verhoogde frea. ademhalina	Verstikking	Verhoogde mortaliteit
Goe de voe ding	1. Afwez igheid van hong er	Samen stelling voeder	x	x																		
		Voeder regime	x		x	x						x										
		Geen/t e weinig voeder onthou ding voorafg aand aan transpo rt	x					x														
		Langdu rige voeder onthou ding			x			x														
	2. Afwez igheid van dorst																					
Goe de huis	3. Ligco mfort	Geen bescher ming/r	x											x	x							

vesti ng	ustplaa ts																					
	Ruwe wanden bodem tank		x					x														
	Waterkwaliteit, inclusief transport (parameters te hoog/laag)	Zuurgraad	x													x	x				x	
		Zuurstof	x					x					x					x			x	
		Koolzuur	x					x					x					x	x		x	
		Ammonia	x					x					x					x			x	
		Nitraat	x					x					x	x						x		x
		Nitriet	x					x	x				x									x
		Stikstof	x					x					x									x
	Doorstromingsnelheid																					
	Geen natuurlijke variatie lichtintensiteit		x					x														
	Trillingen en geluidsdruk transport		x		x	x		x					x									
	Klotsen d water transport		x					x					x									

		ngen, niet apart beoordeeld]																							
		Ijs/ijswater zonder verdoving		x																	x				
		Klap op de kop (percussie)																							
		Ruw inbrengen verdovingsapparaat + aanvoerband		x																	x				
		Inadequaat elektrisch verdoven																				x	x		
		Te lang interval elektrisch verdoven-doden		x																			x		
		Ineffectief doden na elektrisch verdoven		x																			x		
Normaal gedrag	9. Normaal sociaal gedrag	Mengen van groepen		x																			x	x	
		Te lage bezettingsgraad		x																				x	x

3.4.4 Appendix Dierenwelzijn 3: Welzijnsconsequenties pathogenen in de aquacultuur
 Voornaamste welzijnsconsequenties, maar de lijst is naar alle waarschijnlijkheid niet uitputtend.

ziekteverwekker	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijnsconsequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Drepan) Ichthyophonus</i> <i>Hexamita</i> <i>Sarcolaccina</i> spp. <i>Zoellia</i> <i>Davidiacanthus neudobrynschikovi</i> <i>Davidiacanthus novus</i> (ACD) <i>Schimmelinfecties (niet specificeerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare</i> / <i>Mycobacterium marinum</i> (/ <i>fortuitum</i>) <i>Edwardsiella ictali</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae</i> / <i>aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulvari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TILV)</i> <i>Hemovirus Anzaila</i> <i>Infectieuze necrotische necrose (IND)</i> <i>Dangerous Viral (DV) CDV (CAV)</i> <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Dhahdavirus eel virus European Y</i> <i>Infectieuze salmon anemie virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of (CMC)</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of (UCMT)</i> <i>Salmon Gill neovirus disease (SGND)</i>		
Aantasting kieuwen en/of huid	X X X	X X X	X
Dood weefsel in kieuwen			X
Ademhalingsproblemen	X X X	X	X
Versnelde ademhaling	X X		X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen	Welzijns consequenties
	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Draugh) dichelomyxus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvaciopsis</i> spp <i>Zoelmia</i> <i>Davidiacynula neodokrymchikovi</i> <i>Davidiacynula novusana (AGD)</i> <i>Schimmelinfestatie (niet specificeerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictala an ictalusi</i> <i>Vibrio</i> spp <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulker</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hernovirus Anzalis</i> <i>Infectieuze pancreatische necrose (IPN)</i> <i>Dangerous Virus (DV / DR / CDV / CAV)</i> <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Deltaherpesvirus eel virus European Y</i> <i>Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of (MCS)</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of (OCMT)</i> <i>Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)</i>			
Osmotische onbalans				X X
Gevolgen voor excretie van stikstofhoudende afvalstoffen				
Elektrolytenbalans ontregeld				
Veranderde slijmvlies (meer slijmvorming, wit)	X X X X	X		
				X
				X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gurudactylus</i> <i>(Deuda) dactylogyrus</i> <i>Hexamita</i> <i>Caprolophorus</i> <i>Zoellia</i> <i>Davidiacaula neodactylophora</i> <i>Davidiacaula novusana (ACD)</i> <i>Schimmelinfecties (niet geassocieerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> <i>Elaschocystidium coliforme /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella tarda an icoluri</i> <i>Vibrio</i> <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hemovirus Annulla</i> <i>Infectieuze necrotische necrose (IND)</i> <i>Dangerous Virus (DV / CDV / CAV)</i> <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Deltaherpesvirus eel virus European Y</i> <i>Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of (MCS)</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of (OCMT)</i> <i>Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)</i>		
wolkachtig, troebel, grijsblauw, glans)			
Verkleuring huid (donker, bleek, geel, pigmentatieverlies)	X		X X
Congestie huid, vinnen, kieuwen			X X
Rode kop			X
Witte stippen	X		

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Draugh) desichthysus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvillanella</i> spp. <i>Zoellia</i> <i>Davidiacnula neodactylorhynchialis</i> <i>Davidiacnula noruana (ACD)</i> <i>Schimmelinfestatie (niet zoonotisch)</i> <i>Ectoparasieten (niet nodar)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictus an ictalusi</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hernovirus Anzalis</i> Infectieuze pancreatische necrose (IPN) Dangerous Viable (DV) CDV (CAV) Aquaherpesvirus eel virus European (EVE) Deltaherpesvirus eel virus European Y Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV) Disease myocarditis virus (DMCV) of (CMC) Disease orthoreovirus (DOV) of (OCMT) Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)		
(slijmproppes)			
Vlekken of witte haardjes op kieuwen			X
Witte/grijze plekken op huid en vinnen		X	
Witte granules op en in organen, soms op kieuwen			X
Schuren, jeuk	X X X	X	

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Draugh) desichthysus</i> <i>Hexamita</i> <i>Carvellaenia</i> spp. <i>Zoellia</i> <i>Davidiacaula neodactylophila</i> <i>Davidiacaula novusana (AGD)</i> <i>Schimmelinfecties (niet specificeerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictus an ictalusi</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hernovirus Anzalis</i> <i>Infectieuze pancreatische necrose (IPN)</i> <i>Dangerous Virus (DV / CDV / CAV)</i> <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Deltaherpesvirus eel virus European Y</i> <i>Infectieuze salmoneelziekte virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of (MCS)</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of (OCMT)</i> <i>Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)</i>		
Kleine verwondingen (bijvoorbeeld door schuren)			X
Schubvriës	X		
Rafelige vinnen, vinrot	X		
Bloedingen (variatie van punt-, oog- tot hersenbloedingen)	X	X	X
Huid- en/of		X	X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Drauda) draculavirus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvellaenia</i> spp. <i>Zoelmia</i> <i>Davidiacnula neodactylocheilalis</i> <i>Davidiacnula novusana (ACD)</i> <i>Schimmelinfestatie (niet geassocieerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictus an ictalusi</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francicella mastinancic</i> <i>Vaccinia vulvari</i> <i>Winter ulker</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hernovirus Anzula</i> Infectieuze necrotische necrose (IND) Dangerous Viable (DV) CDNV CAV Aquaherpesvirus eel virus European (EVE) Deltaherpesvirus eel virus European Y Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV) Dicene myocarditis virus (DMCV) of (MCS) Dicene orthoreovirus (DOV) of (OCMT) Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)		
kieuwontsteking, evt. met zweren			
Schade/verwondingen (aan weefsel, spieren evt. chronisch)		X	X X X X X
Spierdegeneratie			X
Abnormale vorm van de romp			X
Verminderde weerstand /	X X	X X	X X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijnsconsequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Draugh) desichlorus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvillanella</i> spp. <i>Zoellia</i> <i>Davidiacnula pseudobranchialis</i> <i>Davidiacnula noronhai (ACD)</i> <i>Schimmelinfestatie (niet specificeerd)</i> <i>Ectoparasieten (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictus an ictalusi</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hernovirus Anzalis</i> Infectieuze pancreatische necrose (IPN) Danerose ziekte (DD / CDV / CAV) Aquariërvirus eel virus European (EVE) Deltavirus eel virus European Y Infectieuze salmon anemie virus (ISAV) Dicline myocarditis virus (DMCV) of (DMC) Dicline orthoreovirus (DOV) of (DCMT) Salmon-dill neovirus disease (SDND)		
secundaire infecties			
Lage stress tolerantie		X	
Verdikking op kop			X
Oogaasting (cataract)			X
Popeye (uitpuilende ogen)			X X X X X X X
Opgezetten buik/orgaanen (bijvoorbeeld)			X X X X X X X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Draugh) desichloratus</i> <i>Havermits</i> <i>Carvatectonus</i> <i>Zoellner</i> <i>Davidiacynula pseudobranchialis</i> <i>Davidiacynula novusana (AGD)</i> <i>Schimmeliasia</i> (niet geaccrediteerd) <i>Ectoparasitica</i> (niet nader)	<i>Aeromonas</i> <i>Elaschocystidium salomonense /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella tarda an icolusii</i> <i>Vibrio</i> <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcer</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TILV)</i> <i>Hemovirus Anzalis</i> <i>Infectious pancreatic necrosis (IPN)</i> <i>Dangerous disease (DD) CDNV CAV</i> <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Deltaherpesvirus eel virus European Y</i> <i>Infectious salmon anaemia virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of CMV</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of UCMT</i> <i>Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)</i>	
eeldvocht)			
Sepsis			X X
Problemen bloedstroomloop			X X X X
Hartrupturen			X
Galblaasontsteking	X		
Lever met witte hardjes		X	
C-vormig lichaam			X
Milt en nieren aangetast			X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gurudactylus</i> <i>(Draugh) draculavirus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvalhania</i> spp. <i>Zoelmia</i> <i>Davidiacaula neodactylophthalma</i> <i>Davidiacaula novusana (ACD)</i> <i>Schimmelactiniae (niet geïdentificeerd)</i> <i>Ectoparasitica (niet nader)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictali</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnificans</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TiLV)</i> <i>Hemovirus Anzalis</i> <i>Infectious necrotic disease (IND)</i> <i>Bacterial vibriosis (BV) / Bacterial</i> <i>Aquatic virus eel virus European (EVE)</i> <i>Dhahdavirus eel virus European Y</i> <i>Infectious salmon anaemia virus (ISA)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of CMV</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of HCMV</i> <i>Salmonella enteritidis (SE)</i>		
Anaemisch		X	X
Groeit nauwelijks	X		X
Voortplantingsstrategieën	X		
Afwijkingen (sloom, uitgeput, apatisch, verticaal, spiraalvormig, aan oppervlakte,	X	X	X

ziekteverwekkers	parasieten	bacteriën	virussen
Welzijns consequenties	<i>Tetrahymena multifiliis</i> <i>Tetrahymena</i> <i>Chilodonella</i> <i>Trichodin</i> <i>Gyrodactylus</i> <i>(Drauda) draculavirus</i> <i>Havemita</i> <i>Carvulocaris</i> spp. <i>Zoelmis</i> <i>Davidiacaris neodactylocheilalis</i> <i>Davidiacaris noruana (ACD)</i> <i>Schimmelinfestatie (niet geaccrediteerd)</i> <i>Echinasciatis (niet nodar)</i> <i>Aeromonas</i> spp. <i>Flavobacterium columnare /</i> <i>Mycobacterium marinum (/ fortuitum)</i> <i>Edwardsiella ictali</i> <i>Vibrio</i> spp. <i>Streptococcus iniae / aerolactis</i> <i>Francisella nootunensis</i> <i>Vaccinia vulnari</i> <i>Winter ulcers</i> <i>Channel Catfish Virus (CCV)</i> <i>Tilapia Lake Virus (TilV)</i> <i>Hemovirus Anzalis</i> Infectieuze necrotische necrose (IND) Dangerous Viable (DV) CDNV (CAV) <i>Aquaherpesvirus eel virus European (EVE)</i> <i>Dhahdavirus eel virus European Y</i> <i>Infectieuze salmon anaemia virus (ISAV)</i> <i>Disease myocarditis virus (DMCV) of (MCS)</i> <i>Disease orthoreovirus (DOV) of (OCMT)</i> <i>Salmon Gill Rotavirus disease (SGRD)</i>		
onregelmatig, lage kop, samenclusteringen)			
Vervroegde sterfte	X X X X X X X X X X X		X X

Bronnen: Hoofdzakelijk gebaseerd op informatie uit (EFSA, 2008b;2008a; Haenen et al., 2011; Noble et al., 2018).

3.4.5 Appendix Dierenwelzijn 4: Blootstelling aan ziekteverwekkers

Tabel 3.4.5.1 Ruwe schatting van de kans waarop vissen in een kweekstelsel blootgesteld worden aan ziekteverwekkers, afhankelijk van kweekstelsel en productiefase (scores 4 en 5 = reële tot grote kans op blootstelling). Exclusief paling en zalm. Let wel, schatting is op basis van één expert

Ziekteverwekker	Meerval in RAS			Pangasius in vijver met doorstroming*			Nijltilapia in flow-through systeem		
	Ouderdiere n	Pootvissen	Opkweek	Ouderdiere n	Pootvissen	Opkweek	Ouderdiere n	Pootvissen	Opkweek
<i>Parasieten</i>									
Ichthyophthirius multifiliis tast huid en kieuwen aan, witte stippen zichtbaar	2	0	0	5	5	5	4	4	4
Ichthyobodo: irritatie op kieuwen en huid	2	2	2	5	5	5	4	4	4
Chilodonella: huid- en kieuwirritatie	1	1	1	5	5	5	4	4	4
Trichodina: grauwe huid, troebel slijm	1	1	1	5	5	5	4	4	4
Gactylogyrus: worm op huid, maar ook kieuwen	1	1	1	5	5	5	4	4	4
Dactylogyrus: kieuwworm	1	1	1	5	5	5	4	4	4
Hexamita: komt voor op huid, maar vooral darmen	0	0	0	4	4	4	4	4	4
<i>Bacteriën</i>									
Aeromonas hydrophyla	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Edwardsiella ictaluri	0	0	0	1	1	1	-	-	-
Vibrio anguillarum :Vibriosis	0	0	0	4	4	4	1	1	1

	Meerval in RAS			Pangasius in vijver met doorstroming*			Nijltilapia in flow-through systeem		
Ziekteverwekker	Ouderdieren	Pootvissen	Opkweek	Ouderdieren	Pootvissen	Opkweek	Ouderdieren	Pootvissen	Opkweek
Streptococcus iniae/agalactiae	0	0	0	2	2	2	3	3	3
Flavobacterium columnare: Columnaris	4	4	4	5	5	5	4	4	4
Mycobacterium marinum (soms fortuitum) (vissen-tbc)	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Francisella noatunensis	0	0	0	0	0	0	4	4	4
Virussen									
CCV	1	1	1	4	4	4	0	0	0
TILV	0	0	0	0	0	0	3	3	3

* Opmerking bij tabel Appendix Dierenwelzijn 4: Blootstelling aan ziekteverwekkers

Tabel 3.4.5.1 Voor pangasius is inmiddels een vaccinatieprogramma van start gegaan, waardoor de kans op blootstelling aan ziekteverwekkers als Aeromonas hydrophyla en Edwardsiella ictaluri (PharmaQ, 2019; Kayansamruaj et al., 2020) in de praktijk laag/lager zal zijn.

Bron: uit (Van de Vis et al., 2019).

3.4.6 Appendix Dierenwelzijn 5: Gevaren visserij

Geïnterviewde potentiële gevaren voor het welzijn van dieren in de visserij gebaseerd op de boomkor, pulskor (tong, schol, Noordzeekrab), het pelagisch trawl-net (haring) en het stand want (tong en Noordzeekreeft). Indeling naar Welfare Quality® is gedaan door BuRO.

Tabel 3.4.6.1 Appendix Dierenwelzijn 5: Gevaren visserij

Welfare Quality Principe	Welfare Quality criteria	fase	gevaar	specificatie gevaar	specifiek			
					Boomkor	Pulskor	Trawl-net	Stand want
Goede voeding	1. Afwezigheid van honger	Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Niet voederen schaaldieren		x	x		x
	2. Afwezigheid van dorst							
Goede huisvesting	3. Ligcomfort	Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in gekoeld zeewater	zuurstoftekort			x	
	4. Thermaal comfort	Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in gekoeld zeewater	temperatuurschok in zomer			x	
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet afgesloten opslag		x	x		
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Intacte levende dier in gekoelde opslag (krab)		x	x		
	5. Bewegingsvrijheid	Vangst	Gevangen in net (verschil <24h en >72h)	gefixeerd				x
		Vangst	Gevangen in net (verschil <24h en >72h)	Verzet: uithoudingsvermogen				x

Welfare Quality Principle	Welfare Quality criteria	fase	gevaar	specificatie gevaar				
					Boomkor	Pulskor	Trawlnet	Standaard
				en (=welzijnsprobleem)				
		Vangst	Ratio visduur:vissnelheid		x	x	x	
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Net omhoog halen				x	
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Uit water halen		x	x		
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Verpompen				x	
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Levend plaatsen in kleine tank (met water) [met dichtgebonden scharen] (kreeft)					x
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Levend transport (krab en kreeft)					x
Goede gezondheid	6. Afwezigheid van verwondingen	Vangst	Schuren langs net, andere vissen, stenen,... (krab niet)		x	x	x	x
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Schuren langs net, andere vissen, stenen,... (krab niet)(ook tijdens verpompen)		x	x	x	

Welfare Quality Principle	Welfare Quality criteria	fase	gevaar	specificatie gevaar	Boomkor	Pulskor	Trawlnet	Standaard
					want	want	want	want
		Vangst	Botsingen met net, andere vissen, stenen,...		x	x	x	
		Vangst	Samenpersing		x	x	x	
		Vangst	Overbelasting		x	x	x	x
		Vangst	Predatie					x
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Drukverschil (net omhoog halen)				x	
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Bochten in buis				x	
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Samenpersing door zwaartekracht		x	x		
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Overbelasting		x	x		
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Overbelasting		x	x		
		Bijvangst	onder andere predatie na uitzetten van niet gequoteerde soorten, verder zelfde gevaren als doelvangst		x	x	x	x
	8. Afwezigheid van	Aan boord brengen/	In open lucht		x	x		

Welfare Quality Principle	Welfare Quality criteria	fase	gevaar	specificatie gevaar			
				Boomkor	Pulskor	Trawlnet	Standaard
	pijn door ingrepen	uit het net halen					
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Blootstelling aan open lucht	x	x		
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Vasthouden				x
		Aan boord brengen/ uit het net halen	Ontwarren uit net				x
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Scharen dichtgebonden (kreeft)				x
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Onverdoofd ingewanden verwijderen en opslag in ijs	x	x		x
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in ijs intacte vis	x	x		x
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Onverdoofd invriezen intacte vis			x	
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Verwijderen van 1 schaar zonder verdoving en dier overboord zetten (krab)	x	x		

Welfare Quality Principle	Welfare Quality criteria	fase	gevaar	specificatie gevaar	Boomkor Pulskor Trawlnet Standaard			
					Boomkor	Pulskor	Trawlnet	Standaard
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Onverdoofd doden (krab en kreeft)					x
Normaal gedrag	9. Normaal sociaal gedrag	Aan boord brengen/ uit het net halen	Hoge dierdichtheid				x	
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in gekoeld zeewater	hoge dichtheid			x	
	10. Normaal ander gedrag	Vangst	Complex aan veranderingen		x	x	x	
	11. Goede mens-dier relatie							
	12. Positieve emotionele toestand							

Bron: gebaseerd op informatie uit (Van de Vis et al., 2019).

3.4.7 Appendix Dierenwelzijn 6: Welzijnsconsequenties visserij

Geïnterviewde potentiële gevaren voor het welzijn van dieren en hun meest voorname dierenwelzijnsconsequenties in de visserij gebaseerd op demersale visserij (boomkor en pulskor), pelagische visserij (trawl-net) en passieve visserij (staand want) en aan de hand van enkele voorbeeldsoorten (demersaal: schol, tong, Noordzeekrab; pelagisch: haring; passief: tong, kreeft). De lijst welzijnsconsequenties is niet uitputtend. Indeling naar Welfare Quality® is gedaan door BuRO.

Tabel 3.4.7.1 Appendix Dierenwelzijn 6: Welzijnsconsequenties visserij

Welfare Quality Principe	Welfare Quality criteria		Gevaar	Specificatie gevaar	Stress	Illithitatie	Substantieel verlies van lichaamslipideën	Verzuuring	Open / uitwendige verwondingen	Deuken	Zuurstoftekort	Mortaliteit	Aversie	Kanibalisme
Goeie voeding	1. Afwezigheid van honger	Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Niet voeren schaaldieren											x x
	2. Afwezigheid van dorst													
Goeie huisvesting	3. Ligcomfort	Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in gekoeld zeewater	zuurstoftekort									x	
	4. Thermacomfort	Opslag en verwerking al dan niet	Opslag in gekoeld zeewater	temperatuurschok in zomer, hoge dichtheid, zuurstoftekort; in de winter hoge dichtheid en zuurstoftekort	x								x x	

				Stress	Illustaties	Substantiaal verlies van	Verstoring van	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen
				Stress	Illustaties	Substantiaal verlies van	Verstoring van	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen	Veranderingen
		aan boord														
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet afgesloten opslag		x											
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Intacte levende dier in gekoelde opslag (krab)		x								x			
	5. Bewegingsvrijheid	Vangst	Gevangen in net (verschil <24h en >72h)	gefixeerd	x											
		Vangst	Gevangen in net (verschil <24h en >72h)	Verzet: uithoudingsvermogen (=welzijnsprobleem)		x										
		Vangst	Ratio visduur:visnelheid			x										
		Aan boord brengen/ uit net halen	Net omhoog halen		x											
		Aan boord brengen/ uit net halen	Uit water halen		x	x										

				Stress	Illitentie	Substantiaal verlies van productiviteit	Verlies klimaat	Verlies voedsel	Verlies reproductie	Verlies overleving	Verlies reproductie	Verlies overleving	Verlies reproductie	Verlies overleving	Verlies reproductie	Verlies overleving
		Aanboord brengen/ uithalen	Verpompen		X											
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Levend plaatsen in kleine tank (met water) met dichtgebonden scharen (kreeft)		X								X	X		
		Levend transport (krab en kreeft)	?		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Goe de gezo ndh eid	6. Afwezi gheid van verwo ndinge n	Vangst	Schuren langs net, andere vissen, stenen,...			X			X							
		Aanboord brengen/ uithalen	Schuren langs net, andere vissen, stenen,... (krab niet)(inclusief verpompen)			X		X	X							
		Vangst	Botsingen met net, andere					X	X	X	X					

				Stress	Identificatie	Substantiaal verlies van	Verlies van klimaat	Verlies van biodiversiteit	Verlies van natuur	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit	Verlies van biodiversiteit
			vissen, stenen,...													
		Vangst	Samenpersing							X	X	X				
		Vangst	Overbelasting								X		X			
		Vangst	Predatie		X				X				X			
		Aan boord brengen/ uit net halen	Drukverschil (net omhoog halen)							X						
		Aan boord brengen/ uit net halen	Bochten in buis				X	X								
		Aan boord brengen/ uit net halen	Samenpersing door zwaartekracht				X	X	X	X			X			
		Aan boord brengen/ uit net halen	Overbelasting (=dierenwelzijnsprobleem)											X		
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Overbelasting											X		
		Bijvangst	onder andere predatie na		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

				Stress	Identificatie	Substantiaal verlies van	Verstoring van klimaat	Verontreiniging	Overbevolking	Overexploitatie	Overontwikkeling	Overontwikkeling	Overontwikkeling	Overontwikkeling	Overontwikkeling	Overontwikkeling	Overontwikkeling	
			uitzetten van niet gequoteerde soorten, verder zelfde gevaren als doelvangst (breuken bij enkele soort door puls)															
	8. Afwezigheid van pijn door ingrepen	Aan boord brengen/ uit net halen	In open lucht															X
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Blootstelling aan open lucht															X
		Aan boord brengen/ uit net halen	Vasthouden		X													
		Aan boord brengen/ uit net halen	Ontwarren uit net			X	X		X									

				Strooc	Libititine	Substantiaal variatie van	Salaten klimaat	Mauritiane	Open / inhuandine	Taurandine	Deanken	Zinnobefoekwal	Morbaltit	Arrocin	Mantithalione
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Onverdoofd ingewanden verwijderen en opslag in ijs		x				x	x		x	x		
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Opslag in ijs intacte vis		x	x					x	x			
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Onverdoofd invriezen intacte vis		x		x							x	
		Opslag en verwerking al dan niet aan boord	Verwijderen van 1 schaar zonder verdoving en dier overboord zetten (krab)		x				x					x	
Normaal gedrag	9. Normaal sociaal gedrag	Aan boord brengen/ uit net halen	Vissen in hoge dichtheid in de kuil			x									
	10. Normaal ander	Vangst	Complex aan veranderingen		x										

				Stress	Identificatie	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van	Substantiaal verlies van
	gedrag																
	11. Goede mens-dier relatie																
	12. Positieve emotionele toestand																

Bron: Gebaseerd op informatie uit (Van de Vis et al., 2019).

3.4.8 Referenties

- Agrimatie, 2019a. Demersale vissoorten - Visserij: Lagere quota voor tong en schol in 2019. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2860&themaID=2859>
- Agrimatie, 2019b. Vaartuigen en aanvoer - Kottervisserij: Meer kotters in 2018. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themaID=2286&indicatorID=2880§orID=2862>
- Agrimatie, 2019c. Pelagische vissoorten - Visserij: Minder vangstrechten voor veel pelagische vissoorten Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2859&indicatorID=2883§orID=2860>
- Agrimatie, 2019d. Vaartuigen en aanvoer - Overige kleine zeevisserij: Overige kleine zeevisserij neemt af tot 225 schepen. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themaID=2286&indicatorID=2880§orID=2865>
- Agrimatie, 2019e. Vaartuigen en aanvoer - Grote zeevisserij: Pelagische vloot stabiel. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=2880>
- Agrimatie, 2019f. Aanvoer en besomming - Overige kleine zeevisserij: Totale waarde aangevoerde vis, schelp- en schaaldieren in overige kleine zeevisserij rond 13 mln. euro. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online:
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2857&indicatorID=2881§orID=2865>
- Anonymous, 2016. Fish farming in Norway: How are farmed salmon treated? Beschikbaar online:
<https://salmonfacts.com/fish-farming-in-norway/how-is-farmed-salmon-treated/>
- Aqua Valley, 2017. Aqua Valley, co-operatie in zeeuwse aquacultuur. Beschikbaar online:
<http://www.aquavalley.nl/>
- AquaGen, 2015. Protection against CMS – Better heart health. Beschikbaar online:
<https://aquagen.no/en/products/salmon-eggs/product-documentation/resistance-against-cms/>
- ASC, 2020. Onze kwekerijstandaarden. Aquaculture Stewardship Council. Beschikbaar online:
<https://www.asc-aqua.org/nl/wat-wij-doen/onze-kwekerijstandaarden/>
- Batsleer J, Rijnsdorp AD, Hamon KG, van Overzee HMJ & Poos JJ, 2016. Mixed fisheries management: Is the ban on discarding likely to promote more selective and fuel efficient fishing in the Dutch flatfish fishery? Fisheries Research, 174, 118-128. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.09.006>

- Bell A, 2018. The neurobiology of acute pain. *Veterinary Journal*, 237, 55-62. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.05.004>
- Beyls D, 2015. Vaccinatietechnieken bij vissen. PhD thesis, Universiteit Gent, Faculteit Diergeneeskunde, BE.
- Boerrigter JGJ, 2015. Fish welfare: The adaptive capacity of farmed fish. PhD thesis. Institute for Water and Wetland Research, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Brambell Committee, 1965. Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems.
- Bregnballe J, 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and EUROFISH International Organisation.
- Broom DM, 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 142 (6), 524-526. Beschikbaar online: [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0)
- Broom DM, 2014. Sentience and animal welfare. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84927963759&partnerID=40&md5=40831fd0ac6b4993051890197a84f58e>
- Broom DM, 2019. Abnormal behavior and the self-regulation of motivational state. *Journal of Veterinary Behavior*, 29, 1-3. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.09.001>
- Burmistrov Y & Shuranova Z, 2007. "Circulation" of nerve impulse in lateral giant axons of the crayfish: A remnant of an evolutionary past? *Crustaceana*, 80 (7), 847-860. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1163/156854007781363150>
- CBS, 2015. Achtergrondinformatie handelsstromen (kweekvis 2015). Beschikbaar online: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2015/43/achtergrondinformatie-en-handelsstromen--kweekvis-2015-->
- CBS, 2018. Meer verse zeevis naar Nederlandse havens. CBS: Centraal Bureau voor de Statistiek. Beschikbaar online: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/42/meer-verse-zeevis-naar-nederlandse-havens>
- CBS, 2019. Bevolkingspiramide. Centraal Bureau voor de Statistiek, NL. Beschikbaar online: <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/bevolkingspiramide>
- Centrum voor Pascalisatie, 2019. Nieuw: Pascalisatie van schaaldieren. Beschikbaar online: <http://www.pascalisatie.nl/schaaldieren>
- Compendium voor de Leefomgeving, 2017. Aandeel duurzame vis in de Nederlandse visconsumptie, 2003-2015. Beschikbaar online: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1528-consumptie-duurzame-vis>
- Davidson J, May T, Good C, Waldrop T, Kenney B, Terjesen BF & Summerfelt S, 2016. Production of market-size North American strain Atlantic salmon *Salmo salar* in a land-based recirculation aquaculture system using freshwater. *Aquacultural Engineering*, 74, 1-16.

- Dawkins MS, 2004. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare*, 13 (SUPPL.), S3-S7. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-1542685418&partnerID=40&md5=ec6e56ccfdd40f2b0b6bd7bf45c86c4f>
- de Graaf M & Bos OG, 2017. Report on the eel stock and fishery in the Netherlands 2015/2016. Wageningen University & Research Report C003/17, Wageningen Marine Research IJmuiden. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/404185>
- De Haan D, Fosseidengen JE, Fjellidal PG, Burggraaf D & Rijnsdorp AD, 2016. Pulse trawl fishing: Characteristics of the electrical stimulation and the effect on behaviour and injuries of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *ICES Journal of Marine Science*, 73 (6), 1557-1569. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw018>
- De La Bastid PY, Naumann C & Hintz WE, 2018. Assessment of intra-specific variability in *Saprolegnia parasitica* populations of aquaculture facilities in British Columbia, Canada. *Diseases of Aquatic Organisms*, 128 (3), 235-248. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3354/dao03224>
- de Waal FBM, 2019. Fish, mirrors, and a gradualist perspective on self-awareness. *PLoS biology*, 17 (2), e3000112. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000112>
- Department of Agriculture Water and the Environment, 2020. Aquatic animal diseases significant to Australia: identification field guide. 5th Edition, Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment, Canberra. CC BY 4.0.
- Diggles BK, 2019. Review of some scientific issues related to crustacean welfare. *ICES Journal of Marine Science*, 76 (1), 66-81. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy058>
- Douglas JM, Sanchez-Migallon Guzman D & Paul-Murphy JR, 2018. Pain in Birds: The Anatomical and Physiological Basis. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 21 (1), 17-31. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2017.08.008>
- Duncan IJH, 2005. Science-based assessment of animal welfare: Farm animals. *OIE Revue Scientifique et Technique*, 24 (2), 483-492. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-27944495296&partnerID=40&md5=981b3fd5c6e796e61f58402c6aecc71f>
- Earle G & Hintz W, 2014. New approaches for controlling *saprolegnia parasitica*, the causal agent of a devastating fish disease. *Tropical Life Sciences Research*, 25 (2), 101-109. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84920170811&partnerID=40&md5=ea4f9cc21834fe74aa474cbf5da36c8a>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4814142/pdf/tlsr-25-2-101.pdf>
- EFSA, 2005. Opinion on the "Aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes". *The EFSA Journal*, 292, 1-46. Beschikbaar online: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/292>.
- EFSA, 2008a. Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European Eel. *The EFSA Journal*, 809, 1-17. Beschikbaar online: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.809>

- EFSA, 2008b. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the European Commission on Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed Atlantic salmon. The EFSA Journal, 736, 1-31. Beschikbaar online: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.736>
- EFSA, 2009a. General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish, Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare. European Food Safety Authority, EFSA Journal, 954, 1-27.
- EFSA, 2009b. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare: Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish: rainbow trout. The EFSA Journal, 1013, 1-55.
- EFSA, 2009c. Statement of EFSA prepared by the AHAW Panel on: knowledge gaps and research needs for the welfare of farmed fish. The EFSA Journal (2009) 1145, 1-7.
- EFSA, 2009d. Food Safety considerations concerning the species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish. The EFSA Journal (2009) 1190, 1-16.
- EFSA, 2009e. European Food Safety Authority, Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the European commission on welfare aspect of the main systems of stunning and killing of farmed eel (*Anguilla anguilla*). EFSA J 1014: 1-42.
- EFSA, 2009f. European Food Safety Authority, Scientific Opinion on welfare of dairy cows in relation to behaviour, fear and pain based on a risk assessment with special reference to the impact of housing, feeding, management and genetic selection. EFSA Journal 1139, 1-66.
- EFSA, 2011. Scientific Opinion Concerning the Welfare of Animals during Transport. EFSA Journal 2011; 9(1):1966.
- EFSA, 2012a. Guidance on Risk Assessment for Animal Welfare. European Food Safety Authority, EFSA Journal, 10(1):2513.
- EFSA, 2012b. European Food Safety Authority, Scientific Opinion on the welfare of cattle kept for beef production and the welfare in intensive calf farming systems. EFSA Journal 10(5):2669.
- EFSA, 2014. Scientific Opinion on the welfare risks related to the farming of sheep for wool, meat and milk production. EFSA Journal 2014;12(12):3933. Beschikbaar online: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3933>
- ESF, 2016. Eel Stewardship Fonds. Eel Stewardship Fund. Beschikbaar online: <https://www.esf.international/nl/>
- Esteve-Gassent MD, Barrera R & Amaro C, 2004. Vaccination of market-size eels against vibriosis due to *Vibrio vulnificus* serovar E. Aquaculture, 241 (1-4), 9-19. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.006>
- Ethic Ocean en VLIZ, 2018. Vis- en Zeevruchtengids voor professionele gebruikers. www.zeevruchtengids.org. Beschikbaar online: <https://www.zeevruchtengids.org/nl/vissen>

<https://www.zeevruchtengids.org/nl/schaaldieren>

Eurofish, 2017. Norway's fisheries and aquaculture fact sheet. Beschikbaar online:

https://www.eurofish.dk/images/Member_Countries/Eurofish_Factsheet_Norway.pdf

<https://www.eurofish.dk/norway>

Eurogroup for Animals, 2018.

Fish Welfare: The forgotten farm animals. Beschikbaar online:

<https://www.eurogroupforanimals.org/what-we-do/fish-welfare>

EY, 2019. The Norwegian Aquaculture Analysis 2019. ey.com/no. Beschikbaar online:

[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Norwegian_Aquaculture_Analysis_2019/\\$FILE/The%20Norwegian%20Aquaculture%20Analysis_2019.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Norwegian_Aquaculture_Analysis_2019/$FILE/The%20Norwegian%20Aquaculture%20Analysis_2019.pdf)

fair-fish, 2019. FishEthoBase. fair-fish international association. Beschikbaar online:

<http://fishethobase.net/>

FAO, 2019. Cultured Aquatic Species. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Beschikbaar online: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/en>

FAWC, 1993. Report on Priorities for animal welfare research and development. Farm Animal Welfare Council, Tolworth Tower, Surbiton, Surrey KT6 7DX.

Floris R, 2018. In Volendam gekweekte palinglarven leven langer. Noordhollands Dagblad. Beschikbaar online:

https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20180917_92924040/in-volendam-gekweekte-palinglarven-leven-langer?utm_source=google&utm_medium=organic

Folkedal O, Pettersen JM, Bracke MB, Stien LH, Nilsson J, Martins C, Breck O, Midtlyng PJ & Kristiansen T, 2016. On-farm evaluation of the Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): Theoretical and practical considerations. *Animal Welfare*, 25 (1), 135-149. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.7120/09627286.25.1.135>

Fregin T & Bickmeyer U, 2016. Electrophysiological investigation of different methods of anesthesia in lobster and crayfish. *PLoS ONE*, 11 (9). Beschikbaar online:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162894>

Garseth ÅH, Fritsvold C, Svendsen JC, Bang Jensen B & Mikalsen AB, 2018. Cardiomyopathy syndrome in Atlantic salmon *Salmo salar* L.: A review of the current state of knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 41 (1), 11-26. Beschikbaar online:

<https://doi.org/10.1111/jfd.12735>

Gennotte V, Mélard C, D'Cotta H, Baroiller JF & Rougeot C, 2016. The sensitive period for male-to-female sex reversal begins at the embryonic stage in the Nile tilapia and is associated with the sexual genotype. *Molecular Reproduction and Development*, 81 (12), 1146-1158. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1002/mrd.22436>

Gjessing MC, Thoen E, Tengs T, Skotheim SA & Dale OB, 2017. Salmon gill poxvirus, a recently characterized infectious agent of multifactorial gill disease in freshwater- and seawater-reared Atlantic salmon. *Journal of Fish Diseases*, 40 (10), 1253-1265. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/jfd.12608>

- GlobalG.A.P., 2020. A Modular Approach to Integrated Farm Assurance. Good Agricultural Practices for agriculture, aquaculture, livestock and horticulture production (GlobalG.A.P.), Integrated Farm Assurance Standard (IFA). Beschikbaar online: https://www.globalgap.org/uk_en/for-producers/globalg.a.p./integrated-farm-assurance-ifa/
- Grano-Maldonado MI, Rodríguez-Santiago MA, García-Vargas F, Nieves-Soto M & Soares F, 2018. An emerging infection caused by Gyrodactylus cichlidarum Paperna, 1968 (Monogenea: Gyrodactylidae) associated with massive mortality on farmed tilapia oreochromis niloticus (L.) on the Mexican pacific coast. Latin American Journal of Aquatic Research, 46 (5), 961-968. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3856/vol46-issue5-fulltext-9>
- Greutink T, Brandwijk T & Snijdelaar M, 2005. Analyse van de paling- en meervalketen in Nederland. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, NL, Rapport DK nr. 2005/036. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/143084>
- Guesgen MJ & Bench CJ, 2017. What can kinematics tell us about the affective states of animals? Animal Welfare, 26 (4), 383-397. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.7120/09627286.26.4.383>
- Haenen OLM, 2017. TiLV, een nieuw virus van tilapia. Aquacultuur, De Ziekenboeg, Visziektelaboratorium, Wageningen Bioveterinary Research, Lelystad, NL.
- Haenen OLM, Engelsma MY & Beurden van SJ, 2011. Ziekten van vissen, schaal-, en schelpdieren van belang voor de Nederlandse aquacultuur. Centraal Veterinair Instituut van Wageningen UR, Lelystad, NL. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/190205>
- Haidar M, 2017. Te evaluation of energy in fish feed. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/424414>
- Hanson L, Dishon A & Kotler M, 2011. Herpesviruses that infect fish. Viruses, 3 (11), 2160-2191. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/v3112160>
- Hersbach R, 2018. Zwitserland verbiedt levend koken kreeften, moeten wij ook om? . NOS. Beschikbaar online: <https://nos.nl/artikel/2211461-zwitserland-verbiedt-levend-koken-kreeften-moeten-wij-ook-om.html>
- HSA, 2018. HSA continues work to improve the welfare of fish, crustaceans and cephalopods at slaughter. Humane Slaughter Association (HSA). Beschikbaar online: <https://www.hsa.org.uk/news-events/news/post/56-hsa-continues-work-to-improve-the-welfare-of-fish-crustaceans-and-cephalopods-at-slaughter>
- Hvas M, Karlsbakk E, Mæhle S, Wright DW & Oppedal F, 2017. The gill parasite Paramoeba perurans compromises aerobic scope, swimming capacity and ion balance in Atlantic salmon. Conservation physiology, 5 (1), cox066-cox066. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/conphys/cox066>
- HZ, 2015. Tongkweek: Ja-Natuurlijk. HZ University of Applied Sciences, Vlissingen, NL. Beschikbaar online: <https://hz.nl/projecten/tongkweek-ja-natuurlijk>

- IATA, 2020. Live Animals Regulations (LAR). International Air Transport Association (IATA).
Beschikbaar online: <https://www.iata.org/en/publications/store/live-animals-regulations/>
- ILVO, 2019. Visserij, aquacultuur en marien milieu.
- Instituut voor Landbouw-, Visserij-, en Voedingsonderzoek, Vlaanderen, BE. Beschikbaar online:
<https://www.ilvo.vlaanderen.be/language/nl-NL/NL/Diensten-en-producten/Maatwerk/Visserij-aquacultuur-en-marien-milieu.aspx#.XrvIoKIk03F>
- Intarak I, Lhasudta P, Jathurasitha S, Wicke M & Kreuzer M, 2015. Effects of Slaughter Weight on Carcass and Meat Characteristics of Punga Fish (*Pangasius bocourti* Sauvage).
Agriculture and Agricultural Science Procedia, 5, 164-169. Beschikbaar online:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.025>
- Jones B & Manteca X, 2009. Practical strategies for improving farm animal welfare: an information resource. Welfare Quality® project. Beschikbaar online:
<http://www.welfarequality.net/en-us/home/>
- Kari Woll A & Marit Berge G, 2007. Feeding and management practices affect quality improvement in wild-caught edible crab (*Cancer pagurus*). *Aquaculture*, 269 (1-4), 328-338. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.022>
- Kayansamruaj P, Areechon N & Unajak S, 2020. Development of fish vaccine in Southeast Asia: A challenge for the sustainability of SE Asia aquaculture. *Fish and Shellfish Immunology*, 103, 73-87. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.04.031>
- Kennedy CR, 2007. The pathogenic helminth parasites of eels. *Journal of Fish Diseases*, 30 (6), 319-334. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2007.00821.x>
- Key B, 2016. Why fish do not feel pain. *Animal Sentience*, 003.
- Key B, Arlinghaus R, Browman HI, Cooke SJ, Cowx IG, Diggles BK, Rose JD, Sawynok W, Schwab A, Skiftesvik AB, Stevens ED & Watson CA, 2017. Problems with equating thermal preference with 'emotional fever' and sentience: Comment on 'fish can show emotional fever: Stress-induced hyperthermia in zebrafish' by rey et al. (2015). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284 (1847). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0681>
- Klakegg Ø, Myhren S, Juell RA, Aase M, Saloni K & Sørnum H, 2020. Improved health and better survival of farmed lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) after a probiotic bath with two probiotic strains of *Aliivibrio*. *Aquaculture*, 518. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734810>
- Kohda M, Hotta T, Takeyama T, Awata S, Tanaka H, Asai JY & Jordan AL, 2019. If a fish can pass the mark test, what are the implications for consciousness and self-awareness testing in animals? *PLoS biology*, 17 (2), e3000021. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000021>
- Kuenzel WJ, 2014. Research advances made in the avian brain and their relevance to poultry scientists 1. *Poultry Science*, 93 (12), 2945-2952. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04408>

- Lambooij E, Grimsbø E, de Vis JWv, Reimert HGM, Nortvedt R & Roth B, 2010. Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture*, 300 (1-4), 107-112. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.12.022>
- Le Neindre P, Bernard E, Boissy A, Boivin X, Calandreau L, Delon N, Deputte B, Desmoulin-Canselier S, Dunier M, Faivre N, Giurfa M, Guichet JL, Lansade L, Larrère R, Mormède P, Prunet P, Schaal B, Servière J & Terlouw C, 2017. Animal Consciousness. External scientific report, EFSA Supporting publication EN-1196.
- Leliveld LMC, Döpjan S, Tuchscherer A & Puppe B, 2016. Behavioural and physiological measures indicate subtle variations in the emotional valence of young pigs. *Physiology and Behavior*, 157, 116-124. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.02.002>
- LTO, 2020. Private borging voedselketens. LTO Nederland. Beschikbaar online: <https://www.lto.nl/onderwerpen/private-borging-voedselketens/>
- MANCP, 2018. Meerjarig Nationaal Controleplan Nederland, jaarverslag.
- Manfrin A, Messori S & Arcangeli G, 2018. Strengthening fish welfare research through a gap analysis study. SCAR FISH and SCAR CWG Animal Health and Welfare Research.
- Marvin H, Bouzembrak Y, Asselt van E, Meijer N, Kleter G, Lorentzen G & Johansen LH, 2019. Applicability of a food chain analysis on aquaculture of Atlantic salmon to identify and monitor vulnerabilities and drivers of change for the identification of emerging risks. EFSA Supporting publication, 20019:EN-1619.
- Mayer EA, 2011. Gut feelings: The emerging biology of gut-"brain communication. *Nature Reviews Neuroscience*, 12 (8), 453-466. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1038/nrn3071>
- MDV, 2019. Masterplan Duurzame Visserij: Op weg naar een duurzame toekomst. Masterplan Duurzame Visserij (MDV). Beschikbaar online: <https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/home>
- MedAID, 2017. Project. Mediterranean Aquaculture Integrated Development (MedAID). Beschikbaar online: <http://www.medaid-h2020.eu/>
- Meisch S & Stark M, 2018. Recirculation Aquaculture Systems: sustainable innovations in organic food production? Professionals in food chains, Conference Proceedings, 444 - 449. Beschikbaar online: https://doi.org/https://doi.org/10.3920/978-90-8686-869-8_70
- Mol A, 2019. Visserij in cijfers 2019: Een overzicht van de economische ontwikkelingen in de Nederlandse visserij. Wageningen University & Research, NL.
- Mukherjee D, Ghosal I, Hancz C & Chakraborty SB, 2018. Dietary administration of plant extracts for production of Monosex tilapia: Searching a suitable alternative to synthetic steroids in tilapia culture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18 (2), 267-275. Beschikbaar online: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_2_06

- Müller-Graf C, Berthe F, Grudnik T, Peeler E & Afonso A, 2012. Risk assessment in fish welfare, applications and limitations. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (1), 231-241.
Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9520-1>
- NeVeVi, 2018. Kenmerken van de sector. Nederlandse Vereniging van Viskwekers. Beschikbaar online: <https://www.nevevi.nl/kenmerken-van-de-sector/>
- NGVA, 2020. Presentaties. Nederlands Genootschap voor Aquacultuur. Beschikbaar online: <https://www.ngva.org/kopie-van-kennisbank-1>
- Noble C, Gismervik K, Iversen MH, Kolarevic J, Nilsson J, Stien LH & Turnbull JF, 2018. Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare The FISHWELL handbook, Norway, 351. Beschikbaar online: www.nofima.no/fishwell/english
- NVI, 2020. About. Norwegian Veterinary Institute (NVI), NO. Beschikbaar online: <https://www.vetinst.no/en/about-us>
- NVIC, 2012. Draaiboek Aquacultuurdierziekten. NVWA Incident- en Crisiscentrum (NVIC).
- NVWA BuRO, 2017a. Risicobeoordeling zuivelketen. Advies van Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering (BuRO), Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), Utrecht, NL.
- NVWA BuRO, 2017b. Risicobeoordeling pluimveevleesketen. Advies van Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering (BuRO), Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), Utrecht, NL.
- NVWA BuRO, 2017c. Risicobeoordeling eierketen. Advies van Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering (BuRO), Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), Utrecht, NL.
- NVWA Handhaven R&E, 2020. VIS20104 Projectprotocol ZEEVISSERIJ TOEZICHT. Handhaven INSP PVEUN Vis.
- Nylund A, Hansen H, Brevik ØJ, Hustoft H, Markussen T, Plarre H & Karlsbakk E, 2018. Infection dynamics and tissue tropism of *Parvicapsula pseudobranchicola* (Myxozoa: Myxosporea) in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Parasites & Vectors*, 11 (1), 17. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2583-9>
- O'Brien CE, Roumbedakis K & Winkelmann IE, 2018. The current state of cephalopod science and perspectives on the most critical challenges ahead from three early-career researchers. *Frontiers in Physiology*, 9 (JUN). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00700>
- OIE, 2018. Tilapia Lake Virus (TiLV) - A novel Orthomyxo-like virus. Disease Card, World Organisation for Animal Health (OIE). Beschikbaar online: [https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/Aquatic Commission/A TiLV disease card.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/Aquatic_Commission/A_TiLV_disease_card.pdf)
- OIE, 2019. Aquatic Animal Health Code. World Organisation for Animal Health. Beschikbaar online: <https://www.oie.int/standard-setting/aquatic-code/access-online/>

- OIE, 2020. OIE-Listed diseases, infections and infestations in force in 2020. OIE - World Organisation for Animal Health. Beschikbaar online: <https://www.oie.int/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2020/>
- Overton K, Barrett LT, Oppedal F, Kristiansen TS & Dempster T, 2020. Sea lice removal by cleaner fish in salmon aquaculture: A review of the evidence base. *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 31-44. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3354/aei00345>
- Palstra AP, 2017. Palingonderzoek Wageningen University & Research verder uitgebreid. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Palingonderzoek-Wageningen-University-Research-verder-uitgebreid.htm>
- Peter Clark J, 2011. High pressure processing draws high interest. *Food Technology*, 65 (6), 107-110. Beschikbaar online: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80051995827&partnerID=40&md5=b38685b34d8bb7ce4cd8b03d1feffc11>
- Pettersen JM, Bracke MBM, Midtlyng PJ, Folkedal O, Stien LH, Steffenak H & Kristiansen TS, 2014. Salmon welfare index model 2.0: An extended model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon, based on a review of selected welfare indicators and intended for fish health professionals. *Reviews in Aquaculture*, 6 (3), 162-179. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/raq.12039>
- PharmaQ, 2019. Vietnam and Norway exchanged inspiration to support sustainable growth in the Pangasius industry. Beschikbaar online: <https://www.pharmaq.no/updates/vietnam-and-nor/>
- Phelps RP & Okoko M, 2011. A non-paradoxical dose response to 17 α -methyltestosterone by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.): Effects on the sex ratio, growth and gonadal development. *Aquaculture Research*, 42 (4), 549-558. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02650.x>
- Poelman M & Van de Vis JW, 2009. Aanzet tot Operationele Welzijnsindicatoren voor de Biologische Aquacultuur Rapport C101/09, Wageningen IMARES, Yerseke, NL.
- Productschap Vis, 2005. Gedragscode voor viskwekers in Nederland. Productschap Vis, Rijswijk, NL.
- Quirijns FJ, Turenhout MNJ, Paijmans AJ & Taal K, 2014. Factsheet: Pulsvisserij. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-343830363336>
- Rasenberg M & Quirijns F, 2013. Effecten van de pulsvisserij: een overzicht. Wageningen UR, IMARES en Kenniskringen visserij.
- RDA, 2018. Welzijn van vissen. Raad voor Dierenaangelegenheden, Den Haag, NL, RDA.2018.038.
- RIVM, 2019. Consumptie van vis en schaal en schelpdieren. Front Office Voedsel- en Productveiligheid, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), NL.

- Rosman I, 1980. Fishing with bottom gillnets. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome, IT. Beschikbaar online: <http://www.fao.org/3/X6935E/X6935E00.htm>
- RU, 2020. Animal Ecology and Physiology. Radboud University (RU), Nijmegen, NL. Beschikbaar online: <https://www.ru.nl/animal/>
- RVO, 2020. Voorwaarden uitzondering zelf toedienen antibiotica. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Beschikbaar online: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/dieren-houden/dierenwelzijn/antibiotica-gebruiken-de-veehouderij/voorwaarden-voor-zelf-toedienen>
- Saraiva JL, Arechavala-Lopez P, Castanheira MF, Volstorf J & Studer BH, 2019. A global assessment of welfare in farmed fishes: The fishethobase. *Fishes*, 4 (2). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/fishes4020030>
- Siikavuopio SI, Johansson GS, James P & Lorentzen G, 2019. Effect of starvation on the survival, injury, and weight of adult snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Aquaculture Research*, 50 (2), 550-556. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/are.13926>
- Siti-Zahrah A, Zamri-Saad M, Firdaus-Nawi M, Hazreen-Nita MK & Nur-Nazifah M, 2014. Detection of channel catfish virus in cage-cultured *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) in Malaysia. *J Fish Dis*, 37 (11), 981-983. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/jfd.12185>
- SMK, 2018. Maatlat Duurzame Veehouderij en Aquacultuur: Criteria en beoordelingsrichtlijnen Viskwekerijen. MDVA 9.1 – MDA 9 versie 1. Stichting Milieukeur (SMK). Beschikbaar online: https://www.maatlatduurzameveehouderij.nl/Public/Maatlat_Duurzame_Aquacultuur_Schema/kweekvisMDVA91MDA9versie1_def.pdf
<https://www.maatlatduurzameveehouderij.nl/214/over-mda/overzicht-thema-s.html>
- SMK, 2019. Jaarverslag 2019. Stichting Milieukeur (SMK), Den Haag, NL. Beschikbaar online: www.smk.nl
- Sneddon LU, Elwood, R.W., Adamo, S.A. and Leach, M.C., 2014. Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, 97, 201-212.
- Sneddon LU, Lopez-Luna J, Wolfenden DCC, Leach MC, Valentim AM, Steenbergen PJ, Bardine N, Currie AD, Broom DM & Brow C, 2018. Fish sentience denial: Muddying the waters. *Animal Sentience*, 115.
- Spekschoor T, 2019. Nederland ziet fraude van kustvissers door de vingers NOS. Beschikbaar online: <https://nos.nl/artikel/2303672-nederland-ziet-fraude-van-kustvissers-door-de-vingers.html>
- Steins N, Kraan M, Verkempynck R, Molenaar P & Rijnsdorp A, 2018a. Q&A Europese aanlandplicht visserij. Wageningen Marine Research.
- Steins N, Schram E, Molenaar P & van Broekhoven W, 2018b. Onderzoek overlevingskansen platvis en rog: wat zijn de overlevi

ngskansen

in de pulsvisserij? Wageningen Marine Research, NL. Beschikbaar online:

https://www.wur.nl/upload_mm/6/3/e/17cacbc0-9571-4b2d-a119-6fa638cf6488_Factsheet_overlevingskansen_vis_uitkomsten_FINAL.pdf

Stevens ED, 2016. Why is fish "feeling" pain controversial? *Animal Sentience*, 036.

Stien LH, Bracke MBM, Folkedal O, Nilsson J, Oppedal F, Torgersen T, Kittilsen S, Midtlyng PJ, Vindas MA, Øverli O & Kristiansen TS, 2013. Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): A semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon: Review of the selected welfare indicators and model presentation. *Reviews in Aquaculture*, 5 (1), 33-57. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01083.x>

Terpstra AHM, Bijl RAJ & Rutjes G, 2009. De samenstelling van visvoerders: Deel 7: grondstoffen. *Aquacultuur*, 5.

The Fish Site, 2019. How to reduce lice levels by 75 percent. Beschikbaar online:

<https://thefishsite.com/articles/how-to-reduce-lice-levels-by-75-percent>

The Fish Site, 2020. Channel Catfish Virus Disease (CCVD). Disease Guide. Beschikbaar online:

<https://thefishsite.com/disease-guide/channel-catfish-virus-disease-ccvd>

Theunynck R & Verschueren B, 2015. Slimmer verwerken, bijvangst beperken. I LVO Instituut voor landbouw- en visserijonderzoek. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/406784>

UFAW, 2019. Farmed Fish Welfare. Universities Federation of Animal Welfare (UFAW).

Beschikbaar online: <https://www.ufaw.org.uk/why-ufaws-work-is-important/farmed-fish-welfare>

Van Beurden SJ, Engelsma MY, Roozenburg I, Voorbergen-Laarman MA, Van Tulden PW, Kerkhoff S, Van Nieuwstadt AP, Davidse A & Haenen OLM, 2012. Viral diseases of wild and farmed European eel *Anguilla anguilla* with particular reference to the Netherlands. *Diseases of Aquatic Organisms*, 101 (1), 69-86. Beschikbaar online:

<https://doi.org/10.3354/dao02501>

Van de Vis H, 2014. Welzijn van vissen in Nederland: stand van zaken. Powerpoint presentatie, IMARES, Wageningen UR, NL.

Van de Vis H, 2017-2020. Project: Verdoven van vissen aan boord. Wageningen University & Research, NL. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/project/Verdoven-van-vissen-aan-boord.htm>

Van de Vis H, Bokma M & Schram E, 2019. Risico-evaluatie dierenwelzijn in ketens van vissen, schaal- en schelpdieren. Wageningen Livestock Research, Wageningen University & Research, Wageningen, NL.

Van Der Reijden KJ, Molenaar P, Chen C, Uhlmann SS, Goudswaard PC & Van Marlen B, 2017. Survival of undersized plaice (*Pleuronectes platessa*), sole (*Solea solea*), and dab (*Limanda limanda*) in North Sea pulse-trawl fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 74 (6), 1672-1680. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx019>

- van Laere V & van Batenburg OD, 2007. InnoFisk-pilot Volendam Verkenning naar de implementatie van het InnoFisk-concept in Volendam. InnovatieNetwerk, Utrecht, NL. Beschikbaar online: <https://edepot.wur.nl/118496>
- van Stralen MR, 2005. De pulskor: Samenvatting van het onderzoek naar de ontwikkeling van een alternatief vistuig voor de vangst platvis gebaseerd op het gebruik van elektrische stimuli. marinX rapp. 2005.26. Beschikbaar online: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi0rYatq-TjAhXnMewKHxv-AyMQFjAAeqQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.vliz.be%2Ffimisdocs%2Fpublications%2F103848.pdf&usq=AOvVaw2g-otYyRk2w1Q2k1B5pJ27>
- van West P, 2006. Saprolegnia parasitica, an oomycete pathogen with a fishy appetite: new challenges for an old problem. Mycologist, 20 (3), 99-104. Beschikbaar online: <https://doi.org/10.1016/j.mycol.2006.06.004>
- Vis&Seizoen, 2019. Duurzaam assortiment. Stichting Vis&Seizoen. Beschikbaar online: <https://www.visenseizoen.nl/assortiment/>
- Visbureau, 2011-2017. Factsheets: inhoudelijke info over soort en vangst. Nederlands Visbureau. Beschikbaar online: <https://visbureau.nl/de-vissector/factsheets-inhoudelijke-info-over-soort-en-vangst>
- Visfederatie, 2016. Factsheet Atlantische zalm. Federatie van organisaties op het gebied van visverwerking en visgroothandel.
- Visser EK, Ouweltjes W & Spoolder H, 2014. Analysis of animal welfare risks from unloading until slaughter. Wageningen UR Livestock. Research, Wageningen, Livestock Research Rapport 805, 48 blz.
- Visser EK, Rommers JM, Ipema AH, Verkaik JC, Gerritzen MA & Van Reenen CG, 2015. Risicoanalyse dierenwelzijn zuivelketen; Deskstudie en expert opinie. Wageningen UR Livestock. Research, Wageningen, Livestock Research Rapport 869, 77 blz.
- Vistikhetmaar, 2019a. Passieve visserijmethode: visserij met staande netten. Beschikbaar online: <https://vistikhetmaar.nl/lesmodules/passieve-visserijmethode/visserij-met-staande-netten/>
- Vistikhetmaar, 2019b. Passieve visserijmethode: visserij met potten korven. Beschikbaar online: <https://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/passieve-visserijmethode/visserij-met-potten-korven>
- Vistikhetmaar, 2019c. De hektrawlvisserij: verwerking. Beschikbaar online: <https://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/de-hektrawlvisserij/verwerking/>
- Vistikhetmaar, 2019d. Noordzeekreeft. Beschikbaar online: <https://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/schaaldieren/noordzeekreeft/>
- Vistikhetmaar, 2019e. Noordzeekrab. Beschikbaar online: <https://vistikhetmaar.nl/lesmodules/schaaldieren/noordzeekrab/>
- VISwijzer, 2020. Keurmerken. Beschikbaar online: <https://www.goedevis.nl/keurmerken/keurmerken/>

- VLAM, 2019. Viskalender. Vlaams Centrum voor Agro- en Visserijmarketing vzw. Beschikbaar online: <https://www.visinfo.be/>
- VMT, 2019. Ketens gaan leren van elkaars 'witte vlekken'. Vakmedianet, 8. Beschikbaar online: https://www.vmt.nl/voedselveiligheid-kwaliteit/artikel/2019/08/ketens-gaan-leren-van-elkaars-witte-vlekken-10137809?_ga=2.32386494.1420634729.1588856986-788997185.1550763257
- Voedingscentrum, 2020. Schaal- en schelpdieren. Beschikbaar online: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/schaal-en-schelpdieren.aspx>
- Waddengoud, 2020. Waddengoud richtlijnen & criteria streekproducten. Beschikbaar online: <https://www.waddengoud.nl/waddengoud-keurmerk/waddengoud-richtlijnen-criteria-streekproducten/>
- Weineck K, Ray AJ, Fleckenstein LJ, Medley M, Dzublik N, Piana E & Cooper RL, 2018. Physiological changes as a measure of crustacean welfare under different standardized stunning techniques: Cooling and electroshock. *Animals*, 8 (9). Beschikbaar online: <https://doi.org/10.3390/ani8090158>
- Wiepkema PR, Verreth JAJ & van Haren W, 2004. Over...bevissing van de zee. Bio-Wetenschappen en Maatschappij, Den Haag, NL.
- WUR, 2019. Q&A: Alles over paling (Europese aal). Wageningen University and Research (WUR), Wageningen, NL. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/artikel/QA-Alles-over-paling-Europese-aal.htm>
- WUR, 2020. Vissen. Wageningen University and Research (WUR), Wageningen, NL. Beschikbaar online: <https://www.wur.nl/nl/artikel/Vissen.htm>