



---

# Risico-evaluatie dierenwelzijn in ketens van vissen, schaal- en schelpdieren

Deskstudie en expertopinie  
Mei 2019

Hans van de Vis, Martien Bokma-Bakker, Edward Schram

Openbaar  
Rapport 1167



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---





---

# Risico-evaluatie dierenwelzijn in ketens van vissen, schaal- en schelpdieren

Deskstudie en expertopinie

Hans van de Vis, Martien Bokma-Bakker en Edward Schram

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en in opdracht van Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (een onafhankelijk onderdeel van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) (projectnummer 4400002378)

Wageningen Livestock Research  
Wageningen, mei 2019

---

Openbaar

Rapport 1167

---

Van de Vis, H. M. Bokma-Bakker, E. Schram, 2019. *Risico-evaluatie dierenwelzijn in ketens van vissen, schaal- en schelpdieren; Deskstudie en expertopinie*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1167.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/577460> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2019 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.  
Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research rapport 1167

---

# Inhoudsopgave

<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1 Aanleiding	13
1.2 Opdracht	13
1.3 Aanpak	14
1.4 Afbakening	15
1.5 Leeswijzer	16
<b>2 Kweeksystemen, visserijmethoden en productie-/vangstvolumes</b>	<b>17</b>
2.1 Kweeksystemen	17
2.1.1 Principe van kweek	17
2.1.2 Belangrijkste kweeksystemen en productieomvang	18
2.1.2.1 Kweek van mosselen en oesters in Nederland	19
2.1.2.2 Kweek van vissen in Nederland	19
2.1.2.3 Kweek van vissoorten in het buitenland die in Nederland worden geconsumeerd	20
2.1.3 Open kweeksystemen	20
2.1.3.1 Vijvers	21
2.1.3.2 Kooien	21
2.1.3.3 Doorstroomsystemen	21
2.1.4 Gesloten systemen: recirculatiesystemen (RAS)	22
2.2 Nederlandse visserij	22
2.2.1 Zee-, kust- en zoetwatervisserij	22
2.2.1.1 Zeevisserij: pelagische visserij	24
2.2.1.2 Zee- en kustvisserij: kottervisserij en staand want	25
2.2.1.3 Binnervisserij	27
2.2.2 Vistuigen voor op zee	27
2.2.2.1 Actieve vistuigen	28
2.2.2.2 Gemiddelde vissnelheden	33
2.2.2.3 Passieve vistuigen	35
<b>3 Literatuur: cognitie, gevoelens/emoties, en potentiële gevaren voor welzijn van vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen</b>	<b>36</b>
3.1 Cognitie en emotie (gevoel) bij vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen	36
3.1.1 Cognitie en emotie (gevoel) bij vissen	36
3.1.2 Cognitie en emotie (gevoel) bij crustacea (krabben en kreeften)	38
3.1.3 Cognitie en emotie (gevoel) bij inktvissen	39

3.1.4	Cognities en emotie (gevoel) bij schelpdieren	40
3.2	Welzijn: hoe meet je dat?	40
3.2.1	Allostase en allostatic load: een model	40
3.2.2	Metten van viswelzijn in kweeksystemen	41
3.2.3	Metten van welzijn bij de visserij	42
3.3	Potentiële gevaren voor viswelzijn	43
3.3.1	Identificatie van gevaren in de aquacultuur	43
3.3.1.1	Ouderdieren (voortplanting)	43
3.3.1.2	Houderij fry/pootvissen en opkweek	43
3.3.1.3	Transport	50
3.3.1.4	Slacht	51
3.3.2	Identificatie van gevaren in de visserij	52
3.3.2.1	Bij gebruik van actieve vistuigen	53
3.3.2.2	Bij gebruik van passieve vistuigen	57
<b>4</b>	<b>Inschatting impact van gevaren in kweeksystemen en visserij</b>	<b>58</b>
4.1	Werkwijze en scoreprotocollen	58
4.1.1	Inschatting deel van de populatie met het welzijnseffect	58
4.1.2	Inschatting ernst van het welzijnseffect	59
4.1.3	Inschatting duur van het welzijnseffect	59
4.1.4	Berekening van de impact (ernst*duur)	60
4.2	Risico-evaluatie kweeksystemen	61
4.2.1	RAS	61
4.2.1.1	Voorbeeldsoort meerval	62
4.2.1.2	Andere soorten in RAS	71
4.2.2	Vijver met doorstroming	72
4.2.2.1	Houderij in vijvers	72
4.2.2.2	Voorbeeldsoort pangasius	73
4.2.2.3	Andere soorten in vijvers met doorstroming	82
4.2.3	Flow-through systeem	82
4.2.3.1	Voorbeeldsoort Nijltilapia	82
4.2.3.2	Andere soorten in flow-through systemen	92
4.2.4	Literatuur rond risicoanalyse Atlantische zalm en paling	92
4.3	Visserij	93
4.3.1	Demersale visserij	93
4.3.1.1	Voorbeeldsoorten schol, tong en Noordzeekrab	93
4.3.1.2	Andere soorten gevangen met pulskor- en boomkorvistuig	99
4.3.1.3	Globaal overzicht doelsoorten en bijvangsten demersale visserij: actieve tuigen	99
4.3.2	Pelagische visserij	100
4.3.2.1	Voorbeeldsoort haring	100
4.3.2.2	Globaal overzicht van doelsoorten en bijvangsten met een pelagisch trawl-net	103
4.3.3	Staandwant	104

---

	4.3.3.1 Voorbeeldsoorten tong en Oosterscheldekreeft	104
	4.3.3.2 Globaal overzicht van doelsoorten en bijvangst in de staandwant visserij	106
<b>5</b>	<b>(Werkelijke) prevalenties</b>	<b>107</b>
5.1	Prevalenties gevaren	107
5.1.1	Kweeksystemen	107
5.1.2	Gevangen vissen	110
5.2	Prevalenties welzijnseffecten	111
5.2.1	Kweek van vissen	111
5.2.2	Gevangen vissen	112
<b>6</b>	<b>Discussie en conclusies</b>	<b>113</b>
6.1	Literatuursearch	113
6.2	Scope van de evaluatie	114
6.3	Expert knowledge elicitation	114
6.4	Welzijnsproblemen met hoge impact	115
6.4.1	Kweeksystemen	115
6.4.2	Visserij	117
6.4.3	Conclusie	119
6.5	Kennislacunes	119
6.5.1	Kennislacunes met betrekking tot kweeksystemen	119
6.5.2	Kennislacunes met betrekking tot visserij	120
6.5.3	Conclusie	120
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>121</b>
<b>8</b>	<b>Verantwoording</b>	<b>134</b>
<b>9</b>	<b>Bijlage 1</b>	<b>135</b>
<b>10</b>	<b>Bijlage 2</b>	<b>136</b>

---

# Woord vooraf

Het rapport dat voor u ligt, is een studie naar mogelijke risico's rondom het dierenwelzijn in de productieketen van vissen, schaal- en schelpdieren. Het onderzoek is, in opdracht van Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO), uitgevoerd door Wageningen Livestock Research.

De studie heeft zich gericht op mogelijke gevaren voor het welzijn, de kans dat een gevaar optreedt en er is een inschatting gemaakt van de impact (ernst en duur van een welzijnseffect) op het welzijn, en welk percentage van de dieren kan worden blootgesteld aan het welzijnseffect. Daarbij is ook inzicht verkregen in belangrijke kennishiaten ten aanzien van het welzijn van vissen in kweeksystemen en visserij.

Om deze studie goed te kunnen uitvoeren is er nauw samengewerkt met collega's van Wageningen UR; het betreft mensen die werken bij Wageningen Livestock Research, Wageningen Marine Research, Wageningen Bioveterinary Research en de Leerstoelgroep Plantaardige Productiesystemen van de Afdeling Plantenwetenschappen. We bedanken hen voor de constructieve en effectieve samenwerking.

We hopen dat dit rapport leidt tot meer inzicht in mogelijke risico's voor dierenwelzijn in de productieketen van vissen, schaal- en schelpdieren, zodat deze kennis kan worden gebruikt om welzijnsknelpunten aan te pakken en relevant, gericht nieuw onderzoek in te zetten.

Mei 2019





# Samenvatting

Wageningen Livestock Research heeft in opdracht van Bureau Risicobehoordeling & onderzoek (een onafhankelijk onderdeel van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) in samenwerking met Wageningen Marine Research en Wageningen Bioveterinary Research een risico-evaluatie uitgevoerd met betrekking tot dierenwelzijn in visketens en schaal- en schelpdierketens.

De evaluatie heeft zich gefocust op de volgende kennisvragen:

1. Wat zijn de potentiële gevaren voor het welzijn van vissen en schaal- en schelpdieren, die geconsumeerd worden in Nederland? Het ging hierbij om:
  - a. visserij inclusief bijvangst<sup>1</sup> door de Nederlandse sector (kust-, binnen- en zeevisserij), waarbij de verschillende vangstmethoden in ogenschouw worden genomen. Hierbij gaat om gevaren tijdens het vangen, aan boord brengen, tijdelijke opslag en evt. verwerking,
  - b. aquacultuur (open en gesloten systemen) in zoetwater, estuaria/fjorden en op zee; en om gevaren voor het welzijn van de dieren tijdens: transport; opslag (incl. zuivering voor levende verkoop) en; slacht (handelingen tot en met verdoven en doden).
2. Wat is de impact van de geïdentificeerde gevaren aan de hand van de ernst en duur van de welzijnsproblemen die voortvloeien uit het betreffende gevaar?
3. Wat is de prevalentie van de potentiële gevaren en de prevalentie van de daaruit voortvloeiende welzijnsproblemen?

<sup>1</sup> Sinds de invoering van de aanlandplicht in de EU voor de kust- en zeevisserij geldt een aanlandplicht voor gequoteerde soorten. Onder de aanlandplicht valt ook bijvangst van ondermaatse, gequoteerde soorten, die vóór de invoering van de aanlandplicht verplicht overboord werden gezet. In dit rapport richten we ons op doelsoorten en ondermaatse, gequoteerde soorten, die voorheen ook onder de discards vielen.

## Aanpak

De belangrijkste kweeksystemen in binnen- en buitenland en de belangrijkste visserijmethoden (Nederlandse binnen-, kust- en zeevisserij) zijn in kaart gebracht. Van de verschillende kweeksystemen en visserijmethoden zijn middels een literatuursearch de potentiële gevaren en de viswelzijnsproblemen die ermee samen kunnen hangen, geïnventariseerd. Met behulp van literatuur over cognitie en het kunnen ervaren van positieve en negatieve emoties/gevoelens zijn vissen onderzocht in de risico-evaluatie met betrekking tot potentiële gevaren en welzijnseffecten. Uitgaande van de werkhypothese dat schaaldieren zoals krabben en kreeften gevoelens kunnen hebben, zijn de Noorzeekrab en de Oosterscheldekreft ook meegenomen in het onderzoek. Schelpdieren zoals mosselen, oesters en slakken zijn buiten beschouwing gelaten. Er is op basis van expertkennis via een Delphi-achtige aanpak een risico-evaluatie uitgevoerd van potentiële gevaren en welzijnseffecten, deel van de populatie dat wordt getroffen als het gevaar optreedt, de ernst en duur van het welzijnseffect en, daaruit afgeleid, de impact (gebaseerd op de EFSA-methodiek van 2012); zie onderstaande tabel. Onder populatie is hier verstaan: de populatie van de gekozen soorten binnen een bepaald kweekstelsel (bv. een tank) of in een bepaalde visserij.

			Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect	Impact
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect				

Op basis van productievolumes van soorten in kweeksystemen en visserij én op basis van de vis(soort)consumptie in Nederland is een keuze gemaakt van kweeksystemen en vangstmethoden voor de risico-evaluatie en van voorbeeldsoorten waarvoor de welzijnseffecten zijn ingeschat.

Voor kweeksystemen betreft dit:

- RAS<sup>2</sup>: meerval (Afrikaanse meerval en Claessee meerval)
- vijver met doorstroming: Pangasius
- flow-through tank: Nijltilapia

Voor de Nederlandse visserij betreft dit:

- demersale visserij: boomkor en pulskor met de soorten tong, schol en Noordzeekrab

- pelagische visserij: trawlnet met de soort haring
- staandwant kustvisserij: met de soorten tong en Oosterscheldekreft.

<sup>2</sup>RAS= *recirculating aquaculture system* (een gesloten recirculatie systeem)

### Resultaten risico-evaluatie

Relatief veel potentiële welzijnseffecten binnen kweeksystemen en visserij scoren hoog op impact ( $\geq 5$  op een schaal van 1-7). NB. een welzijnseffect met een impact van 1 vormt geen welzijnsprobleem. Potentiële welzijnsproblemen, die tevens een groot deel van de populatie kunnen (be)treffen als het betreffende gevaar optreedt, zijn hierna per systeem samengevat; dit is weergegeven als relatief hoge impactscore x deel populatie. Let op: dit zijn inschattingen voor het geval het betreffende gevaar zich voordoet, werkelijke prevalenties van gevaren en welzijnseffecten zijn veelal onbekend (zie bij *Werkelijke prevalenties van gevaren en welzijnseffecten*).

#### Kweeksystemen

##### *Ouderdieren (voortplanting)*

Bij de houderij van ouderdieren (meerval, pangasius, tilapia) kregen de volgende potentiële welzijnsproblemen een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen:

- Stress als gevolg van (continue) aanwezigheid van predatoren, o.a. vogels (bij open systemen: pangasius en tilapia)
- Ernstig ongerief door de wijze van doden van onbruikbare ouderdieren (ontbreken van een verdovingsmethode)
- Stress door gedragsbeperkingen als gevolg van het verwijderen van de bovenkaak bij tilapia-mannen
- Ziekten als gevolg van bacteriële infecties (meerval in RAS)
- Ziekten als gevolg van parasitaire, bacteriële en virale infecties (pangasius en tilapia in open systemen).

##### *Houderij van pootvissen en opkweek tot marktwaardige vis*

Bij de houderij van pootvissen en tijdens de opkweekfase van meerval, pangasius en tilapia kregen de volgende potentiële welzijnsproblemen een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen:

- Stress als gevolg van (continue) aanwezigheid van predatoren, o.a. vogels (bij open systemen: pangasius en tilapia)
- Chronische stress en ander ongerief indien de waterkwaliteit niet passend is voor de gehouden soort (zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammonia, nitraat, nitriet, stikstof, temperatuur)
- Chronische stress en beschadigingen als gevolg van onderlinge agressie tussen dieren (m.n. een potentieel gevaar bij pootvissen)
- Ongerief indien structuren in de bak voor rusten en schuilen ontbreken of een soortspecifieke doorstroming met water
- Chronische stress indien een natuurlijke variatie in lichtintensiteit ontbreekt (meerval in RAS)
- Chronische stress en misvormingen indien de samenstelling van het voer niet voldoet aan de soortspecifieke behoefte
- Ziekten als gevolg van bacteriële infecties (meerval in RAS)
- Ziekten als gevolg van parasitaire, bacteriële en virale infecties (pangasius en tilapia in open systemen).

##### *Transport van pootvissen en marktwaardige vissen*

Bij transport van pootvissen en marktwaardige vissen (meerval, pangasius, tilapia) kregen de volgende potentiële welzijnsproblemen een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen:

- Stress en schade indien er onvoldoende adequaat voer wordt onthouden voorafgaand aan transport (onder meer omdat waterkwaliteit dan aangetast kan worden)
- Chronische stress en ander ongerief indien de waterkwaliteit tijdens transport niet voldoet aan de behoefte (zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammoniak, temperatuur)
- Agressie en stress indien de bezettingsdichtheid tijdens transport te hoog is.

- Schade aan het dier en stress indien het transport onvoldoende zorgvuldig (te ruw) wordt uitgevoerd.

#### *Slacht van marktwaardige vissen*

Geschat wordt dat ongeveer 3-4% van de 54 miljoen ton kweekvissen die wereldwijd (FAO, 2018) wordt geproduceerd, wordt verdoofd voordat de vissen worden geslacht of gedood. Het merendeel van de vissen wordt derhalve onverdoofd gedood. Een uitzondering hierop vormen de Atlantische zalm, paling in Nederland (verdoving voorafgaand aan doden is verplicht sinds 1-7-2018) en een deel van de marktwaardige meerval die ook in Nederland wordt geproduceerd. Potentiële welzijnsproblemen bij onverdoofd slachten met een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen, zijn:

- Een ernstig welzijnseffect als gevolg van onverdoofd doden door plaatsing in ijs of ijswater (meerval en tilapia) of door verbloeden (pangasius)
- Bij meervallen kregen daarnaast stress en ander ongerief indien de waterkwaliteit in de opslagtanks op de slachtplaats van onvoldoende kwaliteit is relatief hoge scores (zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammonia, temperatuur).

#### Visserij

Voor de **demersale** visserij (voorbeeldsoorten tong, schol en Noordzeekrab) hebben de volgende potentiële welzijnseffecten in de verschillende stadia van de vangst een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen, gekregen:

Het *vangen* via boomkor of pulskor is voor alle betrokken dieren een stressvolle gebeurtenis met een relatief grote impact (stress door een complex aan veranderingen). Van de pulsvisserij is bekend dat dit leidt tot minder vangst van ondermaatse vissen en benthos (bodemdieren), in vergelijking tot de boomkor. Dit betekent dat de overall populatie (marktwaardige vissen en ondermaatse, gequoteerde vissen) die met een impact te maken kan krijgen bij de pulskor kleiner is dan bij de boomkor. Op onderdelen (o.a. impact van botsingen, schuren langs het net) is de impact voor krabben minder groot dan voor tong en schol, vanwege het harde exoskelet. Bij *aan boord brengen* van de vangst is de impact het grootst als er breuken of verwondingen ontstaan als gevolg van samenpersen door de zwaartekracht. Hoge impacts kunnen bij *opslag aan boord* ontstaan als gevolg van hittestress (met name bij tong en schol in geval van open opslag in het zomerseizoen) en zuurstofgebrek door blootstelling aan de lucht. Bij *verwerking aan boord* leidt het onverdoofd verwijderen van ingewanden en de (nog levende) vis daarna opslaan in ijs of het dier direct levend opslaan in ijs tot hoge impacts bij schol en tong. Bij Noordzeekrab leidt met name het zonder verdoving verwijderen van een schaar en daarna overboord zetten (schaar groeit na verloop van tijd weer aan), of gekoelde opslag van levende krabben tot een hoge impact.

Voor de **pelagische** visserij (voorbeeldsoort haring) hebben de volgende potentiële welzijnsproblemen in de verschillende stadia van de vangst een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen, gekregen:

Het *vangen* met een trawlnet in de waterkolom is voor alle betrokken dieren (inclusief ondermaatse, gequoteerde vissen) een stressvolle gebeurtenis met een relatief grote impact (stress door een complex aan veranderingen). Bij *aan boord brengen* van de vangst is de impact het grootst als er breuken of verwondingen ontstaan of als de zwemblaas knapt. *Opslag van haring aan boord* van een trawler in een RSW-tank kan leiden tot een hoge impact. De inschatting is dat het merendeel van de gevangen haringen mogelijk al sterft tijdens de opslag in de RWS-tanks. Bij *doden aan boord* van de nog levende haringen wordt het onverdoofd doden als gevolg van invriezen ingeschat als een hoge impact.

Voor de passieve visserij (**staandwant**) (voorbeeldsoorten tong en Oosterscheldekreft) hebben de volgende potentiële welzijnsproblemen in de verschillende stadia van de vangst een relatief hoge impactscore x deel populatie dat het kan betreffen, gekregen:

*Fixatie van dieren in het net* van een staandwant kan leiden tot hoge impacts als gevolg, van stress en omdat wordt ingeschat dat het verzet het uithoudingsvermogen van een belangrijk deel van de dieren te boven gaat, met uitputting als gevolg. Het *uit het net halen* van de gevangen dieren heeft naar schatting impacts die lager zijn dan 5, als beschadigingen bij de tong worden vermeden. Het onverdoofd *doden* van tong door opslag in ijs, al dan niet voorafgegaan door het uitsnijden van de

---

ingewanden, leidt tot een hoge impact. Oosterscheldekreft wordt niet gedood na de vangst, maar met dichtgebonden scharen in een tank met water geplaatst. Deze wijze van transport veroorzaakt mogelijk een impact die lager is dan 5 (uitgaande van de eerder genoemde werkhypothese).

#### *Werkelijke prevalenties van gevaren en welzijnseffecten*

Let op: in bovenstaande tekst betreft het inschattingen voor het geval het betreffende gevaar zich voordoet, werkelijke prevalenties van gevaren en welzijnseffecten zijn veelal onbekend.

Door het ontbreken van geschikte/beschikbare databases bleek het niet mogelijk om inschattingen te maken van werkelijke prevalenties van de potentiële gevaren binnen kweeksystemen.

Voor de Nederlandse visserij veronderstellen we dat de genoemde potentiële gevaren binnen de gekozen vangstsystemen en de fasen daarbinnen altijd in meer of mindere mate optreden (hoge prevalentie), waardoor het ingeschatte deel van de populatie met de bijbehorende welzijnseffecten te maken kan krijgen. Over werkelijke prevalenties van welzijnsproblemen binnen de onderscheiden fasen van kweeksystemen en visserij zijn geen gegevens beschikbaar.

#### *Overige kennishiaten*

Anders dan voor veel andere diersoorten bestemd voor humane consumptie, ontbreekt voor veel gehouden/gekweekte vissoorten kennis over soortspecifieke eisen. Voor vissen betreft dit bv. eisen aan de waterkwaliteit die zijn gebaseerd op ethologische en fysiologische studies (m.u.v. meerval, paling, tarbot en snoekbaars), over de gedragsbehoeften van verschillende vissoorten met betrekking tot natuurlijke gedragingen in houderijsystemen (m.u.v. Atlantische zalm), en daarmee de eisen die verschillende vissoorten stellen aan het houderijsysteem, en is er slechts beperkt kennis over transport van fry/pootvissen en marktwaardige vis, alsmede over adequate verdovingsmethoden voorafgaand aan de slacht.

De 'uncertainty' van de beschreven welzijnseffecten binnen deze risico-evaluatie is over de hele linie groot: dat wil zeggen, slechts beperkt gestaafd door wetenschappelijke literatuur, en met name ingeschat op basis van kennis over cognitie en emoties/gevoelens bij een beperkt aantal vissoorten.

#### **Conclusies en aanbevelingen**

In dit onderzoek zijn via literatuursearch en expertview potentiële gevaren geïdentificeerd, en hebben expertpanels een inschatting gemaakt van de impacts indien de betreffende gevaren optreden. Mede hierdoor is duidelijk geworden waar kennislacunes bestaan en waar experts denken dat de grootste stappen gezet kunnen worden om het welzijn van met name vissen in kweeksystemen en in de visserij te kunnen verbeteren.

In z'n algemeenheid valt op dat veel van de ingeschatte welzijnseffecten als gevolg van gevaren die kunnen optreden binnen uiteenlopende kweekvissystemen en uiteenlopende vangstmethoden in de zee- en kustvisserij relatief hoog scoren op impact (5 of hoger). Dit indiceert dat het potentiële welzijnsproblemen zijn, die ten minste serieuze afwijkingen betreffen van een 'normale' situatie, afwijkingen die gepaard kunnen gaan met pijn, ernstig ongerief, angst en/of ziekte en tot levensbedreigende situaties kunnen leiden indien ze voortduren. In hoeverre de geschetste gevaren en welzijnsproblemen daadwerkelijk optreden is veelal niet bekend en daarom geschat. Het onderstreept het belang van onderzoek naar het welzijn van vissen in kweeksystemen en bij de visserij, en de mogelijkheden om substantiële welzijnsverbeteringen te verkennen.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Huidige maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland leiden ertoe dat welzijn van gevangen en gehouden vissen in toenemende mate in de belangstelling staat. Door Bureau Risicobeoordeling & onderzoek, een onafhankelijk onderdeel van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, worden momenteel ketengerichte risicobeoordelingen uitgevoerd die tot doel hebben het toezicht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) risicogerichter te maken. Er zijn daarvoor 12 grote productieketens geïdentificeerd op het werkterrein van de NVWA. De risico's die per keten beoordeeld worden zijn die risico's die de publieke waarden volksgezondheid (voedselveiligheid en productveiligheid), diergezondheid, dierenwelzijn, milieu en natuurdoelstellingen bedreigen. Bureau Risicobeoordeling & onderzoek vraagt een aantal kennisinstellingen kennis aan te leveren. De risicobeoordeling van Bureau Risicobeoordeling & onderzoek moet leiden tot een openbaar advies, voorzien van aanbevelingen aan toezicht en eventueel beleid om risicoreducties te bewerkstelligen.

## 1.2 Opdracht

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek heeft Wageningen Livestock Research gevraagd een brede literatuursearch en 'expert knowledge elicitation' uit te voeren naar de gevaren die zich voor kunnen doen in de vis en schaal-, schelpdierketens en daarbij de meest relevante potentiële dierenwelzijnsrisico's in de vis- en schaal- schelpdierketens in beeld te brengen, alsmede de hiermee verband houdende kennislacunes.

De volgende vragen stonden in de evaluatie centraal:

1. Wat zijn de potentiële gevaren voor het welzijn van vissen en schaal- en schelpdieren geconsumeerd worden in Nederland? Het gaat hierbij om:
  - a. De Nederlandse visserij inclusief bijvangst door de NL visserijvloot (kust-, binnen- en zeevisserij), waarbij de verschillende vangstmethoden in ogenschouw worden genomen. Hierbij gaat om gevaren tijdens het vangen, aan boord brengen, tijdelijke opslag en evt. verwerking;
  - b. aquacultuur (open en gesloten systemen) in zoetwater, estuaria/fjorden en op zee; en om gevaren voor het welzijn van de dieren tijdens transport, opslag (incl. zuivering en voor levende verkoop) en slacht (handelingen tot en met verdoven en doden).
2. Wat is de impact van de geïdentificeerde gevaren aan de hand van de ernst en duur van de welzijnsproblemen die voortvloeien uit het betreffende gevaar?
3. Wat is de prevalentie van de potentiële gevaren en de prevalentie van de daaruit voortvloeiende welzijnsproblemen?

Bijvangst wordt op verschillende manieren gedefinieerd en daarom geven we een definitie die is opgesteld door de Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). De STECF is opgericht door de Europese Commissie. Onder bijvangst vallen alle soorten die geen doelsoorten zijn. Onder bijvangst valt, volgens de definitie van STECF (2014): 1) het deel van de vangst dat overboord wordt gezet (=discards); 2) incidentele vangsten die overboord gaan; 3) niet-doelsoorten met een commerciële waarde die worden aangeland en 4) niet-commerciële soorten die (moeten) worden aangeland (bv. ondermaatse, gequoteerde doelsoorten die onder de aanlandplicht vallen, maar niet mogen worden verkocht voor consumptie). Onder incidentele vangsten vallen bv. zeezoogdieren, vogels en schildpadden. Haaien kunnen ook deel uitmaken van incidentele vangsten. Haaien worden ook wel aangeduid als verkeerde vis.



De EU heeft in de aanlandplicht per visserij (binnen de 12-mijlszone en op volle zee) vastgelegd welke gequoteerde soorten moeten worden aangeland. Het betreft diverse vissoorten en ook de Noorse kreeft ([https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing\\_rules/discards\\_nl](https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/discards_nl); Council Regulation (EU) 2015/812, 2015). De aanlandplicht wordt ook wel discard ban genoemd. Garnalen zijn niet gequoteerd en vallen daarom buiten de aanlandplicht ([www.nvwa.nl](http://www.nvwa.nl)). Onder de aanlandplicht vallen ook bijvangsten van ondermaatse, gequoteerde soorten en soorten waarvoor een visser geen quotum (meer) voor heeft. Sinds 2015 en 2019 vallen respectievelijk de pelagische en demersale visserij onder de aanlandplicht ([www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)).

Vóór de invoering van de aanlandplicht was het verplicht om gevangen ondermaatse, gequoteerde soorten overboord te zetten en ook soorten waarvoor een visser geen quotum (meer) had.

Ondermaatse, gequoteerde soorten en soorten waarvoor een visser geen quotum (meer) had, behoorden daarom vóór de invoering van de aanlandplicht ook tot de discards. Tegenwoordig behoort bv. benthos dat wordt bijgevangen in de demersale visserij tot de discards. In dit rapport besteden we daarom, naast doelsoorten, ook aandacht aan ondermaatse, gequoteerde vissoorten.

## 1.3 Aanpak

Het onderzoek is uitgevoerd volgens een met de opdrachtgever van te voren doorgesproken methodiek. Als eerste zijn schematisch de belangrijkste vangstmethoden (binnenvisserij-, kust- en zeevisserij) en kweeksystemen weergegeven, met een overzicht en de top-3 van de meest geconsumeerde vissoorten per vangstmethode/kweekstelsel.

Er is een brede literatuursearch uitgevoerd, waarbij de potentiële gevaren van de verschillende vangstmethoden en kweeksystemen en de viswelzijnsproblemen die ermee (kunnen) samenhangen zijn geïnventariseerd. De gehouden en gevangen diersoorten die het betreft, zijn vermeld in bijlage 1. Er is een 'state of the art' dierenwelzijn voor vis, schaal-, schelpdieren en inktvissen op basis van literatuur beschreven. Meer informatie over de literatuursearch is te vinden in bijlage 2.

Onder de schaaldieren (*Crustacea*) vallen de *Decapoda* waartoe krabben, kreeften en garnalen behoren ([www.tolweb.org](http://www.tolweb.org)). Schelpdieren behoren tot de weekdieren (*Mollusca*) zoals bv. de mosselen en oesters. De inktvissen (*Cephalopoda* of koppotigen) vallen ook onder de Mollusca, maar behoren volgens de taxonomie ([www.tolweb.org](http://www.tolweb.org)) niet tot de schelpdieren. Desondanks worden de inktvissen vaak door marktpartijen ook tot de schelpdieren gerekend. Inktvissen zijn in deze studie meegenomen, omdat ze ook door de Nederlandse visserij worden gevangen.

Op hoofdlijnen is een onderbouwing gegeven of vissen, en schaal-, schelpdieren en inktvissen in staat zijn tot bewuste ervaringen. Als dat het geval is, is het mogelijk dat deze dieren in staat zijn om positieve en negatieve emoties (pijn en angst) te ervaren. Uit de literatuur blijkt dat het maar de vraag is of bewuste ervaringen voorkomen bij schaaldieren. Voor schelpdieren is er nog minder kennis over het welzijn van deze dieren voorhanden. In overleg met de opdrachtgever zijn schelpdieren daarom niet meegenomen in de risico-evaluatie. Besloten is om een uitzondering te maken voor de Noordzeekrab en Oosterscheldekreft, omdat een aantal kreeftachtigen een complexe respons in gedrag laten zien als reactie op onaangename prikkels (Elwood, 2011), die mogelijk meer is dan een stimulus-respons reflex.

In overleg met de opdrachtgever is een selectie gemaakt van vangstmethoden en kweeksystemen die in de risico-inventarisatie dienden te worden meegenomen, alsmede een selectie van voorbeeldsoorten per vangstmethode en kweekstelsel vóór aanvang van de studie (bijlage 1), waarvoor impacts zijn ingeschat.

Voor kweeksystemen betreft dit:

- <sup>1</sup>RAS-systeem: meerval (Afrikaanse meerval en Claressse meerval)
- Vijver met doorstroming: Pangasius
- Flow-through tank: Nijltilapia.

Voor visserij betreft dit:

- Demersale visserij: boomkor en pulskor met de soorten tong, schol en krab
- Pelagische visserij: trawlmet met de soort haring (makreel en blauwe wijting stonden ook eerst in het rijtje, maar wijken naar verwachting niet af van de haring, en zijn daarom niet apart gescoord)
- Staandwant kustvisserij: met de soorten tong en Oosterscheldekreft.

<sup>1</sup>RAS= *recirculating aquaculture system* (een gesloten recirculatiesysteem)

Er is op basis van expertkennis (Wageningen Livestock Research en Marine Research) via een Delphi-achtige aanpak een risico-evaluatie uitgevoerd. Hiervoor is het volgende format, gebaseerd op de EFSA-methodiek (EFSA, 2008a; EFSA, 2012a), gehanteerd (tabel 1.1).

**Tabel 1.1** Overzicht aanpak risico-evaluatie voor de aquacultuur en visserij door de expertpanels

<b>Gevaar</b>	<b>Welzijns-effect</b>	<b>Kans dat het gevaar optreedt</b>	<b>Deel van populatie getroffen</b>	<b>Ernst welzijns-effect</b>	<b>Duur welzijns-effect</b>	<b>Impact</b>
Beschrijving van de gevaren per deelsysteem/levensfase	Beschrijving van de welzijns-effecten van het gevaar	Scoren van 0 (bij zeker niet) tot en met 5 (zeer waarschijnlijk)	Scoren van 0 (0% populatie) tot en met 5 (81-100% populatie) of ? (volstrekt onbekend)	Scoren 1 (verwaarloosbaar) tot en met 5 (ernstig)  N.B. de dood als proces scoort per definitie een 5	Scoren 1 (kort), middel (2), lang (3) Daadwerkelijke duur hangt van productiefase af	= afgeleid uit ernst en duur van het welzijns-effect (score 1 (goed) tot en met 7 (levensbedreigend))

Voor de andere soorten die (substantieel) binnen de genoemde systemen worden gekweekt, respectievelijk door de geselecteerde methoden worden gevangen, heeft het projectteam op basis van de expert-risico-evaluatie, waar mogelijk, een inschatting gemaakt van mogelijk afwijkende scores op basis van (neuro)fysiologische verschillen en/of verschillen in gedragsrepertoire ten opzichte van de voorbeeldsoort. In hoofdstuk 4 is de aanpak meer in detail beschreven.

Tabel 1.1 laat zien dat een welzijnseffect met een score van 1 niet leidt tot een welzijnsprobleem, terwijl dit bv. voor een score van 5 en hoger uiteraard wel het geval is. Visser et al. (2015) definiëren een welzijnsprobleem als volgt: "een welzijnsprobleem kan worden gedefinieerd als een situatie of condities waarin een dier/populatie ongerief ervaart waardoor het welzijn wordt aangetast". Het ongerief is dus een gevolg van bv. verwondingen en/of chronische stress.

## 1.4 Afbakening

De sportvisserij en het gebruik van vissen als laboratoriumdieren en siervissen vielen buiten het bestek van het onderzoek. Het onderzoek heeft zich gericht op vissoorten die worden gevangen door de Nederlandse visserij of afkomstig uit open en gesloten aquacultuursystemen ten behoeve van consumptie door de mens. Welzijnseffecten als gevolg van ecologische veranderingen zijn niet in het onderzoek meegenomen. Ook zijn voedselveiligheidsaspecten niet in het onderzoek betrokken. Wel wordt aandacht besteed aan de welzijnseffecten van de vangstmethoden voor vissen die niet bestemd zijn voor consumptie, zoals ondermaatse, gequoteerde vissoorten die vóór de invoering van de aanlandplicht tot de discards behoorden. Het onderzoek is gebaseerd op wetenschappelijke literatuur, aangevuld met kennis van deskundigen (onderzoekers WUR). Er heeft geen (internationale) toetsing plaatsgevonden van de verkregen data in de risico-evaluatie. Daar waar geen data/kengetallen beschikbaar zijn die iets zeggen over de potentiële gevaren voor het welzijn van de betreffende diersoorten, is dit als zodanig vermeld; er is geen veldonderzoek uitgevoerd, wel is gebruik gemaakt van expertview (beperkt tot WUR) om te komen tot schattingen van de impact (ernst x duur) en mate van voorkomen van gevaren en dierenwelzijn- en gezondheidsproblemen. Gezien de relatief kleine hoeveelheden vissoorten die worden gevangen in de binnenvisserij zijn deze niet meegenomen in de risico-evaluatie.

---

## 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 vindt u een beschrijving van de meest voorkomende kweeksystemen (aquacultuur) en vangstmethoden in de Nederlandse visserij, inclusief de belangrijkste vissoorten en volumes die ermee worden gekweekt/gevangen. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van een literatuursearch over cognitie en gevoelens/emoties (incl. pijnbeleving), en potentiële welzijnsproblemen bij vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen. Tevens wordt ingegaan op de wijze waarop het welzijn van vissen kan worden gedefinieerd en gemeten. Vanuit literatuur en expertview wordt een overzicht van potentiële gevaren en welzijnseffecten in respectievelijk kweeksystemen en visserij gegeven. In hoofdstuk 4 vindt u de resultaten van de expertinschatting van mogelijk voorkomende gevaren in de geselecteerde kweeksystemen en visserijmethoden en de impact die deze kunnen hebben op betreffende vissoorten. Hoofdstuk 5 gaat in op werkelijke prevalenties van gevaren en welzijnseffecten. In hoofdstuk 6 worden voor kweeksystemen en visserij resultaten bediscussieerd en conclusies getrokken over welzijnseffecten met een hoge impact (in combinatie met een groot deel van de populatie dat het betreft) en kennislacunes.

---

## 2 Kweeksystemen, visserijmethoden en productie-/vangstvolumes

### 2.1 Kweeksystemen

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van kweeksystemen (aquacultuur) en vangstmethoden (visserij), en de vis(soorten) die ermee worden geproduceerd/gevangen (inclusief tonnages). Vertrekpunt zijn de belangrijkste vissoorten die in Nederland worden geconsumeerd. Voor kweekvis ligt om die reden de focus bij zowel nationale als internationale kweeksystemen, voor de visserij bij de belangrijkste vangstmethoden die door Nederlandse bedrijven worden toegepast.

#### 2.1.1 Principe van kweek

Het aantal processtappen is afhankelijk van de wijze waarop een keten voor een vissoort is georganiseerd; als bijvoorbeeld de productie van pootvissen en de opkweek op 1 locatie plaatsvinden is er geen sprake van transport over een afstand. De vissen worden in dit geval alleen binnen het bedrijf verplaatst van een faciliteit bestemd voor de vermeerdering naar een faciliteit bestemd voor de opkweek.

In hoofdstuk 3 worden de specifieke kenmerken en welzijnsaspecten per fase beschreven. Ongeacht het systeem waarin vissen worden gehouden en de wijze waarop levende vissen worden vervoerd, kunnen tijdens de productie de volgende fases voorkomen:

##### 1) Productie van pootvissen

Pootvissen kunnen worden geproduceerd met behulp van ouderdieren, die hiervoor speciaal worden gehouden. De duur van deze fase kan in de orde van grootte van 45 tot 90 dagen liggen ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Voor diverse soorten is er sprake van een kunstmatige voortplanting waarbij vissen onder verdoving worden afgestreken om hom en kuit te verkrijgen; natuurlijke voortplanting komt onder meer voor bij de zeebaars en zeebrasem. Een andere wijze van productie betreft de wildvang van jonge vissen om als pootvissen te gebruiken (denk bijvoorbeeld aan Europese glasaal).

2) Transport van pootvissen naar een bedrijf voor de opkweek tot marktwaardige consumptievissen  
Wanneer de productie van pootvissen en consumptievissen op verschillende bedrijven of locaties plaatsvinden, is het nodig dat deze dieren worden vervoerd. De duur van transport kan, afhankelijk van de afstand en vissoort, variëren van een uur tot enkele dagen (Schrijver et al., 2017).

##### 3) Opkweek tot marktwaardige vissen voor consumptie

Tijdens de opkweek laat een bedrijf de binnengekomen pootvissen groeien tot een maat waar een klant behoefte aan heeft. Dit betekent dat deze maat afhankelijk is van de wensen van de klant en daarmee verschilt ook de duur van deze fase van de kweek. De duur van de opkweek kan variëren van ca drie maanden (Abbink et al, 2009) tot ca. 2 jaar ([www.fao.org](http://www.fao.org)). De duur is afhankelijk van gewenste marktgewichten en gerealiseerde groeiselheden.

##### 4) Transport naar een verwerker waar de vissen worden geslacht of gedood.

Als het bedrijf dat de opkweek verzorgt niet beschikt over faciliteiten om de vissen te slachten of te doden, worden de vissen levend vervoerd naar een verwerker. Het is ook mogelijk dat de faciliteiten niet op een locatie aanwezig zijn, waardoor transport naar een andere locatie voor de slacht of het doden noodzakelijk is. Het komt ook voor dat in vissen ijs/ijswater worden vervoerd en zo worden gedood. Slachten is gedefinieerd als het doden van een dier door het te verbloeden. Ook voor transport van levende marktwaardige vissen kan de duur liggen tussen een uur en enkele dagen. (Schrijver et al., 2017).

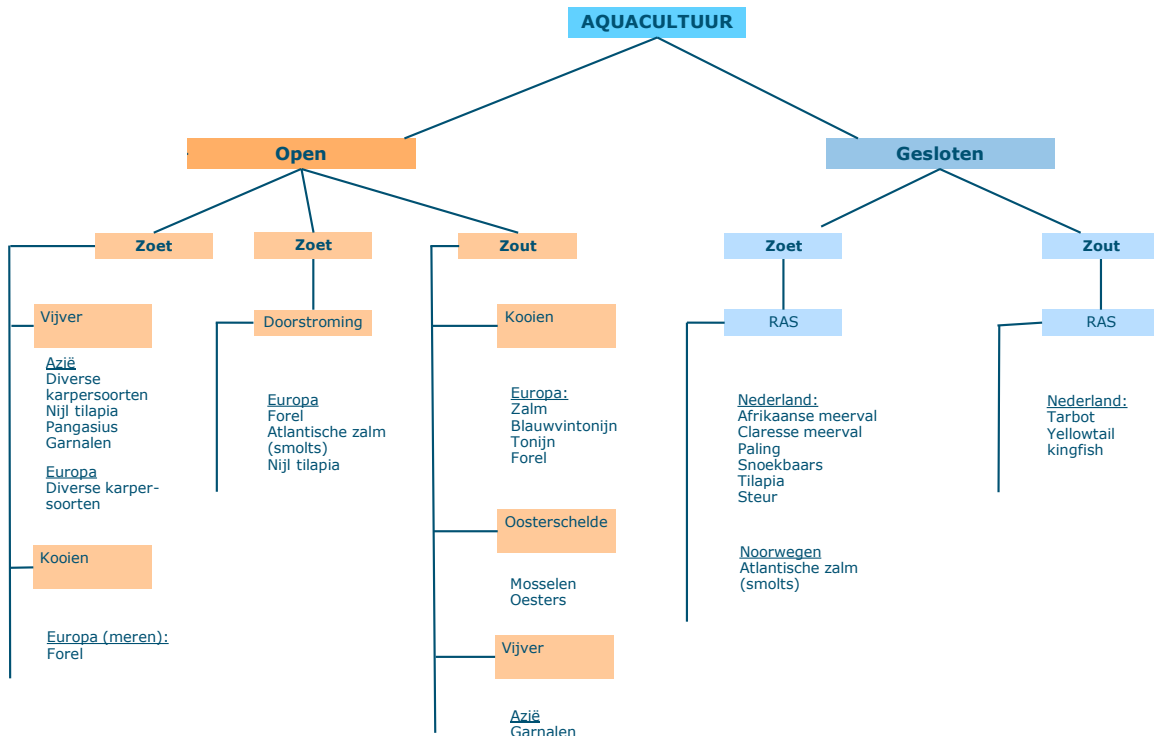
## 5) Slacht of doden van vissen

Vissen die in RAS worden gehouden, worden, voordat ze worden geslacht, afgezwommen. Kenmerkend voor een RAS is dat visproducten gronderig kunnen smaken. Om dit probleem op te lossen, worden de dieren zo nodig gedurende een aantal dagen in een doorstroomtank geplaatst en niet gevoerd (=afzwemmen); het uitstromende water wordt het RAS ingevoerd. Zo wordt een grondsmak uit het dier verwijderd (Schram et al., 2011). Afzwemmen doet een kweker om economische redenen; een product met een grondsmak is niet acceptabel voor de meeste consumenten. De aanwezigheid van stoffen die een grondsmak veroorzaken, levert voor een vis geen welzijnseffect op.

Afhankelijk van de vissoort, de wetgeving die mogelijk eisen stelt en de wensen van afnemers zijn er verschillende manieren waarop marktwaardige vissen worden gedood, al dan niet voorafgegaan door verdoving. Als er een reversibele verdovingsmethode wordt gebruikt, dan wordt een verdovingsmethode gevolgd door een dodingsmethode. Dit is het geval bij elektrisch verdoven van vissen. Effectief verdoven met een klap op de kop is irreversibel (Van de Vis et al., 2019). Wereldwijd gezien is het plaatsen van vissen in ijs of ijswater de meest gebruikte dodingsmethode. Afhankelijk van de vissoort kan bij doden zonder voorafgaande verdoving de duur van het intreden van de bewusteloosheid variëren van meer dan 15 min (Afrikaanse meerval die in ijswater wordt geplaatst (Lambooij et al, 2006)) tot meer dan 2 uur voor kabeljauw en schelvis die aan de lucht zijn blootgesteld (Lambooij et al. 2012; beide soorten waren gevangen in zeewater van 5-6 °C).

### 2.1.2 Belangrijkste kweeksystemen en productieomvang

Vissen bestemd voor consumptie worden in open en gesloten kweeksystemen gehouden. Wereldwijd worden 362 vissoorten gekweekt (FAO, 2018). In figuur 2.1 zijn de meest voorkomende kweeksystemen schematisch weergegeven, alsmede de belangrijkste vissoorten die er mee worden gehouden. De kweek van vissen in vijvers met zoet water is internationaal gezien veruit de meest dominante vorm van houderij (Van de Vis et al., 2019). De belangrijkste kweekvissoorten die in Nederland worden geconsumeerd zijn Atlantische zalm (*Salmo salar*), pangasius (*Pangasius hypophthalmus*) en Nijltilapia (*Oreochromis niloticus*) (bron: Nederlands Visbureau).



**Figuur 2.1** Globaal schema kweeksystemen in binnen- en buitenland en (vis)soorten die ermee worden geproduceerd

### 2.1.2.1 Kweek van mosselen en oesters in Nederland

In Nederland worden mosselen (ruim 50.000 ton per jaar) en oesters (ca. 2.200 ton in 2016; [www.zeevruchtengids.org](http://www.zeevruchtengids.org)) gekweekt in zee. De omvang van deze sector is aanmerkelijk groter dan die van de kweek van vissen in Nederland. Bij de oester gaat het om twee soorten: de Zeeuwse Oester (*Crassostrea gigas*) en de Zeeuwse platte oester (*Ostrea edulis*). Tijdens de groei worden de oesters af en toe naar andere percelen verplaatst door een kweker in de Oosterschelde of Grevelingen. Marktwaardige oesters worden opgevisst met 'korren' (een stalen frame met daarin een ondiep net) (bron: [www.zeeuwseoesters.nl](http://www.zeeuwseoesters.nl)). De visserij op gekweekte mosselen en oesters scharen we niet onder de noemer visserij, omdat het kweek betreft. De oesters worden levend aangevoerd en verkocht. De kweek van mosselen start door mosselzaad, dat wordt gevangen in gebieden met een lage overlevingskans (meestal de Waddenzee), uit te zetten in kweekpercelen op beschutte plekken in de Oosterschelde. Voor marktwaardige mosselen gebruikt een kweker dezelfde vismethode als voor de oesters. De mosselen worden levend aangevoerd en verkocht, maar ook wordt een deel van de aanvoer gekookt en daarna verkocht.

### 2.1.2.2 Kweek van vissen in Nederland

De productiecijfers voor viskweek in Nederland zijn weergegeven in tabel 2.1. Nederland kent een bescheiden productie van kweekvis. In Nederland zijn er ca. 25 bedrijven die vis kweken. In Nederland worden vrijwel alle kweekvissen, bestemd voor consumptie, gehouden in gesloten recirculatiesystemen (NeVeVi, 2013) (zie figuur 2.1). Een beschrijving van RAS wordt gegeven in respectievelijk paragraaf 2.1.4.1.

Voor forel is er ook sprake van kweek in vijvers in Nederland; deze vissen zijn veelal bestemd voor de sportvisserij, en zijn meestal al maats bij import uit omliggende landen, o.a. Denemarken. Een beschrijving van vijvers is te vinden in paragraaf 2.1.3.1.

In 2016 was er in Nederland een bescheiden kweek van Nijltilapia in RAS bestemd voor consumptie. In 2018 is deze productie beëindigd. De tilapiakweek in Nederland is uitsluitend gericht op onder meer fokprogramma's voor de buitenlandse markt en niet op consumptievissen voor de Nederlandse markt

**Tabel 2.1** Productiecijfers van vissoorten in RAS in Nederland (FEAP, 2017)

Soort	Productie afgeleverde vissen in 2016 in ton per jaar
Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )	2.300
Claresse meerval (kruising van <i>Clarias gariepinus</i> en <i>Heterobranchius longifilis</i> )	1.500*
Afrikaanse meerval ( <i>Clarias gariepinus</i> )	1.400*
Snoekbaars ( <i>Stizostedion lucioperca</i> )	150
Tarbot ( <i>Psetta maximus</i> )	100
Yellowtail kingfish ( <i>Seriola lalandi</i> )	3***
Regenboogforel ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	70
Nijltilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	<10**
Verschillende steursoorten	50
<b>SOM</b>	<b>&lt; 5.583</b>

\*De productievolumes van Afrikaanse meerval en Claresse meerval zijn door de auteurs van dit rapport geschat op basis van de ontwikkelingen gedurende de laatste 10 jaar in de kweek van deze soorten..

\*\* Bron: <https://duurzaamdenhaag.nl/dit-zijn-we/blog/dakboerderij-de-schilde-20-mei-open-publiek>. Het bedrijf startte in mei 2016.

\*\*\* Geschat volume laatste drie maanden 2017 (<https://www.deondernemer.nl/nieuwsbericht/172148/kingfish-zeeland-kweekt-straks-250-000-stuks-kingfish-per-jaar-als-duurzaam-alternatief-tonijn>). Naar verwachting neemt de productie vanaf 2017 sterk toe.

(zie [www.til-aqua.com](http://www.til-aqua.com)). Wat de kweek van tong (*Solea solea*) betreft zijn de activiteiten door bedrijven sinds 2015 gericht op het optimaliseren van het kweekproces ([www.aquavalley.nl](http://www.aquavalley.nl)); tongen



bestemd voor consumptie worden nog niet geproduceerd en daarom staat deze vissoort niet in tabel 2.1.

In 2016 is de kweek van yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) in RAS weer gestart. In dit jaar werd een kleine hoeveelheid van ca. 3 ton verkocht. Het betreffende bedrijf verwacht te groeien naar een productie van ca. 920 ton per jaar (<https://www.pzc.nl/zeeuws-nieuws/viskwekerij-kingfish-zeeland-breidt-uit~a1baf0de/>).

### 2.1.2.3 Kweek van vissoorten in het buitenland die in Nederland worden geconsumeerd

Het totale volume dat in 2016 wereldwijd werd gekweekt, bedroeg 54 miljoen ton (FAO, 2018). Een overzicht van kweekvissoorten die buiten Nederland worden gehouden (substantieel productievolume) en in deze studie zijn meegenomen (worden in Nederland geconsumeerd) staan in tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Productiecijfers van in Nederland geconsumeerde kweekvissoorten geproduceerd in kweeksystemen in het buitenland (FAO, 2017)

Soort	Productie afgeleverde vissen wereldwijd in 2016 in ton per jaar	Kweekstelsel (EFSA, 2008b; Van de Vis et al., 2019)
Nijltilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	4.300.000	Voor fry/pootvissen: vijvers, hapa (soort kooi in een vijver, rivier of meer) in een vijver, tanks, vijvers en meren, en ook doorstroming en RAS  Voor marktwaardige vissen: met name in vijvers en in mindere mate in kooien, doorstroming en RAS
Atlantische zalm ( <i>Salmo salar</i> )	2.200.000	Voor fry/smolts: doorstroming en RAS  Voor marktwaardige vissen: kooien in zee
Pangasius ( <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> )	1.800.000	Voor fry/pootvissen in vijvers  Voor marktwaardige vis in vijvers
Regenboogforel ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en beekforel ( <i>Salmo trutta</i> ).  In zeewater gekweekt noemen we deze soorten respectievelijk steelhead trout en zeeforel (sea trout).	808.000	Voor fry/pootvissen: doorstroming, RAS, vijvers  Voor marktwaardige vissen; vijvers, meren (kooien), zee (kooien) doorstroming, RAS

In Nederland wordt geen/nauwelijks blauwvintonijn geconsumeerd (bron: [www.visbureau.nl](http://www.visbureau.nl)). De kweek van blauwvintonijn bedroeg in 2016 ca. 6,9 kton op jaarbasis. Veruit het grootste deel van de kweek van blauwvintonijn in kooien op zee gaat uit van gevangen juveniele dieren (Benetti et al., 2016).

### 2.1.3 Open kweeksystemen

Bij de kweek worden verschillende systemen gebruikt. Een belangrijk onderscheid is daarbij of het een open of gesloten systeem betreft. Bij open systemen, zoals bv. vijvers of kooien in meren of zee, staan de dieren in rechtstreeks contact met de omgeving buiten het houderijsysteem en worden parameters zoals watertemperatuur en het totaal ammoniagehalte (de som van  $\text{NH}_3$  en  $\text{NH}_4^+$ ) niet beïnvloed door het toepassen van filters en pompen (Van de Vis et al., 2019). Het zuurstofgehalte kan wel worden gestuurd door gebruik te maken van beluchtingssystemen. De waterkwaliteit wordt bij kooien in sterke mate bepaald door de van nature aanwezige stroomsnelheid van het water. Een ander kenmerk van open systemen is dat kwekers hun systemen moeten afschermen met bv. netten om te vermijden dat predatoren toegang krijgen tot de vissen. Bij volledig gesloten systemen hoeven dergelijke voorzieningen daarom niet te worden getroffen. Het is bekend dat in open systemen met name parasieten en andere pathogenen de vissen kunnen infecteren en bovendien is er een wisselwerking qua ziekteverwekkers tussen wilde en kweekpopulaties.

Bij doorstroomsystemen, die ook open kunnen zijn, gebruikt men pompen om de mate van verversing van het water sterk te verhogen, waardoor het mogelijk is om vissen bij hogere dichtheden te houden (Van de Vis et al., 2019).

#### 2.1.3.1 Vijvers

Wereldwijd is de kweek van vissen in landinwaarts gelegen vijvers de dominante vorm van viskweek, op basis van volume (FAO, 2018). Deze wijze van kweken is technologisch gezien relatief eenvoudig. Deze kweeksystemen kunnen extensief zijn waarbij het natuurlijk aanwezige voedsel door de vissen wordt gebruikt, de dieren niet worden gevoerd en er geen sprake is van bemesting. Aan de andere kant van het spectrum is er sprake van fertilisatie van de vijvers, worden de vissen gevoerd en is de dichtheid waarbij de vissen worden gehouden hoger (Stickney, 2000); er is dan sprake van een intensieve kweek. Bij intensieve systemen kan er gebruik gemaakt worden van een beluchtingssysteem.

Bij bemesting voorziet men de vijvers van voedingstoffen zodat de primaire productie van autotrofe organismen toeneemt. Deze planten maken deel uit van de voedselketen in de vijver.

Het gebruik van vijvers om vissen te kweken is eeuwenoud (figuur 2.2). De productiekosten zijn laag en daarom zijn vijvers geschikt voor de productie van vissen met een lage marktprijs.

Afhankelijk van het type vijver kan er sprake zijn van doorstroming, zoals het geval is bij de kweek van pangasius in de Mekong rivier in Vietnam. Het getijdeverschil in de rivier zorgt voor de in- en uitstroom van het water.

Doorstroming van vijvers vindt ook plaats door een directe koppeling met het stromende water (of een deel ervan) in een rivier.

In Nederland worden forellen ook gekweekt in vijvers (paragraaf 2.1.2.2); deze vissen zijn veelal bestemd voor de sportvisserij.



**Figuur 2.2** Voorbeeld van een vijver zonder doorstroming voor opkweek (links een vijver voor de kweek van karpers) en een vijver met toevoer van water vanuit de Mekong rivier Vietnam (bron: Hans van de Vis)

#### 2.1.3.2 Kooien

Een kooi is een drijvend systeem waarin vissen worden gescheiden van hun omgeving door een net of gaas. Kooien zijn te vinden in zee-estuarium (bv. fjorden), rivieren en meren (EFSA, 2008a, 2008b). De van nature aanwezige waterstroom zorgt voor toevoer van zuurstofrijk water, en voor afvoer van water met een relatief laag zuurstofgehalte en een verhoogd gehalte aan koolzuur en afvalstoffen zoals totaal ammonia, feces en opgeloste voerresten (Kolarevic et al., 2018).

De kweek van vissen in kooien wordt gedomineerd door Atlantische zalm (*Salmo salar*) (ca. 51%). Een kwart van de productie in kooien komt voor rekening van regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), coho zalm (*Oncorhynchus kisutch*), Japanse amberjack (*Seriola quinqueradiata*) en pangasius spp. (Tacon and Halwart, 2007).

#### 2.1.3.3 Doorstroomsystemen

In doorstroomsystemen worden raceways, tanks of vijvers gebruikt. Kenmerkend voor een doorstroomstelsel is dat de hoeveelheid water die per tijdseenheid instroomt gelijk is aan het volume van de uitstroom, die gelijktijdig plaatsvindt met de instroom van water. Een raceway is een

constructie die kan bestaan uit een rechthoekig betonnen bassin of kanaal, beide voorzien van een inlaat- en uitlaatsysteem voor water.

De doorstroming met water zorgt voor de toevoer van zuurstofrijk water en voor de afvoer van water met een lager zuurstofgehalte, een hoger koolzuurgehalte en afvalstoffen zoals totaal ammoniak en voerresten (Heller, 2017). Bij conventionele of extensieve systemen ligt de doorstroming in de orde van grootte van  $2,4 \text{ m}^3 \text{ dag}^{-1} \text{ kg}^{-1}$  vis, zodat de dieren van voldoende zuurstof worden voorzien (FAO, 1984). Bijvoorbeeld Nijltilapia wordt in een dergelijk systeem gehouden. Bij intensieve systemen gebruikt een kweker een beluchtingssysteem of voegt pure zuurstof aan het water toe, omdat vissen bij hogere dichtheden worden gehouden dan bij een conventioneel doorstroomsysteem. Voor een intensief systeem ligt de specifieke doorstroming in de orde van grootte van  $0,25 \text{ m}^3 \text{ dag}^{-1} \text{ kg}^{-1}$  vis (FAO, 1984). Forel, Atlantische zalm, Europese zeebaars, goudbrasem en Europese paling zijn vissoorten die in een dergelijk systeem gehouden kunnen worden (EFSA, 2008a,b,c,d). Omdat de mate van doorstroming duidelijk lager is dan bij een conventioneel systeem en de dichtheid van de vissen hoger, is een effectieve afvoer van afvalstoffen een factor die aandacht verdient.

#### 2.1.4 Gesloten systemen: recirculatiesystemen (RAS)

Bij een gesloten systeem, een recirculating aquaculture system, kan het water voor meer dan 98% worden hergebruikt nadat ammoniak, dat wordt uitgescheiden door vissen, in een biofilter is omgezet in het minder toxische nitraat, koolzuurgas uit het water is verwijderd en zuurstof is toegevoegd aan het water dat weer teruggevoerd wordt naar de tanks. Zwevend vuil wordt uit het water verwijderd met een mechanisch filter of een sedimentatietank. Een RAS bevindt zich meestal in een gesloten ruimte, en dat betekent dat het voor de meeste soorten relatief eenvoudig is om te vermijden dat predatoren toegang krijgen tot de vissen of parasieten of ziekteverwerkers van buiten de vissen infecteren. RAS is een kweekstelsel, dat vrijwel uitsluitend op het land is te vinden (Kolarevic et al., 2018).

In Nederland worden vrijwel alle kweekvissoorten (zie tabel 2.1) gehouden in een gesloten recirculatiesysteem (NeVeVi, 2013). RAS is een intensieve vorm van visteelt, die gekenmerkt wordt door een beheersing van houderijcondities (bv. waterkwaliteit), waarbij vissen in relatief hoge dichtheden (vergeleken met bv. kooien) worden gehouden. Bij RAS gaat het vaak om sterk innovatieve en kapitaalintensieve bedrijven. Belangrijke voordelen van een gesloten systeem als RAS zijn onder meer: biosecurity, beheersing van kweekomstandigheden, lager waterverbruik door een aanzienlijk hergebruik en een geringe uitstoot van nutriënten (voerresten en feces). Omdat er bij RAS sprake is van hoogwaardige technologieën is de economische rentabiliteit (kapitaalintensiteit) een belangrijk aandachtspunt. Daarnaast is er beperkte kennis over de effecten van deze productietechnologie op het welzijn van de vissen.

Het is duidelijk dat het ontwerp en het management van de technologieën in een RAS in sterke mate de houderijcondities bepalen waaraan vissen worden blootgesteld (waterkwaliteit, lichtregime, wijze van voeren, vistankvolume en -vorm, etc.). In Nederland is het ontwerp van RAS afhankelijk van de geteelde vissoort. Bovendien kunnen de ontwerpen tussen bedrijven die dezelfde soort telen ook verschillen. De productie van vissen in RAS is wereldwijd gezien nog steeds sterk in ontwikkeling en heeft dan ook een sterk innovatief karakter.

Behalve de in tabel 2.1 genoemde soorten, worden ook vissoorten als baars, tilapia, barramundi, pangasius en diverse karpersoorten in RAS gehouden in het buitenland (Bregnballe, 2015).

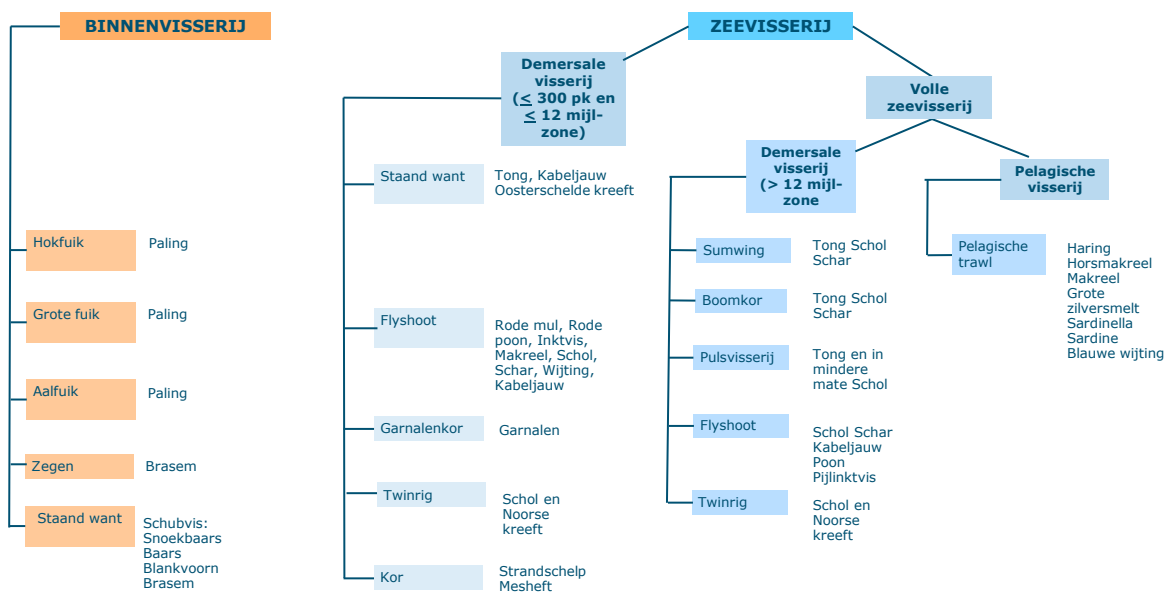
## 2.2 Nederlandse visserij

### 2.2.1 Zee-, kust- en zoetwatervisserij

In de Nederlandse visserij wordt een onderscheid gemaakt tussen de kustvisserij, zeevisserij en zoetwatervisserij ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)). Economisch gezien is de zee- en kustvisserij voor Nederland het belangrijkste. De omvang van de zoetwatervisserij is veel kleiner. Op zee is er ook sprake van sportvisserij, maar hierop gaan we in dit rapport niet verder op in.

De zeevisserij vindt plaats buiten de 12-mijl zone. Kotters vissen op platvissoorten zoals tong, schol en rondvis zoals de kabeljauw. Deze vissoorten komen dicht bij de zeebodem voor. Voor de visserij op de haring, makreel, horsemakreel, blauwe wijting, sardine, grote zilversmelt en sardinella, die alle

pelagische soorten zijn, gebruiken bedrijven hektrawlers, die veel groter zijn dan kotters ([www.pelagicfish.eu](http://www.pelagicfish.eu)). Met deze grote schepen wordt gevist in de Noordelijke Atlantische Oceaan, bij Ierland, Schotland, Het Kanaal en de Golf van Biskaje, bij Mauritanië en Marokko en de Grote Oceaan. In Nederland vindt de kustvisserij plaats in de Oosterschelde, de Waddenzee en andere gebieden langs de kust binnen de 12-mijlszone. In deze visserij richt men zich op garnalen, platvis, rondvis en weekdieren zoals bv. mesheften (ook wel scheermessen genoemd). De binnenvisserij of zoetwatervisserij bestaat uit sport- en beroepsvissers. Binnen het bestek van dit rapport gaan we niet nader in op de sportvisserij. De beroepsvisserij vindt plaats in zoet of brak water. In de beroepsvisserij zijn met name de paling, snoekbaars, baars, brasem en blankvoorn de belangrijkste commerciële soorten. Sinds 2011 is de visserij op de paling aan strikte regels gebonden. De gebruikte vistuigen in de zee-, kust- en binnenvisserij verschillen sterk van elkaar, omdat de leefomgeving van de vissen waarop wordt gevist zeer divers is. Daarmee hangen uiteraard ook de verschillen in technieken samen om vissen aan boord te brengen en vervolgens daar te verwerken of juist in leven te houden. Figuur 2.3 geeft een overzicht op hoofdlijnen van de Nederlandse visserij, de meest toegepaste vismethoden en de (belangrijkste) soorten die ermee worden gevangen. De genoemde vistuigen zijn meer in detail beschreven in paragraaf 2.2.2.



**Figuur 2.3** Een overzicht op hoofdlijnen van vismethoden in de Nederlandse vissector en soorten die ermee worden gevangen ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl); [www.vistikhethetmaar.nl](http://www.vistikhethetmaar.nl); [www.vissersbond.nl](http://www.vissersbond.nl); Wageningen Marine Research)

De bot is niet vermeld in figuur 2.3; de soort wordt gevangen met fuiken (Bos et al., 2018), maar nadere informatie over het type fuis ontbreekt.

Tabel 2.3 geeft een overzicht van de belangrijkste gevangen vissoorten en vangst volumes binnen de Nederlandse visserij. Door Nederland wordt niet gericht gevist op tonijnen (FAO, 2017), al worden deze wel in Nederland geconsumeerd: deze soorten ontbreken derhalve in het overzicht. In de gegevens over aanvoer van gevangen vissen wordt geen onderscheid gemaakt tussen kust- en zeevisserij ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl), zie ook figuren 2.4 tot en met 2.8).

De drie belangrijkste gevangen vissoorten die in Nederland worden geconsumeerd zijn haring, tonijn (meerdere soorten) en waarschijnlijk kabeljauw (bron Nederlands Visbureau: [www.visbureau.nl](http://www.visbureau.nl)). Over kabeljauw ontbreken nadere gegevens, omdat niet met zekerheid kan worden vastgesteld dat deze vis de enige grondstof is voor de bereiding van kibbeling.

Wat de Oosterscheldekreeft betreft, is er een onderscheid tussen dit dier en andere Europese kreeften, omdat er een genetisch verschil bestaat tussen de kreeft zoals die in de Oosterschelde wordt gevangen en bv. bij Noorwegen. Op hoofdlijnen zijn de genetische verschillen tussen de vier populaties van de Europese kreeft, waartoe ook de Oosterscheldekreeft behoort, gering (Triantafyllidis et al., 2005).

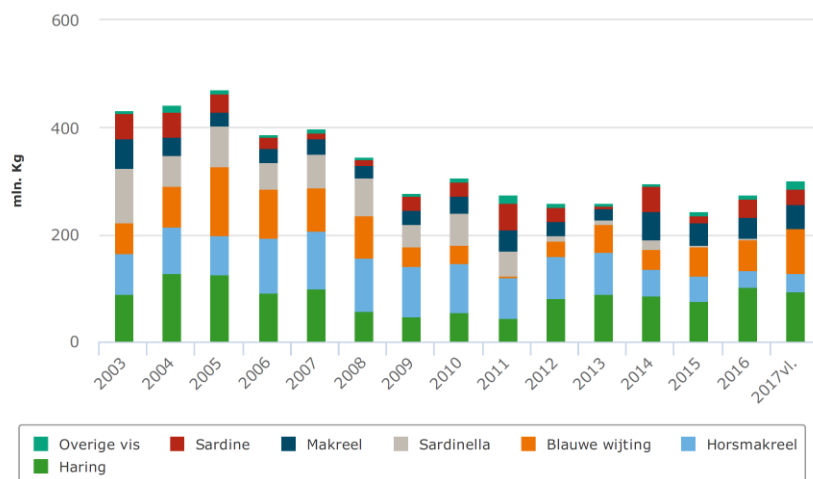
**Tabel 2.3** Een overzicht van belangrijkste soorten en volumes gevangen door de Nederlandse visserij in 2016 (Bos et al., 2018; FAO, 2017)

Soort	Volume gevangen in 2016 (ton)
<b>Kustvisserij en zeevisserij</b>	
PELAGISCHE VISSOORTEN	
Haring ( <i>Clupea harengus</i> )	103.022
Blauwe wijting ( <i>Micromesistius potassou</i> )	59.911
Makreel ( <i>Scomber scombrus</i> )	37.455
Horsmakreel ( <i>Trachurus trachurus</i> )	27.673
Sardine ( <i>Sardina pilchardus</i> )	34.414
Greater silver smelt ( <i>Argentina silus</i> )	2.501
Sardinella ( <i>Sardinella maderensis</i> )	Niet vermeld
DEMERSALE SOORTEN	
Schol ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	33.783
Gewone garnaal ( <i>Crangon crangon</i> )	18.465
Tong ( <i>Solea solea</i> )	9.617
Rode poon ( <i>Chelidonichthys lucerna</i> )	3.707
Schar ( <i>Limanda limanda</i> )	2.871
Tarbot ( <i>Psetta maxima</i> )	1.880
Rode mul ( <i>Mullus barbatus</i> )	1.490
Noorse kreeft ( <i>Nephrops norvegicus</i> ) (ook wel langoestine genoemd)	1.464
Kabeljauw ( <i>Gadus morhua</i> )	1.431
Wijting ( <i>Merlangius merlangus</i> )	1.293
Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	1.282
Griet ( <i>Scophthalmus rhombus</i> )	973
Noordzeekrab ( <i>Cancer pangurus</i> )	577
Oosterscheldekreft ( <i>Homerus gammarus</i> )	64
Pijlinktvis ( <i>Loligo vulgaris</i> )	2
<b>Binnenvisserij</b>	
Paling ( <i>Anguilla anguilla</i> )	303
Snoekbaars ( <i>Stizostedion lucioperca</i> )	195
Baars ( <i>Perca fluviatilis</i> )	55
Brasem ( <i>Abramis brama</i> )	82
Blankvoorn ( <i>Rutilus rutilus</i> )	56
Bot ( <i>Platichthys flesus</i> )	40

Naast de visserijen op uiteenlopende vissoorten is er in Nederland ook sprake van visserij op schelpdieren. De visserij op schelpdieren betreft de vangst van de strandschelp, mesheften en ook de wulk en alikruik (beide soorten zijn slakken). De visserij op kokkels gebeurt handmatig, omdat mechanisch vissen is verboden. Voor de vangst van strandschelpen en mesheften wordt een schip gebruikt. In Nederland is er geen gerichte visserij op Sint Jacobsschelpen (FAO, 2017).

#### 2.2.1.1 Zeevisserij: pelagische visserij

Pelagische vissoorten zijn vissen die in de waterkolom voorkomen, dikwijls tot dicht bij het wateroppervlak. Een belangrijk kenmerk van de pelagische visserij is dat de gebruikte technieken om de vissen te vangen, aan boord te brengen en te verwerken vrij uniform is. De pelagische vloot bestaat uit 8 (grote) schepen ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)). In 2017 was de geschatte vangst van haring 96.000 ton. Voor de andere pelagische vissoorten, de blauwe wijting, makreel, horsmakreel, sardine en sardinella, was dit geschat op respectievelijk 82 000, 46 000, 34 000, 29 000 en 1000 ton. In figuur 2.4 zijn de ontwikkelingen in vangstvolumes binnen de pelagische visserij in de periode 2003-2017 weergegeven ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)).

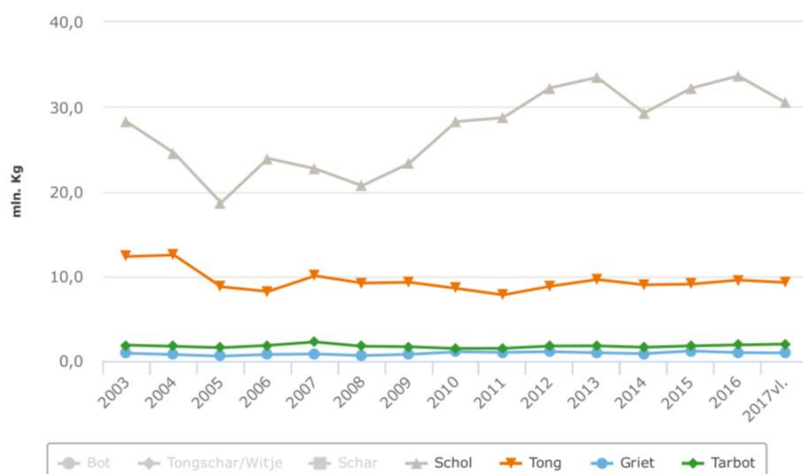


**Figuur 2.4** Trends in vangstvolumes van pelagisch vissoorten door de Nederlandse zeevisserij (bron: Viris/Bedrijveninformatienetwerk)

### 2.2.1.2 Zee- en kustvisserij: kottervisserij en staand want

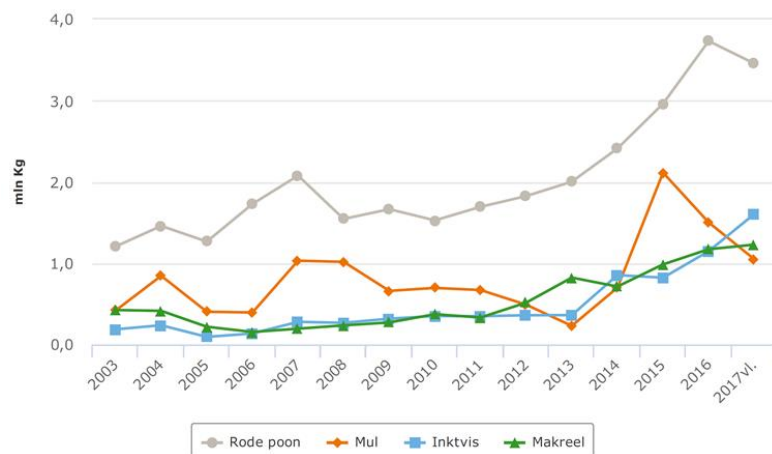
Demersale vissen zijn vissen die dicht bij de bodem van de zee leven, zoals kabeljauw, schol en tong. De demersale visserij, waarbij men kotters gebruikt om op bodemvissen, garnalen en pijlinktvis op volle zee en binnen de 12-mijlszone te vissen, is zeer divers van aard. Deze diversiteit komt tot uiting in onder meer de vistuigen en de soorten die daarmee worden gevangen. Kenmerkend voor de kustvisserij is dat er kotters worden gebruikt met een vermogen van niet meer dan 300 pk (EU Verordening (EG) Nr 850/98, 1998)). Buiten de 12 mijlszone is het motorvermogen voor kotters beperkt tot 2000 pK (Hoefnagel en Van Mil, 2010). Voor het motorvermogen worden de eenheden pK en kW beide gebruikt in diverse media. Eén kW komt overeen met 1,361 pK.

Een opvallende verandering is dat, waar in 2008 nog 77% van de inzet van de kottervloot werd bepaald door boomkorvisserij op platvis, dit in 2016 door de opkomst van de puls- en sumwingvisserij was gedaald tot 3% ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)). Beide laatste vistuigen vertegenwoordigen 66% van de inzet in 2016. In de pulsvisserij worden de pulswing en de pulskor gebruikt ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)). In 2016 en 2017 heeft echter een aantal kotters weer tijdelijk met de boomkor gevist. Mede gezien het belang van de boomkorvisserij in het recente verleden is besloten om in dit rapport ook aandacht te schenken aan de boomkorvisserij.

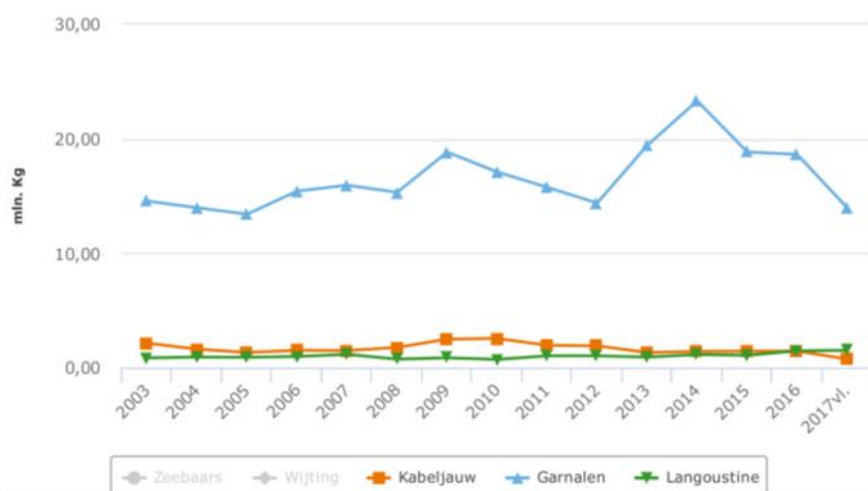


**Figuur 2.5** Trends in aanvoer van platvis door de kottervisserij (bron: VIRIS/Bedrijveninformatienetwerk)





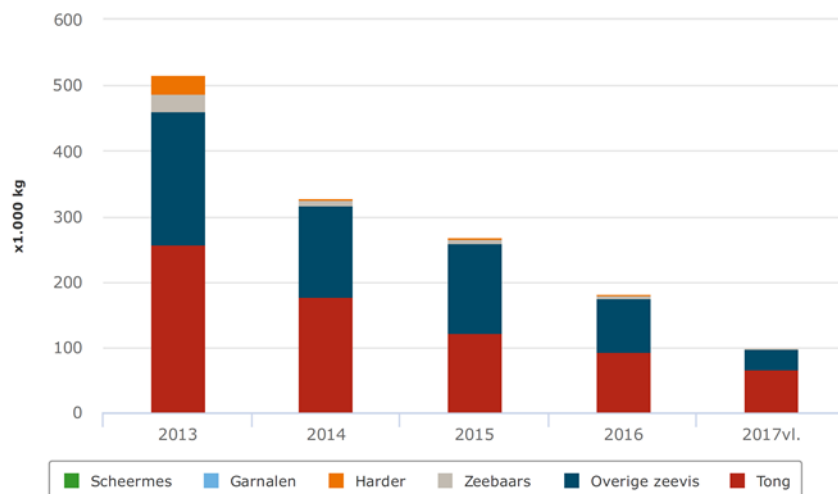
**Figuur 2.6** Trends in aanvoer van poot, mul, inktvis en makreel door de kottervisserij (bron: VIRIS/Bedrijveninformatienetwerk)



**Figuur 2.7** Trends in aanvoer van kabeljauw, wijting, langoustine, garnalen en zeebaars door de kottervisserij (bron: VIRIS/Bedrijveninformatienetwerk)

Het volume dat jaarlijks door de demersale visserij wordt aangeland is aanmerkelijk kleiner dan dat van de visserij op pelagische soorten (vergelijk figuren 2.5, 2.6, 2.7 en 2.8 met figuur 2.4). Het hoogste demersale vangstvolume betreft schol met ca. 30.000 ton, gevolgd door tong met ca. 10.000 ton. De omvang van de demersale vloot in aantal schepen is beduidend groter dan de pelagische vloot. Voor 2017 is het aantal schepen met een motorvermogen groter dan 300 pk geschat op 84 ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)).

Staadwantisserij valt onder de passieve demersale vangstmethoden (met stilstaande netten, niet voortgetrokken door een schip). Een overzicht van de ontwikkelingen in de staadwantisserij binnen de 12-mijlszone is te vinden in figuur 2.8.



**Figuur 2.8** Trends in aanvoer van soorten door staandwantvisserij op zee (bron: Wageningen Economic Research)

### 2.2.1.3 Binnenvisserij

De volumes van de belangrijkste commerciële vissoorten in de binnenvisserij zijn beduidend kleiner dan die van de aangelande pelagische en ook demersale zeevissoorten. In 2016 bedroeg de vangst van de Europese paling met hok-, aalfuiken en grote fuiken 303 ton. Voor de snoekbaars, baars brasem, blankvoorn, en bot bedroegen de vangsten in 2016 respectievelijk 195 (alleen IJsselmeer en Markermeer), 55, 82, 56 en 40 ton (Bos et al., 2018; FAO, 2017). Voor de vangst van snoekbaars, blankvoorn, brasem en baars gebruiken vissers een staandwant en voor de brasem een zegen. Voor de bot worden fuiken gebruikt (Bos et al., 2018) (zie paragraaf 2.2.2). Met uitzondering van de levende aanvoer van de paling worden de overige vissoorten aan boord in ijs geplaatst en zo gedood (bron Wageningen Marine Research).

### 2.2.2 Vistuigen voor op zee

**Tabel 2.4** Globaal overzicht van vistuigen en gevangen soorten op zee

Categorie vistuigen	Visserij in de waterkolom of op bodem	Vistui (belangrijkste voor pelagische en demersale visserij in <b>bold</b> )	Soorten (voorbeelden van soorten met een relatief klein volume staan tussen haakjes)
<i>Actieve vistuigen</i>	trawlnetten	<b>pelagisch trawl</b>	haring, blauwe wijting, makreel, sardine, horsmakreel
	bodem	boomkor	schol, tong, (Noordzeekrab)
	Bodem	<b>pulstuig</b> (pulsakor, pulswing)	Tong (schol, Noordzeekrab)
	bodem	twinrig,	Noorse kreeft, schol
	bodem	<b>sumwing</b>	schol, tong, (Noordzeekrab)
	bodem	<b>garnalenkor</b>	garnalen
zegen	bodem	<b>fly shoot</b>	Noorse kreeft, rode poon, inktvis, makreel, schol, schar, wijting, kabeljauw
korren	bodem	bv. kor met een zuigsysteem	onder meer strandschelp, mesheft
<i>Passieve vistuigen</i>			
staandwant	bodem	Bv. warnet	tong, kabeljauw (Oosterschelde kreeft)

Voordat we ingaan op vistuigen die vissers gebruiken op zee geven we eerst in tabel 2.4 een overzicht van de belangrijkste type tuigen en de belangrijkste soorten die ermee in 2016 op zee worden gevangen (Van Helmond en Steins, 2016; [www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl); [www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)). Behalve de in bovenstaande tabel genoemde soorten worden met deze tuigen ook andere soorten gevangen; een globaal overzicht is te vinden in figuur 2.3. Gegevens over de hoeveelheden strandschelpen en mesheften waren voor ons niet beschikbaar. In de visserij op pelagische vissen gebruiken Nederlandse bedrijven maar één type tuig, het pelagisch trawl-net. In de visserij op demersale soorten zijn pulsvistuigen (puls-kor en puls-wing) tot nu toe de belangrijkste vistuigen; tot ca. 9 jaar geleden was dit de boomkor ([www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl)). Voor de visserij op garnalen is de garnalenkor het belangrijkste vistuig.

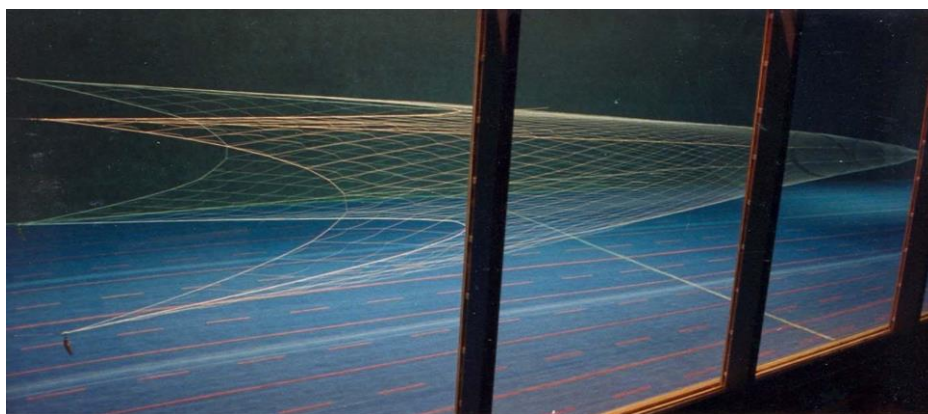
### 2.2.2.1 Actieve vistuigen

#### Pelagische visserij

In de pelagische visserij gebruiken vissers een net dat zweeft tussen de bodem en het oppervlak van het water. De vissnelheid bepaalt de verticale positie van het net in de waterkolom, in combinatie met de lengte van de vislijnen en voorlopers, en het type visborden. Ook de weerstand van het net en aangebrachte nokgewichten bepalen de verticale positie van het net. Aan de linker- en rechterzijde van de opening van een pelagisch net bevindt zich een scheerbord en die scheerborden zorgen ervoor dat het net tijdens het vissen wordt opgehouden. De scheerborden gedragen zich in het water als een vliegtuigvleugel ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl); [www.fao.org](http://www.fao.org)).

Een model van een pelagisch net in een testopstelling laat de vorm zien van dit net in de waterkolom (figuur 2.9). Met een dergelijk net vangt men soorten, zoals haring (*Clupea harengus* L.), makreel (*Scomber scombrus* L.), horsmakreel (*Trachurus trachurus* L.), blauwe wijting (*Micromesistius poutassou* R.), sardinella (*Sardinella spp.* L.) enz. De acht nederlandse pelagische schepen zijn zeer grote vrieshektrawlers met een lengte van meer dan 100 meter en een bruto tonnage van 14000 ton. Het motorvermogen kan ruim 28.000 pk bedragen ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)).

De trekduur tijdens de vangst is variabel (0,5 tot 5 uur). Tijdens de vangst kunnen vissen in het net relatief lang mee zwemmen en pas in de kuil (het achtereind van net) terechtkomen bij het aan boord brengen van de vangst. Voor het aan boord brengen wordt meestal een vispomp gebruikt ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)). De snelheid waarmee wordt gevestig bedraagt ca. 5 knopen. Aan boord worden de vissen niet gestript (uitsnijden van de organen), maar eerst opgeslagen in tanks met gekoeld zeewater (RSW tanks). Vervolgens vindt sortering plaats, worden de vissen diepgevroren met behulp van platenvriezers en worden de diepgevroren blokken met vissen opgeslagen.



**Figuur 2.9** Pelagisch trawl-net in een testopstelling (bron: Wageningen Marine Research)

#### Bodemvisserij (demersale visserij)

In de bodemvisserij worden uiteenlopende vangsttechnieken toegepast.

**Boomkor.** Gebruik van de boomkor (figuur 2.10) zorgt voor een efficiënte vangst van platvissen (voornamelijk tong (*Solea vulgaris* L.) en schol (*Pleuronectes platessa* L.), en in mindere mate schar (*Limanda limanda*) ([www.vistikhetmaar.nl/onderwijs](http://www.vistikhetmaar.nl/onderwijs)). In dit type visserij gebruikt men per schip een tuig aan iedere giek aan bak- en stuurboord. Een boomkor bestaat uit een pijp met aan weersijden één slof of schoen (figuur 2.10). Met behulp van de wekkerkettingen onderaan de opening van het net

aan de sloffen worden de platvissen uit de bodem opgeschrikt. Ook bevinden zich een aantal kettingen in het net zelf, die zijn bevestigd aan de onderpees, de beam ticklers ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Zoals eerder beschreven, is visserij binnen de 12-mijlszone toegestaan voor een kotter met een motorvermogen tot 300 pK (EU Verordening (EG) Nr 850/98, 1998). De maximale lengte van het schip bedraagt 24 meter en de vistuigen hebben een maximale breedte van 4,5 meter per tuig. Buiten de kustzone van 12 mijl mogen kotters een motorvermogen hebben van 300-2000 pK (Hoefnagel en Van Mil. 2010); de vistuigen hebben elk een breedte van 12 m. Het aantal kettingen kan liggen tussen 8-10 stuks en de diameter kan voor wekkerkettingen ca. 26 mm schalmdikte bedragen en 19 mm voor beam ticklers.



**Figuur 2.10** Boomkornet gebruikt voor onderzoek (bron: FRV Tridens)

De snelheid waarmee met een boomkortuig wordt gevist, is hoog, ca. 6-7 knopen. De trekduur (duur van de vangst) hangt af van de bodemconditie en ligt veelal tussen de 1 en 2 uur. De duur van het binnenhalen van een net is afhankelijk van de diepte waar wordt gevist, de lengte van de vislijnen en de haalsnelheid van de lieren, en bedraagt meestal ca. 15 min.

#### *Alternatieve stimulering: pulsvisserij*

Door de ontwikkeling van de pulstechniek is het mogelijk om tong en schol te vangen zonder zware wekkerkettingen. Vissers gebruiken de pulstechniek als alternatief voor de boomkor: de pulskor. Deze pulstechniek wordt ook toegepast in combinatie met de sumwing (zie volgende paragraaf): men noemt dit de pulswing (zie figuur 2.11). Ten opzichte van de boomkor vermindert de pulsvisserij de vangst aan ondermaatse vissen met 23% en benthos met ca. 50%. Het brandstofverbruik gaat omlaag met ca. 46% voor schepen met een vermogen van meer dan 221 kW (ICES, 2018; Turenhout et al., 2016; Van der Reijden et al., 2017). Vissen en andere bodemdieren worden minder mechanisch belast door kettingen en de lagere sleepsnelheid, maar ondergaan daarentegen wel de invloed van de elektrische pulsen (zie onder meer De Haan e.a., 2008; 2009). Deze invloed vermindert sterk als de afstand tot de elektroden groter is. De kwaliteit van de vangst is goed. De belangrijkste doelsoort van de pulsvisserij is de tong; met de boomkor worden meer schollen gevangen dan met de pulskor ([www.vistikhetmaar.nl/onderwijs](http://www.vistikhetmaar.nl/onderwijs)).

Ondanks de ecologische voordelen die het gebruik van de pulsvisserij biedt, is de pulsvisserij in februari 2019 verboden door de Europese Unie.





**Figuur 2.11** Pulswing

#### *Twinrig*

Bij de twinrigvisserij worden twee netten voortgetrokken door één vaartuig ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Aan weerszijden van ieder net bevindt zich een scheerbord die tijdens het varen de netten openhouden. Het tuig is lichter dan de traditionele boomkor, waardoor het brandstofverbruik lager is en er minder schade aan de vissen optreedt. Ook wordt wel een dubbel twinrigtuig gebruikt, de quadrorig (zie figuur 2.12).

#### *Verbetering hydrodynamisch ontwerp boomkor (SumWing)*

De SumWing is een vistuig, waarbij de boom en sloffen zijn vervangen door een vleugel met een centrale taster op de bodem (figuur 2.13). Uit testen bleek dat met dezelfde wekkers als in een conventioneel boomkornet, een besparing in brandstof van ca. 11% is te behalen (Van Marlen, e.a., 2009). Het verbod op de pulsvisserij leidt er ook toe dat SumWing vistuigen die gebruik maken van elektroden i.p.v. wekkerkettingen niet meer mogen worden gebruikt.

Het gebruik van de SumWing leidt tot een minder diepe impact op de zeebodem, vergeleken met de boomkor, omdat de sloffen ontbreken. Hierdoor vangt men minder benthos. De verlaagde impact kan ook een gunstig effect hebben op wat de gevangen vissen ondergaan, maar hier staat tegenover dat men de vissnelheid kan verhogen omdat het vistuig minder weerstand heeft. Een hogere vissnelheid kan een negatief effect hebben op het welzijn van de vissen. Een combinatie van de pulstechniek met de vleugelvorm geeft het voordeel van een lagere vissnelheid en de verminderde vangsten van benthos. De doelsoorten zijn tong, schol en schar ([www.vistikhetmaar.nl/onderwijs](http://www.vistikhetmaar.nl/onderwijs)).



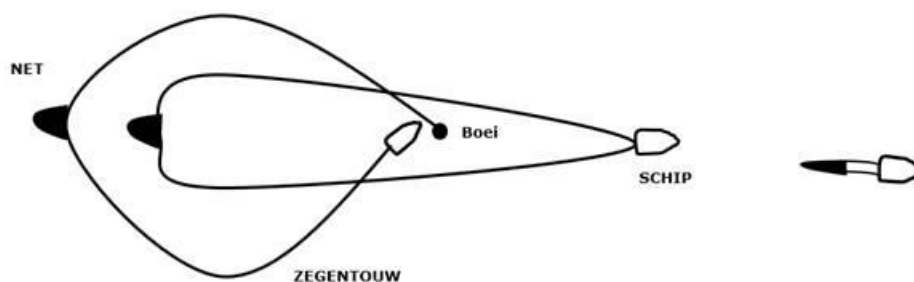
**Figuur 2.12** Quadrorig voor de vangst van Noorse kreeften (bron: Wageningen Marine Research)



**Figuur 2.13** SumWing met wekkerkettingen (bron: Wageningen Marine Research)

#### *Fly-shoot of Schotse zegen*

De fly-shoot methode lijkt sterk op de Deense zegen of 'snørrevåd' is een techniek die is ontwikkeld in Denemarken als tuig voor de vangst van platvissen en andere bodemvissen in zee.



**Figuur 2.14** Bovenanzicht vissen met een fly-shoot vistuig

Het veegeffect van lange kabels over de zeebodem zorgt ervoor dat de vis bijeen kan worden gedreven. Bij de Deense methode gebruikt men een anker om het vistuig uit te zetten en binnen te halen. Bij het binnenhalen van het net gaat het schip voor anker. De Deense methode wordt in de Nederlandse visserij niet meer gebruikt ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)).

Bij de Schotse methode, ook fly-shoot genoemd, gebruikt een visser de voortstuwing van het schip. Het binnenhalen van het net gebeurt met een speciale lier, zodat de lange kabels met voldoende snelheid kunnen worden binnengehaald (figuur 2.14). In tegenstelling tot de Deense methode gaat bij de fly-shoot methode het schip niet voor anker. Het eerste zegentouw is aan een boei bevestigd ([www.fao.org](http://www.fao.org); [www.flyshootvis.nl](http://www.flyshootvis.nl)). Bij de Schotse methode verblijft de vis slechts kort in het net; tijdens het laatste deel van het halen van ca. 15 min. Hierdoor is de kwaliteit van de vangst goed. Bij deze methode is de visser afhankelijk van een goed zicht en wordt daarom alleen bij daglicht gebruikt. De methode kan niet worden gebruikt voor de vangst van de tong. Ook wordt er veel mee op ongequoteerde soorten gevestigd, o.a. de mul (*Mullus surmuletus* L.). De fly-shoot is de belangrijkste methode voor het vangen van de gewone pijlinktvis (*Loligo vulgaris*) ([www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/weekdieren-2/koppotigen-inktvisseren-en-octopussen](http://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/weekdieren-2/koppotigen-inktvisseren-en-octopussen)).

In de visserij op de binnenwateren gebruikt men een zegen als vistuig voor de vangst van met name brasem. Deze zegen bestaat uit een bovenlijn (bovenpees) met drijvers en een verzwaarde onderpees. Tussen beide pezen bevindt zich een net ([www.vissersbond.nl](http://www.vissersbond.nl)). Het ontwerp van een zegen verschilt dus duidelijk van een fly-shoot.



### *Garnalenkor en garnalenpulskor*

Voor de visserij op garnalen (*Crangon crangon*) worden twee typen vistuigen gebruikt voor de vangst langs de Noordzeekust (bron: Wageningen Marine Research); de garnalenkor en de garnalenpulskor<sup>1</sup> ([www.vissersbond.nl](http://www.vissersbond.nl); [www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)). Aan boord van het schip worden de gevangen garnalen gekookt en na afkoelen gekoeld opgeslagen.

Het tuig dat het meest wordt gebruikt is de garnalenkor. De pulskor wordt op 9 kotters gebruikt ([www.vissersbond.nl](http://www.vissersbond.nl)). In totaal waren er in 2014 199 garnalenkotters die onder Nederlandse vlag voeren (Turenhout et al., 2015).

Net zoals bij de boomkor is bij de garnalenkor ook een lange stalen boom op sloffen aanwezig, die zich aan beide uiteinden van de boom bevinden. De sloffen zorgen ervoor dat de boom op enige afstand van de zeebodem wordt gehouden ([www.fao.org](http://www.fao.org)). De netopening bedraagt ca. 9 meter en is verticaal ca. 80 cm. Onderaan de opening van het net bevindt zich de klossenpees die over de zeebodem sleept (zie figuur 2.15) .



**Figuur 2.15** Garnalenkor (bron: Wageningen Marine Research)

Sinds 2011 vissen een beperkt aantal vissers op experimentele basis met een garnalenpulskor in plaats van met een garnalenkor op garnalen. In een garnalenpulskor is de onderkant van het net tussen de sloffen gespannen. De elektroden bevinden zich op regelmatige afstand van elkaar (figuur 2.16) en tussen de elektrodes bevinden zich enkele klossen ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl); [www.waddengoud.nl](http://www.waddengoud.nl); Pollet et al., 2005a,b).

<sup>1</sup>Ook de garnalenpulskor valt onder het verbod van de Europese Unie op elektrisch vissen.



**Figuur 2.16** Garnalenpulskor (bron Wageningen Marine Research)

#### 2.2.2.2 Gemiddelde vissnelheden

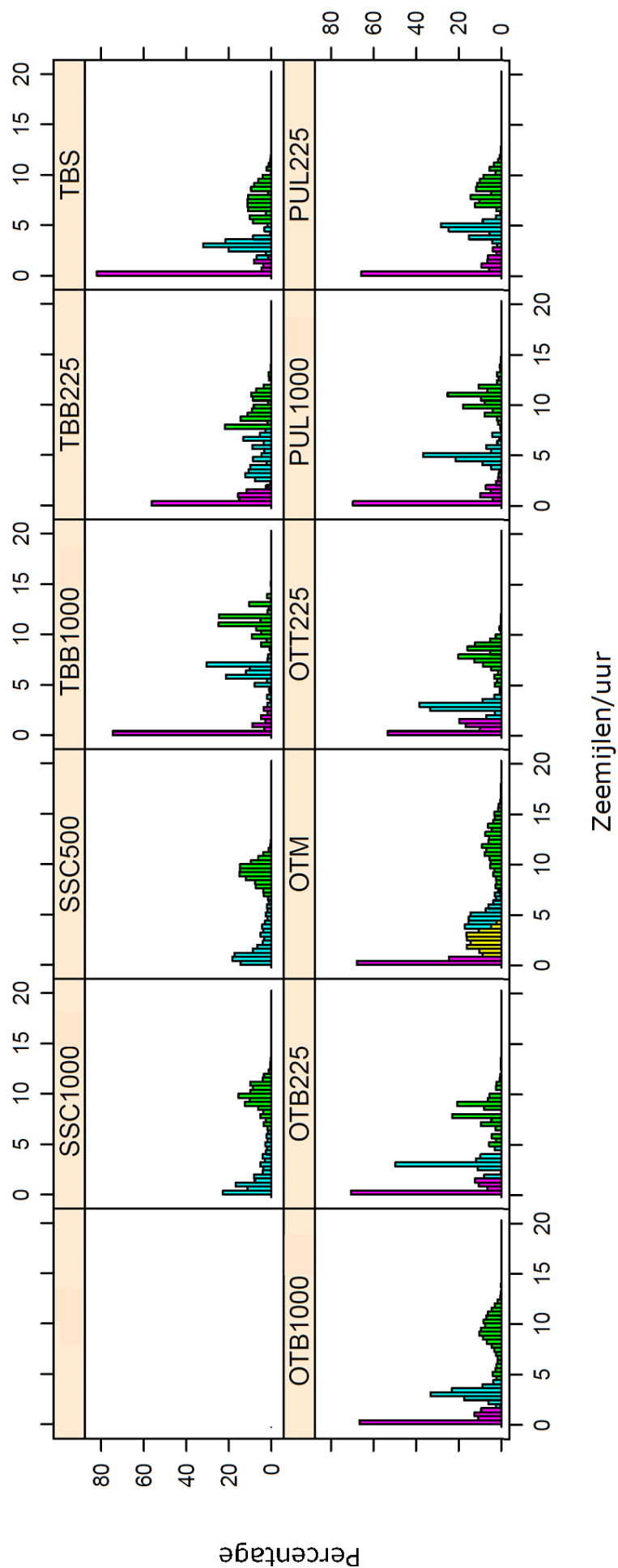
De snelheid waarmee wordt gevestigd tijdens de verschillende processtappen van de vangst kan van invloed zijn op het welzijn van de vissen en daarom geven we in deze paragraaf een overzicht van vistuigen en snelheden. Figuur 2.17 laat zien dat tussen en binnen de onderscheiden vismethoden enige variatie bestaat in de snelheid die wordt toegepast bij de verschillende fases (o.a. tijdens het vangen en tijdens het ophalen van de netten).

De betekenissen van de afkortingen in figuur 2.17 zijn als volgt:.

- De waarden 1000 en 500 bij alle afkortingen slaan op het motorvermogen van een schip, respectievelijk 1000 kW en 500 kW.
- SSC staat voor de Schotse zegen (flyshoot)
- TBB staat voor boomkornet
- TBS staat voor een garnalenkor
- OTB staat voor otter trawl en wordt gebruikt voor bodemvisserij. Bij een ottertrawlvistuig bevindt zich aan weerszijden van het net een scheerbord. Deze scheerborden houden tijdens het varen het net open.
- OTM is een pelagisch vistuig met scheerborden.
- OTT staat voor twinrig vistuig. [Het belangrijkste verschil tussen een ottertrawl vistuig en een twinrig vistuig (OTT) is dat er bij dat laatste tuig sprake is van twee netten met voor ieder net een paar scheerborden]
- PUL staat voor pulskor

De blauwe staafdiagrammen staan voor de snelheid tijdens het vissen; de groene staafdiagrammen voor de vaarsnelheid zonder te vissen; de gele staafdiagrammen voor de vaarsnelheid tijdens het opsporen van een school vissen met sonar; de paarse staafdiagrammen voor de vaarsnelheid tijdens het ophalen van het net.

In figuur 2.17 valt op dat de hoogste vaarsnelheden plaatsvinden tijdens het varen zonder te vissen, en de laagste vaarsnelheden bij het ophalen van de netten. En verder zijn de snelheden laag op het moment dat het net wordt uitgezet. De snelheid tijdens het ophalen van een flyshoottuig is niet geregistreerd.



**Figuur 2.17** Procentuele verdeling van toegepaste vissnelheden tijdens de verschillende processtappen gedurende de vangst (in knopen) op de uiteenlopende typen vissersboten in 2017 (bron: Wageningen Marine Research)

### 2.2.2.3 Passieve vistuigen

#### *Staadwant*

Een passief vistuig als een staadwant wordt niet door een schip door het water getrokken. Staadwantvisserij is een verzamelterm voor methoden waarbij het net zich statisch in het water bevindt. In de praktijk gebruikt men kieuw- en warnetten. Voor tongen gebruikt men warnetten ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)).

Bij deze kieuw- en warnetten gebruiken vissers drijvers en een verzwaarde lijn aan de onderzijde van het net (onderpees) om ze in het water op te stellen. De staande netten stelt men op rondom een wrak of in open zee als een gordijn (figuur 2.17) ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Na verloop van tijd haalt de visser de vangst op. Met dit tuig vangen vissers met name tong en kabeljauw.

(<https://www.vistikhetmaar.nl/onderwijs/>). Ook Oosterscheldekreft wordt met deze techniek



**Figuur 2.18** Afbeelding van staadwant visserij (bron: Wageningen Marine Research)

gevangen (Anoniem, 2011; Wijsman en Goudswaard, 2015). Het gebruik van korven is de belangrijkste methode voor het vangen van kreeften ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)).

Gevangen Oosterscheldekreften wordt aan boord in water geplaatst ([www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)) om ze levend te kunnen aanvoeren. Het is bekend dat kreeft in kisten enige tijd zonder water kunnen overleven ([www.bim.ie](http://www.bim.ie)). Ons is niet bekend welk deel van de gevangen kreeften zonder water wordt vervoerd naar de veiling.

#### *Fuiken*

Een fuik bestaat uit een net dat rond hoepels is gespannen en taps toeloopt. In de fuik bevinden zich trechtervormige delen, de inkelingen (vernauwingen). De vissen zwemmen door de inkelingen naar binnen en kunnen vervolgens niet meer terug ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Een fuik kan aan de voorkant soms voorzien zijn van brede flappen (vleugels), die net als de achterkant van de fuik op de bodem worden vastgezet met lange stokken (staken). Met deze methode vist men vaak op de paling, maar ook wel op schubvissen (snoekbaars, brasem, blankvoorn en baars). Kenmerkend voor dit vistuig is dat het weinig schade aan de vissen veroorzaakt en de vissen de vangst daarom meestal overleven. Er worden ook combinaties van fuiken gebruikt. Bij een hokfuik of kamer zijn er tussen de vleugels netten gespannen waardoor de vis sneller in de fuiken zwemt, zie <http://www.netten-en-fuiken.nl/Fuiken>.

---

# 3 Literatuur: cognitie, gevoelens/emoties, en potentiële gevaren voor welzijn van vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen

Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van een brede literatuursearch naar potentiële welzijnseffecten bij vissen, schaal- schelpdieren en inktvissen. Als eerste wordt ingegaan op de mogelijkheid tot bewuste ervaringen en pijnbeleving bij vissen, schelp-, schaaldieren en inktvissen (paragraaf 3.1). Paragraaf 3.2 geeft definities voor welzijn van vissen en hoe dit kan worden gemeten, inclusief mogelijke welzijnsindicatoren. Paragraaf 3.3 geeft vanuit literatuur en expertview een overzicht van potentiële gevaren en welzijnseffecten in respectievelijk kweeksystemen (paragraaf 3.3.1) en visserij (paragraaf 3.3.2).

Voor welzijn van dieren bestaat geen eenduidige definitie. Binnen de context van deze studie gebruiken we de volgende definitie: 'Welzijn is de kwaliteit van leven zoals dat door een dier zelf wordt waargenomen' (Bracke et al., 1999). Essentieel voor de welzijn van dieren de welzijnsstatus is dat deze wordt gevormd door de balans tussen positieve en negatieve gevoelens (zie onder meer Mellor, 2016). Voor zebravissen is aangetoond dat een omgeving die past bij dier, het dier weerbaarder maakt (Manuel et al, 2015). Dit voorbeeld laat zien dat ook voor vissen is aangetoond dat de eerder genoemde balans van belang is. Het is in dit verband van belang om te benadrukken dat het aanbrengen van structuren (of een verandering in de doorstroming van een tank) ook negatief voor een vissoort kan uitpakken, als niet bekend welke eisen een vissoort stelt aan die structuren (Boerrigter et al., 2016) of doorstroming.

Wat cognitie, gevoelens/emoties en bewustzijn bij vissen en andere dieren betreft is het van belang te benadrukken dat we hiermee niet gevoelens/emoties en bewustzijn bedoelen zoals wie die kennen bij mensen; een antropomorfe benadering is onjuist.

## 3.1 Cognitie en emotie (gevoel) bij vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen

### 3.1.1 Cognitie en emotie (gevoel) bij vissen

#### *Domein van de vissen*

In de natuur komen meer dan 34.000 vissoorten voor. We onderscheiden: *Agnatha* (kaakloze vissen, hiertoe behoren de slijmprikken en prikken), *Chondrichthyes* (kraakbeenvissen, hiertoe behoren, de haaien, roggen en draakvissen) en *Actinopterygii* (straalvinnige vissen waarbinnen de teleosteen (beenvissen) de meest voorkomende soorten zijn). Het skelet van teleosteen bestaat uit been, in tegenstelling tot bv. de haaien die een skelet van kraakbeen hebben. In de aquacultuur behoren de gehouden vissen veelal tot de teleosteen (FAO, 2018). Soorten zoals de Atlantische zalm regenboogforel, karpers, tilapias, paling, haring, makreel, kabeljauw, Afrikaanse meerval en pangasius zijn teleosteen.

Er is een grote diversiteit aan vissoorten, die voorkomen in tal van habitats. Het is belangrijk om te beseffen dat de prikkels waaraan een vissoort wordt blootgesteld betekenis heeft in de context van de habitat waarin de betreffende soort in de natuur voorkomt. Voor de productie van voedsel werden in 2016 362 soorten gehouden (FAO, 2018). Er zitten grote hiaten in de kennis over al deze soorten. Het is bekend dat er grote verschillen zijn tussen vissoorten, en extrapolatie van kennis tussen soorten is daarom niet altijd mogelijk (Braithwaite et al., 2013). Bovendien kan de mate van domesticatie grote invloed hebben op het welzijn van gehouden vissen (Pottinger and Pickering, 1997).

---

### *Focus in onderzoek*

Onderzoek naar welzijn van vissen startte aan het begin van negentiger jaren in de vorige eeuw. Met name het onverdoofd slachten kreeg al vroeg de nodige aandacht in de media. Tot ca. 10-15 jaar geleden lag het zwaartepunt in het onderzoek op ziekten bij vissen. Gaandeweg kwam daar onderzoek naar welzijn van vissen in kweeksystemen bij. Het onderzoek naar welzijn van gehouden vissen is de laatste jaren verschoven van studies naar (voer)gedrag, voeding, endocrinologie en combinaties van deze werkvelden naar emotie en cognitie bij vissen (zie onder meer Braithwaite et al., 2013; Vernier, 2017; Woodruff, 2017).

Bij cognitie gaat het er om dat het dier zijn omgeving kan waarnemen en zich bewust is van veranderingen die zich daarin voordoen (Braithwaite et al., 2013). Het heeft te maken met waarnemen, leren en geheugen (Shettleworth, 1998). Als we accepteren dat dieren gevoelens/emoties kunnen hebben, dan houdt dit tegelijkertijd in dat dieren het vermogen tot cognitie bezitten (Braithwaite et al., 2013).

Sinds de laatste jaren zijn indirecte methoden waarmee welzijn kan worden gemeten voor een belangrijk deel voorhanden (zie bv. Van de Vis et al., 2012); het is namelijk niet mogelijk om een emotie/gevoel, wat subjectief is, direct te meten. Ook worden in toenemende mate omica-technieken (in combinatie met bio-informatica) en smart sensing-technieken ingezet (Martinez, 2015; Van de Vis et al., 2012). Omica-technieken worden gebruikt om tal van processen te bestuderen aan onder meer het genoom, eiwitten en metabolieten van vissen.

### *Hebben vissen gevoel?*

In de wetenschap, met name in Europa, is er een groeiende consensus dat vissen (kaakloze vissen, haaien, roggen, drakenvissen en beenvissen) bewuste ervaringen kunnen hebben en dat het mogelijk is dat deze dieren pijn en angst ervaren. Tegenstanders betwisten deze zienswijze. Voorstanders zijn van mening dat vissen in staat zijn om complex gedrag te vertonen (meer dan aangeboren of instinctief gedrag) en dat er structuren in de hersenen van vissen aanwezig zijn die in primitieve vorm lijken op prefrontale/corticale structuren in de hersenen van de mens (essentieel voor menselijk bewustzijn). Tegenstanders betwisten de zienswijze en ontkennen het vermogen tot bewuste ervaringen bij vissen. Voor meer informatie over dit debat zie onder meer de website <https://animalstudiesrepository.org/do/search/?q=fish&start=0&context=4157404&facet>.

Mede omdat het debat tussen onderzoekers zich vaak toespitst op het vermogen van vissen om pijn te ervaren, gaan we kort in op de termen pijn en nociceptie. Pijn wordt gedefinieerd als "Een onaangename sensorische en emotionele ervaring die verband houdt met feitelijke of mogelijke weefselschade, of wordt beschreven in termen van weefselschade. Pijn is altijd subjectief." (IASP, 2017). Nociceptie daarentegen wordt gedefinieerd als: een neurale proces van transmissie van schadelijke prikkels, met als gevolg een autonome (bv. verhoogde bloeddruk), of motorische terugtrekreflex of een meer complex nocifensief gedrag (bv. wrijven door een regenboogforel na een pijnlijke prikkel (Lima et al., 2012)). Er hoeft bij nociceptie geen ervaring van pijn op te treden." Het is lastig het verschil tussen pijn en nociceptie vast te stellen, omdat het verschil alleen is af te leiden uit resultaten verkregen door gedragsobservaties en (neuro)fysiologische analyses (Broom, 1998).

In het debat over het al of niet ervaren van pijn bij vissen wordt gesteld dat het bezit van een hoogontwikkelde cerebrale cortex een voorwaarde is voor het bewust ervaren van pijn. Vanwege dit debat is belangrijk om te noemen dat bij mensen gevoelens niet alleen maar zijn toe te schrijven aan de cortexactiviteit. Ook sub-corticale structuren en zelfs perifere en enterische (betreft de spijsvertering) neurale systemen blijken een bijdrage te leveren aan het ervaren van gevoelens door mensen (Damasio and Damasio, 2016). Het perifere zenuwstelsel bevindt zich bij mensen buiten de hersenen en het ruggenmerg. Ook het feit dat vogels niet over een neocortex beschikken, zoals zoogdieren die hebben (Merker, 2016), leidt niet tot de conclusie dat deze dieren geen emoties/gevoelens hebben.

Een belangrijk criterium voor bewuste ervaringen en daarmee het vermogen om bv. pijn te ervaren is het functioneren van een expliciet geheugen. Het expliciete geheugen, ook wel het declaratief geheugen genoemd, is een geheugenvorm waarbij informatie wordt opgeslagen die bewust te herinneren is. Onderzoek naar trace conditioning met de heilbot (Nilsson et al., 2010), kabeljauw



(Nilsson et al., 2008ab), regenboogforel (Nordgreen et al., 2010) en goudvis (Vargas et al., 2009) laat zien dat deze vissoorten een declaratief geheugen bezitten. Wanneer stimuli in tijd zijn gescheiden (bv. een lichtflits gevolgd door het aanbieden van voedsel) noemt men dit trace conditioning. Bij mensen en bv. muizen is aangetoond dat trace conditioning afhankelijk is van het bewustzijn. Studies naar het neurale substraat bij vissen laten zien dat het laterale pallium en dorsale pallium waarschijnlijk in hun structuren homoloog zijn aan de hippocampus (speelt een belangrijke rol bij de opslag van informatie in het geheugen) en corticale structuren bij bv. zoogdieren (zie onder meer Broglio et al. 2005; Vargas et al. 2009; Woodruff, 2017). Cerqueira et al (2017) veronderstellen dat in de hersenen van de goudbrasem (*Sparus aurata*) structuren aanwezig zijn die homoloog zijn aan de amygdala (speelt een rol bij ervaren van angst) en het laterale septum bij zoogdieren; beide structuren spelen een rol bij het ervaren van gevoelens/emoties door zoogdieren. Bij teleosteen is geen structuur in de hersenen bekend die homoloog is aan de prefrontale cortex in de hersenen van zoogdieren (Cerqueira et al (2017)).

Dat vissen gevoelens/emoties kunnen ervaren blijkt onder meer uit een experiment waarbij taste aversion is vastgesteld bij goudvissen (Martin et al., 2011). Studies van Sneddon en Ashley hebben laten zien dat het toedienen van een schadelijke prikkel, die pijnlijk kan zijn, het vermogen van forellen aantast om te reageren op een stimulus die angst kan veroorzaken, met andere woorden het vermogen om deze te vermijden. Wanneer de forellen een pijnstillend middel kregen toegediend, lieten de dieren wel vermijdend gedrag zien (voor een overzicht zie Braithwaite, 2014). Cerqueira et al, (2017) hebben laten zien een goudbrasem gevoelens kan ervaren die afhankelijk zijn van de wijze waarop een individueel dier stimuli in de omgeving waarneemt. Bij de waarneming zijn de voorspelbaarheid en de valentie (is de stimulus positief of negatief) van de stimuli van belang. Het bovenstaande overzicht laat zien dat onze kennis over cognitie en gevoelens/emoties (incl. pijn) bij vissen beperkt is. Bovendien bestaat er een variatie in hersenstructuren tussen vissoorten (Braithwaite et al., 2013). Ook de relatie tussen een habitat enerzijds en een vissoort en de sensorische organen van het dier anderzijds zijn van belang; de relatie kan van invloed zijn op de aard van cognitie en gevoelens/emoties (Van den Bos, 2000). Het is bekend dat er een grote diversiteit is in habitats waarin vissen voorkomen (Braithwaite et al., 2013).

Het bovenstaande beknopte literatuuroverzicht laat niettemin zien dat de onderzochte vissen het vermogen tot cognitie en ervaren van gevoelens/emoties hebben. In lijn daarmee heeft de World Organisation for Animal Health (OIE), waar ca. 180 landen zijn bij aangesloten, richtlijnen opgesteld voor welzijn van kweekvissen tijdens slacht- en transportprocessen ([www.oie.int](http://www.oie.int)).

Mede omdat het mogelijk is dat vissen pijn en angst ervaren, passen Europese bedrijven in toenemende mate verdoovingsmethoden toe om kweekvissen te beschermen tijdens het slachtproces (Schrijver et al., 2017). Het begrip 'ongerief' wordt in de context van bedwelmen van slachtdieren vaak gebruikt. Greeve en De Leeuw (2000) definiëren ongerief als "een omstandigheid waardoor of waarbij de gezondheid van een dier wordt benadeeld dan wel noemenswaardige pijn, letsel of ander ernstig ongemak aan het dier wordt berokkend."

In de Europese verordening, Council Regulation 1099/2009 (2009), worden geen nadere eisen gesteld aan de wijze waarop vissen worden bedwemd/gedood, omdat "de Raad behoefte heeft aan meer wetenschappelijke, sociale en economische informatie". In maart 2018 heeft de Europese Commissie aangegeven kweekvissen niet op te nemen in Council Regulation 1099/2009. De Commissie meldt onder meer dat de ontwikkelingen in de Europese aquacultuursector laten zien dat op vrijwillige basis verdoovingsmethoden worden ontwikkeld die overeenkomen met het algemene uitgangspunt van Council Regulation 1099/2009 (2009) (zie website [www.eumonitor.eu](http://www.eumonitor.eu)).

### 3.1.2 Cognitie en emotie (gevoel) bij crustacea (krabben en kreeften)

Krabben en kreeften zijn niet in de EU-verordening aangaande verdoving of doden opgenomen (Council Regulation 1099/2009).

In de media en de wetenschappelijke wereld is de aandacht toegenomen voor de wijze waarop krabben en kreeften worden gedood. Net zoals boven voor vissen is beschreven, is ook voor crustacea de vraag belangrijk of deze dieren het vermogen tot cognitie bezitten en emoties/gevoelens ervaren. Het is bekend dat crustacea in staat zijn om hun oorspronkelijke verblijfplaats terug te vinden (homing). Mogelijk speelt bij homing van deze dieren cognitie een rol (Vannini and Cannicci, (1995).

Experimentele studies naar cognitie in gedrag, neurofysiologie en -anatomie bij crustacea, zoals die bij vissen zijn gedaan, zijn voor zover ons bekend niet uitgevoerd. Experimenteel onderzoek naar cognitie bij vissen laat zien dat er waarschijnlijk emotionele structuren in de hersenen bij deze dieren aanwezig zijn. Overigens is het zo dat het ontbreken van data over emotionele structuren geen bewijs is dat cognitie bij crustacea niet mogelijk is. Diverse studies laten zien dat de dieren complex gedrag vertonen op toegediende prikkels (voor een overzicht zie Sneddon et al, 2014; Sneddon, 2015). Deze stand van zaken laat zien dat nader onderzoek nodig is om meer kennis te vergaren over cognitie en emoties/gevoelens bij crustacea.

Een overzichtsartikel van Sneddon et al. (2014) beschrijft 17 criteria waaraan voldaan moet zijn voor het ervaren van pijn door (gewervelde en ongewervelde) dieren. Deze criteria zijn verdeeld in twee groepen: 1) responsen van een dier die anders zijn dan responsen op onschadelijke prikkels en 2) veranderingen in motivatie bij een dier. Aan de hand van een literatuuronderzoek is door Sneddon et al. (2014) nagegaan of decapoden (hiertoe behoren onder meer krabben, kreeften en garnalen) voldoen aan de opgestelde criteria. In deze studie zijn onder meer de strandkrab, gewone heremietkreeft (*Pagurus bernhardus*), gewone steurgarnaal (*Palaemon elegans*), Noordzeekrab, blaasjeskrab (*Hemigrapsus sanguineus*), zuiderzeekrabbetje of zwart krabbetje (*Chasmagnathus granulatus*) en de Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) meegenomen.

Sneddon et al. (2014) concluderen dat voor krabben en kreeften veelal geen uitspraken kunnen worden gedaan over het wel of niet voldoen aan de criteria voor het ervaren van pijn. Met name omdat gegevens van experimenteel onderzoek naar cognitie, met name de aan- of afwezigheid van emotionele structuren in met name het cerebrale ganglion, "de hersenen" bij deze dieren ontbreken. Ook voor andere criteria ontbreekt de benodigde kennis. Het betreft de criteria: relief-learning, zelf toedienen van pijnstillers en inspanning verrichten om toegang te krijgen tot pijnstillers. Dat laatste criterium is van belang om vast te stellen of het dier instaat is een stimulus in verband te brengen met het beëindigen van de onaangename prikkel. Als dat het geval is dan kent het dier aan de stimulus een positieve betekenis toe. Het dier verkiest dan een dergelijke stimulus boven een neutrale (Gerber et al., 2014).

Experimenteel onderzoek laat zien dat een heremietkreeft een afweging kan maken tussen behoeften of vereisten. De heremietkreeft heeft een zacht achterlijf en daarom heeft het dier bescherming nodig van een lege schelp. Na een elektrische schok bleek een heremietkreeft een lege schelp van tweede keus eerder te verlaten dan een lege schelp van de eerste keus (Appel and Elwood, 2009; Elwood and Appel, 2009).

Sneddon et al. (2014), de auteurs van een overzichtsartikel, doen geen uitspraak of decapoden wel of juist geen pijn kunnen ervaren. Rose et al. (2014) en Diggles (2018) zijn stellig; zij geven aan dat het onwaarschijnlijk is dat decapoden pijn kunnen ervaren. Sneddon et al (2014) zijn van mening dat het voorzorgsprincipe (Shriver, 2006) moet prevaleren. De kans op dierlijk lijden dient zoveel mogelijk vermeden te worden, als er geen gereede twijfel is over de kans dat een groep dieren pijn kan ervaren (Andrews, 2011). Maar ook als er geen zekerheid is over het ervaren van pijn door een diersoort, dan is op grond van het voorzorgsprincipe nodig om te handelen of ten minste een deel van deze dieren pijn kan ervaren (Sneddon et al., 2014). In dit onderzoek hebben wij op grond van de werkhypothese dat krabben en kreeften gevoelens kunnen hebben deze dieren meegenomen in het onderzoek.

### 3.1.3 Cognitie en emotie (gevoel) bij inktvissen

Er komen twee groepen cephalopoden (koppotigen of inktvissen) voor: de *Nautiloidea* (bestaat uit zes soorten) en de *Coleoidea* (hiertoe behoren de pijlinktvissen, zeekatten, octopussen en vampierinktvissen) ([www.tolweb.org](http://www.tolweb.org)). De tweede groep bestaat uit 700 soorten ([www.tolweb.org](http://www.tolweb.org)). Diverse studies naar cephalopoden laten zien dat welzijn van deze dieren aangetast kan worden als gevolg van de interactie tussen mens en dier.

Koppotigen laten complex gedrag zien, zijn in staat problemen op te lossen en planmatig gedrag te vertonen (zie bv. Fiorito et al., 2015). Een octopus (*Octopus vulgaris*) toont flexibiliteit in gedrag om een doel te bereiken (Mather and Dickel, 2017). Een zeekat (*Sepia officinalis*) laat 'taste aversion learning' zien; indien aan een gewild prooidier een bittere smaak wordt gegeven, kiest de zeekat ervoor om op een minder populair prooidier te gaan jagen (Darmaillacq et al, 2004). Een zeekat laat ook ruimtelijk leergedrag zien (Graindorge et al, 2006). Een octopus kan worden geleerd om een pot met voedsel waar een deksel op zit te openen (Anderson and Mather, 2010). Wanneer een octopus wordt geconfronteerd met een situatie die nieuw voor het dier is, dan vertoont het dier exploratief



---

gedrag en speelgedrag (Mather and Anderson, 1999). Matter suggereert dat deze flexibiliteit in gedrag erop wijst dat een octopus bewuste ervaringen kan hebben (Mather, 2008). In een overzichtsartikel van Shigeno et al. (2018) laten de auteurs zien dat in de hersenen van koppotigen structuren aanwezig zijn die overeenkomsten vertonen met de cerebrale cortex, de hippocampus en amygdala bij vertebraten. De in deze paragraaf kort beschreven studies wijzen erop dat koppotigen cognitie en emoties/gevoelens (b.v pijn en angst) kennen.

#### 3.1.4 Cognities en emotie (gevoel) bij schelpdieren

Het zenuwstelsel bij tweekleppige dieren zoals mosselen en oesters bestaat uit twee zenuwstrengen en drie paar ganglia (Brusca and Brusca, 2003) en dat houdt in dat dit neurale substraat niet als hersenen te duiden zijn. Er zijn voor zover ons bekend geen studies voorhanden die laten zien dat er sprake is van cognitie en gevoelens/emoties bij schelpdieren. Er is wel aangetoond dat tweekleppigen en slakken over een neurale substraat beschikken voor nociceptie (Sneddon, 2015). Gedragsstudies en neurofysiologische studies naar toegebrachte weefselschade zijn voor tweekleppigen niet uitgevoerd (Crook and Walters, 2011). Sneddon (2015) meldt dat bij de *Aplysia* (een slakkensoort, die niet door de Nederlandse visserij wordt aangeland) nociceptie is aangetoond en dat deze dieren complex gedrag in hun reactie op stimuli vertonen. Sneddon (2015) doet geen uitspraak over de mogelijkheid of de *Aplysia* cognitie en gevoelens/emoties kent.

Door het gebrek aan kennis inzake het welzijn van schelpdieren zoals mosselen, oesters en slakken, zijn deze soorten niet meegenomen in de risico-evaluatie.

### 3.2 Welzijn: hoe meet je dat?

#### 3.2.1 Allostase en allostatic load: een model

Bij het wegen van welzijn van dieren tegen andere belangen kunnen mensen vanuit verschillende waardenstelsels (Fraser, 2008) komen tot een verschillend oordeel. Maar we kunnen op grond van gedragsobservaties, anatomische, fysiologische en neurofysiologische studies wel degelijk afleiden wat de staat van het welzijn van een vis is. De staat van de gezondheid van vissen is redelijk goed vast te stellen. Dit is ook het geval voor fysiologische stress, fysiologische veranderingen in de hersenen bij vissen en (sterk) afwijkend gedrag.

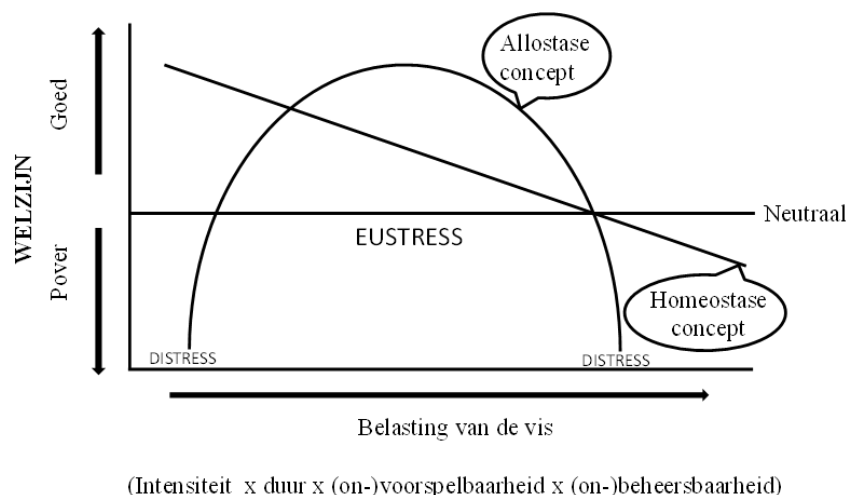
Met behulp van het allostase-model (Korte et al., 2007) kan men vaststellen welke stressbelasting een dier in gedrag en (neuro)fysiologie kan hanteren (zie figuur 3.1); het betreft dus indirecte methoden. Het allostase-model is één van de benaderingen om welzijn te toetsen. Een andere benadering is bv. het gebruik van schema's om het welzijn van Atlantische zalm te beoordelen (RSPCA, 2018a).

Bij allostase is een reactie op verschillende stimuli bij een dier niet gericht op het handhaven van bepaalde setpoints (bv. een constante hartslag). Een verandering in setpoints kan namelijk betekenen dat het dier zich heeft aangepast aan de veranderde omgeving. Allostase is een proces waarbij dieren hun (neuro)fysiologie en gedrag kunnen aanpassen aan de belasting waaraan ze worden blootgesteld. De relatie tussen enerzijds de belasting en anderzijds het welzijn van het dier heeft de vorm van een "bergparabool" (zie figuur 3.1). Bij zowel een te geringe belasting (bijvoorbeeld in een prikkelarme omgeving) als een te hoge belasting van het dier zal er sprake zijn van een aantasting van het welzijn of matig welzijn.

In het homeostase-concept daarentegen is er sprake van een lineaire relatie tussen de belasting waaraan een dier wordt blootgesteld en de mate van welzijn (zie figuur 3.1). Handhaven van homeostase vraagt om een voortdurende bijstelling/regeling, met het doel om terug te keren naar de oorspronkelijke setpoints. Het homeostase-concept is bijvoorbeeld van toepassing op de fysiologie van calcium en op de beheersing van de zuurgraad en het glucosegehalte in het bloed bij vissen. Volgens de huidige inzichten zijn er daarnaast diverse (neuro-)fysiologische en gedragsmatige processen, waarbij variatie juist belangrijk is, omdat een dier zich daarmee aan zijn omgeving kan aanpassen. Allostase houdt in stabiliteit door verandering (Korte et al., 2007).

De effecten van een belasting van het dier worden bepaald door de intensiteit, duur, (on)voorspelbaarheid en (on)beheersbaarheid van de prikkels, zoals aangegeven in figuur 3.1. Er is slechts beperkte kennis beschikbaar over de omstandigheden waaronder kweekvissen aan een te lage of te hoge belasting worden blootgesteld.

Een korte toelichting op het begrip stress is hier van belang. Er is sprake van distress bij een te lage of hoge belasting van het dier en van eustress wanneer het dier voldoende wordt belast om met zijn dynamische omgeving om te kunnen gaan (Wendelaar Bonga, 1997). Voor gehouden dieren is een balans (batig saldo) tussen positieve en negatieve prikkels belangrijk. Bij eustress voldoet een



**Figuur 3.1** Het allostase- en homeostase-concept in relatie tot welzijn van dieren

omgeving aan de behoeften van de vis. Onder fysiologische behoeften verstaan we bijvoorbeeld de ademhaling, osmotische balans, voeding (voer van de juiste samenstelling) en gezondheid (Stien et al., 2013). De gedragsmatige behoeften gaan over gedrag waarvoor een dier is gemotiveerd, omdat het leidt tot "een beloning". Hierbij kan het gedrag zelf ook de beloning zijn. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen autonome en niet-autonome behoeften. Een voorbeeld van een autonome behoefte is de ademhaling. Dieren hebben met name aandacht voor de niet-autonome behoeften, omdat zij voor de bevrediging daarvan op stimuli in hun omgeving moet letten. Van allostatische overload is sprake als de draaglast (de belasting) de fysieke en emotionele draagkracht van de vissen (langdurig) overschrijdt.

Het is bekend dat een overbelasting van vissen ook een nadelig effect op de productkwaliteit kan hebben (Van de Vis et al, 2014). Pogingen om te ontsnappen aan een stressor kunnen leiden tot inwendige of uitwendige verwondingen. Het gevolg kan ook zijn dat de lijkstijfheid of *rigor mortis* sneller intreedt en intenser is, waardoor het bindweefsel tussen spiersegmenten scheurt en een filet uit elkaar kan vallen; dit kan met name voorkomen bij de kabeljauw en Atlantische zalm. Ook het gehalte aan energiedragers in de spieren neemt af als gevolg van stress voorafgaand aan het proces van verdoven en doden. Een lager gehalte aan energiedragers in de spieren in combinatie met een verzuring door de vorming van lactaat betekent dat een visproduct minder vers is. Bij de Europese paling is het rode spierweefsel bleker en het vlees minder stevig (Morzel and Van de Vis, 2003). Productkwaliteitsparameters zijn geen robuuste indicatoren voor (een gebrek aan) welzijn bij vissen (Van de Vis et al., 2019).

### 3.2.2 Meten van viswelzijn in kweeksystemen

In het ideale geval worden de vissen zelf gemonitord als indicatie voor hun welzijn. Het gebruik van het allostase-model vraagt om gebruik van intensieve en vaak invasieve analysemethoden (labmethoden) en is daarom niet bruikbaar voor het beoordelen van het welzijn in praktijksituaties. Het welzijn kan worden beoordeeld door te toetsen of er in de praktijk aan de soortspecifieke behoeften van vissen wordt voldaan.

Welzijnsbehoeften van vissen zijn in te delen in onderstaande categorieën, ontleend aan Noble et al. (2018):

- **Adequate voeding**; alle behoeften op gebied van voedselvoorziening en nutriënten
- **Geschikte waterkwaliteit**; alle behoeften in relatie met waterkwaliteit en –samenstelling, om lichaamsfuncties zoals osmoregulatie, ademen en thermoregulatie te kunnen vervullen, en met aanvaardbare niveaus van metabolieten of andere stoffen/deeltjes in het water die invloed kunnen hebben op het welzijn en/of de fysiologie van de vissen
- **Goede gezondheid**; een goed functionerende fysiologie (brain-body) en afwezigheid of laag niveau van misvormingen, ziekten, parasieten en verwondingen
- **Vrijheid om aan de gedragsbehoeften te voldoen**; te kunnen leven in overeenstemming met natuurlijke gedragsbehoeften, inclusief de vrijheid om te bewegen naar wens, te kunnen fourageren, contact met soortgenoten te kunnen hebben (bij sociale soorten), de vrijheid tot migratie en reproductie (in de betreffende levensfasen), en de vrijheid om te rusten
- **Veiligheid**: behoeften die samenhangen met het beschermen van het lichaam tegen verwondingen, het vermijden van situaties die als gevaarlijk worden ervaren door een dier, en kunnen schuilen tussen/onder soortgenoten.

Welzijn van vissen is gekoppeld aan voeding, waterkwaliteit, gezondheid, gedragsbehoeften en veiligheid. Veiligheid als categorie is door Noble et al. (2018) bij de categorie gezondheid ondergebracht. Stein et al. (2013) zien gezondheid en veiligheid als aparte welzijnsbehoeften en daarom zijn ze gescheiden categoriën in dit rapport. Het is logischer om voor veiligheid een aparte categorie te maken, bv. vaststellen of er verwondingen zijn en/of angst kan voorkomen als gevolg van hanteren van vissen tijdens de houderij (bv. sorteren op grootte), transport (laden en lossen) en slacht (bv. een verdoving die niet effectief is). Verwondingen en/of angst hoeven niet tot gezondheidseffecten te leiden.

Om het welzijn van vissen in kweeksystemen te kunnen beoordelen, is het noodzakelijk om te beschikken over een set van welzijnsindicatoren die beschrijven in welke mate voor de betreffende vissoort in de betreffende levensfase en onder de betreffende omstandigheden aan de welzijnsbehoeften is voldaan. Er wordt onderscheid gemaakt tussen input-based (=resource-based) en outcome-based (=animal-based) welzijnsindicatoren. Input-based welzijnsindicatoren zijn aspecten van het houderijsysteem die beïnvloeden in welke mate aan de behoeften van de vis wordt voldaan (diverse aspecten van waterkwaliteit, voeding, uitvoering en inrichting van de tank et cetera). Outcome-based welzijnsindicatoren worden aan de dieren zelf gemeten en geven een directe indicatie van diens welzijnstoestand (via groei, verwondingen, afwijkingen van normaal gedrag, mortaliteit et cetera). Beide typen welzijnsindicatoren komen direct of indirect aan de orde bij de bespreking van potentiële gevaren voor het welzijn van vissen in kweeksystemen (3.3.1).

### 3.2.3 Meten van welzijn bij de visserij

In paragraaf 3.2.2 is een definitie gegeven van welzijn van vissen in relatie met de kweek, het transport en de slacht. Een dergelijke definitie gaat voor de vangst van vis in de visserij in principe ook op, maar van een balans tussen bewuste negatieve en positieve ervaringen zal in de visserij geen sprake zijn. Visserij zal alleen in negatieve zin bijdragen aan het welzijn van gevangen vis. Op basis van de volgende literatuur (Broadhurst et al., 2006; Davis et al, 2002; Midling et al., 2012; Olsen et al., 2014; Veldhuizen et al., 2018) wordt duidelijk dat welzijnsverbeteringen kunnen worden bereikt wanneer men zich richt op het reduceren stress en verwondingen en op het aantal dieren dat met negatieve welzijns effecten te maken krijgt. Het gaat hierbij niet alleen om het welzijn van de gevangen en aangelande dieren, maar ook dieren die zijn ontsnapt uit een net of om bijvangst. Veranderingen in visserijmethoden ter verbetering van dierenwelzijn kunnen vooral dan worden gerealiseerd als het gepaard gaat met kwaliteitsverbetering of vermindering van kwaliteitsverlies of een efficiëntere bedrijfsvoering. Van diverse vissoorten is bijvoorbeeld bekend dat acute stress kort voor het slachten invloed heeft op de productkwaliteit (o.a. Van de Vis et al, 2003). Breen et al (2019) definiëren 'goed welzijn van gevangen vis' als vangst- en verwerkingsmethoden die fysieke schade aan de vis en de 'allostatic load' tot een minimum beperken tot aan het moment dat de vissen zijn gedood of vrijgelaten. De overlevingskansen na vrijlating zijn dan optimaal en een goede productkwaliteit kan worden gewaarborgd.

---

## 3.3 Potentiële gevaren voor viswelzijn

### 3.3.1 Identificatie van gevaren in de aquacultuur

Ongeacht het type houderijsysteem kan het welzijn van vissen tijdens drie fasen in kweeksystemen worden aangetast: tijdens de houderij in de verschillende levensfasen, tijdens transport, en tijdens het slachtproces. Voor kweeksystemen maken we onderscheid in de volgende fasen:

- Houderij van:
  - ouderdieren (voortplanting)
  - fry/pootvissen
  - opkweek tot marktwaardige vis
- Transport van:
  - fry/pootvissen
  - marktwaardige vis
- Slachtproces

Omdat ze bij alle typen kweeksystemen (open, gesloten, zoetwater, zeewater) voorkomen, bespreken we potentiële gevaren en bijbehorende welzijnseffecten per genoemde fase. Daarbij is bij bespreking van gevaren in de houderijsystemen de indeling in de 5 categorieën van welzijnsbehoeften aangehouden (zie paragraaf 3.22): voeding-waterkwaliteit-gezondheid-gedragsbehoefte-veiligheid. Uit de beschreven gevaren en welzijnseffecten per fase is een selectie gemaakt van potentiële gevaren en welzijnseffecten voor opname in de scorelijsten, op basis waarvan het expertpanel o.a. impacts voor uiteenlopende kweeksystemen heeft gescoord (zie hoofdstuk 4). Onderaan iedere paragraaf/sectie volgt een korte samenvatting van potentiële gevaren.

#### 3.3.1.1 Ouderdieren (voortplanting)

We gaan er van uit dat de wijze van voer verstrekken, de voerkwaliteit en de waterkwaliteit in houderijsystemen van ouderdieren waarschijnlijk optimaal is (geen risico's oplevert; de ouderdieren vormen het kapitaal van een vermeerderaar). Ouderdieren worden bij lagere dichtheden gehouden dan vissen tijdens de opkweek. Bovendien zijn er strictere procedures rondom hygiëne en preventie van ziektes, vergeleken met de opkweek. (H. van de Vis, pers. observatie). Er zijn een aantal handelswijzen in het management van ouderdieren mogelijk die tot welzijnseffecten kunnen leiden. Eén daarvan is hormonale inductie. De vissen worden hiertoe uit het water gehaald (gehanteerd) en geïnjecteerd met geslachtshormonen, waardoor ongerief ontstaat. Bij bepaalde vissoorten (niet bij de zgn. 'luchtademhalers') kan dit tot een geringe mate van ademnood leiden. De vrouwelijke dieren worden opnieuw uit het water gehaald om afgestreken te worden, d.w.z. door druk op de buikwand uit te oefenen wordt de kuit verzameld. Voorafgaand hieraan worden de dieren in het water verdoofd. Bij meerval-ouderdieren worden de mannelijke dieren onder verdoving geopereerd, waarbij een deel van de testis voor het verzamelen van spermacellen wordt weggenomen. Hierna worden ze teruggezet in het water. Andere mannelijke vissoorten kunnen ook onder verdoving worden afgestreken om hom (spermacellen) te verzamelen.

Bij tilapia-mannetjes wordt een deel van de bovenkaak verwijderd om agressie naar tilapia-vrouwen te vermijden (Gupta and Acosta, 2004), hetgeen het dier beperkt in zijn gedrag (o.a. eetgedrag) en tot chronische stress kan leiden. Het is bekend dat er ook een andere methode wordt gebruikt (afstrijken) bij de voortplanting van de Nijltilapia waardoor het verwijderen van de bovenkaak niet nodig is. Bij pangasius en tilapia die worden gehouden in respectievelijk vijvers met doorstroming en flow-through systemen (open systemen) kan de (continue) aanwezigheid van predatoren tot welzijnsproblemen leiden (chronische stress).

Er zijn veelal geen verdovingsmethoden bekend die in de praktijk worden toegepast op ouderdieren die niet geschikt meer zijn voor de fok. In Noorwegen zijn er criteria beschreven waaraan euthanasie van Atlantische zalmen dient te voldoen voor dieren die uit een productiesysteem worden gehaald en niet meer bestemd zijn consumptie (Noble et al., 2018). Doden zonder voorafgaande verdoving kan ernstig ongerief met zich meebrengen.

#### 3.3.1.2 Houderij fry/pootvissen en opkweek

Bij de houderij van fry/pootvissen en de houderij van opkweek kunnen min of meer vergelijkbare potentiële welzijnseffecten voorkomen, waarbij de mate en aard van het welzijnseffect kan verschillen

---

afhankelijk van de levensfase. Deze potentiële risico's hebben te maken met de mate waarin aan de behoeften van het dier wordt voorzien: adequate voeding, geschikte waterkwaliteit, goede gezondheid, vrijheid om aan gedragsbehoeften te voldoen en veiligheid (Sien et al., 2013; zie paragraaf 3.2.2).

### **Voeding**

Het voeren van vissen, gehouden in de eerder beschreven kweeksystemen, vindt plaats door het voer over het water oppervlak te verspreiden of de vissen bedienen zelf (een demand feeder) een voerautomaat. Vissen als bv. Afrikaanse meervallen eten het voer aan het wateroppervlak, terwijl tongen het voer vanaf de bodem van een tank eten. In de aquacultuur is de samenstelling van het voer en de manier waarop dat wordt aangeboden constant. Ook voor vissen is bekend dat de wijze waarop het voer wordt aangeboden, het tijdstip en de samenstelling van het voer moeten passen bij de soortspecifieke behoeften van een vis. Een voerregime of voersamenstelling die niet past bij de behoeften van een vis leidt tot chronische stress en mogelijk misvormingen bij het dier (zie bv. Van de Vis et al., 2012). Het is bekend dat de samenstelling van het voer voor met name pootvissen of dieren die nog kleiner zijn kritischer is dan in geval van de opkweek naar marktwaardige vissen.

Voerfabrikanten voeren daarom intensief onderzoek naar de optimale samenstelling van het voer. In de praktijk is het veelal niet mogelijk om de diversiteit aan voer die in de natuur voor een vissoort aanwezig is ook in een houderijomgeving aan te bieden.

Voordat vissen op grootte worden gesorteerd, uitgedund (omdat de dichtheid in de tank te hoog is geworden), getransporteerd, geslacht of om een andere reden worden gehanteerd wordt het voer onthouden. Voer onthouden remt het metabolisme van vissen waardoor de uitscheiding van koolzuurgas en ammonia afnemen. Dit is met name van belang voor de waterkwaliteit tijdens transport van vissen (Noble et al., 2018), maar ook voor het hanteren van de dieren om andere redenen. Voer onthouden voorafgaand aan transport van de Afrikaanse meerval (Manuel et al., 2014) en Europese paling (Boerrigter et al., 2015) leidde niet tot stress in deze vissen. Het is bekend dat herhaalde malen voer onthouden of een te lang durende voeronthouding bij de zeebaars en zeebrasem nadelig kan zijn voor het welzijn van deze vissen (EFSA, 2009a). Wanneer voeronthouding op een gecontroleerde manier gebeurt, veroorzaakt dit waarschijnlijk geen belasting bij een vis. Vissen zijn ectotherme/poikilotherme<sup>1</sup> dieren en hoeven daarom niet te eten om hun lichaam op temperatuur te houden.

Samenvattend: een voerregime dat niet past bij een vissoort kan, rekening houdend met levensstadium van het dier, en de voersamenstelling potentiële gevaren (chronische stress, misvormingen) opleveren.

<sup>1</sup>Poikilotherme dieren nemen, net zoals ectotherme dieren, de temperatuur van hun omgeving aan. Maar poikilotherme dieren kunnen er voor kiezen om zich bloot te stellen bloot wisselende omgevingstemperaturen. Een voorbeeld hiervan is een reptiel dat in de zon gaat liggen om op te warmen of de schaduw opzoekt om weer af te koelen. Ook bij vissen kan vergelijkbaar gedrag voorkomen, bv. een Atlantische zalm in de waterkolom migreert en zo een omgeving met een hogere of lagere temperatuur opzoekt.

### **Waterkwaliteit**

Voor vissen is het van belang dat de kwaliteit van het water in vijver, tank of kooi goed is. Denk hierbij bv. aan de gehalten van zuurstof, totaal ammonia en koolzuur in het water. Het zuurstofgehalte moet niet zakken onder de specifieke grenswaarde voor een vissoort, waarbij mogelijk rekening moet worden gehouden met het levensstadium van het dier. De gehalten aan koolzuurgas en totaal ammonia mogen voor de betreffende vissoort niet te hoog zijn.

Omdat de diversiteit aan habitats waar vissen in de natuur voorkomen groot is, kunnen de eisen die vissoorten stellen aan de waterkwaliteit sterk verschillen. Een Atlantisch zalm leeft in zuurstofrijk water (Noble et al., 2018), terwijl een Afrikaanse meerval kan overleven in binnenwateren in Afrika die in de zomer droogvallen (Bruton, 1979). Daarnaast kunnen verschillende vissoorten verschillen in hun behoeften voor wat betreft de zuurgraad, saliniteit, turbiditeit van het water. Maar voor alle gehouden vissoorten is het zo dat uitgescheiden koolzuurgas, ammonia, feces niet moeten ophopen in een houderijsysteem.

Onderstaand geven we nadere informatie over belangrijke waterkwaliteitsparameters.

---

### *Zuurgraad (pH)*

De zuurgraad van zoetwater en zeewater kan sterk verschillen. De pH van zeewater is ca. 8. In RAS ligt de pH van zoetwater tussen de 5,5 tot 7. Per vissoort kan de range van pH waarden die voldoet aan de behoefte van het dier verschillen. Voor de Afrikaanse en Claessee meerval is een pH tussen 5 tot 9 acceptabel. Het kan voorkomen dat de pH van het water in korte tijd sterk verandert, zonder dat vissen zich hieraan kunnen aanpassen. Het is duidelijk dat dit moet worden vermeden, om aantasting van de huid en kieuwen te vermijden.

Een beheersing van de zuurgraad in RAS is van belang omdat bij een lagere pH de concentratie van ammonia ( $\text{NH}_4^+$ ) toeneemt en die van het giftiger ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) in het water afneemt.

Samenvattend; een te hoge of te lage pH levert voor een vissoort een potentieel gevaar op (chronische stress en mogelijk mortaliteit). Voor RAS systemen heeft de pH invloed op het gehalte aan  $\text{NH}_3$  in het water. Een te hoog ammoniak kan leiden tot chronische stress en ook mortaliteit en daarom is een lage pH waarde van belang (zie bv. Schram et al., 2010).

### *Zuurstofgehalte*

Het zuurstofgehalte in het water vormt waarschijnlijk een van de belangrijkste welzijnsrisico's in flow-through systemen (Van de Vis et al, 2019). In deze systemen worden vissen in een hoge dichtheid gehouden, en zijn daarmee afhankelijk van een continue toevoeging van zuurstof aan het water. Onvoldoende zuurstoftoevoer kan leiden tot hypoxische situaties die invloed kunnen hebben op welzijn van vissen en hun groei. Een oververzadiging van water met zuurstof kan voorkomen als pure zuurstof wordt toegevoegd en dit kan leiden tot snelle veranderingen in bloed-pH, met mortaliteit als gevolg. Men spreekt dan van de gas bubble disease bij een vis.

In recirculatie (RAS)-systemen is het zuurstofgehalte van het water een belangrijke parameter, vanwege de hoge dichtheden.

Het gebruik van pompen om het water in tanks (flow-through en RAS) te verversen brengt ook het risico met zich mee van oververzadiging van het water met stikstofgas, dit kan tot een ernstig welzijnseffect leiden bij een vis.

Wat de behoefte aan zuurstof betreft, bestaan er sterke verschillen tussen vissoorten. Afrikaanse meervallen en Claessee meervallen zijn luchttademhalers en kunnen daarom zuurstof uit de lucht opnemen en daaraan koolzuurgas afgeven. Ook paling kan aan de lucht overleven, mits het dier, net zoals meervallen, niet uitdroogt en niet wordt blootgesteld aan grote temperatuursveranderingen. Een publicatie van Belao et al. (2011) laat zien dat voor Afrikaanse meerval een zuurstofgehalte lager dan 3,2 mg  $\text{O}_2/\text{l}$  (bij 25 °C ) leidde tot afname van het metabolisme van het dier. De zuurstofvoorziening is voor beide meervalsoorten in RAS daarom minder kritisch dan voor bv. smolts van Atlantische zalm (EFSA, 2008b). Voor meervallen zal een oververzadiging met zuurstof waarschijnlijk niet snel optreden, omdat een zuurstofverzadiging hoger dan 60% in het uitstromende water van een tank ruim voldoende is, (Van de Vis et al., 2013a) en daarom is dit aspect in de risico-evaluatie niet meegenomen. Bij de kweek van pangasius in vijvers wordt geen puur zuurstof aan het water toegevoegd. Daarom vormt voor deze vissoort oververzadiging met zuurstof geen gevaar en is dit aspect voor pangasius niet meegenomen in de risico-evaluatie.

Bij de Wageningen Universiteit is aangetoond dat de voedselopname van Nijltilapia hoger is bij zuurstofgehalten van 5-6 mg/l, vergeleken met 3 mg  $\text{O}_2/\text{l}$  (Tran-Duy et al., 2008). De hogere zuurstofgehalten verdienen om welzijnsredenen de voorkeur. Een zuurstofgehalte dat hoger is dan 5 mg  $\text{O}_2/\text{l}$  is daarom voor Nijltilapia aan te bevelen; oververzadiging moet worden vermeden. Een tarbot heeft behoefte aan water waarvan het zuurstofgehalte 80-85% bedraagt als percentage van de verzadiging (Foss et al., 2007); bij een watertemperatuur van 18 °C bedraagt het zuurstofgehalte 7,5 mg/l.

Samenvattend levert een te hoog (oververzadiging) en te laag gehalte aan zuurstof een potentieel gevaar voor het welzijn (chronische stress en mogelijk mortaliteit).

### *Koolzuur*

Een hoog gehalte aan koolzuurgas in het water heeft een nadelig effect op het welzijn van vissen. Bij bv. regenboogforellen (EFSA, 2008b) en Atlantische zalmen (EFSA, 2008a) leidt een langdurig te hoog gehalte tot stress, een afname van de groei, ziektes en mortaliteit. Alhoewel beide meervalsoorten tijdens opkweek in staat zijn om naast de ademhaling in het water aan het wateroppervlak te ademen (Van de Vis et al., 2013a), kan ook bij deze vissen een te hoog koolzuurgehalte het welzijn van de dieren nadelig beïnvloeden en uiteindelijk leiden tot mortaliteit. Mogelijk zullen er minder snel

welzijnseffecten optreden dan in het geval van bijvoorbeeld de Nijltilapia, die in een tank in het water ademhaalt. Een pangasius kan ook aan de lucht ademen; we veronderstellen dat dit dier op dit punt vergelijkbaar is met beide meervalsoorten.

Een globale grenswaarde voor koolzuur in het water voor beide meervalsoorten en Nijltilapia is < 50 mg/l water (Van de Vis et al., 2013a).

Een te hoog koolzuurgehalte kan voor alle vissoorten een potentieel gevaar voor het welzijn (chronische stress) opleveren en leiden tot mortaliteit.

#### *Ammonia, nitriet en nitraat*

De meeste beenvissen scheiden ammoniak uit door de omzetting van eiwitten in hun lichaam. Het is bekend dat een te hoge totaal ammoniakconcentratie giftig is. Totaal ammonia is de som van de concentratie  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NH}_3$ ; in water stelt zich een pH-afhankelijk evenwicht in tussen  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NH}_3$ ; hierbij speelt het zoutgehalte van het water ook nog een rol. Bij een relatief lage pH is het gehalte aan ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) lager en mogelijk niet giftig, daarom moet het totaal ammoniagehalte altijd in combinatie met de pH en het zoutgehalte worden bekeken. Omdat in RAS het water wordt hergebruikt, gebruikt een kweker een biologisch filter om ammonia om te zetten in het nitraat dat veel minder toxisch is. Er kan zich in een biologisch filter een probleem voordoen als deze slecht functioneert; nitriet kan accumuleren in het kweekwater. Ammonia wordt nl. via nitriet als tussenproduct omgezet in nitraat. Voor Afrikaanse meerval is de grenswaarde 0.9 mg  $\text{NH}_3\text{-N/L}$  (Schram et al., 2010). Ook een te hoge concentratie van nitriet is een gevaar, omdat het toxischer is dan nitraat.

Voor Afrikaanse meerval zijn de volgende grenswaarden opgesteld: 0,6 mg  $\text{NO}_2^-\text{-N/l}$  in afwezigheid van chloride (Roques et al., 2013). Voor Nijltilapia is de grenswaarde 5 mg  $\text{NO}_2^-\text{-N/l}$  (DeLong et al., 2009) bij een laag chloridegehalte van het water.

Nitraat is minder toxisch dan nitriet. Onderzoek heeft laten zien dat te hoge nitraatgehalten kunnen leiden tot een verhoogde zwemsnelheid en abnormaal lateraal zwemgedrag bij vissen (Davidson et al., 2011). Onderzoek heeft laten zien dat voor de Afrikaanse meerval 140 mg/l de grenswaarde is voor nitraat-stikstof ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ). (Schram et al., 2012). Voor tarbot is de grenswaarde < 125 mg/l voor nitraat-stikstof (Van Bussel et al., 2012). Voor Nijltilapia ligt de grenswaarde rond de 100-200 mg  $\text{NO}_3^-\text{-N/l}$  (Dalsgaard et al (2013). Timmons et al. (2002) toonden aan dat gehalten van 300-400 mg  $\text{NO}_3^-\text{-N/l}$  giftig zijn voor Nijltilapia.

Samenvattend: een te hoog gehalte aan totaal ammoniak, nitriet en nitraat leveren een potentieel gevaar op voor vissoorten (chronische stress en ook mortaliteit). Voor het gehalte aan ammoniak is de zuurgraad en saliniteit van het water ook bepalend voor de giftigheid. De grenswaarden voor ammoniak, nitriet en nitraat zijn soortspecifiek.

#### *Stikstof*

Een oververzadiging met stikstof in het water kan bij vissen leiden tot de gas bubble disease. Een vis kan zijn evenwicht verliezen en uiteindelijk dood gaan. Een oververzadiging met stikstof kan veroorzaakt worden door een niet goed functionerende pomp die lucht aanzuigt. Door het pompen wordt de aangezogen lucht onder druk in het water gebracht waardoor er een oververzadiging van stikstof kan optreden. Een oververzadiging met stikstof is voor bv. de zeebaars en zeebrasem ernstiger dan een oververzadiging met zuurstof (EFSA, 2008c).

Samenvattend: een oververzadiging met stikstof is een potentieel gevaar voor het welzijn (chronische stress en mortaliteit).

#### *Temperatuur*

In de natuur leeft een Afrikaanse meerval tussen 18 en 28 °C (Bruton, 1979). We veronderstellen dat dit ook voor Claressse meerval opgaat. Voor de tarbot laat het overzicht van Bussel et al. (2012) zien dat de temperatuur voor een optimale groei van de jonge vissen tot 60 dagen na hatching tussen 19 en 22°C ligt, en voor vissen vanaf 100 g is dit 16-17°C (Imsland et al., 2006). Een te hoge of te lage temperatuur kan tot ziektes leiden en mogelijk mortaliteit. Voor een doorstroomsysteem is de temperatuur niet lager dan ca. 10 °C en daarom kan dat als ondergrens worden aangehouden voor tarbot. Een temperatuur tussen 25 en 27 °C is optimaal voor Nijltilapia (DeLong et al., 2009).

In het algemeen wordt aangenomen dat abrupte schommelingen van meer dan 2 °C, door vissen bv. over te zetten van de ene naar de andere tank, moet worden vermeden. Extreme temperaturen (te hoog, te laag) kunnen leiden tot een verminderde zwemcapaciteit (Hvas et al, 2017).

---

Samenvattend: een te hoge of te lage temperatuur is een potentieel gevaar (chronische stress, ziektes en mortaliteit).

#### *Zoutgehalte (saliniteit)*

Fysiologisch gezien is er een groot verschil tussen vissoorten in zee en zoetwater vissoorten. Beenvissen in zee verliezen water via de kieuwen als gevolg van het grote verschil in osmotische druk tussen het zeewater en de vis zelf. Het zoutgehalte in zee is veel hoger dan in een beervis; deze vissen zijn hyposmotisch. Beenvissen moeten het verlies van water uit hun lichaam, als gevolg van het grote verschil in osmotische druk, compenseren en doen dit door zeewater op te nemen (=drinken). Hierbij wordt een deel van de ionen uit het zeewater opgenomen door middel van diffusie in de slokdarm en vervolgens actief uitgescheiden via de kieuwen (Brix, 2008).

Een belangrijk verschil tussen beenvissen in zeewater en zoet water is dat beenvissen in zoetwater hyperosmotisch zijn (hun zoutgehalte is hoger dan in zoet water). Als gevolg van het verschil in osmotische druk nemen de kieuwen water op. Het opgenomen water scheiden beenvissen en prikken weer uit via de urine; het gaat om relatief veel water met daarin ionen. Daarom nemen zij via de kieuwen ionen uit het water op (Brix, 2008). Beenvissen in zoetwater drinken nagenoeg niet. Er is wel sprake van opname van water via het voedsel.

Fysiologisch gezien verschillen beenvissen in zee sterk van kraakbeenvissen en kaakloze vissen. Deze laatste twee groepen zijn ismotisch met het zeewater; het zijn osmoconformers. Kaakloze vissen wisselen geen ionen uit, maar kraakbeenvissen scheiden actief natrium- en chloride-ionen uit, omdat de ionensamenstelling in het lichaam verschilt met die van zeewater (Brix, 2008); er is geen sprake van osmoregulatie maar van ionenregulatie bij kraakbeenvissen. Over cephalopoden is weinig bekend. Verondersteld wordt dat cephalopoden niet of beperkt ionen uitwisselen met het zeewater, omdat ze ismotisch zijn.

De tolerantie voor het zoutgehalte van het water is sterk vissoortafhankelijk. Voor de ene soort mag het zoutgehalte in het water slechts beperkt variëren (stenohalinen; bv. de kabeljauw), terwijl euryhaline vissen (bv. tilapia's) in zoet, brak water/zeewater kunnen voorkomen. De overgang van een zoet watersysteem naar een brak water-/zeewatersysteem of andersom vindt in de natuur in de meeste gevallen niet abrupt plaats, omdat de kieuwen in een beervis zich hiervoor moet aanpassen. Chloridecellen in de kieuwen spelen een belangrijke rol bij de osmoregulatie in beenvissen. In zoetwater verzorgen de chloridecellen de opname van ionen uit het water, terwijl een andere type chloridecellen in zeewater juist de uitscheiding van ionen verzorgen. Bij de overgang van zoet water naar zeewater of andersom bij beenvissen verandert dus ook het type chloridecel; het hormoon cortisol speelt hierbij een rol.

Voor volwassen meervallen van beide soorten hanteert men een maximale grenswaarde van 10 ppt (=10 zout g/l) in het water (Clay, 1977). De meeste tilapiasoorten zijn tolerant voor brakwateromstandigheden (5-17 ppt) zonder dat er sprake is van een verminderde groei (Watanabe et al, 2006). Voor tarbot kan de saliniteit liggen tussen de 18 en de 33 ppt. Pangasius verdraagt ook schommelingen in saliniteit omdat deze soort in de natuur migreert in de Mekong.

In de risico-evaluatie is het aspect saliniteit niet meegenomen, omdat meervallen, de pangasius en tilapia schommelingen in saliniteit verdragen.

#### *Turbiditeit en zwevend materiaal*

Als we spreken over turbiditeit, dan gaat het over de troebelheid van het water. Deels onopgelost materiaal is hiervoor verantwoordelijk. Bij zwevend materiaal gaat het om deeltjes met een diameter van tenminste 1 µm (Noble et al., 2018); het betreft organisch en anorganisch materiaal. Maar een scherp onderscheid tussen deels onopgelost materiaal dat turbiditeit veroorzaakt en zwevend materiaal wordt niet gemaakt. Beide kunnen turbiditeit van het water veroorzaken (Noble et al., 2018). Met name zwevend materiaal kan een effect hebben op het welzijn van vissen (Noble et al., 2018); het kan leiden tot irritatie van de kieuwen.

De natuurlijke habitat voor beide meervalsoorten, Nijltilapia en pangasius kenmerkt zich door zwevende deeltjes in het water en turbiditeit. Turbiditeit en zwevend materiaal spelen daarom voor de gekozen voorbeeldsoorten geen rol. Daarom zijn de potentiële gevaren van turbiditeit en zwevend materiaal niet meegenomen in de risico-evaluatie.



---

## Gezondheid

Instroom van open water heeft het risico in zich van introductie van pathogenen en andere schadelijke organismen in het kweekstelsel: bacteriën, virussen, parasieten, fyto- en zoöplankton et cetera. Ook in gesloten kweeksystemen kunnen ziekteverwekkers voorkomen, o.a. afhankelijk van introductie via aangevoerde dieren/producten en onvoldoende biosecurity tussen kweekrondes. Bacteriële, virale en parasitaire infecties binnen kweeksystemen kunnen uitgebreid zijn en vormen in meer of mindere mate een welzijnsprobleem. Los van aantasting van orgaanfuncties kunnen infecties de zwemcapaciteiten van de vis aantasten, en daarmee bv. het foeragegedrag (i.c. de voeropname) belemmeren. Per kweekstelsel en voorbeeldsoort is in hoofdstuk 4 een opsomming gegeven van voorkomende bacteriële, virale en parasitaire gevaren (gebaseerd op expertview van één visziektenexpert). Nadere informatie is te vinden in onder meer het Diergeneeskundig Memorandum (Haenen et al., 2010) en in een door de expert geschreven visziekteboek (Haenen et al., 2011). Samenvattend: het is bekend dat ziektes tot mortaliteit of ernstige welzijnseffecten kunnen leiden. Deze effecten kunnen, afhankelijk van het type infectie ademhalingsproblemen zijn, stoppen met eten, bloedingen aan huid en vinnen etc. (bron O. Haenen, pers.comm.).

### *Vaccinatie*

Vaccineren van vissen die worden gehouden in open systemen is van groot belang om het gebruik van antibiotica te minimaliseren en mortaliteit, voor zover dat mogelijk is, te vermijden. De laatste jaren is met name het gebruik van vaccins in de kweek van Atlantische zalm sterk ontwikkeld (Kolarevic et al., 2018). In het geval van zalm wordt bv. tijdens de productie van smolts de vissen vooraf verdoofd (anaesthesie) om vervolgens volledig geautomatiseerd te worden geïnjecteerd met een vaccin (zie Noble et al., 2018). Ook andere vissoorten als Europese zeebaars worden gevaccineerd. In Nederland zijn overigens geen commerciële visvaccins toegelaten (Haenen, pers.comm.). *Pangasius* wordt niet gevaccineerd en *Nijltilapia* ook in tal van landen niet. Daarom zijn we in de risico-evaluatie ervan uitgegaan dat de gekozen vissoorten niet worden gevaccineerd.

## Gedragsbehoeften

Voor Atlantische zalm hebben Stein et al. (2013) de gedragsbehoeften gedetailleerd beschreven. Voor de gekozen voorbeeldsoorten is er op dit moment beperkt wetenschappelijk gefundeerde kennis aanwezig over de behoeften met betrekking tot natuurlijke gedragingen in houderijsystemen.

### *Agressie en kannibalisme*

Het is bekend dat vissen als Afrikaanse meervallen, Atlantische zalmen en regenboogforellen, *Nijltilapia*s, snoekbaarzen en palingen van nature agressief gedrag kunnen vertonen. Vissen zoals de Afrikaanse meerval, zeer jonge *Nijltilapia*, snoekbaarzen en palingen kunnen ook kannibalistisch zijn. Aanmerkelijke grootteverschillen tussen vissen onderling kan agressie en kannibalisme (Qin and Fast, 1996) versterken. Er zijn verschillende mechanismen gesuggereerd voor het negatieve effect van grote vissen op kleine vissen. In de literatuur zijn beschreven: kannibalisme (Qin and Fast, 1996), directe competitie om voedsel bij een beperkte voergift (Jobling and Koskela, 1996) en verminderde eetlust van de kleine vissen door tussenkomst van grotere vissen (Jobling and Wandsvik, 1983). Van de Nieuwegiessen (2009) meldt dat er aanwijzingen zijn dat bij hogere dichtheden de agressie tussen juveniele meervallen afneemt, wat ook bij jonge Atlantische zalmen in zoetwater is gezien (Cañon Jones et al., 2011). Ook een voergift die te laag is kan leiden tot agressie bij Atlantische zalmen (Cañon Jones et al., 2010). Agressie kan tot chronische stress en beschadigingen bij de dieren leiden. Samenvattend: als kannibalisme optreedt, betreft het een ernstig welzijnseffect. Ook agressie tast het welzijn aan, omdat vissen daaraan langdurig kunnen worden blootgesteld.

### *Mengen van groepen*

Sorteren heeft tot gevolg dat verschillende groepen dieren met elkaar worden gemengd. Dit kan aanleiding geven tot onrust, verhoogde agressie en (nieuwe) rangordegevechten tussen de dieren. Dit kan leiden tot stress en beschadigingen aan de dieren. Het is bekend voor bv. Mozambique tilapia dat er zich in een houderijsysteem een rangorde instelt tussen de mannen (Galhardo, 2010). Tussen vrouwen van de acara cichlide (een siervis) is er ook sprake van hiërarchie (Munro and Pitcher, 1985). Ook bij Atlantische zalmen is er sprake van hiërarchie (Noble et al., 2018). Griffiths et al. (2004) meldden dat agressie tussen regenboogforellen toeneemt wanneer deze dieren in groepen leven die niet met elkaar zijn verwant, vergeleken met dieren die dat wel zijn. Het is daarom mogelijk dat na

het mengen van groepen een rangorde opnieuw wordt ingesteld, maar studies naar de relatie tussen mengen van groepen en agressie zijn, voor zover ons bekend, niet of slechts beperkt uitgevoerd.

### *Dichtheid*

Een criterium voor dichtheid van vissen is niet zonder meer geschikt als op zichzelf staande welzijnsindicator (Van de Nieuwegiessen, 2009). De reden is dat er een interactie is tussen tal van factoren: vorm van een houderijsysteem en de grootte ervan, de mate waarin de waterkwaliteit wordt beheerst, voerregime en het levensstadium van een vis (Noble et al., 2018). Zowel een te hoge als te lage dichtheid kan het welzijn van vissen aantasten. Turnbull et al. (2005) stelden vast dat bij een dichtheid van meer dan 22 kg/m<sup>3</sup> het welzijn van Atlantische zalmen in zeekooien afnam. In de praktijk varieert voor de Afrikaanse meerval de dichtheid aan het eind van de opkweek van 200 tot 500 kg per m<sup>3</sup> (Van de Nieuwegiessen, 2009). Van de Nieuwegiessen liet zien dat er rekening mee moet worden gehouden dat de welzijnseffecten van visdichtheid voor Afrikaanse meervallen sterk afhankelijk zijn van de leeftijd van het dier. Voor vissen met een gewicht van 1000-1500 g hadden dichtheden geen effecten op het welzijn, terwijl bv. in het traject van 10-100 g er bij zowel een lage als hoge dichtheid sprake was van een verhoogde agressie. Bij een gewicht van 100-300 g nam bij meervallen bij een hogere dichtheid agressie tussen de dieren af. Omdat de experimenten zijn uitgevoerd onder laboratoriumomstandigheden zijn de resultaten niet zonder meer om te zetten naar criteria voor de praktijk<sup>1</sup>.

Bij de kweek van tarbotten hanteren bedrijven andere dichtheden dan voor de Afrikaanse meerval. Aan het eind van de opkweek van de tarbot is een dichtheid van 25 kg/m<sup>2</sup> oppervlak van de bodem van een tank gebruikelijk (Van de Vis et al., 2013a). Net als bij andere vissoorten kunnen veel te hoge dichtheden bij tarbotten leiden tot welzijnseffecten.

<sup>1</sup>Het onderzoek naar de relatie tussen dichtheid en welzijn bij Afrikaanse meervallen was gefinancierd door het ministerie van LNV.

### *Structuren om te rusten of te schuilen*

Schuilmogelijkheden zijn in veel kweeksystemen niet voorhanden. Het is veelal onduidelijk welke eisen de gekozen vissoorten stellen aan het ontwerp van een kweekbak als het gaat om het kunnen uiten van natuurlijke gedragingen die essentieel zijn. Omdat bekend is dat Afrikaanse meervallen rusten op de bodem van een tank en daarom is door Boerrigter et al, (2016) hier nader onderzoek aan gedaan. Het onderzoek<sup>2</sup> liet zien dat het aanbrengen van buizen op de bodem van een tank juist een averechts effect had, in vergelijking met tanks zonder buizen om in te schuilen. Een mogelijke verklaring is dat de hoeveelheid oppervlak op de bodem van de tank om te rusten, was afgenomen (Boerrigter et al., 2016). Voor de paling lijkt rusten op de bodem een belangrijke behoefte te zijn, maar experimentele data hierover ontbreken (EFSA, 2008d). De tarbot ligt bij voorkeur op de bodem van een tank. Van platvis is bekend dat deze zich graag verschuilen in het zand. In kweeksystemen blijkt dat vissen dit gedrag ook vertonen door zich onder soortgenoten te willen verstoppen; zand is niet beschikbaar. Het is niet bekend hoe belangrijk deze behoefte is voor de tarbot en in welke mate de afwezigheid van zand het welzijn van het dier aantast (kennislacune).

Een tank met zand op de bodem en planten maakt dat zebravissen, die zich in de waterkolom bevinden, weerbaarder zijn dan dieren die in een kale omgeving worden gehouden<sup>2</sup> (Manuel et al, 2015). Nijltilapia komt in de natuur voor bij een modderige bodem met veel vegetatie. Uit een laboratoriumstudie blijkt dat voor mannetjes substraat op de bodem van belang is voor het welzijn van deze dieren (Galhardo et al., 2008). Van Atlantische zalmen daarentegen is bekend dat juist in beweging zijn een belangrijke behoefte is van het dier (Stien et al, 2013).  
Samenvattend: wanneer schuilmogelijkheden/structuren in een tank, vijver of kooi niet voorhanden zijn, dan kan dit, afhankelijk van de vissoort, een potentieel welzijnsgevaar opleveren en zijn de welzijnseffecten chronische stress en een lagere weerstand.

<sup>2</sup>Gefinancierd door het ministerie van LNV en NWO

### *Licht*

Diverse studies met vissen laten zien dat een continue lichtintensiteit kan leiden tot een belasting (voor een overzicht (zie bv. Spagnoli et al., 2016). Er wordt dan nl. geen rekening gehouden met het dag- en nachtritme in vissen (Spagnoli et al., 2016; in dit geval zebravissen). Ook hier is de context

van de habitat van het dier van belang. Een Atlantische zalm die gewend is om in het noorden van Noorwegen een aantal maanden per jaar te worden blootgesteld aan continu daglicht of juist de afwezigheid daarvan, zal hiervan waarschijnlijk geen belasting ondervinden.

Een overzicht van Zhdanova and Reeb (2006) laat zien dat diverse vissoorten waarschijnlijk een dag- en nachtritme hebben en dat speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van vissen en hun dagelijkse activiteiten. Voor Afrikaanse meerval en Nijltilapia zijn er aanwijzingen dat ook deze dieren een dag- en nachtritme bezitten (Martinez-Chavez et al. 2008). Voor de Nijltilapia waren de bevindingen vergelijkbaar met die van de Afrikaanse meerval (Martinez-Chavez et al., 2008), namelijk een verstoord slaap-/waakritme. Manuel et al. (2016) toonden voor Afrikaanse meerval dat agressie tussen deze dieren toenam wanneer de dieren 24 uur per dag in het donker (weinig licht) werden gehouden, vergeleken met een lichtregime van 12 uur licht en 12 uur donker (weinig licht).  
Samenvattend: een lichtregime dat niet past bij de behoefte van de vis is een potentieel welzijnsrisico.

#### *Doorstroomsnelheid*

Bij de kweek kan de doorstroomsnelheid van het water door bv. een tank een duidelijk effect op het welzijn van een vis hebben. Zo zijn sterke stromingen en golven de twee belangrijkste welzijnsuitdagingen voor het houden van vissen in zeekooien (bv. kweek van zalm in Noorse fjorden) (Hvas et al, 2017). Als de doorstroomsnelheid de zwemcapaciteit van de vis overstijgt, zullen de vissen uitgeput raken en tegen de wanden van de kooi aan worden gedrukt. Stress, hormonale, osmoregulatorische en respiratoire verstoringen kunnen hiervan het gevolg zijn, soms leidend tot mortaliteit (Wood, 1991; Wendelaar Bonga, 1997). Sterke stromingen en golven zijn redenen om zeekooien alleen toe te passen in watergebieden die zijn beschermd door land en eilanden en in gebieden zonder turbulent weer (orkanen). In de praktijk selecteren kwekers van te voren zorgvuldig de locatie waar de kooien worden geplaatst, zodat de kans op een dergelijk gevaar minimaal is en daarom is dit aspect in de risico-evaluatie niet meegenomen.

### **Veiligheid**

#### *Predatoren*

Vanuit welzijnsoogpunt kan de aanwezigheid van predatoren (o.a. vogels) in open kweeksystemen een belangrijke stressor voor de vissen vormen (van de Vis et al, 2019). De aanwezigheid van schuilmogelijkheden kan hierbij een positieve rol spelen (zie bij Gedragsbehoeften). Aan de andere kant kan worden beredeneerd dat het wegvangen van verzwakte dieren door predatoren van belang is voor de gezondheid en het welzijn van de hele populatie in het betreffende kweekstelsel (welzijnsvoordeel op populatieniveau).

#### *Sorteren*

Sorteren is een handeling die algemeen bij kwekerijen wordt uitgevoerd (zie bv. Branson, 2008). Door te sorteren wil een kweker bereiken dat er in een houderijsysteem een, wat betreft grootte van de dieren, homogene groep vissen aanwezig is. Een belangrijk voordeel van sorteren is dat de kansen op beschadigingen door agressief gedrag en kannibalisme aanzienlijk afnemen; grootteverschillen tussen vissen onderling kunnen agressie en kannibalisme versterken (Qin and Fast, 1996). Ook vaccineren van jonge zalmen wordt eenvoudiger door deze dieren te sorteren (Noble et al., 2018). Voor verschillende vissoorten is het positieve effect van sorteren op grootte herhaaldelijk aangetoond in de kweek ervan (Baardvik and Jobling, 1990; Popper et al., 1992; Sunde et al., 1998).

Als gevolg van sorteren wordt het gewicht van marktwaardige vissen homogener, wat belangrijk is voor de verkoop. Vissen worden machinaal gesorteerd op grootte door ze (soms met behulp van een speciale pomp samen met het water waarin ze zich bevinden) over bv. sorteerroosters te leiden.

Sorteren kan ook handmatig worden uitgevoerd.

Samenvattend: sorteren heeft belangrijke voordelen, maar ruw hanteren bij sorteren kan voor welzijns effecten zorgen, zoals stress, aantasting van de slijmlaag en schade aan de dieren; daarom hebben we sorteren meegenomen in de risico-evaluatie.

#### **3.3.1.3 Transport**

Transport van kweekvissen, bestemd voor consumptie, kan over de weg, per vliegtuig en per schip (well-boat) plaatsvinden. Voorafgaand aan het transport wordt gedurende 2 tot maximaal 7 dagen (of max 14 dagen, zie Schrijver et al., 2017) het voer onthouden, zodat de dieren metabool minder actief zijn en minder feces produceren in het water waarin ze zich bevinden. In Nederland ligt hierbij ook de

---

nadruk op het vermijden van een ongewenste smaakafwijking aan het vlees, dat optreedt in recirculatiesystemen als geen voeronthouding wordt toegepast.

Het transportproces begint op het moment dat de dieren uit een tank of kooi worden gehaald, en in een tank worden geplaatst om ze naar de vrachtwagen of well-boat te brengen. Vissen worden ook rechtstreeks vanuit een tank in een vrachtwagen of well-boat geplaatst. In geval van transport per vliegtuig worden de vissen in afgesloten plastic zakken vervoerd waarin zich onder druk zuurstof bevindt (Sampaio and Freire, 2016). Het kan voorkomen dat vissen die in principe niet geschikt zijn voor transport omdat ze ziek zijn, zieltogend of gewond zijn, toch op transport gaan. Voor deze dieren kan dit een belangrijke mate van ongerief opleveren (stress (incl. een effect op osmoregulatie, zie 3.3.4.2), schade, eventueel mortaliteit onderweg).

Als gevolg van het laden van de vrachtwagen/well-boat gebeurt het volgende met de vissen; verandering van omgeving (tank), verandering in lichtregime, mogelijke verandering van visdichtheid. Tijdens het transport worden de vissen blootgesteld aan geluid, trillingen, mogelijk veranderingen in temperatuur en veranderingen in waterkwaliteit (met name zuurgraad, zuurstof, koolzuur, totaal ammonia). Ongewenste veranderingen kunnen zich met name voordoen bij transport in gesloten systemen, zoals bv. een tank op een vrachtwagen (Van de Vis et al., 2019). Schommelingen in waterkwaliteit dienen zo veel mogelijk vermeden te worden. Vissen kunnen onderhevig zijn aan 'wagenziekte' (verlies van evenwicht en mogelijk "misselijkheid" als gevolg van bewegingen). Dit betekent dat de condities van wegen (bij transport via vrachtwagens), weersomstandigheden en vakmanschap van transporteurs eveneens belangrijk zijn uit oogpunt van dierenwelzijn. Bij aankomst bij een faciliteit voor de opkweek of het slachthuis worden de dieren in een houderijsysteem geplaatst. Het laden en uitladen van de vissen vindt in het algemeen plaats via netten, door middel van zwaartekracht of door de vissen in of uit de tank te pompen. Als gevolg hiervan worden de vissen blootgesteld aan lucht en contact met netmateriaal (in het geval van netten), aan contact met pomponderdelen, aan mogelijke botsingen met andere vissen et cetera. Het laden en uitladen kan een belasting zijn voor vissen (zie bv. Schrijver et al., 2017).

Studies naar transport van zalm in well-boats met een open doorstroming lieten geen langdurig negatief effect op hun welzijn zien: cortisolniveaus als gevolg van het laden van de well-boat keerden tijdens het transport terug naar normale waarden (Iversen et al, 2005; Nomura et al, 2009), maar deze experimenten zijn uitgevoerd met well-boats met een open systeem (d.w.z. doorstroming). Het is te verwachten dat bv. in Noorwegen alleen maar gesloten well-boats gebruikt zullen worden vanwege biosecurity en dat betekent dat CO<sub>2</sub> en totaal ammonia zich in het water kunnen ophopen (King, 2009).

Bij een aanhoudende aanwezigheid van stressfactoren, die niet de dood tot gevolg hebben, kan een herstelperiode na afloop van transport zelfs 10 tot 14 dagen oplopen (Schreck et al., 1997). Het transport van vissen kan dus niet alleen resulteren in een behoorlijke mate van stress, verwondingen en agressie, maar kan ook energetisch zijn tol eisen. Als gevolg van transport kunnen ziektes optreden (na plaatsing in kweeksystemen) en kan er sprake zijn van mortaliteit.

Afgezien van het welzijnsaspect is het mogelijk dat transport bijdraagt aan verspreiding van ziektes (Haenen et al., 2016). Het is essentieel om dit te vermijden.

Samenvattend kan transport van levende vissen aanleiding geven tot uiteenlopende welzijnseffecten.

#### **3.3.1.4 Slacht**

Voorafgaand aan het doden is het nodig dieren met een vermogen tot cognitie en ervaren van gevoelens/emoties te verdoven, zodat dat er geen sprake is van vermijdbare stress, pijn of angst. De bewusteloosheid mag niet wijken tot deze dieren dood zijn. Dit uitgangspunt is ontleend aan de EU regelgeving rond het slachten van warmbloedige dieren (Council Regulation 1099/2009, 2009).

Methoden die zijn toegelaten om slachtdieren te bedwelmen zijn mechanische en elektrische methoden, en gebruik van gassen. Als na de dood het dier bestemd is voor consumptie mogen alleen gassen worden gebruikt die zijn toegelaten. Door het meten van hersenfilms (EEGs), hartfilms (ECGs), fysiologische parameters en gedragsobservaties kan worden vastgesteld of een verdovingsmethode, gevolgd door een dodingsmethode voldoen aan het algemene uitgangspunt. Als een verdoving reversibel is dan is het nodig om het dier in een bewusteloze staat te doden. Methoden die voor vissen niet voldoen aan het algemene uitgangspunt zijn: bij bewustzijn verbloeden, invriezen, onderkoelen in ijs of ijswater (Van de Vis and Lambooy, 2016). Methoden die wel kunnen voldoen aan het algemene uitgangspunt voor vissen zijn het elektrisch bedwelmen of een klap op de kop. Voorwaarden hierbij zijn dat de klap op de kop op de juiste plaats met voldoende snelheid wordt gegeven en dat er bij

gebruik van elektriciteit voldoende stroom, afhankelijk van de vissoort, door het water of direct door de hersenen van het dier wordt gevoerd om onmiddellijk de bewusteloosheid op te wekken, en een dodingsmethode wordt toegepast om te vermijden dat de vis na elektrisch bedwelmen weer bijkomt. De dodingsmethode kan verschillen per vissoort (Van de Vis et al, 2014; Van de Vis and Lambooij, 2016; Van de Vis et al., 2019). Inmiddels is onverdoofd doden van de Europese paling in Nederland sinds juli 2018 niet meer toegestaan (Van de Vis et al., 2019).

Welzijnseffecten die kunnen optreden bij de verschillende slachtmethoden:

#### Doden met daaraan voorafgaande verdoving

- Elektrisch verdoven: directe bewusteloosheid kan onmiddellijk worden opgewekt. De methode moet gevolgd worden door een effectieve dodingsmethode om te voorkomen dat het dier weer bijkomt. Geschikte dodingsmethoden volgend op elektrisch verdoven zijn ontkoppelen of koelen in ijswater (mits het temperatuurverschil tussen het kweekstelsel en het ijswater groot genoeg is). Voor elektrisch verdoofde paling moet er ook zout aanwezig zijn in het ijswater (Van de Vis et al., 2016). Het doorsnijden van de kieuwbogen van verdoofde Atlantische zalm en Nijltilapia, en strippen van bv. schol zijn geen geschikte dodingsmethoden, omdat de dieren weer bij kunnen komen (Van de Vis and Lambooij, 2016).
- Percussie (klap op kop): directe bewusteloosheid kan worden bereikt, mits correct toegepast. Er is een risico van onjuist toedienen, waardoor stress en verwondingen optreden. Percussie is ongeschikt voor bv. de Europese paling en beide meervalsoorten, die in Nederland worden gehouden, waarschijnlijk omdat de spierlaag op de schedel bij de paling en de dikte van de schedel bij de Afrikaanse meerval het effect van de klap op de hersenen teniet doet.
- CO<sub>2</sub>-verdoving: kan niet worden gebruikt bij bv. zalm en forel. Het leidt tot veel stress, en verwoede pogingen om te ontsnappen (in Noorwegen is CO<sub>2</sub>-verdoving zonder toevoeging van zuurstof aan het water niet meer toegestaan (Anoniem, 2006)).

#### Doden zonder verdoving

- Plaatsing in ijs of ijswater: o.a. toegepast bij tilapia. Het is een eenvoudig toepasbare methode. De methode leidt tot stress in vissen vanwege de sterke daling in temperatuur; het voorkomen van verstikking is soortafhankelijk.
- Strippen en in ijswater: o.a. bij pangasius. De methode is eenvoudig toe te passen. Er is sprake van stress in dieren door een sterke temperatuurdaling en mogelijk een gebrek aan zuurstof. Strippen leidt tot een zuurstofgebrek in de hersenen, maar hierbij kan het lang duren voordat de bewusteloosheid intreedt, vergeleken met bv. zoogdieren.
- Laten verstikken in de lucht: eenvoudig toe te dienen. De methode leidt tot stress bij de vissen. Pogingen om te ontsnappen uit droge opslag kan leiden tot beschadigingen. In Europa wordt deze methode voor kweekvissen niet toegepast, omdat het leidt tot problemen met productkwaliteit (Schrijver et al., 2017; Van de Vis et al, 2003).

In hoofdstuk 4 is in de lijst met gevaren voor de betreffende kweeksystemen en voorbeeldsoorten aangegeven op welke wijze de dieren worden gedood.

### 3.3.2 Identificatie van gevaren in de visserij

Bij visserij met *actieve vistuigen* onderscheiden we de volgende fasen, die in meer of mindere mate gelden voor alle vangstmethoden daarbinnen:

- Vangen
- Aan boord brengen
- Opslag aan boord (inclusief sorteren)
- Slachten en verwerken
- Vrijlaten/ontsnappen

Bij visserij met *passieve vistuigen* (*staandwant en fuik*) onderscheiden we de volgende fasen:

- Gevangen in net
- Uit het net halen

- Opslag en doden
- Vrijlaten/ontsnappen

We beschrijven hierna potentiële gevaren en bijbehorende welzijnseffecten voor respectievelijk visserij met actieve vistuigen (3.3.2.1) en passieve vistuigen (3.3.2.2) per genoemde fase. Gevaren en welzijnseffecten per fase vormden de input voor de scorelijsten met potentiële gevaren en welzijnseffecten, op basis waarvan het expertpanel o.a. impacts voor uiteenlopende vangstmethoden heeft gescoord (zie hoofdstuk 4).

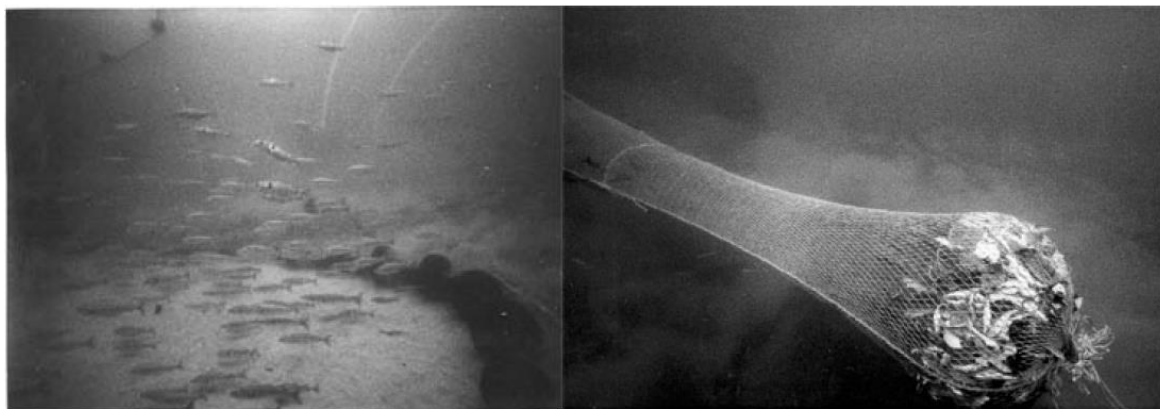
### 3.3.2.1 Bij gebruik van actieve vistuigen

#### Vangen

Bij een actief vistuig duurt het enige tijd voordat vissen in de kuil (het achtereinde van het net) terechtkomen. Vissen zwemmen enige tijd mee in het net met de vissnelheid. Op een gegeven moment houdt een deel van de gevangen vissen dat niet meer vol en die komen in de kuil terecht. De snelheid van zwemmen door vissen wordt bepaald door hun lengte (Suuronen and Erickson, 2010). Dit betekent dat kleinere vissen sneller uitgeput raken dan grotere. De vissen die nog meezwemmen kunnen zelfs uit het net ontsnappen op het moment dat de vissnelheid wordt verlaagd om het net te halen, dat wil zeggen de vangst aan boord te brengen. Uiteraard zal een visser dat laatste willen vermijden.

Bij gebruik van de pulskor worden vissen minder mechanisch belast door de afwezigheid van wekkerkettingen en de lagere sleepsnelheid, maar ondergaat daarentegen wel de invloed van de elektrische pulsen (de Haan e.a., 2008; 2009; Soetaart et al., 2016), terwijl effecten van de pulskor op bodemdieren lijken mee te vallen (Van Marlen, e.a., 2009). Echter, bij de kabeljauw kan een gebroken ruggengraat voorkomen (Soetaart et al., 2016). Het is niet bekend bij welke afstand tot de elektroden vissen in het net het elektrisch veld nog kunnen waarnemen en daar stress van ondervinden.

In de meeste *bodemvisserijen* komt niet alle vis tegelijk in het net, maar vult de kuil zich naarmate de tijd verstrijkt. Uiteraard is de vis, die het eerst in de kuil komt het zwaarst belast. Vaak wordt deze tegen de kuilmazen aangedrukt door de waterstroom en staat dan bloot aan zowel de waterdruk als aan de passage van vuil en sediment. Vis die later in de kuil komt profiteert min of meer van de laag tegen de mazen, omdat de waterstroom verandert. In de *pelagische* visserij kan het voorkomen, dat een grote hoeveelheid vis in korte tijd in de kuil komt, als een groot deel of een hele school tegelijk in het net komt. Er ontstaat dan een vismassa die een behoorlijk grote druk op individuen kan geven.



**Figuur 3.2** Visgedrag in de netmond van een grondtrawl (3.3a) en ophoping in de kuil (3.3b) (bron: Marine Laboratory Aberdeen)

Uit onderwater observaties aan vistuigen (figuur 3.2) blijkt dat vissen meezwemmen met de vissnelheid van een net. Dit wordt aangeduid met de zgn. 'opto-motorische reflex' en vormt de basis van het vangstsucces van gesleepte vistuigen. Met het woord reflex bedoelen we hier niet dat een vis niet waarneemt dat het dier zich in beperkte ruimte (het net) bevindt. Het opsluiten van vissen in een veel kleinere ruimte met behulp van een handnet is een standaard manier om een vis bloot te stellen aan een stressor (net confinement) (Van de Nieuwegiessen (2009).

---

## Aan boord brengen

Bij het ophalen van de netten wordt de vis in de kuil gedreven, waardoor individuen druk op elkaar uitoefenen. Bij relatief grote vangsten is dit duidelijk zichtbaar. Omdat dit de productkwaliteit aantast heeft men in de Nederlandse pelagische visserij op haring een gewijzigde techniek ontwikkeld, waarbij de kuil in delen (zakken) aan boord wordt gehesen en het achtereind weer wordt gevuld door middel van de jomper en de verdeelstrop. Deze techniek is de laatste decennia vervangen door het binnenpompen van de vissen met een vispomp.

In de demersale visserij zijn de vangsten doorgaans veel kleiner. De vangsten worden in droge bakken gestort. Het storten kan onderliggende vissen extra belasten, vooral bij grote stenen en veel vuil en benthos in de vangsten.

## Opslag aan boord

Wanneer gevangen vis in water wordt gehouden dat voorzien is van voldoende zuurstof en als wordt voorkomen dat door de vis uitgescheiden ammonia en koolzuurgas te veel ophopen, kan worden vermeden dat deze dieren te veel worden belast als gevolg van blootstelling aan de lucht. Uiteraard is het ook van belang dat de dichtheid (het aantal vissen in een tank) niet te hoog is en snelle temperatuursverandering worden vermeden. De huidige praktijk in de Nederlandse visserij lijkt hier niet aan te voldoen. Een mogelijke uitzondering vormt de aanvoer van bv. levende schubvissen en palingen in de binnenvisserij.

## Slachten en verwerken

Het is bekend uit onderzoek naar het verdoven van kweekvissoorten dat het juist gebruik van een elektrische stroom de dieren onmiddellijk kan verdoven (Van de Vis and Lambooi, 2016). Vervolgens dienen de verdoofde vissen in een bewusteloze staat te worden gedood. Onderzoek naar verdoven van gevangen vissen met elektriciteit bevindt zich in Nederland nog in een labstadium.

Vanwege het feit dat apparatuur voor geautomatiseerde percussie (een klap op de kop) specifiek is ontwikkeld voor Atlantische zalm en de bevindingen dat deze methode ongeschikt is voor vissen met bv. een spierlaag op de schedel, maakt dat het gebruik percussie voor verdoven van gevangen vissen niet haalbaar is. Van de Vis and Lambooi (2016) laten zien dat alle andere methoden om vissen te doden zonder verdoving vooraf leiden tot stress bij de dieren, die met een juiste verdoving kan worden vermeden (zie ook bij 3.2.3 Slacht van kweekvis).

Demersale vissen als bv. de schol en tong worden aan boord zonder voorafgaande verdoving gestript (=uitsnijden van de organen) (Wageningen Livestock Research). Het komt ook voor dat gevangen vissen aan boord direct in ijs worden gezet (Wageningen Marine Research, zie ook 2.2.1.3). Pelagische vissoorten als de haring, makreel en blauwe wijting worden in een tank met gekoeld zeewater gepompt. Deze dieren bevinden zich bij een hoge dichtheid in de tank. Waarschijnlijk leidt dit tot de dood voordat deze vissen aan boord worden ingevroren (bron: Wageningen Marine Research). Noordzeekrabben en kreeften worden levend getransporteerd en opgeslagen in tanks in restaurants, bij gespecialiseerde supermarktketen en de groothandel in levensmiddelen. In restaurants worden deze dieren zonder voorafgaande verdoving gedood door ze te koken of met een mes te splijten (Van de Vis et al, 2015). Deze wijze van doden vindt niet plaats bij bedrijven die tot de aquacultuursector in Nederland behoren, en daarom is deze wijze van doden niet meegenomen in de risico-evaluatie. Als we uitgaan van de eerder genoemde werkhypothese dat krabben en kreeften pijn kunnen ervaren, dan is levend koken of het dier splijten met een mes zonder voorafgaande verdoving een gevaar voor het welzijn. Mogelijk gaat dit ook op voor het levend koken van garnalen na de vangst aan boord (zie 2.2.2.1).

## Vrijlaten/ontsnappen

Het verbeteren van de selectiviteit van vistuigen is gericht op het vermijden/minimaliseren van de vangst van niet-doelsoorten en ondermaatse, gequoteerde vissen. Ondermaatse vissen kunnen aan vergelijkbare of sterkere welzijnseffecten worden blootgesteld tijdens het vangen en aan boord brengen, als bij de doelsoorten het geval is.

Vissen kunnen in elke fase tegen gevaren aanlopen, die kunnen leiden tot bepaalde welzijnseffecten. Vanuit de literatuur kunnen de potentiële gevaren en de ermee samenhangende potentiële welzijnseffecten als volgt worden samengevat (Broadhurst et al., 2006; Davis et al, 2002; Midling et al., 2012; Olsen et al., 2014; Veldhuizen et al., 2018):

- **Fase: vangen;**
  - Gevaar: crowding of samenpersen in de kuil; welzijnseffecten: verwondingen, zuurstofgebrek, mortaliteit
  - Gevaar: duur van een trek/vissnelheid; welzijns effect: uitputting
  - Gevaar: botsingen; welzijnseffecten: kneuzingen, verlies van schubben, verwondingen
  - bij een passief tuig zoals staandwant: gevaar: een dier is gefixeerd in een net; welzijnseffecten: stress (mogelijk effect op osmoregulatie), verwondingen, mortaliteit.
- **Fase: aan boord halen**
  - Gevaar: net omhoog halen; welzijnseffecten: stress (mogelijk effect op osmoregulatie), druktrauma met als gevolg knappen van een zwemblaas (afhankelijk van de diepte waarop wordt gevist)
  - Gevaar: schuren; welzijnseffecten: verlies van schubben, stress (mogelijk effect op osmoregulatie)
  - Gevaar: crowding/samenpersen; welzijnseffecten: verwondingen, zuurstofgebrek, mortaliteit
  - Gevaar: pompen; welzijnseffecten: stress (mogelijk effect op osmoregulatie), kneuzingen, verwonding.
- **Fase: opslag aan boord (inclusief sorteren en opslag)**
  - Gevaar: opslag pelagische vissen in RSW-tanks in de zomer; welzijnseffecten; naast dichtheid en zuurstofgebrek ook temperatuurschok
  - Gevaar: blootstelling aan lucht; welzijns effect: zuurstofgebrek (vissoortafhankelijk)
  - Gevaar: crowding/samenpersen bij opslag van demersale vissen en krabben in opvangbakken; welzijnseffecten: verwondingen, zuurstofgebrek door blootstelling aan de lucht, mortaliteit
  - Gevaar: opslag in zeewater van Oosterschelde kreeften met dichtgebonden scharen; welzijnseffecten: stress (mogelijk effect op osmoregulatie), zuurstofgebrek, mortaliteit; bij tijdelijke opslag/blootstelling aan de lucht met dichtgebonden scharen is er ook sprake van stress en kan er ook sprake zijn van zuurstofgebrek.
- **Fase: slachten/verwerken**
  - Gevaar: doden zonder voorafgaande verdoving; welzijnseffecten: stress, koude stress als gevolg van plaatsen in ijs, pijn door open wond (in geval van uitsnijden organen (=strippen) of verbloeden), mortaliteit door zuurstofgebrek en/of bloedverlies.
- **Fase: vrijlaten/ontsnappen**
  - ⊖ Vissen die ontsnappen uit het net kunnen aan gevaren zijn blootgesteld zoals beschreven voor de fase vangen. Als dieren aan boord worden vrijgelaten kunnen deze dieren aan gevaren van de eerder genoemde fases zijn blootgesteld, met uitzondering de fase van slachten/verwerken.

Op basis van bovenstaande opsomming zijn er 12 belangrijke stressoren te onderscheiden, die kunnen worden gelinkt aan het vangproces (Broadhurst et al., 2006; Davis et al., 2002; Midling et al., 2012; Olsen et al., 2013; Veldhuizen et al., 2018): zuurstofgebrek, vermoeidheid/uitputting, druktrauma, temperatuurschok, stress, crowding, verwondingen, blootstelling aan licht, blootstelling aan de lucht, verplaatsing uit bekende habitat en predatie, en ongunstige weersomstandigheden. Het relatieve belang van elke stressor is afhankelijk van de vissoort, de vismethode en de habitat waaruit de vis is weggevangen. In het vangproces vindt cumulatie van stressoren plaats. Hieronder volgt een korte beschrijving van aard van de genoemde stressoren.

#### *Zuurstofgebrek*

Tolerantie voor zuurstofgebrek verschilt tussen vissoorten, hangt ook van omgevingsfactoren af, zoals temperatuur, en van het activiteitsniveau van de vis (Rogers et al., 2016). Gestreste dieren die proberen om zich te bevrijden uit het net zijn kwetsbaarder voor zuurstofgebrek. Zuurstofgebrek kan uiteindelijk tot orgaanfalen leiden (Davis et al., 2002).



---

### *Vermoeidheid en uitputting*

Vermoeidheid en uitputting kunnen tot mortaliteit leiden als gevolg van fysiologische verstoringen door ophoping van lactaat en andere metabolieten in het bloed. Bij fysieke uitputting kunnen ook andere stressoren een grotere impact hebben (Broadhurst et al., 2006).

### *Druktrauma*

Een snel ophalen van vissen vanuit de diepte naar hogere delen van de waterkolom kan zowel fysieke als fysiologische gevolgen hebben. De snelle drukverschillen kunnen de zwemblaas laten knappen (Midling et al, 2012), waarbij gas in het abdomen komt, dat in extreme gevallen er voor kan zorgen dat interne organen door de mond of anus naar buiten worden gestuwd (Rogers et al, 1986). De negatieve welzijnseffecten nemen toe bij meer dan 40 m diepte. Fysiologische effecten hangen samen met de vorming van gasbubbel in het bloed en de weefsels ('caissonziekte'), met belangrijke negatieve effecten op de bloedcirculatie en het functioneren van met name visuele en neurologische systemen. (Humborstad et al, 2016).

### *Temperatuurschok (Broadhurst et al., 2006; Davis et al. 2002)*

Vissen zijn ectotherm/poikilotherm, hetgeen betekent dat hun lichaamstemperatuur varieert met de omgevingstemperatuur. Snelle temperatuurverschillen kunnen tot een veranderd metabolisme leiden, soms met mortaliteit tot gevolg (Broadhurst et al., 2006; Davis et al. 2002).

### *Osmoregulatorische stress*

(Zie ook 'Zoutgehalte' bij 3.3.4.2)

Het proces van uitwisseling van ionen en water wordt in het algemeen voor vissen lastiger als een vis gestrest is, omdat bij stress de bloedcirculatie naar de kieuwen wordt verhoogd om meer zuurstof vanuit het water te kunnen opnemen. Als gevolg van stress neemt het gehalte aan catecholamines in het bloed toe, waardoor permeabiliteit van de kieuwen wordt vergroot (Wendelaar Bonga, 1997). Hierdoor wordt de water-ion uitwisseling verhoogd, wat kan leiden tot uitdroging bij zoutwatersoorten (het zoutgehalte neemt toe) en bloedverdunding bij zoetwatersoorten (het zoutgehalte neemt af).

### *Crowding*

Bijeenrijven en hoge visdichtheden kunnen aanleiding geven tot stress, verwondingen en mortaliteit. De stress kan leiden tot verhoogde zwemactiviteit, wat weer een extra kans geeft op verwondingen en zuurstofgebrek (Broadhurst et al., 2006; Erikson et al, 2016).

### *Verwondingen*

Het risico op verwondingen tijdens het vangen, verwerken en eventueel vrijlaten van gevangen vis is wezenlijk. Met name pelagische soorten hebben een relatief kwetsbare huid en zijn niet goed aangepast aan fysiek contact met harde en schurende oppervlakten (Elliot, 2011a,b; Veldhuizen et al., 2018).

### *Blootstelling aan licht*

Bij het (overdag) boven water halen worden vissen blootgesteld aan een lichtintensiteit die vele malen groter is dan ze gewend zijn in hun normale habitat. Dit kan leiden tot disoriëntatie en oogproblemen. Bovendien worden ze blootgesteld aan UV-straling, wat tot verbranding van blootgestelde delen kan leiden. De gevolgen van blootstelling aan licht kunnen bv. optreden bij de opslag van demersale vissen in opvangbakken. Deze stressor is in de risico-evaluatie niet apart opgenomen, omdat die een onderdeel is van het complex aan stressoren waaraan de dieren worden blootgesteld tijdens het aan boord brengen van de vangst en de opslag aan boord.

### *Blootstelling aan lucht*

Hierbij ervaren vissen voor het eerst hun eigen gewicht in de lucht, waar de meeste soorten niet op zijn gebouwd. Tijdens de blootstelling aan de lucht gaan de kieuwplaatjes van de kieuwen op elkaar kleven waardoor de gasuitwisseling wordt belemmerd (Robb and Kestin, 2002). Gelijktijdig kunnen diverse andere stressoren plaats, zoals temperatuurschok, lichtblootstelling et cetera. Uit het watermilieu halen van vissen heeft daarmee belangrijke negatieve welzijnseffecten.

---

#### *Verplaatsing*

De locatie van terugzetten kan een andere zijn dan de locatie waar de vissen zijn gevangen, en een minder geschikte habitat vormen. Dit kan de overlevingskansen van het al gestreste dier verder verminderen. Vanwege de invoering van de aanlandplicht ([https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing\\_rules/discards\\_nl](https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/discards_nl); Council Regulation (EU) 2015/812, 2015) is deze stressor niet meegenomen in de risico-evaluatie.

#### *Predatie*

Onder andere zeevogels zijn belangrijke predatoren van overboord ondermaatse, gequoteerde vissoorten. Teruggezette dieren zijn vaak gestrest en verzwakt en in die zin een makkelijke prooi voor predatoren. Vanwege de aanlandplicht is deze stressor niet meegenomen in de risico-evaluatie.

#### *Weersomstandigheden: wind*

Het is mogelijk dat weersomstandigheden tijdens de vangst, het aan boord halen en opslag een twaalfde stressor vormen. Als gevolg van extreme weersomstandigheden beweegt bv. een net meer in het water waardoor vissen bv. meer verwondingen kunnen oplopen. Maar op basis van gepubliceerde studies komt men niet verder dan vermoedens (Olsen et al., 2013). We hebben dit aspect daarom niet meegenomen in de risico-evaluatie.

### **3.3.2.2 Bij gebruik van passieve vistuigen**

#### *Fuiken*

In fuiken is de kans op overleving hoog. Wel is het zo dat vissen zich opgesloten kunnen voelen in het net. Net confinement is nl. een standaard wijze om vissen onder laboratoriumomstandigheden bloot te stellen aan een stressor (zie bv. Van de Nieuwegiessen, 2009). Fuiken worden op de binnenwateren met name gebruikt voor de vangst van palingen. Binnen het bestek van deze studie gaan we niet verder in op de binnenvisserij (zie paragraaf 1.4 Afbakening).

#### *Staadwant*

##### Vangen

Wanneer vissen en Oosterscheldekreften (zie ook paragraaf 2.2.2.3) zich langdurig in een staadwant bevinden kan dit leiden tot uitputting, omdat de dieren pogingen doen om los te komen uit het net. Er kan predatie voorkomen, omdat de dieren niet weg kunnen komen uit het net.

##### Uit het net halen

Het hanteren van dieren die verstrikt zijn in een staadwant net zal waarschijnlijk een stressrespons geven in het dier. Maar daar staat tegenover dat het dier vrijkomt uit het net.

##### Opslag en doden of alleen levende opslag aan boord

Vissen zoals tongen, die uit het net zijn gehaald, zullen naar verwachting worden gestript (organen zijn uitgesneden) of mogelijk ongestript op ijs gelegd.

Na de vangst worden Oosterscheldekreften levend vervoert in zeewater naar de veiling. Een blootstelling aan de lucht van Oosterscheldekreften hoeft de dieren te doden. Het is niet bekend in hoeverre Oosterscheldekreften buiten water worden vervoerd naar de veiling. Literatuur over de wijze van opslaan na de vangst en vervolgens vervoer naar de veiling is nagenoeg niet beschikbaar voor de visserij op Oosterscheldekreft.

---

## 4 Inschatting impact van gevaren in kweeksystemen en visserij

### 4.1 Werkwijze en scoreprotocollen

In overleg met de opdrachtgever is een selectie gemaakt van gangbare vangstmethoden en kweeksystemen die in de risico-evaluatie zijn meegenomen. Vervolgens is een selectie gemaakt van gangbare gevangen/gekweekte soorten waarvoor de welzijnseffecten en impact zijn geëvalueerd. Deze soorten zijn benut als voorbeeldsoort voor andere gangbare gevangen/gekweekte soorten.

Voor kweeksystemen betreft dit:

- RAS: meerval (Afrikaanse meerval en Claresse meerval)
- vijver met doorstroming: pangasius
- flow-through tank: Nijltilapia

Voor visserij betreft dit:

- Demersale visserij: boomkor en pulskor met de soorten tong, schol en Noordzeekrab
- Pelagische visserij: trawlmet met de soort haring (makreel en blauwe wijting stonden ook eerst in het rijtje, maar wijken naar verwachting niet af van haring, en zijn daarom weggelaten)
- Staandwant kustvisserij: met de soorten tong en Oosterscheldekreft

Voor de andere soorten die (substantieel) binnen deze systemen worden gekweekt respectievelijk door de geselecteerde methoden worden gevangen, heeft het projectteam op basis van de expert-risico-evaluatie waar mogelijk een inschatting gemaakt van mogelijk afwijkende scores op basis van biologische/neurofysiologische verschillen en/of verschillen in gedragsrepertoire ten opzichte van de voorbeeldsoort.

#### *M.b.t. de expert knowledge elicitation*

Per kweekstelsel en per vangstmethode is op basis van de literatuursearch voor de voorbeeldsoort(en) een lijst opgesteld met potentiële gevaren en zijn de welzijnseffecten ('adverse effects') benoemd die ermee kunnen samenhangen. Experts op het gebied van dierenwelzijn/risico-evaluatie/vis (5 experts voor aquacultuur+ apart één visziektenexpert; 5 experts voor visserij) hebben via vooraf afgesproken scoreprotocollen (zie hierna) een inschatting gemaakt van ernst en duur van de beschreven welzijnseffecten en het deel van de populatie dat er door wordt getroffen. In een eerste gezamenlijke sessie is de lijst met gevaren en welzijnseffecten met de experts besproken en waar relevant aangepast. Tevens is instructie gegeven over de wijze van scoren. In de twee dagen hierna hebben de experts eerst individueel op basis van de eigen expertise conform de gegeven scoreprotocollen een inschatting gemaakt van prevalentie, ernst en duur van de beschreven welzijnseffecten. In een tweede gezamenlijke sessie zijn (sterk) afwijkende individuele scores besproken en zijn de experts gevraagd of ze op basis van onderbouwing en argumenten van de andere experts behoefte hadden om scores aan te passen. Na deze stap is de gemiddelde waardering van de experts als definitieve expertopinie in de evaluatie opgenomen.

Voor het inschatten van zowel de ernst als de duur van een welzijnseffect is uitgegaan van normale praktijkomstandigheden. Voor kweeksystemen betekent dit dat er van is uitgegaan dat dieren die zorg nodig hebben dit op de gebruikelijke wijze krijgen toegediend. Daarnaast is bij de inschatting van ernst en duur van welzijnseffecten sterk geleund op kennis op gebied van cognitie en gevoelens/emoties voor een beperkt aantal vissoorten (zie hoofdstuk 3).

#### 4.1.1 Inschatting deel van de populatie met het welzijnseffect

In de literatuur is bijzonder weinig bekend over de prevalentie van welzijnsgevaar bij vissen. De experts zijn gevraagd een (ruwe) inschatting te maken van het deel van de populatie dat onder de gegeven omstandigheden (een bepaald gevaar is aanwezig) met een bepaald welzijnseffect te maken krijgt. Onder populatie werd hier verstaan: de populatie vissen binnen een bepaald kweekstelsel

(bv. een tank) of in een bepaalde vangst (visserij). Daar waar concrete prevalentiedata op sectorniveau achterhaald konden worden, zijn deze in de risico-evaluatie opgenomen.

**Tabel 4.1** Scores voor mate van voorkomen van het welzijnseffect binnen de doelpopulatie (bron: EFSA, 2008a)

Percentage van doelpopulatie)	Klasse (in % van doelpopulatie)	Score
	0	0
Bv. 15%	1-20	1
	21-40	2
	41-60	3
	61-80	4
	81-100	5
	Volstrekt onbekend	?

#### 4.1.2 Inschatting ernst van het welzijnseffect

Voor het inschatten van de 'ernst' van het welzijnseffect is het scoreprotocol uit de EFSA-guideline (2008) gevolgd, waarbij de mate van 'ernst' voor dit onderzoek is ingedeeld in de 5 klassen zoals weergegeven in tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Scores voor ernst van het welzijnseffect (EFSA, 2008a)

Evaluatie	Score	Uitleg
Verwaarloosbaar	1	Geen pijn, frustratie, angst [op basis van de normale bandbreedte van gedragswaarnemingen, fysiologische parameters en klinische symptomen voor > 95% van de dieren]
Mild	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	4	Substantiële afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst
Ernstig	5	Extreme afwijkingen van normaal en indicatief voor pijn, malaise, vrees of angst. Indien deze afwijkingen voortduren kunnen ze levensbedreigend zijn.

#### 4.1.3 Inschatting duur van het welzijnseffect

Voor het inschatten van 'duur' van het welzijnseffect is, overeenkomstig de werkwijze bij de risicoanalyse van dierenwelzijn in de zuivelketen (Visser et al., 2015) als uitgangspunt genomen dat duur alleen betrekking heeft op de desbetreffende fase of desbetreffende categorie vissen. Dit betekent dat welzijnseffecten, en daarmee mogelijke welzijnsproblemen, per fase worden beoordeeld, en welzijnseffecten in kortdurende fasen zoals transport en slacht niet bij voorbaat met een lage impact (zie 4.1.4) eindigen. Deze keuze impliceert anderzijds dat het niet mogelijk is om welzijnseffecten over het hele leven van de vis te prioriteren.

Vaak is de duur van het welzijnseffect niet exact in tijd (minuten, uren, dagen, weken) uit te drukken, vanwege variatie tussen diersoorten en binnen een diersoort in duur van het welzijnseffect (bijvoorbeeld als gevolg van weerstand van het dier of externe factoren). Conform de aanpak voor de zuivelketen (gebaseerd op EFSA, 2012b) wordt de 'duur' van het welzijnseffect ingedeeld in 3 verschillende klassen: kort, middel, lang. Deze klassen zijn voor kweekvis (tabel 4.3a) respectievelijk voor vis bij verschillende vangstmethoden (tabel 4.3b) in onderstaande tabellen gedefinieerd.

**Tabel 4.3a** Klassen voor duur van het welzijnseffect per fase in *kweeksystemen*

Duur	Score	Omschrijving*
Ouderdieren		
Kort	1	≤ 2% van de duur van deze fase
Middel	2	2 tot 8% van de duur van deze fase
Lang	3	≥ 8% van de duur van deze fase
Fry en pootvissen		
Kort	1	≤ 2% van de duur van deze fase
Middel	2	2 tot 8% van de duur van deze fase
Lang	3	≥ 8% van de duur van deze fase
Transport		
Kort	1	≤ 5 minuten
Middel	2	5-30 minuten
Lang	3	≥ 30 minuten
Opkweek		
Kort	1	≤ 2% van de duur van deze fase
Middel	2	2 tot 8% van de duur van deze fase
Lang	3	≥ 8% van de duur van deze fase
Transport		
Kort	1	≤ 5 minuten
Middel	2	5-30 minuten
Lang	3	≥ 30 minuten
Slacht		
Kort	1	≤ 5 minuten
Middel	2	5-30 minuten
Lang	3	≥ 30 minuten

**Tabel 4.3b** Klassen voor duur van het welzijnseffect bij gevangen vis (*visserij*)

Duur	Score	Omschrijving*
Kort	1	≤ 5 minuten
Middel	2	5-30 minuten
Lang	3	≥ 30 minuten

Voor alle fasen van visserij (vangen, aan boord halen, opslag aan boord, doden/slachten) zijn dezelfde klassen voor duur van het welzijnseffect gekozen. De reden hiervoor is dat de duur van de onderscheiden fasen relatief kort is (max. enkele uren) en het werken met percentages zoals toegepast bij kweeksystemen daarom niet werkbaar is.

NB. het welzijnseffect mortaliteit: EFSA (2012a) geeft aan dat de dood als gevolg van een gevaar niet als een primair welzijnsprobleem zou mogen worden beschouwd. De duur tussen 'gevaar en daadwerkelijke dood, de periode waarin een ernstige aantasting van het welzijn kan optreden, is dan het werkelijke welzijnsprobleem. Bij een gevaar dat tot onmiddellijke dood van het dier leidt, is de duur van het welzijnseffect extreem gering. In dat geval is gevraagd om bij het betreffende gevaar in de laatste kolom aan te geven dat het gevaar zo ernstig is dat het tot onmiddellijke dood kan leiden.

#### 4.1.4 Berekening van de impact (ernst\*duur)

Voor bepaling van de impact van een welzijnseffect is in overleg met de opdrachtgever dezelfde matrix gebruikt als bij de risicoanalyse van dierenwelzijn in de zuivelketen (Visser et al., 2015 (tabel 4.4)).

**Tabel 4.4** Bepaling cijfer voor impact van een welzijnseffect op basis van scores voor 'ernst' en 'duur'

DUUR (t.o.v. de fase)	ERNST					
		Verwaar- loosbaar (1)	Mild (2)	Matig (3)	Substan- tieel (4)	Ernstig (5)
	Kort (1)	1	2	3	4	5
	Middel (2)	1	3	4	5	6
	Lang (3)	1	4	5	6	7

In de volgende tabel is weergegeven hoe de scores voor impact worden geïnterpreteerd. Deze tabel is aangepast door ons voor vissen.

Magnitude scale	Explanation
1	Optimal health and optimal physiological and ethological comfort
2	Minor changes from normality indicative of pain, malaise, fear or anxiety
3	Moderate changes from normality indicative of pain, malaise, fear or anxiety. Moderate change in physiological or behavioural reactions: perturbations on locomotor activity, feed intake and aggression)
4	Substantial changes from normality indicative of pain, malaise, fear or anxiety. Strong change in physiological or behavioural reactions: perturbations on locomotor activity, feed intake and aggression)
5	Extreme changes from normality indicative of pain, malaise, fear, anxiety or disease (reversal)
6	Extreme changes from normality indicative of pain, malaise, fear, anxiety, or disease, that could become life-threatening if they persist
7	Extreme changes from normality indicative of pain, malaise, fear, anxiety, or disease that result ultimately in death, as an animal has been overtaxed for a prolonged period of time.

Een voorbeeld van normaal gedrag is bv. het rusten van A. meerval op de bodem van een tank. Onder invloed van stress kan de duur van rustperiodes bij meervallen afnemen. Als gevolg van stress kunnen vissen stoppen met eten. Ook andere abnormale gedragingen zoals een verlies van evenwicht of afwijkingen van het uiterlijk (bv. opgezwollen ogen), schade aan huid en vinnen wijzen erop dat het welzijn van een vis is aangetast.

Uit ernst en duur is de impact van een welzijnseffect berekend (conform de matrix in 4.1.4), uit deel populatie getroffen\*ernst\*duur een PED-score. Impact gaat dus over het welzijnseffect, de PED-score geeft een indicatie van het belang van een bepaalde gevaar als het optreedt uit oogpunt van vissenwelzijn. Met uitzondering van visziekten zijn de gevaren en bijbehorende welzijnseffecten gescoord door 5 experts. In deze tabellen zijn de gemiddelden (GEM) en de standaarddeviaties SD van de scores van 5 experts vermeld. Gevaren in relatie met visziekten zijn gescoord door 1 expert (specialist op het gebied van visziekten; hiervan zijn er slechts enkelen in Nederland). Daar waar de risico-evaluatie door 5 experts is uitgevoerd, zijn in de tabellen met resultaten naast gemiddelden ook de standaarddeviaties gegeven als maat voor verschillen in scores van de individuele experts.

## 4.2 Risico-evaluatie kweeksystemen

### 4.2.1 RAS

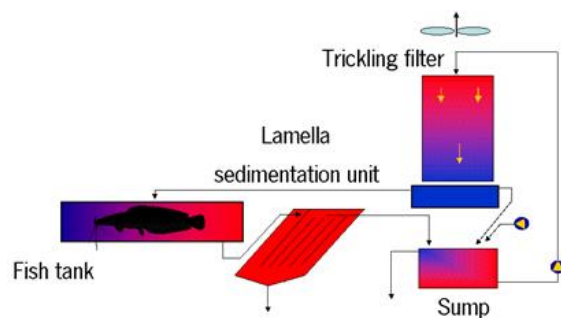
In een RAS worden vissen gehouden bij hogere dichtheden dan bijvoorbeeld in een vijver of kooi. Deze wijze van houden brengt met zich mee dat gebruik van pompen, een zuurstofvoorziening en filters essentieel zijn voor beheersen van de waterkwaliteit en daarmee het vermijden van gevaren voor het welzijn tijdens de houderij van fry/pootvissen en de opkweek tot marktwaardige vissen. Vermeden moet worden dat er sprake is van oververzadiging van het water met zuurstof. Wanneer pompen als gevolg van slijtage of slecht onderhoud lucht aanzuigen, dan kan dit leiden tot een oververzadiging van stikstof in het water. Een oververzadiging met zuurstof of stikstof tast het welzijn van vissen aan en kan leiden tot mortaliteit. De criteria voor een waterkwaliteit die passend zijn voor een vis zijn soortafhankelijk. Ook de interactie tussen mens en dier tijdens transport en het slachtproces kan een gevaar opleveren. Meer gegevens zijn te vinden in 3.3.2.

#### 4.2.1.1 Voorbeeldsoort meerval

##### **Kenmerken meerval**



**Figuur 4.1** Afbeelding van meerval [bron: Van de Vis et al., 2013a)



**Figuur 4.2** Meerval in RAS systeem [bron: E. Eding]

De Afrikaanse meerval is een omnivore vissoort, die zich het grootste deel van de tijd verblijft op de bodem (Pienaar, 1968). Afrikaanse meervallen foerageren 's nachts en bij voorkeur in een omgeving met weinig licht (Bruton, 1979; Hoogendoorn, 1981). In de natuur komt het dier voor in water met een laag zuurstofgehalte met veel zwevend materiaal en kan daarin overleven, omdat het aan de lucht kan ademen en relatief hoge concentraties totaal ammonia in het water verdraagt (Schram et al., 2010). Het is een nachtdier; de frequentie van de luchtademhaling is tijdens de nacht hoger dan gedurende de dag.

Het vermogen om aan de lucht adem te halen is groter voor een vis van bv. 1 kg van deze soort dan een dier dat 40 g weegt. Vissen van 40-200 g zijn voor meer dan 85% van hun zuurstofvoorziening afhankelijk van het water en voor vissen van 400-1100 g bedraagt dit 50-60%; het is een obligate luchtademer (Babiker, 1979). Jonge Afrikaanse meervallen kunnen agressief en kannibalistisch zijn; als de dieren volwassen zijn, zijn agressie en kannibalisme afgenomen; de dieren leven in scholen en kunnen in groepen jagen in de natuur (Meron, 1993).

Behalve de Afrikaanse meerval houden kwekers in Nederland ook Claresse meerval. Door Afrikaanse meerval te kruisen met Vundu meerval verkrijgt men de Claresse meerval. Claresse meerval lijkt in gedrag en anatomie zeer sterk lijkt op Afrikaans meerval en daarom veronderstellen we dat deze dezelfde behoeften heeft als de Afrikaanse meerval (Van de Vis et al., 2013a).

##### **Risico-evaluatie meerval**

De risico-evaluatie voor meervallen in RAS is per productiefase in tabelvorm weergegeven.

De tabellen geven per mogelijk voorkomend gevaar de inschattingen weer van het deel van de populatie dat met een welzijnseffect te maken krijgt, de ernst en de duur van het welzijnseffect indien het gevaar voorkomt.

**Tabel 4.5a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten **bij meerval ouderdieren** in RAS en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
<b>Voortplanting</b>											
<b>Ouderdieren</b>											
a)	Hormonale inductie	Vis uit water halen en injecteren	Ongerief incl. naijleffect (bij meerval en pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.0	0.0	3	13
b)	Afstrijken ouderdieren	Verdoven in water, vis uit het water halen en druk uitoefenen op buik voor verzamelen kuit	Ongerief (bij meerval/pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.5	3	18
c)	Opereren meerval-mannetjes onder anaesthesie	Anaesthesie, operatie om deel testis weg te nemen	Ongerief na bijkomen van anaesthesie	5.0	0.0	3.8	0.4	1.4	0.5	4	27
d)	Wijze van doden van ouderdieren die niet meer geschikt zijn voor de fok	Geen of een niet effectief toegepaste euthanasie	Ernstig ongerief als gevolg van doden terwijl dier bij bewustzijn is	4.8	0.4	4.8	0.4	1.0	0.0	5	23

Bij meerval-ouderdieren krijgen welzijnseffecten die samenhangen met het opereren van meerval-mannetjes voor het oogsten van spermacellen (deel van de testis wordt weggenomen) en de wijze van doden van onbruikbare ouderdieren een relatief hoge impactscore.

In tabel 4.5b zijn de scores voor visziekten onder meerval-ouderdieren in een RAS gegeven.



**Tabel 4.5b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van **visziekten bij meerval ouderdieren** in RAS en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
OUERDIEREN								
Ziekten								
a)	parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	2	4	3	6	24
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	2	3	3	5	18
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	1	3	2	4	6
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	1	3	2	4	6
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	2	3	3	5	18
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	2	3	3	5	18
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	?	?	?		
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	4	4	3	6	48
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	3	3	3	5	27
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ): vissen-TBC	anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	4	3	6	48
c)	virussen	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis	4	1	1	1	4

Bij meerval-ouderdieren leveren vooral bacteriële infecties hoge scores op voor impact van welzijnseffecten en deel van de populatie dat ermee te maken krijgt als de infectie binnenkomt.

**Tabel 4.6a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten **bij meerval fry/pootvissen in RAS** en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Houderij Fry/pootvissen										
	ALGEMEEN										
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijm laag op huid aangetast	5.0	0.0	2.4	0.5	1.0	0.0	2	12
	VOEDING										
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan soortspecifieke behoefte	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	51
c)	Voerregime voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	2.8	0.4	3.0	0.0	5	29
	WATERKWALITEIT										
d)	Waterkwaliteit past niet bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitraat	te hoog	Chronische stress: verlaagde groei en voerinnname, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	nitraat	te hoog	Mortaliteit	4.6	0.8	5.0	0.0	1.0	0.0	5	23
	nitriet	te hoog	Chronische stress: verlaging opnamecapaciteit zuurstof door het bloed, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	nitriet	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	stikstof	te hoog	Chronische stress door gas bubble disease (verblijikbaar met caisson ziekte), schade, Mortaliteit	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	stikstof	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	2.8	0.4	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	GEZONDHEID										
e)	Wijze van doden van fry/pootvissen met trage groei of andere afwijkingen	Geen effectieve of acceptabele dodingsmethode voorhanden	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
	GEDRAGSBEHOEFTE										
f)	Agressie	Vechten, bijten	Chronische stress, huidlaesies, slijm laag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Kannibalisme	Aanvreten, opvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
h)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Verstoorde rangorde, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	2.8	0.4	1.4	0.5	3	7
i)	Dichtheid	te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	2.8	0.4	5	45
		te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, onvoldoende waterkwaliteit	Behoeftes om te zwemmen en te rusten gehinderd, agressie met als gevolg schade en ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	3	15
j)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
k)	Geen natuurlijke variatie in lichtintensiteit (24h licht aan of continu	Verstoring biologische klok	Chronische stress	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	VEILIGHEID										
l)	Sorteren op grootte	Ruw hanteren dieren	Stress, schade, slijm laag op huid aangetast, duurt lang voordat dieren normaal eten	1.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.5	3	4

Bij de houderij van meerval-fry/pootvissen kunnen matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als de waterkwaliteit niet passend is, door onderlinge agressie tussen dieren, het ontbreken van structuren in de bak voor rusten en schuilen, het ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit en bij een niet passende voersamenstelling. In de literatuur zijn er ook indicaties dat een te lage bezettingsgraad in deze fase tot verhoogde onderlinge agressie kan leiden.

**Tabel 4.6b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van **visziekten bij meerval houderij fry/pootvissen in RAS** en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem			Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
HOUDERIJ POOTVISSEN							
<b>Ziekten</b>							
a)	parasieten						
	<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooraf bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	2	4	3	6	24
	<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	2	3	2	4	12
	<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	1	3	2	4	6
	<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	2	3	3	5	18
	<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	2	3	3	5	18
	<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	?	?	?		
b)	bacteriën						
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	4	5	3	7	60
	<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	4	4	3	6	48
	<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ): vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	1	2	3	4	6
c)	virussen						
	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis	4	1	1	1	4

Ook bij de houderij van fry/pootvissen veroorzaken van alle visziekten bacteriële infecties naar verwachting de belangrijkste welzijnseffecten.

**Tabel 4.7** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **transport van fry/pootvissen bij meerval gekweekt in RAS** en deel van de populatie in dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect								
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Transport fry/pootvissen										
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltogend of hebben verwondingen	Stress, schade, mortaliteit	1.0	0.0	4.4	0.5	3.0	0.0	6	13
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maagdarmsstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, waterkwaliteit aangetast	Stress, schade	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade	5.0	0.0	2.8	0.4	1.0	0.0	3	14
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:										
	netten	dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
	buis: zwaartekracht	dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
e)	Laden: vullen van tanks op vrachtwagen	Dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: door irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit								
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per m2 oppervlakte bodem tank)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijke ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade als gevolg van verhoogde agressie	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van transport	Water klotst in tanks, dieren kunnen effect daarvan niet compenseren	Schade aan het dier, stress: duurt lang voordat dieren normaal eten na transport	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
j)	Lossen:										
	netten	Te veel dieren in net, ruwe hanteren dieren	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3

Bij transport van fry/pootvissen krijgen welzijnseffecten die kunnen samenhangen met geen of te weinig voeronthouding voorafgaand aan transport, de waterkwaliteit tijdens het transport, een te hoge dichtheid van dieren in de tank, en ook anderszins niet zorgvuldige wijze van transport de hoogste impactscores.

**Tabel 4.8a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **meerval-opkweek in RAS** en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Opkweek										
	ALGEMEEN										
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.4	0.5	1.4	0.8	2	17
	VOEDING										
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan soortspecifieke	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
c)	Voerregime voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	2.6	0.5	3.0	0.0	5	27
	WATERKWALITEIT										
d)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller vermoeid.	5.0	0.0	3.0	0.0	2.4	0.8	4	36
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	zuurstof	te laag	Mortaliteit								
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitraat	te hoog	Chronische stress: verlaagde groei en voerinnname, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	nitraat	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitriet	te hoog	Chronische stress: verlaging opnamecapaciteit zuurstof door het bloed, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	nitriet	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	stikstof	te hoog	Chronische stress door gas bubble disease (verblijikbaar met caison ziekte), schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	stikstof	te hoog	Mortaliteit	4.6	0.8	5.0	0.0	1.0	0.0	5	23
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.4	0.8	4	36
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	4.6	0.8	5.0	0.0	1.0	0.0	5	23
	GEZONDHEID										
e)	Wijze van doden van vissen met de volgende problemen: zieltogend, verwondingen, abnormaal gedrag	Geen effectieve of acceptabele dodingsmethode voorhanden	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
	GEDRAGSBEHOEFTE										
f)	Agressie	angst, verwondingen	Chronische stress, huidlaesie, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Kannibalisme	Aanvreten, opvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
h)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Rangorde tussen dieren verstoord, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.0	0.6	1.2	0.4	3	4
i)	Dichtheid	Te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	4.2	1.6	3.2	0.4	2.4	0.8	4	32
		Te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, onvoldoende waterkwaliteit	Behoeftte om te zwemmen en te rusten gehinderd, agressie met als gevolg schade en ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	3	15
j)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te schuilen, te rusten	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
k)	Geen natuurlijke variatie in lichtintensiteit (24h licht aan of continu schemering)	Verstoring biologische klok	Chronische stress	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	VEILIGHEID										
l)	Sorteren op grootte	Ruw hanteren dieren	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast, duurt lang voordat dieren normaal eten	1.0	0.0	2.8	0.4	1.2	0.4	3	3

Evenals bij de houderij van meerval-fry/pootvissen kunnen ook in de opkweekfase van meerval matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als de waterkwaliteit niet passend is, door onderlinge agressie tussen dieren, door het ontbreken van structuren in de bak voor rusten en schuilen, door het ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit en bij een niet passende voersamenstelling.

**Tabel 4.8b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van **visziekten bij meerval opkweek in RAS** en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem			Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT PED
OPKWEK							
Ziekten							
a)	parasieten						
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooraf bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	2	4	3	6 24
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	2	2	2	3 8
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	1	3	2	4 6
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	2	3	3	5 18
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	2	3	3	5 18
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	?	?	?	
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	4	4	3	6 48
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	4	4	3	6 48
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ): vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	3	3	3	5 27
c)	virussen	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis	4	1	1	1 4

Ook bij meerval fase opkweek kunnen van de visziekten de bacteriële infecties de belangrijkste welzijnseffecten opleveren.

**Tabel 4.9** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **transport van marktwaardige meerval gekweekt in RAS** en deel van de populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect					
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Transport marktwaardige vis											
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltogend of hebben verwondingen	Lijden, schade, mortaliteit		1.0	0.0	4.8	0.4	3.0	0.0	7	14
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maag-darmstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, overgeven, waterkwaliteit aangetast (braaksel)	Stress, schade		5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade		5.0	0.0	2.8	0.4	1.0	0.0	3	14
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:											
	netten	Dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
	zwaartekracht	Dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
e)	Laden: vullen van tanks op vrachtwagen	Dieren beschadigen	stres, schade		1.0	0.0	3.6	0.5	3.0	0.0	6	11
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:											
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	4.6	0.8	1.8	1.0	6	41
	koolzuur	te hoog	Chronische stress en afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	2.2	1.0	6	55
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per oppervlakte bodem tank)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijk ziektes		5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van transport	Water klotst in tanks, dieren kunnen effect daarvan niet compenseren	Schade aan het dier, stress: duurt lang voordat herstellen na transport		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
j)	Lossen:											
	netten	Te veel dieren in net, ruwen te gehaast hanteren dieren	Schade aan het dier, stress		1.8	1.6	3.6	0.5	1.4	0.8	4	9
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank ( > 300 kg vis) bij meerval en tilapia; of vallen in een kleine ton voor pangasius. NB. Voor pangasius gaat het om ca. 30-50 kg vis in een ton	Schade aan het dier, stress		1.8	1.6	3.4	0.5	1.4	0.8	3	9

Evenals bij transport van fry/pootvissen krijgen bij transport van marktwaardige meerval welzijnseffecten die kunnen samenhangen met geen of te weinig voeronthouding voorafgaand aan transport, de waterkwaliteit tijdens het transport, een te hoge dichtheid van dieren in de tank, en ook anderszins niet zorgvuldige wijze van transport de hoogste impactscores.



**Tabel 4.10** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **slacht van meerval gekweekt in RAS** en deel van de te slachten populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Meerval RAS-systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect									
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
Slachtproces											
a)	Waterkwaliteit in opslag slachthuis die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te laag	Stress: door irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	zuurstof	te laag	Stress	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	koolzuur	te hoog	Stress: frequentie ademhaling verhoogd	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	ammonia	te hoog	Stress	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	temperatuur	te hoog en te laag	Stress	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
b)	Crowding om vissen uit tijdelijke opslag te halen	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade, mortaliteit	5.0	0.0	3.0	0.6	1.0	0.0	3	15
c)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:										
	netten	Te veel dieren in net, ruwe hanteren dieren	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.6	0.5	3.0	0.0	6	11
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.6	0.5	3.0	0.0	6	11
d)	Doden zonder verdoving in ijs/ijswater	Temperatuurschok	Zware stress, slijmlaag raakt los	5.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0	6	50
	Indien verdoven										
e)	Wijze van inbrengen in verdovingsapparaat	Ruw hanteren incl. aanvoerband	Stress, schade	1.0	0.0	3.6	0.5	1.0	0.0	4	4
f)	Elektrisch verdoven:										
	stroomtoediening	Niet onmiddellijk verdoofd	Ernstig lijden schade	1.0	0.0	4.8	0.4	1.8	0.4	6	9
	tijdsduur	Interval verdoven-doden te lang: dieren komen bij	Stress, schade	1.0	0.0	4.8	0.4	2.0	0.0	6	10
	doden na elektrisch verdoven	geen effectieve dodingsmethode: onjuist gebruik ijswater en daardoor niet effectief.	Zware stress, schade	1.0	0.0	4.8	0.4	3.0	0.0	7	14
g)	Wijze van euthanasieren van zieke dieren of dieren die ongeschikt voor verkoop zijn	Dieren worden onverdoofd gedood door ze terzijde te leggen	Ernstig lijden, schade	1.0	0.0	5.0	0.0	2.8	0.4	7	14

Tijdens het slachtproces van meerval afkomstig uit RAS worden welzijnseffecten die samenhangen met opvang in tanks met een onvoldoende waterkwaliteit en doden van de vissen zonder verdoving in ijswater als meest omvangrijk ingeschat (hoogste PED-score). Onvoldoende adequate uitvoering van elektrisch verdoven en wijze van doden van dieren die niet geschikt zijn voor consumptie scoren hoog op impact, dit betreft naar verwachting een klein deel van de te slachten populatie.

#### 4.2.1.2 Andere soorten in RAS

In Nederland worden naast meervallen ook paling, snoekbaars en tilapia in RAS gehouden. Omdat de paling in volume de belangrijkste kweekvissoort in Nederland is, gaan we nader in op de kenmerken van deze vis. Bij de paling starten kwekers met gevangen glasalen, wat een risico inhoudt qua insleep van ziekteverwekkers.

#### Kenmerken Europese paling

Bij de kweek van de Europese paling is de cyclus niet gesloten; er moeten glasalen, die vanuit zee de binnenwateren intrekken, worden gevangen. Deze dieren worden vervolgens naar distributiecentra vervoerd (EFSA, 2008d) om vervolgens te worden afgeleverd bij kwekers.



Europese palingen of alen leven in de natuur in stilstaande wateren tot in de bovenloop van beken en rivieren. Palingen houden zich op in schuilplaatsen in de natuur, zo kunnen de dieren licht mijden (Tesch, 2003). Een paling is een nachtdier. Vanuit hun schuilplaatsen zoeken ze in de natuur naar voedsel zodra het donker wordt (Tesch, 2003). Bij hoge dichtheden in de natuur hebben ze een uitgesproken voorkeur om tussen stenen te schuilen.

Glasalen zijn dieren die in scholen leven. Als de paling ouder wordt is het een territoriaal dier geworden, dat agressief en kannibalistisch gedrag kan vertonen (EFSA, 2008d). Door op een kwekerij regelmatig te sorteren kan een kweker agressie en kannibalisme beperken/voorkomen. In een houderijsysteem liggen palingen bij voorkeur ergens tegenaan of op (thigmotaxis) (EFSA, 2008d).

#### **Overige vissoorten gehouden in RAS in NL**

Voor de overige vissoorten die in een RAS worden gehouden, zijn enkele belangrijke kenmerken en de implicaties daarvan voor de productie samengevat in tabel 4.11. Zonder een risico-evaluatie door experts is het niet mogelijk om eventuele verschillen over duur en impact van welzijnseffecten in alle fasen van de productie weer te geven.

**Tabel 4.11** Kenmerken van overige gehouden kweekvissoorten in Nederland en de betekenis daarvan voor de productie

<b>Soort</b>	<b>Op welke punten wijken deze vissen af van paling en meerval?</b>	<b>Consequentie voor productie</b>
Snoekbaars ( <i>Stizostedion lucioperca</i> )	Stressgevoeliger dan meerval	Duur buiten het water t.b.v. sorteren en de slacht minimaliseren. Sorteren is ook van belang om kannibalisme te minimaliseren.
Tarbot ( <i>Psetta maximus</i> )	Vissen liggen meestal continue op de bodem van een tank. Zeevis	Verhouding tussen aantal vissen en beschikbaar bodemoppervlak tank is van belang op het moment dat het dier de metamorfose van een pelagische naar een demersale vis heeft ondergaan
Yellowtail kingfish ( <i>Seriola lalandi</i> )	Krachtige en energieke vis. Heeft zuurstofrijk water nodig. Verdraagt blootstellen aan de lucht slecht; het dier vertoont sterke reacties in gedrag. Zeevis	Adequate beheersing van het zuurstofgehalte in het water in alle fasen van de kweek is essentieel, i.t.t. de kweek van meerval. Blootstelling aan de lucht minimaliseren of het dier sederen voorafgaand aan sorteren en de slacht
Regenboogforel ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Water met een hoog zuurstofgehalte. Niet instaat om te ademen buiten het water i.t.t. tot de paling en meerval. Wordt gehouden in zoetwater en zeewater.	Beheersing van het zuurstofgehalte in het water is van belang, i.t.t. tot de opkweek van meerval. Blootstelling aan de lucht minimaliseren of het dier sederen voorafgaand aan sorteren en de slacht
Nijltilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Verdraagt zuurstofarm water i.t.t. de paling. Optimale water temperatuur tussen 25 en 27 °C.  Temperaturen van 8-12 en hoger dan 42 °C zijn lethaal.	Kweek in open systemen in een gematigd klimaat, zoals voor de regenboogforel, is niet mogelijk.
Verschillende steursoorten	Zoetwater en brakwater vissen. Kunnen groot worden, maar trage groei.	Geen sterk afwijkende eisen die tijdens de productie worden gesteld

## **4.2.2 Vijver met doorstroming**

### **4.2.2.1 Houderij in vijvers**

Vijvers zijn open systemen waardoor het nodig kan zijn dat een kweker netten boven een vijver spant om te vermijden dat predatoren toegang krijgen tot de vissen. Een ander gevaar voor de vissen vormt de kans op aanwezigheid van parasieten en pathogene micro-organismen. Vanwege het open karakter van dergelijke systemen is het niet mogelijk te vermijden dat de vissen geïnfecteerd kunnen raken. Omdat vijvers voor de productie van pootvissen en faciliteiten voor verwerking van marktwaardige vissen langs de Mekong zijn gesitueerd, vindt vervoer van levende vissen plaats met behulp van well-

boats. In een dergelijk schip bevinden de vissen zich in het ruim en vindt verversing van het water plaats doordat water tijdens het varen in- en uitstroomt.

#### 4.2.2.2 Voorbeeldsoort pangasius

##### ***Kenmerken pangasius***



**Figuur 4.3** Afbeelding van *Pangasius* [bron: AFI, WUR]



**Figuur 4.4** *Pangasius* in de Mekong-rivier Vietnam, een 'vijver' met doorstroming [bron: Wageningen Livestock Research]

*Pangasius* (*Pangasius hypophthalmus*) behoort tot de familie van de reuzemeervallen (Pangasiidae) (figuur 4.3). In de natuur migreert pangasius in zowel zoet- als brakwater. *Pangasius* komt voor in de tropische riviergebieden van Azië, zoals onder meer in de Mekongdelta in Vietnam (bron: [www.visbureau.nl](http://www.visbureau.nl)). Voor meer informatie over vijvers (figuur 4.4) als houderijsysteem en de daarmee samenhangende gevaren zie paragraaf 3.3. Bij vijvers wordt er geen zuurstof onder druk aan het water toegevoegd en worden er ook geen pompen gebruikt, daarom is er geen gevaar van oververzadiging met deze zuurstof en stikstof.

##### ***Risico-evaluatie pangasius***

Hierna is de risico-evaluatie voor pangasius in vijvers met doorstroming per productiefase in tabelvorm weergegeven.

De tabellen geven per mogelijk voorkomend gevaar de inschattingen weer van het deel van de populatie dat met een welzijnseffect te maken krijgt, de ernst en de duur van het welzijnseffect.

**Tabel 4.12a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten **bij pangasius ouderdieren in vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in de vijver met doorstroming dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius Vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
<b>Voortplanting</b>											
<b>Ouderdieren</b>											
a)	Predatoren (open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk probleem bij productie pootvissen	Chronische stress	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
b)	Hormonale inductie	Vis uit water halen en injecteren	Ongerief incl. naijeffect (bij meerval en pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.0	0.0	3	13
c)	Afstrijken ouderdieren	verdoven in water, vis uit het water halen en druk uitoefenen op buik voor verzamelen kuit	Ongerief (bij meerval/pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.5	3	18
d)	Wijze van doden van ouderdieren die niet meer geschikt zijn voor de fok	Geen of een niet effectief toegepaste euthanasie	Ernstig ongerief als gevolg van doden terwijl dier bij bewustzijn is	4.8	0.4	4.8	0.4	1.0	0.0	5	23

Bij pangasius-ouderdieren krijgen de welzijnseffect die samenhangen met de aanwezigheid van predatoren (o.a. vogels) en de wijze van doden van onbruikbare ouderdieren een relatief hoge impactscore.

In tabel 4.12b zijn de scores voor visziekten onder pangasius-ouderdieren in vijvers met doorstroming gegeven.

**Tabel 4.12b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van visziekten bij pangasius ouderdieren in vijvers met doorstroming en deel van de populatie in de vijver met doorstroming dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius Vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
OUDERDIEREN								
Ziekten								
a)	parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	5	5	3	7	75
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	5	3	3	5	45
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	4	3	3	5	36
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	4	3	3	5	36
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	5	3	3	5	45
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	5	3	3	5	45
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	5	4	3	6	60
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	5	4	3	6	60
		<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	<b>Puntbloedingen</b> op hele lichaam en aan vinbases, <b>verdikking op kop, popeye</b> , geel of bloederig, lever met witte hardjes, bloedingen in interne organen, <b>buikvochtphoping, sterfte</b>	5	5	2	6	50
		<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>	5	5	2	6	50
		<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>	3	3	2	4	18
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	5	5	3	7	75
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ): vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	5	3	7	60
c)	virussen	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis	5	4	2	5	40

Bij pangasius-ouderdieren geven zowel parasitaire als bacteriële en virale infecties hoge scores op voor impact van de welzijnseffecten en deel van de populatie dat ermee te maken krijgt als de infectie binnenkomt.

**Tabel 4.13a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **pangasius fry/pootvissen in vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in het vijver-systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect								
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
Houderij Fry/pootvissen											
ALGEMEEN											
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.6	0.5	1.0	0.0	3	13
VOEDING											
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
c)	Voerregime voldoet niet aan	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	3.0	0.6	3.0	0.0	5	31
WATERKWALITEIT											
d)	Waterkwaliteit past niet bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller vermoeid.	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	4.6	0.8	5.0	0.0	1.0	0.0	5	23
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitraat	te hoog	Chronische stress: verlaagde groei en voerinnname, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	nitraat	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitriet	te hoog	Chronische stress: verlaging opnamecapaciteit zuurstof door het bloed, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	nitriet	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	2.8	0.4	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	4.2	1.6	5.0	0.0	1.2	0.4	5	25
GEZONDHEID											
e)	Wijze van doden van fry/pootvissen met GEDRAGSBEHOEFTE	Geen effectieve of acceptabele	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
f)	Agressie	Vechten, bijten	Chronische stress, huidlaesies, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Kannibalisme	Aanvreten, opvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
h)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Rangorde tussen dieren verstoord, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	2.8	0.4	1.2	0.4	3	3
i)	Dichtheid	te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	?		3.5	0.5	3.0	0.0	6	
j)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
		te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, onvoldoende waterkwaliteit	Behoeft om te zwemmen en te rusten gehinderd, agressie met als gevolg schade en ziektes	4.6	0.8	3.2	0.4	1.4	0.8	3	21
VEILIGHEID											
k)	Predatoren (open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk probleem bij productie pootvissen	Chronische stress, schade, mortaliteit	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
l)	Sorteren op grootte	Ruw hanteren dieren	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast, duurt lang voordat dieren normaal eten	1.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.5	3	4

Bij deze vorm van houderij van pangasius-fry/pootvissen kunnen matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als de waterkwaliteit niet passend is, door angst voor predatoren, door onderlinge agressie tussen dieren, door het ontbreken van structuren in de bak voor rusten en schuilen, door het ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit en bij een niet passende voersamenstelling.

**Tabel 4.13b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van **visziekten bij pangasius houderij fry/pootvissen in vijvers met doorstroming en deel van de populatie in het vijver-systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt** [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
	HOUDERIJ POOTVISSEN							
	Ziekten							
a)	parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	5	5	3	7	75
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	5	4	3	6	60
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	4	3	3	5	36
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	5	4	3	6	60
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	5	4	3	6	60
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	5	3	3	5	45
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	5	5	3	7	75
b)	Bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	5	5	3	7	75
		<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	<b>Puntbloedingen</b> op hele lichaam en aan vinbases, <b>verdikking op kop, popeye</b> , geel of bloederig, lever met witte haardjes, bloedingen in interne organen, <b>buikvochtphoping, sterfte</b>	5	5	1	5	25
		<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>	5	5	3	7	75
		<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>	3	4	3	6	36
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	4	5	3	7	60
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ) : vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	2	3	4	24
c)	virussen	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis	5	5	2	6	50

Ook bij de houderij van fry/pootvissen kunnen parasitaire, bacteriële en virale infecties tot ernstige welzijnseffecten aanleiding geven.

#### FASE: TRANSPORT FRY/POOTVISSSEN

**Tabel 4.14** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **transport van fry/pootvissen uit pangasius-vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect					
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
Transport fry/pootvissen												
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltogend of hebben verwondingen	Stress, schade, mortaliteit		1.0	0.0	4.6	0.5	3.0	0.0	7	14
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maagdarmstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, waterkwaliteit aangetast	Stress, schade		5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade		5.0	0.0	2.8	0.7	1.0	0.0	3	14
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:											
	netten	dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
e)	Laden: vullen van well-boat	Dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:											
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: door irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit		4.8	0.4	5.0	0.0	1.4	0.8	5	34
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit				5.0	0.0	1.4	0.8	5	7
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	2.8	0.4	5	42
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per m2 oppervlakte bodem tank)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijke ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade als gevolg van verhoogde agressie		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van Lossen:	Water klotst in tanks, dieren	Schade aan het dier, stress: duurt lang		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	netten	Te veel dieren in net, ruwe hanteren dieren	Schade aan het dier, stress			0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank	Schade aan het dier, stress			0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3

Bij transport van pangasius fry/pootvissen is er sprake van, evenals bij meerval in RASs het geval is, matige tot ernstige welzijnseffecten. Deze effecten kunnen samenhangen met geen of te weinig voeronthouding voorafgaand aan transport, de waterkwaliteit tijdens het transport, een te hoge dichtheid van dieren vijvers, en ook anderszins niet zorgvuldige wijze van transport de hoogste scores.



**Tabel 4.15a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **pangasius-opkweek in vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in het vijver-systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Opkweek										
	ALGEMEEN										
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.8	3	18
	VOEDING										
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
c)	Voerregime voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	2.6	0.5	3.0	0.0	5	27
	WATERKWALITEIT										
d)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller vermoeid.	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit			5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitraat	te hoog	Chronische stress: verlaagde groei en voerinnname, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	nitraat	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	nitriet	te hoog	Chronische stress: verlaging opnamecapaciteit zuurstof door het bloed, schade, ziektes	4.6	0.8	3.2	0.4	3.0	0.0	5	44
	nitriet	te hoog	Mortaliteit	4.2	1.6	5.0	0.0	1.0	0.0	5	21
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	4.2	1.6	5.0	0.0	1.0	0.0	5	21
	GEZONDHEID										
e)	Wijze van doden van vissen met de volgende problemen: zieltoegend, verwondingen, abnormaal gedrag	Geen effectieve of acceptabele dodingsmethode voorhanden	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
	GEDRAGSBEHOEFTE										
f)	Agressie	angst, verwondingen	Chronische stress, huidlaesie, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Kannibalisme	Aanvreten, opvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.5	0.9	6	8
h)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Rangorde tussen dieren verstoord, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.0	0.0	3.0	0.6	1.2	0.4	3	4
i)	Dichtheid	Te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	5.0	0.0	3.0	0.8	2.5	0.5	5	38
		Te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, onvoldoende waterkwaliteit	Behoeftte om te zwemmen en te rusten gehinderd, agressie met als gevolg schade en ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	3	15
j)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te schuilen, te rusten	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
	VEILIGHEID										
k)	Predatoren (alleen bij open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk een probleem bij productie pootvissen	Chronische stress, schade, mortaliteit	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48



Evenals bij de houderij van pangasius-fry/pootvissen kunnen ook in de opkweekfase van pangasius matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als de waterkwaliteit niet passend is, door angst voor predatoren, door onderlinge agressie tussen dieren, door het ontbreken van structuren in vijver voor rusten en schuilen, door het ontbreken van natuurlijke variatie in lichtintensiteit en bij een niet passende voersamenstelling.

**Tabel 4.15b** Expertopinie (n=1) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van **visziekten bij pangasius-opkweek in vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in het vijver-systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect	IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		Score	Score	Score		
OPKWEK								
Ziekten								
a)	Parasieten							
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af		5	4	3	6	60
	<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit		5	3	3	5	45
	<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>		4	3	3	5	36
	<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>		5	3	3	5	45
	<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af		5	3	3	5	45
	<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks		5	3	3	5	45
	<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darmsoms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>		5	4	3	6	60
b)	bacteriën							
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen		5	4	3	6	60
	<i>Edwardsiella ictaluri</i> van meerval	<b>Puntbloedingen</b> op hele lichaam en aan vinbases, <b>verdikking op kop, popeye</b> , geel of bloederig, lever met witte haardjes, bloedingen in interne organen, <b>buikvochtophoping, sterfte</b>		5	5	1	5	25
	<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>		5	4	3	6	60
	<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>		3	4	3	6	36
	<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>		4	5	3	7	60
	<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ): vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>		4	3	3	5	36
c)	virusen							
	CCV van meerval	In pangasius: <b>gedesoriënteerd zwemmen, popeye, opgezette buik</b> , bloedingen aan vinbases, <b>sterfte</b> tot 30-40% in 300-400 g zware vis		5	5	2	6	50

Ook in de opkweekfase van pangasius in vijvers met doorstroming kunnen parasitaire, bacteriële als virale infecties ernstige welzijnseffecten opleveren.

**Tabel 4.16** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **transport van marktwaardige vis uit pangasius vijvers** met doorstroming en deel van de populatie in het systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect								
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Transport marktwaardige vis										
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltoegend of hebben verwondingen	Lijden, schade, mortaliteit	1.0	0.0	4.6	0.5	3.0	0.0	7	14
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maagdarmstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, overgeven, waterkwaliteit aangetast (braaksel)	Stress, schade	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade	5.0	0.0	3.0	0.7	1.0	0.0	3	15
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:										
	netten	Dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
	zwaartekracht	Dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
e)	Laden: vullen van well-boat	Dieren beschadigen	Stress, schade	2.6	2.0	3.8	0.7	2.2	1.0	5	22
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	koolzuur	te hoog	Chronische stress en afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per oppervlakte bodem tank)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijk ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van transport	Water klotst in tanks, dieren kunnen effect daarvan niet compenseren	Schade aan het dier, stress: duurt lang voordat herstellen na transport	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
j)	Lossen:										
	netten	Te veel dieren in net, ruwen te gehaast hanteren dieren	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	3.2	1.2	1.4	0.8	3	8
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank (≥ 300 kg vis) bij meerval en tilapia; of vallen in een kleine ton voor pangasius. NB. Voor pangasius gaat het om ca. 30-50 kg vis in een ton	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	3.0	1.1	1.4	0.8	3	8

Ook bij transport van marktwaardige pangasius krijgen welzijnseffecten de hoogste scores, die kunnen samenhangen met geen of te weinig voeronthouding voorafgaand aan transport, de waterkwaliteit tijdens het transport, een te hoge dichtheid van dieren in de well-boat, en ook anderszins niet zorgvuldige wijze van transport.

**Tabel 4.17** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **slacht van pangasius uit vijvers** met doorstroming en deel van de te slachten populatie dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Pangasius vijver met doorstroming				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect									
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
Slachtproces											
a)	Doden zonder verdoving	Onverdoofd verbloeden	Ernstig lijden, slijmlaag raakt los	5.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0	6	50
b)	Wijze van euthanaseren van zieke dieren of dieren die ongeschikt voor verkoop zijn	Dieren worden onverdoofd gedood door ze terzijde te leggen	Ernstig lijden, schade	1.0	0.0	5.0	0.0	3.0	0.0	7	15

Tijdens het slachtproces van pangasius uit vijvers met doorstroming levert het onverdoofd verbloeden van de dieren een ernstig welzijnseffect op.

#### 4.2.2.3 Andere soorten in vijvers met doorstroming

Vijvers zijn wereldwijd gezien het dominante houderijsysteem voor kweekvissen. Tal van karpersoorten en Nijltilapia (FAO, 2017) worden daarin geproduceerd. We gaan niet op de eigenschappen van karpersoorten in, omdat deze vissoorten in Nederland niet tot nauwelijks worden geconsumeerd.

#### 4.2.3 Flow-through systeem

##### 4.2.3.1 Voorbeeldsoort Nijltilapia

##### Kenmerken Nijltilapia



**Figuur 4.5** Afbeelding van Nijltilapia [bron:IMARES]



**Figuur 4.6** Tilapia in betonnen tanks: een flow-through systeem [bron: Wageningen Livestock Research]

In tabel 4.11 is een beknopt overzicht gegeven van de eigenschappen van de Nijltilapia (figuur 4.5). Omdat deze vissen naast de kweek in vijvers en kooien ook wel worden gehouden in flow-through systemen (doorstroomsystemen) (figuur 4.6), gaan we nader in de eigenschappen van deze vissoort. Plantaardig en dierlijk plankton vormen in de natuur het voedsel voor juveniele en volwassen vissen. Deze vissoort foerageert gedurende dag in scholen (El-Sayed, 2006). Omdat de soort een rudimentaire maag heeft dient deze soort vaker en met kleinere hoeveelheden te worden gevoerd dan bij bv. smolts van Atlantische zalmen het geval is (Lim et al., 2006). De duur van de verzadiging bedraagt 4 uur (Riche et al., 2004), en dit wijst erop dat het wenselijk is dat gedurende de lichtperiode om de vier uur voer beschikbaar is.

De voortplanting van de soort kan op verschillende manieren plaatsvinden. Er zijn diverse methoden beschikbaar. Bevruchte eieren worden bijvoorbeeld verkregen door de dieren af te strijken. In geval van een natuurlijke voortplanting wordt de bovenkaak van het mannetje afgeknipt om de kans dat een vrouwtjesdier wordt verwond, te vermijden (Gupta and Acosta, 2004).

Nijltilapia tolereert een laag zuurstofgehalte of zelfs een tekort aan zuurstof gedurende een korte periode. Kannibalisme komt voor in de fase van fry tot pootvis. Meer informatie over een doorstroomsysteem en de daarmee samenhangende gevaren is te vinden in paragraaf 3.3.

### Risico-evaluatie Nijltilapia

#### FASE: OUDERDIEREN (VOORTPLANTING)

#### TILAPIA

**Tabel 4.18a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **Nijltilapia ouderdieren in flow-through systemen** en deel van de populatie in het flow-through systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
<b>Voortplanting</b>											
<b>Ouderdieren</b>											
a)	Predatoren (open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk probleem bij	Chronische stress	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
b)	Bovenkaak verwijderen	Bij tilapiaman	Chronische stress: dier is beperkt in zijn gedrag	5.0	0.0	4.4	0.5	3.0	0.0	6	66
c)	Hormonale inductie	Vis uit water halen en injecteren	Ongerief incl. naijleffect (bij meerval en pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.0	0.0	3	13
d)	Afstrijken ouderdieren	verdoven in water, vis uit het water halen en druk uitoefenen op buik voor verzamelen kuit	Ongerief (bij meerval/pangasius geen ademnood)	5.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.5	3	18
e)	Wijze van doden van ouderdieren die niet meer geschikt zijn voor de fok	Geen of een niet effectief toegepaste euthanasie	Ernstig ongerief als gevolg van doden terwijl dier bij bewustzijn is	5.0	0.0	4.8	0.4	1.0	0.0	5	24

De belangrijkste welzijnseffecten bij Nijltilapia-ouderdieren hangen samen met het verwijderen van de bovenkaak bij tilapia-mannen en de aanwezigheid van predatoren bij deze open systemen.

Er is weinig bekend over de wijze in de praktijk van doden van ouderdieren die niet meer bruikbaar zijn. Indien dit gebeurt zonder een effectief toegepaste euthanasie wordt de impact als relatief groot (score 5) ingeschat.

**Tabel 4.18b** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van visziekten bij Nijltilapia ouderdieren in flow-through systemen en deel van de populatie in het systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
	OUERDIEREN							
	Ziekten							
a)	parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	3	5	3	7	45
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	3	3	3	5	27
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	3	3	3	5	27
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	3	3	3	5	27
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	4	3	3	5	36
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	4	3	3	5	36
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darm soms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	5	4	3	6	60
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	3	4	3	6	36
		<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>	2	4	3	6	24
		<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>	4	5	2	6	40
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	3	3	2	4	18
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ) : vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	4	3	6	48
		<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	Donkerkleuring, <b>opgezette buik, opgezette organen</b> , witte granulomen op en in organen, soms op kieuwen, <b>popeye, sterfte</b>	5	5	2	6	50
c)	virussen	TiLV van tilapia	<b>Oogaantasting (cataract), erosie-achtige wonden</b> vertonen met bloedingen, <b>hersensbloedingen</b> , milt en nieren aangetast, <b>sterfte tot 90% (broed)</b> , tot 9% ouderdieren	3	3	3	5	27

Zowel parasitaire, bacteriële als virale infecties kunnen in flow-through systemen met tilapia-ouderdieren tot ernstige welzijnseffecten leiden.

**Tabel 4.19a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **Nijltilapia fry/pootvissen in flow-through systemen** en deel van de populatie in het flow-through systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Houderij Fry/pootvissen										
	ALGEMEEN										
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.6	0.5	1.0	0.0	3	13
	VOEDING										
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan soortspecifieke behoefte	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	51
c)	Voerregime voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	3.0	0.6	3.0	0.0	5	31
	WATERKWALITEIT										
d)	Waterkwaliteit past niet bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller vermoeid	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	4.8	0.4	5.0	0.0	1.0	0.0	5	24
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	2.6	0.8	5	39
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	25
	stikstof	te hoog	Chronische stress door gas bubble disease	4.2	1.6	3.2	0.4	2.6	0.8	5	35
	stikstof	te hoog	Mortaliteit	4.0	1.3	5.0	0.0	1.0	0.0	5	20
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	4.6	0.8	3.2	0.4	3.0	0.0	5	44
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	4.0	1.3	5.0	0.0	1.0	0.0	5	20
	GEZONDHEID										
e)	Wijze van doden van fry/pootvissen met trage groei of andere afwijkingen	Geen effectieve of acceptabele dodingsmethode voorhanden	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	4.6	0.8	1.4	0.8	5	6
	GEDRAGSBEHOEFTE										
f)	Agressie	Vechten, bijten	Chronische stress, huidlaesies, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Kannibalisme	Aanvreten, opvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.3	0.4	5	6
h)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Rangorde tussen dieren verstoord, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	2.8	0.4	1.4	0.5	3	7
i)	Dichtheid	te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	?	?	3.5	0.5	3.0	0.0	6	?
		te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, onvoldoende waterkwaliteit	Behoefte om te zwemmen en te rusten gehinderd, agressie met als gevolg schade en ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	1.0	0.0	3	16
j)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	VEILIGHEID										
k)	Predatoren (open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk probleem bij productie pootvissen	Chronische stress, schade, mortaliteit	5.0	0.0	3.2	0.4	2.6	0.8	5	42
l)	Sorteren op grootte	Ruw hanteren dieren	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast, duurt lang voordat dieren normaal eten	1.0	0.0	2.8	0.4	1.4	0.5	3	4

Bij de houderij van tilapia-fry/pootvissen in flow-through systemen kunnen matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als gevolg van de aanwezigheid van predatoren, onderlinge agressie, een

---

onvoldoende waterkwaliteit, de afwezigheid van structuren die gelegenheid geven voor schuilen en rusten, en bij een ongeschikte voersamenstelling.



**Tabel 4.19b** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van visziekten bij *Nijltilapia fry/pootvissen in flow-through systemen* en deel van de populatie in het flow-through systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
HOUDERIJ FRY/POOTVIS								
<b>Ziekten</b>								
a)	parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	4	4	3	6	48
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooraf bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	4	4	3	6	48
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	4	3	3	5	36
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	3	3	3	5	27
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	4	4	3	6	48
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	4	4	3	6	48
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darm soms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	5	5	3	7	75
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	3	5	3	7	45
		<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>	3	5	3	7	45
		<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>	5	5	1	5	25
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	4	4	2	5	32
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ) : vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	2	3	4	24
		<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	Donkerkleuring, <b>opgezette buik, opgezette organen</b> , witte granulomen op en in organen, soms op kieuwen, <b>popeye, sterfte</b>	5	5	3	7	75
c)	Virussen	TiLV van tilapia	<b>Oogaantasting (cataract)</b> , erosie-achtige <b>wonden</b> vertonen met bloedingen, <b>hersensbloedingen</b> , milt en nieren aangetast, <b>sterfte</b> tot 90% (broed), tot 9% ouderdieren	5	5	3	7	75

Zowel parasitaire, bacteriële als virale infecties kunnen bij de houderij van tilapia-fry/pootvissen in flow-through systemen tot ernstige welzijnseffecten leiden.



**Tabel 4.20** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door transport van *Nijltilapia fry/pootvissen in flow-through systemen* en deel van de populatie in het systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect					
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Transport fry/pootvissen											
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltogend of hebben verwondingen	Stress, schade, mortaliteit		1.0	0.0	4.6	0.5	2.8	0.4	7	13
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maagdarmstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, waterkwaliteit aangetast	Stress, schade		5.0	0.0	3.0	0.6	3.0	0.0	5	45
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade		5.0	0.0	2.8	0.7	1.0	0.0	3	14
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:											
	netten	dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	3.6	0.5	3.0	0.0	6	11
e)	Laden: vullen van tanks op vrachtwagen	Dieren beschadigen	Stress, schade		1.0	0.0	4.0	0.6	2.8	0.4	6	11
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:											
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: door irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit		4.8	0.4	5.0	0.0	1.8	1.0	6	43
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit		5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per m2 oppervlakte bodem tank)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijke ziektes		5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade als gevolg van verhoogde agressie		5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van transport	Water klotst in tanks, dieren kunnen effect daarvan niet compenseren	Schade aan het dier, stress: duurt lang voordat dieren normaal eten na transport		5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
j)	Lossen:											
	netten	Te veel dieren in net, ruwe hanteren dieren	Schade aan het dier, stress		1.0	0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank	Schade aan het dier, stress		1.0	0.0	3.4	0.5	1.0	0.0	3	3

Bij het transport van tilapia-fry/pootvissen kunnen matig tot ernstige welzijnseffecten optreden indien er sprake is van onvoldoende voeronthouding voorafgaand aan het transport, bij onvoldoende waterkwaliteit in de tanks, bij een te hoge bezettingsdichtheid en bij onvoldoende zorgvuldig (te ruw) transport.

**Tabel 4.21a** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **Nijltilapia opgekweekt in flow-through systemen** en deel van de populatie in het flow-through systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [ PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem			Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	Opkweek										
	ALGEMEEN										
a)	Organisatie ontvangst	Gehaast dieren in tank plaatsen	Stress, schade, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.6	0.5	1.4	0.8	3	18
	VOEDING										
b)	Samenstelling voer voldoet niet aan soortspecifieke	Gebrek aan essentiële ingrediënten	Chronische stress, misvormingen	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
c)	Voerregime voldoet niet aan soortspecifieke behoeftes	Dier heeft moeite met toegang krijgen tot voer	Chronische stress, agressie	3.4	0.5	2.8	0.7	3.0	0.0	5	29
	WATERKwaliteit										
d)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te hoog of te laag	Chronische stress: o.a. irritatie van huid en kieuwen vis sneller vermoeid bij te lage pH. Bij te hoge pH huid aangetast en vis is sneller vermoeid	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	koolzuur	te hoog	Chronische stress: verhoogde frequentie ademhaling, afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.4	0.8	5	35
	stikstof	te hoog	Chronische stress door gas bubble disease (verblijikbaar met caison ziekte), schade, ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	2.6	0.8	5	42
	stikstof	te hoog	Mortaliteit	3.6	1.7	5.0	0.0	1.4	0.8	5	25
	temperatuur	te hoog of te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.2	0.4	3.0	0.0	5	48
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	4.4	1.2	5.0	0.0	1.4	0.8	5	31
	GEZONDHEID										
e)	Wijze van doden van vissen met de volgende GEDRAGSBEHOEFTE	Geen effectieve of acceptabele	Stress, verstikken, ernstig lijden	1.0	0.0	5.0	0.0	1.0	0.0	5	5
f)	Agressie	angst, verwondingen	Chronische stress, huidlaesie, slijmlaag op huid aangetast	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
g)	Mengen van groepen als gevolg van sorteren	Rangorde tussen dieren verstoord, verhoogde agressie	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	3.0	0.6	1.2	0.4	3	6
h)	Dichtheid	Te laag	Agressie met als gevolg stress, schade en mogelijke ziektes	5.0	0.0	3.0	0.8	2.5	0.5	5	38
i)	Structuren afwezig in het houderijsysteem die van belang zijn voor behoefte om te schuilen, te rusten	Geen bescherming, te weinig rusten	Chronische stress, lagere weerstand	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
	VEILIGHEID										
j)	Predatoren (alleen bij open systemen)	Vogels en andere dieren: voornamelijk een probleem bij productie pootvissen	Chronische stress, schade, mortaliteit	5.0	0.0	3.2	0.4	2.6	0.8	5	42
		Te hoog: niet vrij kunnen bewegen en rusten, gehinderd, agressie met als gevolg schade en	Behoeftte om te zwemmen en te rusten	4.2	1.6	3.0	0.0	1.0	0.0	3	13
k)	Ruwe wanden bodem tank	Slijten van vinnen	Stress, schade	1.0	0.0	2.0	0.6	3.0	0.0	4	6

Bij de opkweek van tilapia in flow-through systemen kunnen matig tot ernstige welzijnseffecten optreden als gevolg van de aanwezigheid van predatoren, onderlinge agressie, een onvoldoende waterkwaliteit, de afwezigheid van structuren die gelegenheid geven voor schuilen en rusten, en bij een ongeschikte voersamenstelling.

**Tabel 4.21b** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten als gevolg van visziekten bij Nijltilapia-opkweek in flow-through systemen en deel van de populatie in het flow-through systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen	Ernst welzijns-effect	Duur welzijns-effect		
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Score	Score	Score	IM-PACT	PED
OPKWEK								
Ziekten								
a)	Parasieten							
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> tast huid en kieuwen aan, witte stippen (slijmpropjes) zichtbaar	Vissen zien bleek en zwemmen sloom aan de wateroppervlakte, <b>functioneel kieuwoppervlak neemt af</b> , benauwdheid, vissen gaan van voer af	4	4	3	6	48
		<i>Ichthyobodo</i> : irritatie op kieuwen en huid	Vooral bij jonge vissen: <b>ademhalingsproblemen</b> , vissen gaan van voer af, massale mortaliteit	4	3	3	5	36
		<i>Chilodonella</i> : huid- en kieuwirritatie	Heftig schuren, <b>luchthappen</b> , niet meer eten, <b>vermagering</b>	4	2	3	4	24
		<i>Trichodina</i> : grauwe huid, troebel slijm	Kleine verwondingen door schuren, lusteloos, <b>versnelde ademhaling, stopt met eten</b>	3	3	3	5	27
		<i>Gyrodactylus</i> : worm op huid en kieuwen	Huidirritatie, slijmvorming, bij aantasting kieuwen <b>versnelde ademhaling, bloedingen, secundaire infecties</b> , en van voer af	4	3	3	5	36
		<i>Dactylogyrus</i> : kieuwworm	<b>Jeuk, bloedingen kieuwen</b> , verminderde eetlust, vis groeit nauwelijks	4	3	3	5	36
		<i>Hexamita</i> : vooral in de darmen	Verminderde eetlust, stoppen met eten, <b>darm soms bloederig, diarree</b> , komt o.a. bij jonge vissen voor. Bij oudere dieren zelfde verschijnselen met soms <b>voortplantingsstoornissen</b>	5	4	3	6	60
b)	bacteriën	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Vaak secundaire <b>bacteriële infectie</b> , m.n. als gevolg van mechanische schade/wonden, met als gevolg chronische schade en <b>sterfte</b> ; in meerval soms primair pathogeen	3	4	3	6	36
		<i>Vibrio anguillarum</i> : Vibriosis	Ogen, huid en vinnen: <b>bloedingen</b> huid en vinnen, soms <b>wonden, gezwollen buik</b> door bloederig buikvocht, <b>sterfte</b>	3	4	3	6	36
		<i>Streptococcus iniae/agalactiae</i> van tilapia	C-vormig lichaam, <b>spiraalvormig zwemmen</b> , pseudofaeces hangt uit de anus, <b>popeye, sterfte</b>	5	5	1	5	25
		<i>Flavobacterium columnare</i> : Columnaris ziekte	<b>Rafelige vinnen, jeuk</b> , witte/grijze plekken op huid en vinnen, dood weefsel in kieuwen, <b>secundaire ontstekingen, sterfte</b>	4	4	1	4	16
		<i>Mycobacterium marinum</i> (en soms <i>Mycobacterium fortuitum</i> ) : vissen-TBC	Anorexia, <b>schubverlies, wonden, popeye, afwijkend zwemmen</b> , pigmentplekken, opgezette buik, <b>uitputting, sterfte</b>	4	3	3	5	36
		<i>Francisella noatunensis</i> van tilapia	Donkerkleuring, <b>opgezette buik, opgezette organen</b> , witte granulomen op en in organen, soms op kieuwen, <b>popeye, sterfte</b>	5	5	3	7	75
c)	virussen	TiLV van tilapia	<b>Oogaantasting (cataract)</b> , erosie-achtige <b>wonden</b> vertonen met bloedingen, <b>hersensbloedingen</b> , milt en nieren aangetast, <b>sterfte</b> tot 90% (broed), tot 9% ouderdieren	3	4	3	6	36

Parasitaire, bacteriële en virale infecties kunnen ook bij de opkweek van tilapia in flow-through systemen tot ernstige welzijnseffecten leiden.

**Tabel 4.22** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten door **transport van marktwaardige Nijltilapia uit flow-through systemen** en deel van de populatie in systeem dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
<b>Transport marktwaardige vis</b>											
a)	Dieren niet geschikt voor transport	Dieren zijn ziek, zieltogend of hebben verwondingen	Lijden, schade, mortaliteit	1.0	0.0	4.6	0.5	3.0	0.0	7	14
b)	Geen/te weinig voer onthouden	Maagdarmsstelsel bevat te veel voer, dieren metabool te actief, overgeven, waterkwaliteit aangetast (braaksel)	Stress, schade	5.0	0.0	2.8	0.4	3.0	0.0	5	42
c)	Crowding (tijdelijk verhoging dichtheid)	Dieren beschadigen elkaar, agressie	Stress, schade	5.0	0.0	3.0	0.6	1.0	0.0	3	15
d)	Manier waarop dieren uit water worden gehaald:										
	netten	Dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
	zwaartekracht	Dieren beschadigen	Stress, schade	1.0	0.0	3.4	0.5	3.0	0.0	5	10
e)	Laden: vullen van tanks op vrachtwagen	Dieren beschadigen	stress, schade	1.0	0.0	3.6	0.5	3.0	0.0	6	11
f)	Waterkwaliteit die niet past bij soortspecifieke behoefte:										
	zuurgraad	te laag	Chronische stress: irritatie van huid en kieuwen bij te lage pH	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurgraad	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	zuurstof	te laag	Chronische stress: afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	zuurstof	te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	koolzuur	te hoog	Chronische stress en afname groei, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	koolzuur	te hoog	Mortaliteit	4.2	1.6	4.6	0.8	1.8	1.0	6	35
	ammonia	te hoog	Chronische stress: aantasting kieuwen, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	ammonia	te hoog	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
	temperatuur	te hoog en te laag	Chronische stress, schade, ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	temperatuur	te hoog of te laag	Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.8	1.0	6	45
g)	Dichtheid (kg per 1000 l of per oppervlakte)	Te hoog	Agressie, stress, schade en mogelijk ziektes	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
h)	Trillingen en geluidsdruk	Te veel en te hoog	Stress, schade	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
i)	Onjuiste wijze van transport	Water klotst in tanks, dieren kunnen effect daarvan niet compenseren	Schade aan het dier, stress: duurt lang voordat herstellen na transport	5.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	5	45
	Lossen:										
	netten	Te veel dieren in net, ruwen te gehaast hanteren dieren	Schade aan het dier, stress	1.8	1.6	3.6	0.5	1.4	0.8	4	9
	zwaartekracht	Dieren vallen in tank (≥ 300 kg vis) bij meerval en tilapia; of vallen in een kleine ton voor pangasius. NB. Voor pangasius gaat het om ca. 30-50 kg vis in een ton	Schade aan het dier, stress	2.6	2.0	3.4	0.5	1.4	0.8	4	12

Bij het transport van marktwaardige tilapia uit flow-through systemen kunnen matige tot ernstige welzijnseffecten optreden indien er sprake is van onvoldoende voeronthouding voorafgaand aan het transport, onvoldoende waterkwaliteit in de tanks, een te hoge bezettingsdichtheid en bij onvoldoende zorgvuldig (te ruw) transport.

**Tabel 4.23** Expertopinie (n=5) over ernst, duur en impact van welzijnseffecten tijdens het **slachtproces van Nijltilapia uit flow-through systemen** en deel van de te slachten dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

Tilapia Flow-through systeem				Deel populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect		IM-PACT	PED
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect		GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD		
<b>Slachtproces</b>											
a)	Doden zonder verdoving: in ijs/ijswater	Temperatuurschok	Zware stress, slijmlaag raakt los	5.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0	6	50
b)	Wijze van euthanaseren van zieke dieren of dieren die ongeschikt voor verkoop zijn	Dieren worden onverdoofd gedood door ze terzijde te leggen	Ernstig lijden, schade	1.8	1.6	5.0	0.0	3.0	0.0	7	27

Het zonder verdoving doden van slachtrijpe tilapia door plaatsing in ijswater vormt een ernstig welzijnseffect.

#### 4.2.3.2 Andere soorten in flow-through systemen

Andere soorten die in een flow-through systeem worden gehouden zijn jonge zalmen (pre-smoltstadium) (EFSA, 2008a en regenboogforel (EFSA, 2008b). In deze EFSA rapporten is een uitgebreide risico-evaluatie te vinden voor deze beide vissoorten. In tabel 4.11 zijn enkele belangrijke kenmerken van de regenboogforel beschreven en de consequentie daarvoor voor de productie. Voor de Atlantische zalm zijn die op hoofdlijnen hetzelfde.

#### 4.2.4 Literatuur rond risicoanalyse Atlantische zalm en paling

##### Atlantische zalm: update EFSA

Met betrekking tot gezondheid en welzijn van Atlantische zalm zijn in het verleden meerdere risico-evaluaties uitgevoerd voor alle fasen van de productie (kweek, transport en slacht) (Norwegian Scientific Committee for Food Safety (NSCFS), 2008, 2012; EFSA, 2008a, 2009b). Daarbij is het belangrijk om te vermelden dat NSCFS en EFSA in hun risico-evaluaties voor respectievelijk kweek en transport van Atlantische zalm andere methoden van risico-evaluatie hebben gehanteerd, waardoor de resultaten niet 1 op 1 vergelijkbaar zijn. Daar komt bij dat de ontwikkelingen in Noorwegen in de verschillende productiefasen van Atlantische zalm sinds het verschijnen van de risico-evaluaties snel zijn gegaan, waardoor bepaalde geëvalueerde onderdelen niet meer relevant zijn. Zo spreekt NSCFS (2008) nog van transport van smolts via vrachtwagens naar well-boats, wat niet meer gebeurt (Schrijver et al., 2017). En geeft EFSA (2009b) risico-evaluaties van het gebruik van CO<sub>2</sub> om het water te verzadigen en zuurstof te verwijderen, en van het koelen van zalm in zeewater met een matig koolzuurgehalte, twee methodes die in Noorwegen niet meer in het slachtproces worden toegepast (Schrijver et al., 2017; Van de Vis et al, 2019).

Bepaalde onderdelen van de NSCFS en EFSA risico-evaluaties zijn derhalve niet meer relevant. Anderzijds vinden de ontwikkelingen in de aquacultuur in met name Noorwegen in een hoog tempo plaats (Schrijver et al. (2017); Van de Vis et al. (2019); Noble et al. (2018)). De problemen als gevolg van infectie met zeeluis tijdens de opkweek zijn de laatste jaren sterk toegenomen, en de preventie en bestrijding ervan heeft een hoge prioriteit gekregen (ook omdat wilde zalmpopulaties door de zeeluis geïnfecteerd kunnen worden). Voor de opkweek van Atlantische zalm wordt nu ook gebruik gemaakt van flow-through systemen op zee, kooien geheel onder water en kooien met een barrière voor zeeluis aan het wateroppervlak; hiervoor zijn door EFSA en NSCFS geen risico-evaluaties uitgevoerd (Noble et al, 2018).

Tijdens de eindredactie van dit rapport kwam de Engelstalige versie van een welzijnsboek over Atlantische zalm beschikbaar (Noble et al., 2018). Dit boek geeft het meest recente overzicht van de aquacultuur van Atlantische zalm, knelpunten voor het welzijn en indicatoren om welzijn tijdens de gehele productie te monitoren (waar mogelijk hebben wij in ons rapport al verwezen naar Noble et al., 2018). Er is in Noble et al. (2018) geen risico-evaluatie uitgevoerd. Kortom: het verdient aanbeveling

om op basis van de recente inzichten met betrekking tot het welzijn van Atlantische zalm de eerder uitgevoerde risico-evaluaties (EFSA/NSCFS) te updaten.

### **Europese paling: update EFSA**

Het onverdoofd slachten wordt door EFSA (2009c) aangemerkt als een groot welzijnsrisico. Inmiddels is het onverdoofd doden van de paling (Van de Vis et al., 2018) sinds 1 juli 2018 in Nederland verboden en daarmee vervalt dit gevaar voor de aquacultuur in Nederland, onder de voorwaarde dat een effectieve methode voor het verdoven van de paling daadwerkelijk wordt gebruikt. Apparatuur voor elektrisch verdoven voordat de paling wordt gedood is commercieel verkrijgbaar. Een rapport waarin is beschreven aan welke criteria het elektrisch verdoven en het doden van de bewusteloze paling dienen te voldoen is beschikbaar (Van de Vis et al., 2013b).

EFSA heeft geen risico-evaluatie uitgevoerd naar het transport van de glasaal en marktwaardige paling. De risico-evaluatie van EFSA is beperkt tot de kweek van de paling (EFSA, 2008d). De belangrijkste gevaren tijdens de opkweek vormen nog steeds infecties met de kieuwworm (*Pseudodactylogyrus*), het herpesvirus AngHV1 (Van Beurden et al., 2012), het hanteren van de dieren en infecties met de *Vibrio*-bacterie (Haenen et al. 2011, 2014).

## **4.3 Visserij**

### **4.3.1 Demersale visserij**

#### **4.3.1.1 Voorbeeldsoorten schol, tong en Noordzeekrab**

##### ***Kenmerken voorbeeldsoorten***

*De Schol* en *tong* zijn vissen die een gebrek aan zuurstof enige tijd kunnen verdragen. Uit het water halen is voor deze dieren minder stressvol dan dat dit voor bv. zalmen is. De schol en tong zijn geen vissen die langdurig zwemmen volhouden. Het is waarschijnlijk dat deze dieren uitgeput raken tijdens het vissen. Vissen die worden verkocht op de visafslag vertonen geen zware bloedingen/kneuzingen (het zou ze onverkoopbaar maken). Als gevolg van de visserij verliest het dier wel schubben en dit kan 50-60% van de totale oppervlakte van de huid zijn. Door de bank genomen is houdbaarheid van gevangen tarbot (dood product) 2 weken bij de temperatuur van smeltend ijs, terwijl dit voor kweektarbot 3 weken is (Schelvis and Van de Vis, 2006). Dit heeft te maken met schade aan de huid als gevolg van de visserij en de verwerking aan boord. Dit kan een indicatie zijn van grotere schade aan vissen door visserij dan bij vissen uit kweeksystemen.

*Noordzeekrabben* leven op bodems van zand, grind of stenen. Ze kunnen voorkomen op een diepte van 200 m, maar doorgaans is dit tussen 6 en 50 m diepte. In het warme seizoen komen ze voor in ondieper water. Er is sprake van seizoensgebonden migratie naar diepere (en warmere) wateren in het koude seizoen. Ook Noordzeekrab verdraagt evenals de schol en tong een gebrek aan zuurstof en kan buiten het water enige tijd overleven. Contact met een steen in een net leidt niet zo makkelijk tot schade als bij vissen. Het dier heeft een sterk pantser.

Van vissen is bekend dat ze mogelijk pijn en angst ervaren. Van krabben en kreeften is dit niet bekend, maar voor het scoren hebben we als hypothese gebruikt dat ook deze dieren pijn en angst kunnen ervaren.

In paragraaf 3.3 is een overzicht gegeven van welzijnsaspecten van de visserij en in paragraaf 2.2 een overzicht van de eigenschappen van vistuigen. Op grond van deze informatie zijn voor de gekozen vissoorten de mogelijke gevaren vastgesteld, en is door het expertpanel ingeschat (gescoord) wat de impact is als het gevaar optreedt en welk deel van de populatie met het welzijnseffect te maken kan krijgen.

## Risico-evaluatie schol, tong en Noordzeekrab

FASE: VANGEN

BOOMKOR

**Tabel 4.24a** Expertopinie over de ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **schol en tong** tijdens het vangen met een boomkor en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			SCHOL								TONG								
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
BOOMKOR Vangen																			
a)		Complex aan veranderingen	Stress	5.0	0.0	2.8	0.4	2.8	0.4	5	39	5.0	0.0	2.8	0.4	2.8	0.4	5	39
b)		Visduur/-snelheid gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	3.4	0.8	3.2	0.7	2.6	0.5	5	28	3.4	0.8	3.2	0.7	2.6	0.5	5	28
c)		Schuren langs net, andere vissen, stenen, ...	Substantieel verlies van schubben	1.4	0.5	3.6	0.5	2.2	0.4	5	11	1.4	0.5	3.6	0.5	2.2	0.4	5	11
d)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ...	Kneuzingen	1.2	0.4	3.4	0.5	2.6	0.5	5	11	1.6	0.5	3.4	0.5	2.6	0.5	5	14
e)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ...	Open wonden (uitwendig)	1.2	0.4	4.2	0.4	2.6	0.5	6	13	1.2	0.4	4.2	0.4	2.6	0.5	6	13
f)		Botsingen, samenpersing	Inwendige verwondingen	1.3	0.4	4.2	0.4	2.6	0.5	6	14	1.0	0.0	4.2	0.4	2.6	0.5	6	11
g)		Botsingen, samenpersing	Breuken	1.0	0.0	4.3	0.4	2.5	0.5	6	11	1.0	0.0	4.3	0.4	2.5	0.5	6	11
h)		Samenpersing	Zuurstofgebrek	1.0	0.0	4.5	0.5	2.3	0.5	6	11	1.0	0.0	4.5	0.5	2.3	0.5	6	11
i)		Overbelasting	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.3	0.5	5	7	1.0	0.0	5.0	0.0	1.3	0.5	5	7

**Tabel 4.24b** Expertopinie over de ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **Noordzeekrab** tijdens het vangen met een boomkor en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			Noordzee Krab									
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	
	Boomkor Vangen											
a)		Complex aan veranderingen	Stress	4.0	1.7	2.4	0.5	2.8	0.4	4	27	
b)		Visduur/-snelheid gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	1.8	1.9	2.4	0.5	2.8	0.4	4	12	
c)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Kneuzingen	0.7	0.5	2.7	0.5	2.3	0.5	4	4	
d)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Open wonden (uitwendig)	1.0	0.0	3.8	1.2	2.6	0.5	6	10	
e)		Botsingen, samenpersing	Inwendige verwondingen	0.7	0.5	4.0	0.7	2.5	0.5	6	7	
f)		Botsingen, samenpersing	Breuken	1.0	0.0	4.0	0.7	2.5	0.5	6	10	
g)		Samenpersing	Zuurstofgebrek	1.3	1.2	4.3	0.8	2.7	0.5	6	15	
h)		Overbelasting	Mortaliteit	0.7	0.5	5.0	0.0	1.7	0.9	6	6	



**Tabel 4.24c** Expertopinie over de ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **schol en tong tijdens het vangen met een pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			SCHOL								TONG							
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
			GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
PULSKOR Vangen																		
a)	Complex aan veranderingen	Stress	4.8	0.4	3.0	0.6	2.8	0.4	5	40	4.8	0.4	3.0	0.6	2.8	0.4	5	40
b)	Visduur/-snelheid gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	3.0	0.6	3.2	0.7	2.6	0.5	5	25	3.0	0.6	3.0	0.6	2.6	0.5	5	23
c)	Schuren langs net, andere vissen, stenen, ..	Substantieel verlies van schubben	1.6	0.8	3.6	0.5	2.4	0.5	5	14	1.4	0.5	3.6	0.5	2.4	0.5	5	12
d)	Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Kneuzingen	1.0	0.0	3.6	0.5	2.6	0.5	6	9	1.2	0.4	3.6	0.5	2.6	0.5	6	11
e)	Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Open wonden (uitwendig)	1.0	0.0	4.2	0.4	2.6	0.5	6	11	1.0	0.0	4.2	0.4	2.6	0.5	6	11
f)	Botsingen, samenpersing	Inwendige verwondingen	1.0	0.0	4.2	0.4	2.6	0.5	6	11	1.0	0.0	4.2	0.4	2.6	0.5	6	11
g)	Botsingen, samenpersing	Breuken	1.0	0.0	4.3	0.4	2.5	0.5	6	11	1.0	0.0	4.3	0.4	2.5	0.5	6	11
h)	Samenpersing	Zuurstofgebrek	1.0	0.0	4.5	0.5	2.3	0.5	6	11	1.0	0.0	4.5	0.5	2.3	0.5	6	11
i)	Overbelasting	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.3	0.5	5	7	1.0	0.0	5.0	0.0	1.3	0.5	5	7

**Tabel 4.24d** Expertopinie over de ernst, duur en impact van welzijnseffecten bij **Noordzeekrab tijdens het vangen met een pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			Noordzee Krab								
	<i>Gevaar</i>	<i>Specificatie gevaar</i>	<i>Welzijnseffect</i>	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	<b>Pulskor</b>										
	<b>Vangen</b>										
a)		Complex aan veranderingen	Stress	4.0	1.7	2.4	0.5	2.8	0.4	4	27
b)		Visduur/-snelheid gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	1.8	1.9	2.4	0.5	2.8	0.4	4	12
c)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Kneuzingen	0.7	0.5	2.7	0.5	2.3	0.5	4	4
d)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Open wonden (uitwendig)	1.0	0.0	3.8	1.2	2.6	0.5	6	10
e)		Botsingen, samenpersing	Inwendige verwondingen	0.7	0.5	4.0	0.7	2.5	0.5	6	7
f)		Botsingen, samenpersing	Breuken	1.0	0.0	4.0	0.7	2.5	0.5	6	10
g)		Samenpersing	Zuurstofgebrek	1.3	1.2	4.0	0.8	2.7	0.5	6	14
h)		Overbelasting	Mortaliteit	0.7	0.5	5.0	0.0	1.7	0.9	6	6

Het vangen met een boomkor of pulskor is voor alle betrokken dieren een stressvolle gebeurtenis met een relatief grote impact (stress door een complex aan veranderingen). Vanwege een hogere treksnelheid is de impact van uitputting en botsingen in het net (vissen, stenen, discards) bij pulskor iets hoger ingeschat dan bij boomkor<sup>1</sup>. Op onderdelen is de impact voor krabben minder groot dan voor tong en schol, vanwege het harde exoskelet.

1 Na afloop van de risico-evaluatie bleek dat de impact juist andersom is, omdat de treksnelheid met een pulskortuig lager ligt dan voor een boomkortuig. De impact van de vissnelheid van een pulskortuig ligt dus lager dan die van een boomkortuig.



## BOOMKOR EN PULSKOR (zelfde methode voor aan boord brengen)

**Tabel 4.25a** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **schol en tong door aan boord brengen** na vangst met een **boomkor of pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom  $P \times E \times D$  = product score deel populatie getroffen \* score ernst \* score duur]

			SCHOL								TONG							
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
			GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
BOOMKOR en PULSKOR Aan boord brengen																		
a)	Uit water halen	Stress	5.0	0.0	3.0	0.6	2.6	0.5	5	39	5.0	0.0	3.0	0.6	2.6	0.5	5	39
b)	?	Uitputting	2.8	1.0	3.0	0.6	2.3	0.4	4	19	2.8	1.0	3.0	0.6	2.3	0.4	4	19
c)	Schuren langs net, andere vissen, stenen, ..	Substantieel verlies van schubben	1.0	0.0	3.4	0.8	2.2	0.4	4	7	1.0	0.0	3.4	0.8	2.2	0.4	4	7
d)	Samenpersing door zwaartekracht	Kneuzingen	1.8	0.7	3.4	0.8	2.4	0.5	4	15	1.6	0.5	3.4	0.8	2.4	0.5	4	13
e)	Samenpersing door zwaartekracht	Open wonden (uitwendig)	1.2	0.4	3.8	0.4	2.4	0.5	5	11	1.2	0.4	3.8	0.4	2.4	0.5	5	11
f)	Samenpersing door zwaartekracht	Inwendige verwondingen	1.3	0.4	4.0	0.6	2.4	0.5	5	12	1.3	0.4	4.0	0.6	2.4	0.5	5	12
g)	Samenpersing door zwaartekracht	Breuken	1.3	0.5	4.3	0.4	2.5	0.5	6	14	1.3	0.5	4.3	0.4	2.5	0.5	6	14
h)	In open lucht	Zuurstofgebrek	3.4	0.8	4.2	0.4	2.4	0.5	5	34	3.4	0.8	4.2	0.4	2.4	0.5	5	34
i)	Overbelasting	Mortaliteit	1.3	0.4	5.0	0.0	1.3	0.5	5	8	1.3	0.4	5.0	0.0	1.7	0.9	6	10

**Tabel 4.25b** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **Noordzeekrab door aan boord brengen** na vangst met een **boomkor of pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom  $P \times E \times D$  = product score deel populatie getroffen \* score ernst \* score duur]

			Noordzee Krab								
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	BOOMKOR en PULSKOR										
	Aan boord brengen										
a)		Uit water halen	Stress	4.2	1.6	2.4	0.5	2.8	0.4	4	28
b)		?	Uitputting	1.8	1.9	2.6	0.8	2.8	0.4	5	13
c)		Samenpersing door zwaartekracht	Kneuzingen	0.7	0.5	2.3	0.5	2.3	0.5	3	4
d)		Samenpersing door zwaartekracht	Open wonden (uitwendig)	0.8	0.4	3.3	1.1	2.5	0.5	5	6
e)		Samenpersing door zwaartekracht	Inwendige verwondingen	0.3	0.5	3.7	0.9	2.3	0.5	5	3
f)		Samenpersing door zwaartekracht	Breuken	1.0	0.0	4.0	0.7	2.5	0.5	6	10
g)		In open lucht	Zuurstofgebrek	0.7	0.5	3.0	1.2	2.8	0.4	5	6
h)		Overbelasting	Mortaliteit	0.7	0.5	5.0	0.0	1.7	0.9	6	6

Bij aan boord brengen van de vangst is de impact het grootst als er breuken of verwondingen ontstaan als gevolg van samenpersen door de zwaartekracht.

## BOOMKOR EN PULSKOR (zelfde methode voor opslag)

**Tabel 4.26a** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **schol en tong door opslag aan boord** na vangst met een **boomkor of pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom  $P \times E \times D$  = product score deel populatie getroffen \* score ernst \* score duur]

				SCHOL								TONG							
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	BOOMKOR en PULSKOR																		
	Opslag aan boord																		
a)		Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet-afgesloten opslag	Stress (incl. hittestress)	5.0	0.0	3.2	0.4	2.6	0.5	5	42	5.0	0.0	3.2	0.4	2.6	0.5	5	42
b)		Blootstelling aan open lucht	Zuurstofgebrek	4.2	1.2	4.0	0.0	2.4	0.5	5	40	4.0	1.5	4	0.0	2.4	0.5	5	38
c)		Overbelasting	Mortaliteit	1.3	0.4	5.0	0.0	1.5	0.5	6	9	1.0	0.0	5	0.0	1.5	0.5	6	8

**Tabel 4.26b** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **Noordzeekrab door opslag aan boord** na vangst met een **boomkor of pulskor** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom  $PED$  = product score deel populatie getroffen \* score ernst \* score duur]

				Noordzee Krab							
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	BOOMKOR en PULSKOR										
	Opslag aan boord										
a)		Zomer: te warm, fel zonlicht bij niet-afgesloten opslag	Stress (incl. hittestress)	5.0	0.0	2.4	0.5	2.6	0.5	4	31
b)		Blootstelling aan open lucht	Zuurstofgebrek	2.0	2.2	3.6	1.0	2.4	0.5	5	17
c)		Overbelasting	Mortaliteit	0.5	0.5	5.0	0.0	1.5	0.5	6	4

Matig tot ernstige welzijnseffecten bij opslag aan boord kunnen ontstaan als gevolg van hittestress (met name bij tong en schol in geval van open opslag in het zomerseizoen) en zuurstofgebrek door blootstelling aan de lucht.



#### 4.3.1.2 Andere soorten gevangen met pulskor- en boomkorvistuig

Andere soorten die met een pulskor- of boomkorvistuig worden gevangen zijn platvissoorten zoals de schar, griet en tarbot. Er zijn gegevens bekend over de relatie tussen de habitat van deze dieren en hun biologische eigenschappen. Deze eigenschappen geven geen tot zeer beperkte onderbouwde informatie over de wijze waarop deze dieren omgaan met de blootstelling aan stressoren tijdens een vangst. Voor wat betreft het onverdoofd doden extrapoleren we de kennis die er is over onverdoofd slachten van kweekvissen naar gevangen vissen. Ondanks het feit dat de tarbot ook wordt gekweekt is het niet eenvoudig om uitspraken te doen over deze vissoort. De reden is namelijk dat domesticatie er toe leidt dat er een selectie van dieren is die optimaal functioneert in een houderijsysteem. Door deze selectie is er sprake van een groep dieren die gemiddeld genomen anders op de blootstelling aan een stressor reageert dan de wilde populatie.

#### 4.3.1.3 Globaal overzicht doelsoorten en bijvangst demersale visserij: actieve tuigen

Demersale vissoorten worden ook gevangen met vistuigen als de twinrig en flyshoot. Deze tuigen leiden tot minder schade aan de gevangen vissen (bron: [www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl)), waardoor de impact op het welzijn geringer is dan de boomkor- en pulsvisserij. Een overzicht van doelsoorten, bijvangsten (inclusief soorten waarvoor de aanlandplicht geldt en discards) in de demersale visserij wordt gegeven in tabel 4.28. Voor een nadere definitie van bijvangst zie paragraaf 1.2.

**Tabel 4.28** Overzicht op hoofdlijnen van doelsoorten en bijvangsten en in de visserij op demersale vissoorten met actieve tuigen

Vistuig	Doelsoort	Bijvangst: niet-doelsoorten met commerciële waarde	Bijvangst: ondermaatse, gequoteerde soorten	Bijvangst overboord gezet: discards
Demersale visserij				
boomkor	schol, tong	schar, tarbot, Noorse kreeft, kabeljauw, wijting, Noordzeekrab Schol, tong, schar	schol, tong, schar	benthos (o.a. zeesterren en krabben)
sumwing (evt. gecombineerd met pulsen)	schol, tong	schar, tarbot, Noorse kreeft, kabeljauw, wijting, Noordzeekrab	schol, tong, schar	benthos (o.a. zeesterren en krabben)
pulsvisserij (pulskor en pulswing)	met name tong	schar, tarbot, Noorse kreeft, kabeljauw, wijting	schol, tong, schar	benthos (o.a. zeesterren en krabben)
garnalenko	garnalen			ondermaatse garnalen, benthos (o.a. zeesterren en krabben)
twinrig	schol en Noorse kreeft	onder meer tarbot, Noordzeekrab, schar, kabeljauw, mul en poon	schar, schol, Noorse kreeft	benthos (o.a. zeesterren en krabben)
flyshoot	onder meer rode mul, Noorse kreeft, rode poon, inktvis, makreel, schol, schar, wijting, kabeljauw	onder meer horsmakreel, zonnevis, steenbolk en sprot	schol, schar, wijting	benthos (o.a. zeesterren en hermietkreeften, zee-egels)

Incidentele bijvangst van van zeevogels, schildpadden, bruinvissen en andere zeezoogdieren vindt in de demersale visserij op de Noordzee niet tot nauwelijks plaats (bron: Wageningen Marine Research) en is daarom niet vermeld in tabel 4.28. Bijvangsten van haaien en roggen komen ook voor in de demersale visserij, maar de volumes zijn kleiner dan in het geval van andere ondermaatse, gequoteerde soorten (Van Helmond en Steins, 2016); om die reden zijn haaien en roggen niet vermeld in tabel 4.28.

---

Het is niet mogelijk om de hoeveelheden ondermaatse, gequoteerde vissoorten en vissoorten waarvoor geen quotum (meer) beschikbaar was te kwantificeren. Van Helmond en Steins (2016) dragen hiervoor onder meer het volgende argument aan: *“Als gevolg van dynamische natuurlijke omgeving, economische en sociale factoren (technische maatregelen en visserijgedrag) zijn discards hoeveelheden en samenstelling erg variabel, met grote verschillen tussen seizoenen en gebieden. Het verzamelen van discardsgegevens is, vanwege de omstandigheden waaronder dit gebeurt, op zee, erg kostbaar en tijdrovend. De verzamelde discardsgegevens zijn daarom over het algemeen afkomstig uit een relatief kleine steekproef uit de totale visserijactiviteit op zee. Als gevolg van de (te) kleine steekproef, in combinatie met de dynamiek in discardhoeveelheden en -samenstelling, is men niet in staat discardshoeveelheden van de totale visserijactiviteit (visserijvloot) met een grote mate van zekerheid te berekenen.”*

*NB. Van Helmond en Stein (2016) hebben in hun rapport gebruikt gemaakt van data die waren verzameld vóór de invoering van de aanlandplicht en daarom spreken de auteurs nog van discards als zij doelen op ondermaatse, gequoteerde vissen en vissoorten waarvoor een visser geen quotum (meer) heeft. Sinds 1 januari 2019 valt ook demersale visserij onder de aanlandplicht ([www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)).*

Rekening houdend met bovengenoemde argumenten kan daarom slechts een globale indruk worden gegeven over de hoeveelheden ondermaatse, gequoteerde vissoorten. Voor schepen met een motorvermogen van meer dan 300 pk die op tong vissen, kan het percentage ondermaatse vissen bijna 50% van de totale vangst zijn (bron: Wageningen Marine Research, 2018). Benthos (bv. zeesterren en diverse schaaldiersoorten) die niet hoeft te worden aangeland, is niet opgenomen in bovengenoemd percentage voor de demersale visserij.

In deze paragraaf is een beschrijving van het gedrag en de anatomie van de gevangen vissen niet opgenomen. De reden is namelijk dat de gevangen vissen niet worden gehouden en uit hetgeen wat bekend is over het gedrag en de anatomie van deze vissen is in de natuur is niet zonder meer af te leiden hoe weerbaar deze dieren zijn als ze worden blootgesteld aan stressoren.

#### 4.3.2 Pelagische visserij

##### 4.3.2.1 Voorbeeldsoort haring

###### **Kenmerken haring**

De haring (*Clupea harengus*) is een pelagische (midwater) soort, die wijdverbreid is over de Noordelijke Atlantische Oceaan. Hij komt voor bij de kust van Noorwegen, rond IJsland, Groenland en voor de oostkust van de VS en Canada. Haringen leven met honderdduizenden tegelijk in scholen en voeden zich met plankton en de allerkleinste zeediertjes. Noordzeeharing wordt acht tot tien jaar oud. Na twee tot drie jaar is de haring volwassen en ongeveer twintig centimeter lang. Overdag verblijft de haring in dieper water dan 's nachts, wanneer de school opstijgt om zich te voeden met plankton.

## Risico-evaluatie haring

FASE: VANGEN VIA TRAWLNET

**Tabel 4.29** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **haring tijdens het vangen** van dieren met een **pelagisch trawl** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

				Haring									
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect					
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED		
	TRAWLNET												
	Vangen												
a)		Complex aan veranderingen	Stress	4.8	0.4	3.0	0.6	2.8	0.4	5	40		
b)		Visduur/-snelheid gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	2.5	0.9	3.2	0.7	2.6	0.5	5	21		
c)		Schuren langs net, andere vissen, stenen, ..	Substantieel verlies van schubben	2.0	0.9	3.6	0.5	2.6	0.5	6	19		
d)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Kneuzingen	1.0	0.6	3.6	0.5	2.8	0.4	6	10		
e)		Botsingen met net, andere vissen, stenen, ..	Open wonden (uitwendig)	1.4	0.5	4.0	0.0	2.8	0.4	6	16		
f)		Botsingen, samenpersing	Inwendige verwondingen (o.a. geknapte zwemblaas)	1.0	0.0	4.0	0.0	2.8	0.4	6	11		
g)		Botsingen, samenpersing	Breuken	1.0	0.0	4.0	0.0	2.8	0.4	6	11		
h)		Samenpersing	Zuurstofgebrek	1.3	0.5	4.0	0.0	2.5	0.5	6	13		
i)		Overbelasting	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	1.7	0.9	6	8		

Ook in de pelagische visserij kan het proces van vangen ernstige welzijnseffecten opleveren.

**Tabel 4.30** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **haring door het aan boord brengen** van de vangst met een **pelagisch trawl** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

				Haring							
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	TRAWLNET										
	Aan boord brengen										
a)		Net omhoog halen	Stress	5.0	0.0	3.0	0.6	3.0	0.0	5	45
b)		Net omhoog halen, drukverschil)	Inwendige verwondingen (o.a. knappen zwemblaas)	2.7	1.7	4.2	0.4	3.0	0.0	6	34
c)		Vissen in hoge dichtheid in de kuil	Uitputting door ademnood	2.6	1.6	3.6	0.5	2.6	0.5	6	24
d)		Schuren langs net en andere vissen in de kuil	Substantieel verlies van schubben	2.6	2.0	3.6	0.5	2.6	0.5	6	24
e)		Verpompen	Stress door drukverschillen door pompen	3.5	1.7	2.6	0.5	1.5	0.9	4	14
f)		Vissen schuren langs elkaar tijdens verpompen	Kneuzingen	1.0	0.0	3.4	0.5	2.0	1.0	4	7
g)		Vissen schuren langs elkaar tijdens verpompen	Uitwendige verwondingen	1.0	0.0	4.0	0.0	2.0	1.0	5	8
h)		Bochten in buis	Kneuzingen	1.2	0.4	3.4	0.5	2.0	1.0	4	8
		Bochten in buis	uitwendige verwondingen	1.2	0.4	4.0	0.0	2.0	1.0	5	10

Het aan boord brengen van de vis kan substantiële welzijnseffecten met zich meebrengen, o.a. indien door drukverschillen de zwemblaas van een deel van de dieren knappen.

**Tabel 4.31** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **haring door opslag aan boord** na vangst met een **pelagisch trawl** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur

				Haring							
	<i>Gevaar</i>	<i>Specificatie gevaar</i>	<i>Welzijnseffect</i>	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	TRAWLNET										
	Opslag aan boord										
	Opslag in gekoeld zeewater										
a)		Temperatuurschok in zomer, hoge dichtheid, zuurstoftekort									
			Stress	4.8	0.4	3.0	0.6	3.0	0.0	5	43
			Zuurstofgebrek	5.0	0.0	4.2	0.4	2.8	0.4	6	59
			Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.7	6	50
b)		In winter, hoge dichtheid, zuurstoftekort									
			Stress	4.8	0.4	2.8	0.4	3.0	0.0	5	40
			Zuurstofgebrek	5.0	0.0	4.2	0.4	2.8	0.4	6	59
			Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.7	6	50

Opslag van haring aan boord van een trawler leidt tot matige tot ernstige welzijnseffecten. Het merendeel van de gevangen haringen sterft mogelijk al tijdens de opslag in de RSW tanks.

**Tabel 4.32** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **haring door doden aan boord** na vangst met een **pelagisch trawl** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom P\*E\*D = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

				Haring							
	<i>Gevaar</i>	<i>Specificatie gevaar</i>	<i>Welzijnseffect</i>	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
	TRAWLNET										
	Doden aan boord										
a)		Onverdoofd invriezen (intacte vis)									
			Stress (o.a. koudestress)	3.8	2.2	3.0	0.0	3.0	0.0	5	34
			Loslaten slijm laag	2.5	2.5	3.5	0.5	2.7	0.5	6	23
			Mortaliteit	3.8	2.2	5.0	0.0	2.7	0.5	7	50

#### 4.3.2.2 Globaal overzicht van doelsoorten en bijvangsten met een pelagisch trawl

Een overzicht van doelsoorten en bijvangsten (inclusief soorten die onder de aanlandplicht vallen) die worden gevangen in de visserij met een pelagisch trawl is te vinden in tabel 4.33. Deze tabel laat ook zien wat incidentele bijvangsten en discards zijn. Een nadere omschrijving van bijvangst is te vinden in paragraaf 1.2. In de pelagische visserij kan het percentage ondermaatse, gequoteerde



vissen 1-5% van de totale vangst bedragen (bron: Wageningen Marine Research, 2018). Er is wat betreft incidentele bijvangst zoals haaien en vogels slechts een globale schatting mogelijk (zie tabel 4.33) (bron: Wageningen Marine Research). Net zoals bij de demersale soorten het geval is, geeft een beschrijving van het gedrag van pelagische vissoorten geen inzicht in hun weerbaarheid als het gaat om stressoren en daarom geven we die beschrijving niet.

**Tabel 4.33** Overzicht op hoofdlijnen van doelsoorten en bijvangsten in de visserij op pelagische vissoorten (Van Helmond en Steins, 2016; bron Wageningen Marine Research)

Vistuig	Doelsoort	Bijvangst: ondermaatse, gequoteerde soorten	Incidentele bijvangst: overboord gezet	Bijvangst overboord gezet: discards
Pelagisch				
Pelagisch trawl-net	Met name haring, blauwe wijting, makreel, horsmakreel, sardien, zilversmelt en sardinella.	makreel, haring	Op jaar basis gaat om de globale volgende schatting: haringhaai (100-tallen), blauwe haai (aantal onbekend), diepzeehaaisoorten (100-tallen), vogelsoorten (aantal onbekend), grijze zeehond (lage 10-tallen) en dolfijnsoorten (grote variatie in aantallen, de laatste 20 jaar enkele 10-aantallen).	blauwvintonijn

#### 4.3.3 Staandwant

##### 4.3.3.1 Voorbeeldsoorten tong en Oosterscheldekreeft

###### **Kenmerken tong en Oosterscheldekreeft**

De *tong* kan enige tijd een gebrek aan zuurstof verdragen. Uit het water halen is voor deze soort minder stressvol dan voor bv. Atlantische zalmen. De *Oosterscheldekreeft* kan buiten het water voor beperkte tijd in leven worden gehouden. Ze komen in zuurstofrijk water voor. Het zijn territoriale nachtdieren. Ze komen voor op een bodem met stenen om te schuilen.

## Risico-evaluatie tong en Oosterscheldekreft

### FASE: GEVANGEN IN NET

**Tabel 4.34** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **tong en Oosterscheldekreft tijdens het gevangen zijn in een staandwant** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom PED = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			Tong								Kreeft								
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen	Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
STAANDWANT																			
	Gevangen in net																		
a)	< 24 h	Gefixeerd	Stress	5.0	0.0	2.8	0.7	3.0	0.0	5	42	5.0	0.0	2.8	1.3	3.0	0.0	5	41
b)		Verzet gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	4.0	1.2	3.8	0.4	3.0	0.0	6	46	4.0	1.4	3.5	0.5	3.0	0.0	6	42
c)		Schuren langs net	Substantieel verlies van schubben	1.6	0.8	3.4	0.5	3.0	0.0	5	16								0
d)		Schuren langs net	Uitwendige verwondingen	1.2	0.4	3.2	0.7	3.0	0.0	5	12	0.8	0.4	2.8	1.1	2.8	0.4	5	6
e)		Overbelasting (los van predatie)	Mortaliteit	0.8	0.4	5.0	0.0	2.6	0.8	7	10	0.8	0.4	5.0	0.0	2.5	0.9	7	9
f)		Predatie	Stress	1.3	0.4	3.8	0.7	2.5	0.5	6	12	1.0	0.0	3.5	1.1	2.3	0.5	5	8
g)		Predatie: aanvreten	Verwondingen	1.0	0.0	4.2	0.7	2.8	0.4	6	12	1.0	0.0	4.3	0.8	2.7	0.5	6	11
h)		Predatie: aanvreten	Mortaliteit	1.0	0.0	5.0	0.0	2.5	0.5	7	13	1.0	0.0	5.0	0.0	2.3		6	12
i)	lang > 72 h	Gefixeerd	Stress	4.8	0.4	3.2	1.0	3.0	0.0	5	46	4.8	0.4	3.3	1.1	3.0	0.0	5	46
j)		Verzet gaat uithoudingsvermogen te boven	Uitputting	4.3	0.8	4.0	0.6	3.0	0.0	6	51	4.3	0.9	3.8	0.8	3.0	0.0	6	49
k)		Schuren langs net	Substantieel verlies van schubben	2.2	1.2	3.4	0.5	3.0	0.0	5	22								
l)		Schuren langs net	Verwondingen	1.6	0.8	3.4	0.8	3.0	0.0	5	16	1.0	0.7	2.5	1.1	2.8	0.4	4	7
m)		Overbelasting (los van predatie)	Mortaliteit	1.7	0.5	5.0	0.0	2.6	0.8	7	22	1.7	0.5	5.0	0.0	2.5	0.9	7	21
n)		Predatie	Stress	2.0	0.7	3.6	0.8	2.5	0.5	6	18	1.3	0.5	3.5	1.1	2.3	0.5	5	11
o)		Predatie: aanvreten	Verwondingen	1.5	0.5	4.2	0.7	2.8	0.4	6	17	1.3	0.5	4.3	0.8	2.7	0.5	6	15
p)		Predatie: aanvreten	Mortaliteit	1.3	0.4	5.0	0.0	2.5	0.5	7	16	1.3	0.5	5.0	0.0	2.3	0.5	6	16

Fixatie van dieren in het net van een staandwant leidt tot matige tot ernstige welzijnseffecten als gevolg van stress en omdat wordt ingeschat dat het verzet het uithoudingsvermogen van een belangrijk deel van de dieren te boven gaat, met uitputting als gevolg.

### FASE: UIT HET NET HALEN

**Tabel 4.35** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **tong en Oosterscheldekreft door uit het standwant halen** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom P\*E\*D = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			Tong								Kreeft								
	Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect			
				GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
STAANDWANT																			
Uit net halen																			
a)		Vasthouden	Stress	5.0	0.0	2.8	0.4	1.2	0.4	3	17	4.5	0.9	2.3	0.8	1.8	0.8	3	18
b)		Ontwarren uit net	Beschadiging slijmlaag	2.8	1.6	2.2	0.7	2.0	0.9	3	12								
c)		Ontwarren uit net	Substantieel verlies van schubben	2.2	1.0	3.5	0.5	2.0	0.9	5	15								
d)		Ontwarren uit net	Uitwendige verwondingen	1.0	0.0	3.8	0.4	2.0	0.9	5	8	1.0	0.0	3.3	0.8	2.8	0.4	5	9

Het uit het net halen van de gevangen dieren heeft naar schatting relatief beperkte impact voor het welzijn.

**Tabel 4.36** Expertopinie over de impact van welzijnseffecten bij **tong en Oosterscheldekreëft door opslag op boot en doden** na vangst met een **staandwant** en deel van de populatie bij die vangst dat met het welzijnseffect te maken krijgt [kolom P\*E\*D = product score deel populatie getroffen\*score ernst\*score duur]

			Tong								Kreeft							
Gevaar	Specificatie gevaar	Welzijnseffect	Deel van populatie getroffen		Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				Deel van populatie getroffen	Ernst welzijns-effect		Duur welzijns-effect				
			GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	IM-PACT	PED
STAANDWANT																		
	Opslag en doden																	
a)	(Tong)	Onverdoofd ingewanden uitsnijden en opslag in ijs																
		Stress (incl. koude stress)	5.0	0.0	3.6	0.8	1.8	0.4	5	32								
		Uitwendige verwondingen	5.0	0.0	4.0	0.0	1.8	0.4	5	36								
		Inwendige verwondingen	5.0	0.0	4.2	0.4	1.8	0.4	5	38								
		Zuurstoftekort	5.0	0.0	4.4	0.5	1.8	0.4	5	40								
		Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	1.5	0.5	6	38								
b)	(Tong)	Intacte dier opslag in ijs																
		Stress (incl. koude stress)	5.0	0.0	3.8	0.7	2.6	0.5	6	49								
		Slijmlaag laat los	5.0	0.0	3.5	0.5	2.5	0.5	6	44								
		Zuurstoftekort	5.0	0.0	4.4	0.5	2.4	0.5	5	53								
		Mortaliteit	5.0	0.0	5.0	0.0	2.5	0.5	7	63								
c)	(Kreeft)	Levend plaatsen in kleine tank (met water) met dichtgebonden scharen																
		Stress									4.3	0.9	2.5	0.5	2.3	0.8	4	24
		Zuurstoftekort									1.3	1.2	3.8	0.8	2.5	0.5	6	13
		Mortaliteit									0.7	0.5	5.0	0.0	1.5	0.5	6	5

Het onverdoofd doden van tong door opslag in ijs, al dan niet voorafgegaan door het uitsnijden van de ingewanden, geeft een ernstig welzijnseffect. Oosterscheldekreëft wordt niet gedood na de vangst, maar met dichtgebonden scharen in een tank met water geplaatst en niet gevoerd. Dit levert een matige tot ernstige welzijnseffecten op. De duur van het verblijf aan boord is niet bekend.

#### 4.3.3.2 Globaal overzicht van doelsoorten en bijvangsten in de staandwant visserij

Een overzicht van Van Helmond en Steins (2016) laat zien wat de doelsoorten en bijvangsten zijn in de staandwant visserij op zee (zie tabel 4.37). Incidente bijvangst van bruinvissen met een standwant kan worden vermeden met pingers.

**Tabel 4.37** Overzicht op hoofdlijnen van doelsoorten en bijvangsten in de staandwantvisserij

Vistuig	Doelsoort	Bijvangst: niet-doelsoort met commerciële waarde	Bijvangst: ondermaatste gequoteerde soorten	Bijvangst overboord gezet: discards
Passieve visserij				
staandwant	tong en kabeljauw, zeebaars, harder	schar, Noordzee kreeft	schar, tong	geen of nauwelijks discards

---

## 5 (Werkelijke) prevalenties

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op kennis over werkelijke prevalenties van het voorkomen van gevaren (5.1) en welzijnseffecten (5.2) in kweeksystemen en in de visserij.

### 5.1 Prevalenties gevaren

#### 5.1.1 Kweeksystemen

Voor gekweekte vissen is het veelal niet of zeer beperkt mogelijk om op basis van beschikbare databases een inschatting van prevalenties van gevaren te maken. De grote diversiteit aan vissoorten (362 in 2016) die worden gekweekt (FAO, 2018), de variatie in kweeksystemen (zie paragraaf 2.1), regelgeving in Europa die voor vissen slechts beperkt of niet van toepassing is rond welzijn en het ontbreken van nationale wetgeving met betrekking tot welzijn van vissen in tal van landen maken dat data over het voorkomen van bv. verwondingen, ziektes en mortaliteit tijdens de gehele productie veelal ontbreken. Dit "hiaat" wordt ook niet opgevuld door een welzijnslabel op visproducten, die bestemd zijn voor consumenten; een mogelijke uitzondering hierop vormt het RSPCA-assured label van de Britse dierenbeschermingsorganisatie RSPCA. Maar dit label is buiten het Verenigd Koninkrijk niet/minder bekend. Andere (welzijns)labels zoals GLOBALG.A.P. (GGN voor consumenten), Aquaculture Stewardship Council (ASC), Global Aquaculture Alliance Best Aquaculture Practices (GAA BAP) en biologische producten (bv. Naturland) stellen (veel) minder gedetailleerde eisen aan het welzijn van vissen in de gehele keten dan RSPCA-assured (Schrijver et al., 2017). Wat Europese regelgeving rond het welzijn van gekweekte vissen betreft, valt transport van levende vissen onder de Europese verordening (Council Regulation (EC) No 1/2005). Een belangrijk verschil met transport van bv. varkens is dat een logboek en navigatiesysteem niet vereist zijn voor transport van vissen over grote afstanden over de weg. Ook een certificate of competence voor bv. chauffeurs is voor transport van vissen niet noodzakelijk. Criteria waaraan het transport van bv. varkens moet voldoen is gedetailleerd beschreven, maar voor vissen is dat niet het geval. In dit verband is het zinvol om kort in te gaan op Council Directive 2006/88/EC (2006). Deze richtlijn vereist dat lidstaten erop toezien dat wanneer vissen en andere aquatische dieren levend worden vervoerd, aangifte plichtige ziekten worden gemeld, een transporteur bijhoudt of er sprake is van mortaliteit tijdens transport; ook mortaliteit tijdens de kweek moet worden gemeld. In tegenstelling tot warmbloedige slachtdieren valt het slachtproces van vissen niet onder de EU verordening Council Regulation (EC) No 1099/2009 (2009). Vissen vallen wel onder Richtlijn 98/58 EG (1998) voor het houden van dieren, maar deze richtlijn bevat slechts algemene bepalingen voor vissen.

In Nederland stelt de Wet Dieren (<https://wetten.overheid.nl>) eisen aan de kweek van vissen, bestemd voor consumptie. Het gaat hierbij onder meer om de volgende eisen in het besluit Houders van Dieren ([www.overheid.nl](http://www.overheid.nl)): een kweker moet een certificaat hebben en de vissoort die wordt gehouden moeten op de lijst van productiedieren staan. Ook op deze lijst staat ook welke schaal- en schelpdieren gehouden mogen worden.

Zoals eerder vermeld, vormt het RSPCA-assured label een uitzondering. Dit label wordt in het VK gebruikt voor producten van Atlantische zalm en regenboogforel. Een aanzienlijk deel van de productie van beide vissoorten voldoet aan de welzijnseisen van het label RSPCA-assured (RSPCA, 2018a, 2018b). De RSPCA-standaarden vereisen dat bedrijven een logboek bijhouden. Deze RSPCA standaarden gaan verder dan de eisen die de overheid stelt in het VK (Schrijver et al., 2017). De overheid in Schotland monitort kwekerijen op het voorkomen van ziektes ([www.gov.scot](http://www.gov.scot)).

In Noorwegen is de situatie anders dan in het VK, daar stelt de overheid wettelijke eisen aan de wijze waarop daar Atlantische zalm wordt geproduceerd. De Noorse wetgeving verbiedt bv. in het slachtproces het gebruik van koolzuurgas waarbij tevens de opname van zuurstof wordt geblokkeerd (Anoniem, 2006). In het VK staan de RSPCA-standaarden en gedragscode van bedrijven/sector het gebruik van koolzuurgas ook niet toe (Schrijver et al., 2017).

In Noorwegen brengt het Norwegian Veterinary Institute jaarlijks een rapport uit over de gezondheidsstatus van vissen in de aquacultuur (Noble et al., 2018). Het rapport van het Norwegian Veterinary Institute meldt de volgende opmerkelijke ontwikkelingen (Hjeltnes et al, 2018). In 2017 zijn infecties met de zeeluis het grootste gezondheidsprobleem voor de kweek van de Atlantische zalm en regenboogforel in zeewater in Noorwegen. Het is bekend dat het verwijderen van zeeluisen welzijnsproblemen kan veroorzaken, met name als de vissen zijn verzwakt door andere infecties. Data over het percentage kwekerijen waar vissen geïnfecteerd zijn met zeeluisen worden niet vermeld in het rapport. In 2017 kwamen er ook aanmerkelijk meer infecties met het pancreas disease (PD) virus voor. PD is de belangrijkste virale infectie van Atlantische zalmen in zeewater in Noorwegen. Het deel in het rapport dat over PD gaat is in het Noors geschreven, waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken over de prevalentie. Bij infectious salmon anaemia (ISA) deed zich een opmerkelijke verandering voor. ISA werd meestal gevonden in locaties in zee die dicht bij elkaar lagen, maar in 2017 is ISA ook aangetroffen in locaties die ver van elkaar af lagen. Nadere informatie over het aantal locaties waar de Atlantische zalm wordt gekweekt en de locaties waar ISA is aangetroffen, wordt niet duidelijk vermeld in het rapport en daarom is er geen uitspraak te doen over de prevalentie.

Wat aquacultuur in de Middellandse Zee betreft, was er in 2017 sprake van een fragmentarische, of een gebrek aan, monitoring, beheersing en preventie van ziektes bij kweekvissen. Deze situatie is ook van toepassing op epidemiologische studies naar ziekten bij kweekvissen ([www.mermaid-h2020.eu](http://www.mermaid-h2020.eu)). Voor de kweek van vissen in Nederland is het mogelijk om een beperkt inzicht te geven in de prevalenties van gevaren, vanuit onderzoeksprojecten gefinancierd door overheid, EU of bedrijven waar Wageningen Research bij betrokken is/was.

Waar mogelijk plaatsen we de prevalenties in een internationale context met wetenschappelijke literatuur. De prevalenties zijn onderverdeeld in houderij, transport en slacht en dit zijn de hoofdschakels in de aquacultuur.

#### *Prevalentie gevaren tijdens de houderij*

De gespecialiseerde visziektenexpert heeft een ruwe inschatting gemaakt van de kans dat een bepaalde infectie in een kweekstelsel voorkomt. Hierbij is de volgende scoringstabel (tabel 5.1) gehanteerd.

**Tabel 5.1** Scores voor kans dat het gevaar optreedt (blootstelling aan) (EFSA, 2008a)

<b>Evaluatie</b>	<b>Score</b>	<b>Uitleg</b>
Verwaarloosbaar	0	Bijna zeker geen blootstelling
Extreem laag	1	Blootstelling is extreem onwaarschijnlijk
Erg laag	2	Blootstelling is zeer onwaarschijnlijk
Laag	3	Blootstelling is onwaarschijnlijk
Matig	4	De kans op blootstelling is 50-50
Hoog	5	Blootstelling is zeer waarschijnlijk

Bij de scores 4 en 5 is de kans groot dat een bepaalde infectie in een kweekstelsel voorkomt. Die kansen zijn als volgt gescoord (tabel 5.2). We willen benadrukken dat deze prevalenties niet meer dan ruwe schattingen zijn.

Uit de tabel 5.2 komt naar voren dat de introductie van parasieten een belangrijke risico vormt in open systemen, omdat de kansen groot zijn. Introductie van bepaalde bacteriën kan in alle systemen voorkomen (Haenen et al., 2011). De kans op introductie van virussen is het grootst voor pangasius in vijvers met doorstroming (CCV-virus).

Ook voor andere vissoorten is bekend dat wanneer deze dieren in open systemen worden gehouden de prevalentie van het voorkomen van parasieten hoog is; zie eerder beschreven informatie over de zeeluis bij Atlantische zalm en regenboogforel. De FishMed plus Coalition<sup>1</sup> trok hierover in haar rapport over de belangrijkste Europese kweekvissoorten de volgende conclusie (Palić et al, 2017): parasitaire

<sup>1</sup> De FishMed plus Coalition is een samenwerkingsverband van vele organisaties en instellingen die actief zijn in de aquacultuur. Het samenwerkingsverband duurt drie jaar en eindigt in de loop van 2019.

infecties zijn voor alle vissoorten een bron van zorg. De behandeling van veel voorkomende infecties is niet effectief genoeg of een behandeling is niet beschikbaar.

Het gevolg van parasitaire infecties kunnen bacteriële infecties zijn. Om ziektes te voorkomen en daarmee ook het gebruik van antibiotica te minimaliseren is het essentieel om parasitaire infecties effectief te behandelen. Een belangrijk knelpunt is dat naar de mening van de FishMed plus Coalition de beschikbaarheid van diergeneesmiddelen voor vissen laag is, inclusief vaccins (Palić et al, 2017).

**Tabel 5.2 Ziekteverwekkers** binnen de verschillende fasen van de verschillende kweeksystemen en de kans dat vissen er aan worden blootgesteld (scores 4 en 5 betekenen een reële tot grote kans op blootstelling)

	Meerval in RAS			Pangasius in vijver met doorstroming			Nijltilapia in flow-through systeem		
Ziekeverwekker	Ouderdieren	Pootvissen	Opkweek	Ouderdieren	Pootvissen	Opkweek	Ouderdieren	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
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
<i>Virussen</i>									
CCV	1	1	1	4	4	4	0	0	0
TILV	0	0	0	0	0	0	3	3	3

Het aantal gerapporteerde studies waarin effecten van de blootstelling aan stressoren op ethologisch, fysiologisch en neurofysiologisch niveau zijn onderzocht, zijn beperkt. Een uitzondering hierop vormen de studies die in opdracht van het ministerie van LNV zijn uitgevoerd met de Afrikaanse meerval (Roques, 2013; Schram et al., 2010) en de paling (Abbink et al, 2015) om grenswaarden voor ammoniak, nitraat en nitriet in het kweekwater op te stellen voor de opkweek. Deze studies zijn uitgevoerd in samenwerking met de Nederlandse kwekerijen. Uit gesprekken met de sector tijdens deze studies bleek dat de grenswaarden die werden vastgesteld voor ammoniak, nitraat en nitriet voor beide vissoorten waarschijnlijk door Nederlandse kwekerijen niet worden overschreden. Het is bekend dat te hoge gehalten aan ammoniak, nitraat, nitriet en koolzuur met een hoge mate van zekerheid leiden tot chronische stress bij vissen en uiteindelijk tot mortaliteit.

---

Een inventarisatie onder de ca. 25 Nederlandse kweekbedrijven zou inzicht in prevalenties in o.a. RASs kunnen geven. Inventarisatie van prevalentie van gevaren in systemen die alleen in het buitenland voorkomen, zoals een vijver met doorstroming en flow-through systemen, zal beduidend lastiger zijn.

Het is bekend dat met name bij jonge meervallen agressie en kannibalisme voorkomen (Meron, 1993; Van de Nieuwegiessen, 2009). Ervaringen met de kweek laten zien dat bij hogere dichtheden dit ongewenste gedrag afneemt. Kwekerijen houden deze dieren daarom ook bij hogere dichtheden. Niet bekend is wat de prevalenties zijn voor agressie en kannibalisme voor Afrikaanse meerval en Claresse meerval. Ook bij zeer jonge Nijlilapia is er sprake van kannibalisme, maar voor ook deze vissoort ontbreken data om uitspraken te kunnen doen over de prevalentie.

#### *Prevalentie van gevaren tijdens transport*

Ook gerapporteerde studies naar transport van marktwaardige vissen (zie onder meer Boerrigter et al., 2015; Manuel et al., 2014; Sampaio and Freire, 2016; Iversen et al.) ondersteunen de schattingen die in deze studie zijn gemaakt, maar ook hier ontbreken gegevens over daadwerkelijke prevalenties. Experimentele studies naar transport van fry en/of pootvissen zijn nagenoeg niet beschikbaar (zie bv. Schrijver et al., 2017). Studies naar transport van marktwaardige palingen en meervallen (Boerrigter et al., 2015; Manuel et al., 2014) zijn uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV, in samenwerking met Nederlandse bedrijven.

Wat betreft laden en uitladen van vissen als onderdeel van een transport: deze handelingen worden altijd uitgevoerd, maar voor de meeste vissoorten ontbreken studies om uitspraken te kunnen doen over de prevalentie van de gevaren van laden en uitladen.

Voor transport van smolts en marktwaardige zalmen zal in toenemende mate gebruik gemaakt worden van gesloten well-boats (het water stroomt niet meer in en uit tijdens het varen). Dit betekent dat niet uit te sluiten is dat CO<sub>2</sub> en ammoniak zich op kunnen hopen in het water tijdens het transport van smolts en marktwaardige zalmen. Deze ophoping treedt ook op bij transport in andere gesloten systemen zoals tanks op een vrachtwagen. Er zijn, voor zover ons bekend, geen studies beschikbaar naar prevalenties van ophoping van CO<sub>2</sub> en ammoniak in gesloten systemen voor de Atlantische zalm en andere vissoorten, waarbij de methodiek van EFSA is gebruikt.

#### *Prevalentie van gevaren tijdens het slachtproces*

Op basis van de inventarisatie van Schrijver et al. (2017) en de productiedata voor kweekvissen in 2016 van de FAO (2018) is wel een inschatting van te maken van de prevalentie van onverdoofd slachten van kweekvissen wereldwijd. Van het totale volume van 54 miljoen ton in 2016 (FAO, 2018) werd 3-4% verdoofd voordat de vissen werden gedood of geslacht. In Nederland ligt dit percentage voor beide meervalsoorten (Afrikaanse; en een kruising van Afrikaanse en Vundu meerval) op ongeveer 40-60%. Voor de Europese paling is in Nederland sinds 1 juli 2018 een wet van kracht die eist dat deze vissen niet meer onverdoofd worden gedood of geslacht (Van de Vis et al., 2019). Het percentage van de totale palingproductie dat wordt verdoofd is ons niet bekend; na de implementatie van elektrisch verdoven van paling in 2011 lag dit percentage op ongeveer 30-50%. Ook voor yellowtail kingfish is apparatuur in gebruik genomen voor het elektrisch verdoven op het enige bedrijf dat deze vissen kweekt en slacht in Nederland (Hans van de Vis, pers. observatie), maar gerapporteerde data hierover ontbreken. Andere Nederlandse kweekvissoorten worden, voor zover ons bekend, niet verdoofd voorafgaand aan het doden.

In samenwerking met de Nederlandse aquacultuursector zijn, met behulp van financiering van het ministerie van LNV en de Europese Commissie, onder laboratoriumomstandigheden specificaties vastgesteld voor elektrisch verdoven van de Europese paling, Afrikaanse en Claresse meerval, tarbot, Nijltilapia, snoekbaars en yellowtail kingfish. Vervolgens is met behulp van financiering van het ministerie van LNV in samenwerking met de Nederlandse aquacultuursector elektrisch verdoven van de Europese paling en beide meervalsoorten praktijkrijp gemaakt.

### 5.1.2 Gevangen vissen

Een procentuele verdeling van het voorkomen van verschillende vangstmethoden is gegeven in de paragraaf 2.3. Waar er voor de zeevisserij op bodemvissen en de kustvisserij sprake is van een grote

diversiteit aan vistuigen, is dit voor de pelagische visserij niet het geval. Binnen de pelagische visserij bestaat een veel grotere mate van uniformiteit.

Voor de Nederlandse visserij is het mogelijk dat bepaalde gevaren binnen de onderscheiden vangstsystemen en fasen van de vangst altijd optreden (hoge prevalentie, waardoor het ingeschatte deel van de populatie met de bijbehorende welzijnseffecten te maken kan krijgen). Voor iedere fase in de vangst (zie 3.2.5) kan de variatie in de prevalentie hoog zijn; een deel van de vissen kan bv. maar gedurende 10% van de totale trekduur zich in een actief vistuig bevinden of gedurende bv. 10 min in een staandwant net voordat de vissen eruit worden gehaald.

Indien twee geformuleerde gevaren elkaar uitsluiten, zoals bijvoorbeeld het geval is bij het dodingsproces van tong in de demersale en staandwant visserij ('direct levend opslag in ijs' of 'opslag in ijs na het verwijderen van de ingewanden'), kan mogelijk worden achterhaald welk deel van de dieren via welke methode wordt gedood. In elk geval met een van beide methoden. Voor gevangen schol, tong en haring worden geen effectieve verdovingsmethoden toegepast. De prevalentie voor deze wijze van doden van gevangen vissen schatten we voor Nederland dan ook hoog in.

Onderzoek naar verdoven van gevangen vissen wordt gefinancierd door het ministerie van LNV en is vooral gericht op experimenten onder laboratoriumomstandigheden; onderzoek naar het toetsen van het verdoven onder praktijkomstandigheden is nog niet uitgevoerd. Het onderzoek naar verdoven van vissen aan boord is gestart op initiatief van een Nederlands visserijbedrijf. Dit bedrijf gebruikt elektrisch verdoven van gevangen vissen aan boord, maar deze techniek is nog in ontwikkeling (Raad voor Dierenaangelegenheden, 2018).

Een vergelijking tussen de boomkor- en pulskorvisserij laat zien dat de pulsvisserij leidt tot een vermindering in vangst van ondermaatse, gequoteerde vissoorten, te weten ca. 23% reductie voor ondermaatse vissen en ca. 50% reductie voor benthos (ICES, 2018; Van der Reijden et al., 2017).

Overlevingsproeven laten zien dat in de pulsvisserij van de ondermaatse schol en tong, respectievelijk gemiddeld 11-18 en 13-28% nog in leven is na afloop van een overlevingsproef (Schram and Molenaar, 2018). Deze resultaten zijn niet zonder meer te extrapoleren naar vissen die mogen worden aangeland voor consumptie en dus groter zijn (niet ondermaats), omdat grotere vissen langer in staat zijn mee te zwemmen met de snelheid waarmee wordt gevist (Suuronen and Erickson, 2010). Dit houdt in dat grotere vissen minder snel uitgeput raken en daarom is niet uit te sluiten dat deze dieren een grotere overlevingskans hebben dan hun ondermaatse soortgenoten.

De Nederlandse visserij schenkt ook aandacht aan selectiever vissen (Raad voor Dierenaangelegenheden, 2018). Bij selectief vissen gaat het om de vangst van een doelsoort of doelsoorten, waarbij niet-doelsoorten of te kleine doelsoorten tijdens het vangstproces kunnen ontsnappen uit het net of het net kunnen vermijden ([www.ices.dk](http://www.ices.dk)). Uiteraard draagt een verbetering van selectiviteit van vistuigen bij aan een verbetering van het welzijn, omdat de aantallen gevangen vissen worden verlaagd. Het betreft een vermindering van de aantallen die geen doelsoorten of te klein zijn om te mogen worden aangeland.

## 5.2 Prevalenties welzijnseffecten

### 5.2.1 Kweek van vissen

Het aantal gerapporteerde studies waarin effecten van de blootstelling aan stressoren op ethologisch, fysiologisch en neurofysiologisch niveau zijn onderzocht, zijn beperkt. Dit geldt ook voor waterkwaliteitsparameters als bv. ammoniak, nitraat, nitriet voor tal van vissoorten (zie ook paragraaf 5.1.1). Het is bekend dat te hoge gehalten aan ammoniak, nitraat, nitriet en koolzuur met een hoge mate van zekerheid leiden tot chronische stress bij vissen en uiteindelijk tot mortaliteit. Ook gerapporteerde studies naar transport van vissen (Boerrigter et al., 2015; Manuel et al, 2014; Sampaio and Freire, 2016) ondersteunen de schattingen van de prevalenties van de welzijnseffecten zoals door het expertpanel zijn gedaan. Diverse studies naar verdoven van vissen (voor een overzicht zie Van de de Vis and Lambooy, 2016) ondersteunen eveneens de schattingen van de prevalenties van welzijnseffecten door het expertpanel.



---

### 5.2.2 Gevangen vissen

Een belangrijk verschil tussen gekweekte vissen en gevangen vissen is dat er voor deze laatste groep nagenoeg geen ethologische, fysiologische en neurofysiologische studies beschikbaar zijn. De prevalenties van de welzijnseffecten (zie tabellen 4.23 tot en met 4.36, m.u.z. 4.28 en 4.33) zijn daarom ingeschat op basis van hetgeen bekend is bij kweekvissen.

Resultaten verkregen in overlevingsproeven, die zijn uitgevoerd met ondermaatse vissen, zijn niet zonder meer te extrapoleren naar vissen die mogen worden aangeland voor consumptie en daarom groter zijn (niet ondermaats). Grotere vissen zijn nl. langer in staat zijn mee te zwemmen met de snelheid waarmee wordt gevestigd (Suuronen and Erickson, 2010). Dit houdt in dat grotere vissen minder snel uitgeput raken en daarom is niet uit te sluiten dat deze dieren een grotere overlevingskans hebben dan hun ondermaatse soortgenoten.

---

## 6 Discussie en conclusies

Wageningen Livestock Research heeft op verzoek van Bureau Risicobeoordeling & onderzoek een risico-evaluatie van dierenwelzijn in visketens uitgevoerd met behulp van een literatuursearch en een 'expert knowledge elicitation'. Daarbij stonden de volgende vragen centraal:

1. Wat zijn de potentiële gevaren voor het welzijn van vissen, schaal- en schelpdieren die geconsumeerd worden in Nederland? Met daarbij onderscheid in aquacultuur (kweeksystemen nationaal/internationaal) en visserij inclusief bijvangsten (door de Nederlandse visserij).
2. Wat is de impact van de geïdentificeerde gevaren aan de hand van de ernst en duur van de welzijnsproblemen die voortvloeien uit het betreffende gevaar?
3. Wat is met betrekking tot Nederland de prevalentie van de potentiële gevaren en de prevalentie van de daaruit voortvloeiende welzijnsproblemen?

In dit hoofdstuk gaan we in op de bevindingen van de literatuursearch (6.1), de scope van de risico-evaluatie (6.2), de risico-evaluatie door de expertpanels (6.3), bediscussiëren we welzijnseffecten met een hoge impactscore (6.4), trekken we conclusies, o.a. over belangrijke kennishiaten (6.5).

### 6.1 Literatuursearch

Tot ca. 10-15 jaar geleden lag het zwaartepunt in visonderzoek op ziekten bij vissen. Gaandeweg is daar onderzoek naar emotie en cognitie bij deze dieren bijgekomen. Er bestaan nog veel lacunes in de kennis over potentiële gevaren en welzijnseffecten bij de verschillende vissoorten (zie 6.3).

De literatuursearch heeft zich gericht op cognitie en gevoelens/emoties (onder meer pijnbeleving) bij vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen. Om daarover uitspraken te kunnen doen zijn neurobiologische, fysiologische en ethologische studies van belang. Geconcludeerd wordt dat er in Europa in toenemende mate sprake is van consensus dat **vissen** cognitie en gevoelens/emoties (en mogelijk ervaring van pijn) kennen, en daarmee in hun welzijn kunnen worden aangetast. Belangrijke kanttekening daarbij is dat vissen een zeer omvangrijke klasse van dieren omvat, die onderling sterk kunnen verschillen op het gebied van leefomgeving en gedrag. Tussen vissoorten bestaat daardoor een variatie in hersenstructuren en -functies, wat maakt dat bevindingen bij de ene soort niet zonder meer kunnen worden geëxtrapoleerd naar andere soorten. Neurofysiologische studies naar cognitie en gevoelens/emoties bij **krabben en kreeften** (crustacea) zijn niet uitgevoerd: het is dus niet bekend of deze dieren pijn en angst kunnen ervaren en over een vermogen tot cognitie beschikken. Emotionele structuren in de hersenen zoals die ook bij vissen als bv. goudbrasem zijn aangetroffen (Cerquiera et al., 2017), zijn niet bekend bij crustacea. Studies naar responses in gedrag op toegediende prikkels laten zien dat krabben en kreeften complex gedrag vertonen. Om deze reden zijn de Noordzeekrab en de Oosterscheldekreeft meegenomen in de expertinschatting van welzijnseffecten, met de aanname daarbij dat deze dieren in hun welzijn kunnen worden aangetast. Bij deze expertschatting hebben we de mogelijkheid dat crustacea pijn en angst kunnen ervaren als werkhypothese gebruikt. Diverse studies onder koppotigen zoals **inktvissen** geven aan dat deze relatief hoog ontwikkelde ongewervelden het vermogen tot cognitie bezitten en gevoelens/emoties kennen, en daarom in hun welzijn kunnen worden aangetast. Neurofysiologische onderzoeken onder **schelpdieren** zoals mosselen en oesters laten zien dat hun neurale substraat geen hersenen zijn. Studies naar cognitie en gevoelens/emoties bij mosselen, oesters en slakken zijn niet beschikbaar. Het 'welzijn' van schelpdieren zoals mosselen, oesters en slakken is daarom verder buiten de evaluatie gehouden.

In de literatuursearch is ingegaan op manieren om het welzijn van vissen te kunnen meten. Uitgaan van behoeften zoals beargumenteerd door Noble et al. (2018) en Stien et al. (2013) lijkt voor kweekvis een goede basis te zijn (zie 3.2.2). Deze benadering is niet toepasbaar voor gevangen vis: welzijnsverbeteringen zullen bij de visserij gericht moeten zijn op het reduceren van de negatieve impact van de visserij op de vissen, zodat stress en verwondingen tot een minimum worden beperkt, en op vermindering van het aantal dieren dat met het negatieve welzijnseffect te maken krijgt.

---

Vanuit (de beperkt beschikbare) literatuur én expertview is een beschrijving gegeven van potentiële gevaren en welzijnseffecten in de verschillende fasen van respectievelijk kweeksystemen (3.3.1) en visserij (3.3.2). Dit vormde input voor de scorelijsten op basis waarvan de expertpanels een inschatting van impacts hebben gemaakt.

## 6.2 Scope van de evaluatie

Er is een selectie gemaakt van kweeksystemen en vangstmethoden die in de risico-inventarisatie zijn meegenomen (de belangrijkste systemen en methoden) en van voorbeeldsoorten waarvoor de welzijnseffecten zijn ingeschat.

Voor kweeksystemen betreft dit:

- RAS: meerval (Afrikaanse meerval en Claresse meerval)
- vijver met doorstroming: pangasius
- flow-through tank: Nijltilapia

Voor Nederlandse visserij betreft dit:

- Demersale visserij: boomkor en pulskor met de soorten tong, schol en Noordzeekrab
- Pelagische visserij: trawlmet met de soort haring
- Standaard kustvisserij: met de soorten tong en Oosterscheldekreft

De keuze van voorbeeldsoorten is in overleg met de opdrachtgever gebaseerd op omvang van de consumptie in Nederland (de pangasius, Nijltilapia, haring, tong), omvang van de kweek of vangst in NL (meerval (twee soorten), schol, haring), of vanwege de maatschappelijke discussie (Oosterscheldekreft, Noordzeekrab). Makreel en blauwe wijting (beide veel gevangen door Nederland; makreel ook veel geconsumeerd) waren eerst ook geselecteerd als voorbeeldsoorten voor de pelagische visserij, maar vanwege verwachte geringe verschillen met haring uit efficiency-oogpunt weggelaten. De Atlantische zalm en paling zijn eveneens veel geconsumeerde soorten in Nederland: voor beide soorten heeft de EFSA in 2008 en 2009 een uitgebreide risico-analyse gedaan. Om die reden zijn ze niet opnieuw in de risico-evaluatie meegenomen en is volstaan met een korte update van de EFSA-bevindingen (zie 4.2.4); de EFSA-evaluatie is gedateerd (2008 en 2009). De ontwikkelingen in aquacultuursystemen voor Atlantische zalm zijn in de afgelopen 10 jaar enorm snel gegaan. Noble et al. (2018) hebben zeer recent in hun boek een actueel overzicht gegeven van de aquacultuur van Atlantische zalm, knelpunten voor het welzijn en indicatoren om welzijn tijdens de gehele productie te monitoren. Op diverse plaatsen in dit rapport geven we korte verwijzingen naar het boek van Noble et al. (2018). Koppotigen zoals inktvissen zijn niet meegenomen in de risico-evaluatie voor de visserij: ze worden weinig gevangen en geconsumeerd (de prioriteit lag vanwege de volumes bij andere soorten en visserijsystemen). Door de Nederlandse vloot wordt een fors volume aan garnalen gevangen. Gezien het ontbreken van kennis over cognitie en gevoelens/emoties bij een garnaal is deze soort niet in de evaluatie meegenomen.

## 6.3 Expert knowledge elicitation

Op basis van de literatuursearch zijn de lijsten met potentiële gevaren en welzijnseffecten voor scoring door de expertpanels samengesteld. Ondanks het veelal ontbreken van harde data hebben de experts van Wageningen Livestock Research, Wageningen Bioveterinary Research en Wageningen Marine Research volgens de gekozen systematiek een zo realistisch mogelijke inschatting proberen te maken. Dit is gedaan tijdens twee workshops waarbij de experts op basis van de eigen kennis en expertise gezamenlijk tot zo verantwoord mogelijke schattingen zijn gekomen voor ernst en duur van welzijnseffecten en deel van de populatie dat er binnen een systeem of vangst mogelijk mee te maken kan krijgen als een bepaald gevaar daadwerkelijk optreedt (zie hoofdstuk 4). Daarbij is gebruik gemaakt van de aanname het vermogen tot cognitie en het ervaren van gevoelens/emoties, dat voor een beperkt aantal vissoorten is aangetoond, ook aanwezig is bij vissoorten waarvoor deze data niet beschikbaar zijn. We veronderstellen dat vissen die cognitie en emoties/gevoelens kennen ook pijn kunnen ervaren.

Voor de voorbeeldsoorten in kweeksystemen en bij de visserij zijn per fase mogelijke welzijnsproblemen geïdentificeerd met een hogere en een lagere impact voor dierenwelzijn.

Welzijnseffecten met een hoge impact voor het dier kunnen welzijnseffecten zijn waaraan slechts een klein deel van de populatie wordt blootgesteld. Om die reden is per gevaar per welzijnseffect een PED-score toegevoegd: dat is het product van de gemiddelde scores van experts voor de ernst en de duur van het welzijnseffect en voor het deel van de populatie dat er naar verwachting door wordt getroffen. Let op: populatie is ten behoeve van de risico-evaluatie gedefinieerd als de *populatie vissen in een bepaalde kweekbak* of de *populatie vissen in een bepaalde vangst* die met een bepaald welzijnseffect te maken kunnen krijgen als een bepaald gevaar optreedt. Het is geen maat voor de werkelijke prevalentie van bepaalde welzijnsproblemen in kweeksystemen of de visserij in de praktijk. Voor vissen zijn niet of nauwelijks harde data beschikbaar over werkelijke prevalenties van welzijnsproblemen in de praktijk (zie hoofdstuk 5).

In paragraaf 6.4 wordt een samenvatting gegeven van potentiële welzijnsproblemen met een relatief hoge impact die kunnen voorkomen binnen kweeksystemen of bij visserij. Omdat veel potentiële welzijnsproblemen hoog scoren op impact (5 of 6, in een enkel geval 7) is de samenvatting beperkt tot welzijnsproblemen die tevens een relatief groot deel van de populatie in een kweekbak of vangst kunnen betreffen (relatief hoge PED-score).

We willen benadrukken dat gebruikte technieken in kweeksystemen en visserij kunnen verschillen tussen landen en ook binnen één land. Het is zelfs zo dat twee bedrijven die dezelfde vissoort kweken of vangen hierbij gebruik kunnen maken van verschillende technieken (zie bv. Schrijver et al., 2017). Bij de risico-evaluatie voor kweeksystemen en visserij is uitgegaan van min of meer 'gangbare' systemen/technieken, waarbij de potentiële gevaren en welzijnseffecten die ermee kunnen samenhangen als het gevaar daadwerkelijk optreedt op hoofdlijnen zijn geformuleerd.

(Gedetailleerde) verschillen in technieken/omstandigheden konden binnen de kaders van het project niet worden meegenomen. Bij extrapolatie van resultaten naar individuele kweek- of visserijbedrijven dient men hier rekening mee te houden. Eerder is bovendien al gewezen op de grote diversiteit tussen vissoorten, waardoor extrapolatie van resultaten van voorbeeldsoorten naar andere vissoorten niet zonder meer mogelijk is: (neuro-) fysiologische, anatomische en gedragsmatige overeenkomsten en verschillen tussen soorten zijn bij extrapolatie van belang.

## 6.4 Welzijnsproblemen met hoge impact

### 6.4.1 Kweeksystemen

In kweeksystemen (nationaal/internationaal) wordt een diversiteit aan vissoorten gehouden (zie FAO, 2017). Belangrijke houderijsystemen voor de kweek van vissen zijn kooien in zee voor bv. Atlantische zalm, goudbrasem en Europese zeebaars en in zoet water doorstroomsystemen voor bv. regenboogforel. Kweek van karpersoorten, tilapiasoorten en pangasius vindt met name in vijvers plaats. Tilapiasoorten worden ook gehouden in doorstroomsystemen. Recirculating aquaculture systemen worden met name in Nederland gebruikt voor de kweek van de paling, beide meervalsoorten, snoekbaars, yellowtail kingfish, steur en tarbot.

Naast verschillen in anatomie en behoeften tussen soorten is ook o.a. het levensstadium van de vis een belangrijk aspect. Het is bekend dat jonge vissen zich in de natuur in een andere habitat kunnen ophouden dan de dieren die in de aquacultuur als marktwaardig worden gezien. Om die reden worden pootvissen en marktwaardige vissen onder verschillende omstandigheden gehouden. In Noorwegen is het gebruik van RAS voor de productie van smolts in opkomst. Belangrijke potentiële impacts worden hierna per fase samengevat.

#### *Ouderdieren (voortplanting)*

Voor de houderij van ouderdieren van beide meervalsoorten, te weten Afrikaanse meerval en Claresse meerval, en pangasius, wordt de impact van de wijze van doden van de dieren die niet meer geschikt zijn voor de fok als hoog ingeschat. Het verwijderen van de bovenkaak bij mannetjes van Nijltilapia, om verwondingen bij de tilapiavrouwen te vermijden, scoort wat impact betreft het hoogst, een 6.

Als het gaat om ziektes die voorkomen bij ouderdieren scoort een infectie met *Aeromonas hydrophila* hoog (impact 6 en deel populatie 4). Voor pangasius scoren een parasitaire infectie met *Ichthyophthirius multifiliis* en een bacteriële infectie met *Flavobacterium columnare* beide hoog (voor beide impact 7 en

deel populatie 5). Ook voor Nijltilapia krijgen de parasitaire infectie *Hexamita* en de bacteriële infectie *Francissella noatunensis* beide voor impact en deel van de populatie resp. een 6 en een 5. Het gegeven dat parasitaire infecties voor vissen die worden gehouden in open systemen een hoge impact hebben en dat een groot deel van de populatie kan worden getroffen komt overeen met de bevindingen van FishMed plus Coalition (Palić et al, 2017).

#### *Houderij van pootvissen*

Tijdens de houderij van meerval pootvissen heeft agressie een hoge impact (5) en kan de volledige populatie eraan worden blootgesteld (5). Een suboptimale waterkwaliteit (bv. zuurgraad, zuurstof, koolzuurgas, totaal ammonia, nitraat en nitriet) scoren een impact 5 en voor het deel van de populatie getroffen ook een 5. Ook voor de productie van pangasius en Nijltilapia pootvissen komen de experts tot dezelfde score voor de impact en het deel van de populatie die het kan betreffen. De bevindingen over de waterkwaliteit komen overeen met die van bv. Roques (2013) en Schram et al. (2010) en van Hjeltnes et al. (2017) voor Atlantische zalm. Voor vissen die worden gehouden in doorstroomsystemen is bij conventionele systemen de doorstroming in orde van grootte van  $2,4 \text{ m}^3 \text{ dag}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ vis}$ . In intensieve doorstroomsystemen is de doorstroming ca.  $0,25 \text{ m}^3 \text{ dag}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ vis}$ . Bij intensieve systemen, die van zuurstof worden voorzien, kunnen zich door de lagere doorstroming metabolieten zoals ammoniak in het water ophopen en daarom is onder meer het ammoniakgehalte een kritische parameter (FAO, 1984). Tijdens de risico-evaluatie is er geen onderscheid gemaakt tussen conventionele en intensieve doorstroomsystemen.

Bij de open systemen waarin pangasius en Nijltilapia worden gehouden scoort de impact van de aanwezigheid van predatoren een vijf en het deel van de populatie dat het kan betreffen ook een 5. Deze bevindingen zijn vergelijkbaar met die voor de kweek van karper in vijvers (EFSA, 2008e). Wat in de vorige paragraaf is beschreven over parasitaire infecties van ouderdieren die worden gehouden in open systemen is ook van toepassing op de houderij van pootvissen.

#### *Transport van pootvissen*

Wanneer vissen niet gereed zijn gemaakt voor transport door tijdig het voer te onthouden, leidt dit tot een welzijnsprobleem dat wat betreft impact een 5 krijgt en de hele populatie wordt eraan blootgesteld. Omdat vissen ectotherme dieren zijn heeft voeronthouding waarschijnlijk geen effect op het welzijn zoals dat bij bv. zoogdieren wel het geval is (hierbij zijn we uitgaan van een voeronthouding die past bij de welzijnsbehoefte van de betreffende vissoort). Deze scores zijn toegekend aan meerval, pangasius en Nijltilapia. Dit komt overeen met hetgeen onder meer Dalla Villa et al (2009) rapporteren over transport van pootvissen; in de ogen van deze auteurs is het zaak om vissen voer te onthouden voordat ze worden getransporteerd. Ook een suboptimale waterkwaliteit tijdens transport scoort wat betreft impact en het deel van de populatie die eraan wordt blootgesteld hoog voor de gekozen vissoorten. Waterkwaliteit wordt beschouwd als een van de cruciale factoren voor het welzijn van vissen tijdens transport (zie bv. Sampaio and Freire, 2016).

#### *Opkweek van pootvissen tot marktgewicht*

Voor de opkweek van vissen zijn de welzijnsproblemen voor wat betreft impact en het deel van de populatie die het betreft vergelijkbaar met onze bevindingen zoals die beschreven zijn in de paragraaf over de houderij van pootvissen

#### *Transport van marktwaardige vissen*

De welzijnsproblemen die zich kunnen voordoen bij het transport van marktwaardige meerval, pangasius en Nijltilapia zijn vergelijkbaar met onze bevindingen rond transport van pootvissen.

#### *Slacht van marktwaardige vissen*

Wereldwijd worden veruit de meeste kweekvissoorten niet verdoofd voorafgaand aan het doden. De impact en het deel van de populatie dat het kan betreffen krijgen voor onverdoofd doden beide een hoge score. Een uitzondering hierop vormen de Atlantische zalm in Noorwegen en het VK (Schrijver et al., 2017; Van de Vis et al, 2019: altijd verdoving toegepast), de paling in Nederland en een deel van de marktwaardige meerval die in Nederland wordt geproduceerd. Voor de paling is het met ingang van 1 juli 2018 in Nederland verplicht dat deze dieren worden verdoofd voordat ze worden gedood. Geschat wordt dat ongeveer 3-4% van de 54 miljoen ton kweekvissen die wereldwijd (FAO, 2018) wordt geproduceerd wordt verdoofd voordat de vissen worden geslacht of gedood.

Ook in de Nederlandse aquacultuur is, net zoals in andere Europese landen, welzijn van vissen een geaccepteerde onderdeel van het management (zie onder meer [www.aquamedia.org](http://www.aquamedia.org)). Welzijn van vissen vraagt tijdens de productie continu aandacht. Tal van bedrijven zijn om die reden 10 tot 20 jaar geleden gaan deelnemen aan nationale en internationale projecten om de productieomstandigheden beter af te stemmen op de dieren. De resultaten van deze projecten zijn binnen Europa en Nederland zichtbaar op het gebied van diverse processen (Van de Vis et al., 2012; Van de Vis et al., 2019).

#### 6.4.2 Visserij

Zoals eerder is beschreven voor de aquacultuur is ook bij de visserij op zee en in de binnenwateren sprake van een zeer grote diversiteit van soorten en aan technieken die worden gebruikt. Omdat gevangen vissoorten, krabben en kreeften in veruit de meeste gevallen niet onder laboratoriumomstandigheden worden gehouden, is het aantal studies op gebied van de fysiologie, het gedrag en de neurofysiologie veel geringer dan de ongeveer 10-tal kweekvissoorten waarvoor gerapporteerde studies in ieder geval voor een deel zijn gedaan. Deze studies zijn belangrijk om onderbouwde uitspraken te kunnen doen over de impact van visserijtechnieken en de wijze waarop de vissen aan boord worden gebracht en daar tijdelijk worden opgeslagen voordat ze worden gedood. Uiteraard is het optreden van mortaliteit tijdens de verschillende fasen van de vangst een maat voor de impact. Uit de literatuur blijkt dat het lastig is om concrete prevalenties vast te stellen voor wat betreft mortaliteit en voorkomen van schade aan vissen in relatie tot een gebruikt vistuig. In het overzichtsartikel van Veldhuizen et al. (2018) wordt de relatie tussen vistuigen enerzijds en schade aan vissen en mortaliteit van deze dieren anderzijds daarom kwalitatief beschreven. Dit overzicht laat zien dat bij een afnemende lengte van de vissen de mortaliteit toeneemt, de mortaliteit en verwondingen nemen ook toe wanneer de diepte waarop wordt gevist, toeneemt. Ook een toename in temperatuurveranderingen, een toename in blootstellingsduur aan de lucht en hogere dichtheden in het net kunnen leiden tot een verhoogde mortaliteit.

De zwemsnelheid van vissen hangt af van de lichaamslengte. Dat betekent dat marktwaardige vissen, die beduidend langer zijn dan ondermaatse, gequoteerde vissoorten, minder snel uitgeput raken in een vistuig tijdens het vangen. De mortaliteit van ondermaatse, gequoteerde vissoorten als gevolg van de vangst kan daarom hoger liggen dan die van marktwaardige vissen (mogelijk een hogere impact door de vangst).

De vissnelheid ligt bij de boomkor hoger dan bij de pulskor (Wageningen Marine Research), het panel was tijdens de risico-evaluatie van de omgekeerde situatie uitgaan (paragraaf 4.3.1.1). Dit betekent dat de impact van de vissnelheid voor pulskor lager ligt dan voor de boomkor.

Behalve bovengenoemde factoren spelen factoren als weersomstandigheden, aard van visgronden in het geval van actieve tuigen voor de bodemvisserij, vissnelheden, het ontwerp van netten en verschillen tussen schepen waarmee op dezelfde vissoort wordt gevist ook een rol. Een belangrijk verschil tussen de demersale visserij met actieve tuigen binnen de 12-mijls zone en daarbuiten is met name snelheid waarmee wordt gevist. Bij de kustvisserij worden lagere snelheden gebruikt. Een andere belangrijke factor is de verblijftijd van vissen in een actief vistuig. Dit kan kort zijn, als de dieren (of een deel ervan) in het net zijn gekomen vlak voordat de vangst aan boord wordt gebracht, of lang: (een deel) van de vissen heeft zich gedurende de hele tijd dat er wordt gevist in het vistuig bevonden. Over de verhouding in het aandeel vissen dat zich bv. 10, 30, 60, 90 en 120 min in een tuig bevindt is weinig bekend. Verschillen tussen verblijventijden in het net gelden natuurlijk ook voor een passief vistuig zoals een staandwant.

Op grond van volumes die worden gevangen op zee en binnenwateren is er voor gekozen om de risico-evaluatie uit te voeren voor de pulskor voor de bodemvisserij op zee op met name de schol en tong, een pelagisch vistuig op zee voor de visserij op de haring. Omdat de boomkor tot voor kort de dominante methode was voor de vangst van met name schol en tong is deze methode ook meegenomen in de risico-evaluatie. Mede vanwege de maatschappelijke discussie rond het levend koken van de Noordzeekrab is deze soort ook meegenomen in de risico-evaluatie van de boomkor en pulskor.

Voor de staandwant visserij zijn tong en Oosterscheldekreef (met als werkhypothese dat deze kreeft pijn en angst kunnen ervaren) als soorten gekozen. Aangezien de besommingen voor de visserij op de

---

binnenwateren veel lager zijn dan voor de zeevisserij, is de binnenvisserij in de risico-evaluatie buiten beschouwing gelaten.

#### *Vangen van vissen, krabben en kreeften*

Voor de boomkor- en pulskorvisserij scoort stress bij de schol en tong voor wat betreft impact (5) en het deel van de populatie dat wordt getroffen (5) hoog. Ook ten aanzien van stress bij de haring als gevolg van de pelagische visserij scoort de impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog. We schatten in dat voor ondermaatse, gequoteerde vissoorten het effect op het welzijn als gevolg van de vangst vergelijkbaar is of sterker is. Schram en Molenaar (2018) laten zien dat de overlevingspercentages van ondermaatse, gequoteerde vissoorten bij de pulsvisserij laag zijn (Schram and Molenaar, 2018).

Voor de staandwantvisserij op tong en Oosterscheldekreft scoort behalve stress ook het verzet van deze dieren, d.w.z. de pogingen om los te komen uit het net, wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog.

Ook voor Noordzeekrabben die met demersale tuigen worden gevangen, scoort stress voor wat betreft impact en het deel van de populatie hoog (vanuit de werkhypothese dat deze dieren pijn en angst kunnen ervaren).

#### *Aan boord brengen van de vissen en krabben*

Vissen en krabben die na de vangst met een boomkor- pulskortuig aan boord worden gebracht door de kuil van het net aan boord te hijsen en vervolgens deze te legen, kunnen hiervan stress (en beschadigingen, zuurstofgebrek, drukproblemen) ondervinden. Het expertpanel schat deze stress, voor wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft, hoog in. Ook stress bij de haring die door middel van een pomp aan boord wordt gebracht, scoort wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog. Voor het staandwant gaat het om het uit het net halen van tongen en Oosterscheldekreften, en de schade die dit kan veroorzaken schat het expertpanel voor wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog in.

#### *Opslag aan boord*

De gevangen schol, tong en krab worden aan boord niet onder voor deze dieren optimale omstandigheden gehouden, ze bevinden zich nl. niet in water. Een uitzondering hierop vormen de pelagische soorten (zoals haring), die worden nl. in RSW-tanks opgeslagen. De dichtheden zijn hierbij hoog en er is geen sprake van een zuurstofvoorziening of beluchting. Oosterschelde kreeften worden aan boord in water opgeslagen. Niet duidelijk is of er ook sprake is van een tijdelijke opslag buiten het water aan boord. Studies naar deze wijze van opslag zijn voor zover ons bekend niet beschikbaar.

Het expertpanel schat in dat de stress die opslag veroorzaakt bij alle genoemde dieren wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog scoort; Oosterscheldekreft in water kan hierop een uitzondering vormen.

#### *Doden van de vissen en verwerken van Noordzeekrab aan boord*

Bij gevangen Noordzeekrabben wordt aan boord één van de scharen verwijderd en vervolgens gaan de dieren weer over boord. Zoals vermeld ontbreekt kennis over cognitie en gevoelens/emoties bij krabben. Uitgaande van de werkhypothese dat Noordzeekrabben (en Oosterscheldekreften) het vermogen tot cognitie bezitten en gevoelens/kennen, schat het expertpanel het effect van de open wond voor wat betreft impact en het deel van de populatie dat het betreft hoog in.

Bij gevangen schol, tong en haring worden geen effectieve verdovingsmethoden toegepast. Net zoals voor kweekvissen krijgen de impact en het deel van de populatie die het betreft voor onverdoofd doden beide een hoge score.

#### *Ontwikkelingen in de visserij*

De inspanningen van Nederlandse visserijbedrijven zijn ook gericht op de ecologische duurzaamheid van de visserij (zie bv. [www.ices.dk](http://www.ices.dk); [www.vissersbond.nl](http://www.vissersbond.nl)). Selectiever vissen en verbeteringen aan demersale vistuigen die leiden tot minder bodembroering, dragen ook bij aan een vermindering van de impact op het welzijn van dieren. Ontwikkelingen op gebied van de capture-based aquaculture van marktwaardige kabeljauw in Noorwegen laten zien dat er mogelijkheden zijn om methoden die

---

gebruikt worden in de visserij te verbeteren (Humborstad et al., 2019), zodat welzijnseffecten op gevangen vissen worden verminderd. Eerder beschreven ontwikkelingen in de aquacultuur en ook onderzoek naar verdoven van gevangen vissen laten zien dat er verbeteringen mogelijk zijn rondom het doden van deze dieren aan boord.

### 6.4.3 Conclusie

In z'n algemeenheid valt op dat veel van de welzijnseffecten als gevolg van gevaren die kunnen optreden binnen uiteenlopende kweekvissystemen en uiteenlopende vangstmethoden in de zee- en kustvisserij relatief hoog scoren op impact (5 of hoger). Dit indiceert op basis van de interpretatietabel in 4.4 dat het potentiële welzijnsproblemen zijn, die ten minste serieuze afwijkingen betreffen van een 'normale' situatie, afwijkingen die gepaard kunnen gaan met pijn, ernstig ongerief, angst en/of ziekte en tot mortaliteit kunnen leiden indien ze voortduren. In hoeverre de geschetste gevaren daadwerkelijk optreden is veelal niet bekend en daarom geschat (zie hoofdstuk 5 en bij kennislacunes 6.5). Het onderstreept wel het belang om onderzoek te doen naar het welzijn van vissen in kweeksystemen en bij de visserij, en de mogelijkheden voor substantiële welzijnsverbeteringen te verkennen.

## 6.5 Kennislacunes

Op basis van de bepaling en schatting van impact en prevalentie van mogelijke gevaren en ermee samenhangende welzijnseffecten (hoofdstuk 4) zijn hiaten in de aanwezige kennis en beschikbare kengetallen in beeld gekomen. Wat hiaten betreft, komen onderstaande gespecificeerde kennislacunes op hoofdlijnen overeen met de aanbevelingen van de Raad Voor Dierenaangelegenheden (2018) voor in Nederland gehouden vissen en vissen gevangen door de Nederlandse visserijsector. Voor de ernst en de duur van de welzijnsproblemen zijn maar in beperkte mate (internationale) bronnen gevonden die hiervoor een gedegen onderbouwing kunnen geven.

### 6.5.1 Kennislacunes met betrekking tot kweeksystemen

Anders dan voor veel andere diersoorten, bestemd voor humane consumptie, het geval is, ontbreekt voor vrijwel alle gehouden/gekweekte vissoorten de volgende kennis:

- Met uitzondering van waterkwaliteitscriteria voor de opkweek van meervallen, palingen, tarbot en snoekbaars (Abbink et al., 2009; Foss et al., 2007; Jia et al., 2015; Roques, 2013; Schram et al., 2010; Van Bussel et al., 2012) ontbreken voor de meeste vissen soortspecifieke eisen aan de waterkwaliteit die zijn gebaseerd op ethologische, fysiologische en neurofysiologische studies. Het gaat hierbij om tolerantiegrenzen voor ammoniak, nitraat en nitriet. Voor de snoekbaars is geen grenswaarde voor nitriet opgesteld. Kennis over ander waterkwaliteitscriteria zoals temperatuur, turbiditeit en zwevend materiaal, koolzuurgasgehalte en cetera is beperkt voor tal van vissoorten.
- Wetenschappelijk gefundeerde kennis over de gedragsbehoeften van de verschillende vissoorten met betrekking tot natuurlijke gedragingen in houderijsystemen ontbreekt, en daarmee de eisen die verschillende vissoorten stellen aan de uitvoering van het houderijsysteem, zoals tankuitvoering en -kleur, schuilmogelijkheden, andere vormen van verrijking, dag-/nachtritme en dergelijke. De kennis is grotendeels wel beschikbaar voor de Atlantische zalm (Stien et al., 2013; Noble et al., 2018).
- Daarnaast is het aantal studies over transport van fry/pootvissen en marktwaardige vis beperkt, alsmede studies op het gebied van adequate verdovingsmethoden voorafgaand aan de slacht van marktwaardige vissen.
- Er is nagenoeg geen inzicht in de werkelijke prevalenties van de gevaren in de praktijk zoals die op basis van de literatuurresearch zijn opgenomen in de scoringstabellen voor kweeksystemen.
- Er zijn eveneens geen cijfers over de werkelijke prevalenties in de praktijk van de negatieve welzijnseffecten zoals die zijn benoemd in de scoringstabellen van hoofdstuk 4.



---

### 6.5.2 Kennislacunes met betrekking tot visserij

Ook voor de visserij ontbreken harde gegevens over de mate waarin de opgenomen gevaren daadwerkelijk voorkomen in de praktijk. Zoals in hoofdstuk 5 aangegeven, kan hier mogelijk gesteld worden dat de genoemde gevaren binnen de betreffende visserij en in de betreffende fase van de vangstmethode (vrijwel) altijd optreden. Dan blijven er belangrijke kennishiaten over ten aanzien van de werkelijke prevalentie van de ermee samenhangende welzijnsproblemen binnen de betreffende vangst. De 'uncertainty' van de beschreven welzijnseffecten is over de hele linie groot: dat wil zeggen, slechts beperkt gestaafd door wetenschappelijke literatuur. Er zijn geen praktische monitorings- en beoordelingssystemen voorhanden waarmee voor elke vissoort binnen een bepaalde vangsttechniek de belangrijkste stressoren in kaart kunnen worden gebracht, en waarmee prioritaire aandachtsvelden voor verbetering van viswelzijn kunnen worden benoemd. In geval van krabben en kreeften ontbreekt daarbij met name kennis op gebied van cognitie en gevoelens/emoties waardoor het niet mogelijk is om aan te geven of een blootstelling aan een stressor ook daadwerkelijk leidt tot een welzijnsprobleem.

Belangrijke kennishiaten bestaan eveneens op het gebied van praktisch toepasbare en geschikte verdoevingsmethoden van vissen aan boord van een schip.

### 6.5.3 Conclusie

In z'n algemeenheid kan geconcludeerd worden dat er binnen kweeksystemen en visserij relatief veel lacunes zijn in kengetallen op het gebied van prevalentie van gevaren en prevalenties van welzijnsproblemen. Dit betreft feitelijk alle fasen van de productie binnen kweeksystemen en voor visserij in het bijzonder het inzicht in het deel van de vangst dat in de onderscheiden fasen van het vangproces te maken krijgt met negatieve welzijnseffecten. Voor krabben en kreeften ontbreekt de kennis om gefundeerde uitspraken te kunnen doen over mogelijke welzijnsproblemen bij deze dieren. In dit onderzoek zijn via literatuursearch en expertview potentiële gevaren geïdentificeerd, en hebben expert panels een inschatting gemaakt van de impact indien de betreffende gevaren optreden. Mede hierdoor is duidelijk geworden waar kennislacunes bestaan en waar experts denken dat de grootste stappen gezet kunnen worden om het welzijn van met name vissen in kweeksystemen en bij de visserij te kunnen verbeteren.

---

## 7 Literatuur

- Abbink, W., Blanco Garcia, A., Van der Heul, J.W., Van Gool, A.C.M., Schram, E. Van de Vis, J.W. (2009): De relatie tussen waterkwaliteit en welzijn bij Afrikaanse meerval en tong op Nederlandse viskwekerijen Yerseke : IMARES, Rapport C109/09, 39 pp.
- Abbink, W., Blom, E., Pelgrim, Tamar, De Vries, P., Van de Vis, J.W. en Schram, E. (2015): Het effect van een verhoogde ammoniak concentratie in het water op fysiologie, groei en voeropname van Europese paling (*Anguilla anguilla*). IMARES, Rapport IMARES C187/15, 18 pp.
- Anderson, R.C. and Mather, J.A. (2010): It's all in the cues: octopuses (*Enteroctopus dofleini*) learn to open jars. *Ferrantia*, 59, 8-13.
- Andrews, P. L. R. (2011): Laboratory invertebrates: only spineless or spineless and painless. *ILAR Journal*, 52, 121-125.
- Anoniem (2006): Forskrift om slakterier og tilvirkingsanlegg for akvakulturdyr Kapittel 4. In: kystdepartementet F-o, editor. Nasjonale tilleggsbestemmelser om fiskevelferd. Oslo, Norway. p. 13-14.
- Anoniem (2011): Factsheet: Oosterscheldekreft, 4 pp.  
[https://visbureau.nl/sites/default/files/visfeiten\\_oosterscheldekreft.pdf](https://visbureau.nl/sites/default/files/visfeiten_oosterscheldekreft.pdf).
- Appel, M. and Elwood, R. W. (2009): Motivational trade-offs and the potential for pain experience in hermit crabs. *Applied Animal Behaviour Science*, 119, 120-124.
- Baardvik, B.M. and Jobling, M. (1990): Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture* 90: 11-16.
- Babiker, M.M. (1979): Respiratory behavior, oxygen-consumption and relative dependence on aerial respiration in the African lungfish (*Protopterus-Annectens*, Owen) and an air-breathing teleost (*Clarias-Lazera*, C.). *Hydrobiologia* 65, 177-187.
- Belão, T.C., Leite, C.A.C., Florindo, L.H., Kalinin, A.L. and Rantin, F.T. (2011): Cardiorespiratory responses to hypoxia in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), an air-breathing fish. *Journal of Comparative Physiology Biochemical Systemic and Environmental Physiology* 181, 905-916.
- Benetti, D.D., Partridge, G.J. and Stieglitz, J. (2016): Overview on status and technological advances in tuna aquaculture around the world. In: *Advances in tuna aquaculture- from hatchery to market* (D.D. Benetti, G.J. Partridge, A. Buentello, Editors) Elsevier Inc., San Diego, United States, 359 pp.
- Boerrigter J.G.J., Van den Bos, R., Van de Vis, H., Spanings, T. and Flik, G. (2016): Effects of density, PVC-tubes and feeding time on growth, stress and aggression in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture Research*, 47, 2553-2568.
- Boerrigter, J. G., Manuel, R., Bos, R., Roques, J. A., Spanings, T., Flik, G., and Vis, H. W. (2015): Recovery from transportation by road of farmed European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture Research* **46**, 1248-1260.
- Bos, O.G., Griffioen, A.B., Van Keeken, en O.A. Gerla, D.J. (2018): Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016; Deel I: trends. Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C033/18, 108 pp.

---

Bracke, M.B.M., Spruijt, B.M., Metz, J.H.M. (1999): Overall welfare assessment reviewed. Part 1: Is it possible? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47, 279-291.

Braithwaite, V. (2014): Pain reception. In *The Physiology of Fishes* (eds. D.H. Evans, J.B. Claiborne and S. Currie). CRC Press, New York, USA, 327-344.

Braithwaite, V., Huntingford, F. and Van den Bos, R. (2013): Variation in emotion and cognition among fishes. *J. Agric. Environ. Ethics*, 26, 7-23.

Branson, E. J. (2008) *Fish Welfare*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, U.K, 300 pp.

Breen, M., Anders, N., Humborstad, O.B., Nilsson, J. Tenningen, M. and Vold, A. (2019): Catch welfare in commercial fisheries. Chapter in the book *The welfare of fish* (eds. T. Kristiansen, A. Fernö, H. van de Vis and M. Pavlidis). Springer, Heidelberg, Germany. *In Press*.

Bregnballe, J. (2015) *A guide to recirculation aquaculture*. FAO and Eurofish, Copenhagen, Denmark:, 96 pp.

Brix, O. (2008): The physiology of living in water. In *Handbook of Fish Biology and Fisheries: Fish Biology, Volume 1* (P.J.B. Hart J.D. Reynolds, eds.). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 71-96.

Broadhurst, M.K., Suuronen, P. and Hulme, A. (2006): Estimating collateral mortality from towed fishing gear. *Fish and Fisheries* 7, 180-218.

Broglio, C., Gómez, A., Durán, E., Ocaña, F. M., Jiménez-Moya, F., & Rodríguez, S. C. (2005): Hallmarks of a common forebrain vertebrate plan: Specialized pallial areas for spatial, temporal and emotional memory in actinopterygian fish. *Brain Research Bulletin*, 66, 277-281.

Broom, D. M. (1998): Welfare, stress, and the evolution of feelings. *Advances in the Study of Behaviour*, 27, 371-403.

Brusca R.C. and Brusca, G.J.. 2003. *Invertebrates*, 2nd ed. Sinauer Associates, Cary C, USA,

Bruton, M.N. (1979): Survival of Habitat Desiccation by Air Breathing Clariid Catfishes. *Environmental Biology of Fishes*, 4, 273-280.

Cañon Jones, H.A., Hansen, L.A., Noble, C., Damsgård, B., Broom, D.M. and Pearce, G. P. (2010): Social network analysis of behavioural interactions influencing fin damage development in Atlantic salmon (*Salmo salar*) during feed-restriction. *Applied Animal Behaviour Science* 127, 139-151.

Cañon Jones, H.A., Noble, C., Damsgård, B. and Pearce, G.P. (2011) Social network analysis of the behavioural interactions that influence the development of fin damage in Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) held at different stocking densities. *Applied Animal Behaviour Science*, 133, 117-126.

Cerqueira, C., Millot, S., Castanheira, M.F., Félix, A.S., Silva, T., Oliveira, G. A., Oliveira, C.C., Martins, C.I.M., and Oliveira, R.F. (2017): Cognitive appraisal of environmental stimuli induces emotion-like states in fish. *Nature Scientific Reports*, 7: 13181 | DOI:10.1038/s41598-017-13173-x

Clay, D. (1977): Preliminary observations on salinity tolerance of *Clarias lazera* from Israel. *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah* 29,: 102-109.

Council Regulation (EC) No 1/2005 of 22 December 2004 (2005): On the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. *Official Journal of the European Union*, L 3, 1-43.

---

Council Directive 2006/88/EC (2006): On animal health requirements for aquaculture animals and products thereof, and on the prevention and control of certain diseases in aquatic animals. Official Journal of the European Communities, L 328, 14-56.

Council Regulation (EC) No 1099/2009 (2009): On the protection of animals at the time of killing. Official Journal of the European Communities, L 303, 1-30.

Council Regulation (EU) 2015/812 (2015): of the European Parliament and of the Council of 20 May 2015 amending Council Regulations (EC) No 850/98, (EC) No 2187/2005, (EC) No 1967/2006, (EC) No 1098/2007, (EC) No 254/2002, (EC) No 2347/2002 and (EC) No 1224/2009, and Regulations (EU) No 1379/2013 and (EU) No 1380/2013 of the European Parliament and of the Council, as regards the landing obligation, and repealing Council Regulation (EC) No 1434/98, Official Journal of the European Communities L 133, p. 1–20.

Crook, R.J. and Walters, E. (2011): Nociceptive behavior and physiology of molluscs: animal welfare implications. *ILAR Journal*, 52, 185-195.

Dalla Villa, P., Marahrens, M., Velarde Calvo, A., Di Nardo, A., Kleinschmidt, N., Fuentes Alvarez, C., Truar, A., Di Fede, E., Otero, J.L. and Müller-Graf, C. (2009): Project to develop Animal Welfare Risk Assessment Guidelines on Transport-Project developed on the proposal CFP/EFSA/AHAW/2008/02. 143 pp. website: [www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/21e.pdf](http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/21e.pdf).

Dalsgaard, J., Lunda, I., Thorarinsdottir, R., Drengstic, A., Arvonend, K. and Bovbjerg Pedersen P. (2013): Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives. *Aquacultural Engineering*, 53, 2– 13.

Damasio, A. and Damasio, H. (2016): Pain and other feelings in animals- commentary on Key on Fish. *Pain Animal Sentience* 2016.059.

Darmaillacq A.S., Dickel, L., Chichery, M.-P., Agin, V. and Chichery, R. (2004): Rapid taste aversion learning in adult cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Animal Behaviour*, 68, 1291-1298.

Davis, M.W. (2002): Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 1834-1843.

DeLong, D.P., Losordo, T.M. and Rakocy, J.E. (2009): Tank Culture of Tilapia. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). L-2409, Publication Number 282, Texas A&M University, 4 pp.

Diggles, B.K. (2018): Review of some scientific issues related to crustacean welfare. *ICES Journal of Marine Science*, 76, 66–81. .

EFSA (2008a): 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.

EFSA (2008b): Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Animal Welfare on a request from the European Commission on the Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed trout. *The EFSA Journal* 796, 1-22.

EFSA (2008c): 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 European seabass and Gilthead seabream. *The EFSA Journal* 844, 1-21.

EFSA (2008d): 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 European Eel. *The EFSA Journal* 809, 1-18.

---

EFSA (2008e): 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 Common Carp. The EFSA Journal, 843 - Annex I, 1-81.

EFSA (2009a) Species-specific welfare aspects of stunning and killing of farmed seabass and seabream. The EFSA Journal, 1010, 1-52.

EFSA (2009b) Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic salmon. The EFSA Journal, 1012, 1-77.

EFSA (2009c) Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed eel (*Anguilla anguilla*). The EFSA Journal, 1014, 1-42.

EFSA (2012a): Guidance on Risk Assessment for Animal Welfare. EFSA Journal, 10(1):2513, p. 1-30.

EFSA (2012b) Scientific Opinion on the welfare of cattle kept for beef production and the welfare in intensive calf farming systems. EFSA Journal, 10(5):2669 p. 1-166.

Elliott, D.G. (2011a): Functional morphology of the integumentary system in fishes. In: Encyclopedia Of Fish Physiology: from genome to environment, volume 1, (ed. A.P. Farrell). Academic Press, San Diego, USA. 476-489,

Elliott, D.G. (2011b): The many functions of fish integument. In: Encyclopedia Of Fish Physiology: from genome to environment, volume 1, (ed. A.P. Farrell). Academic Press, San Diego, USA. 471-475

El-Sayed, A.-F.M. (2006): Tilapia culture. CABI publishing, Oxfordshire, United Kingdom, 277 pp.

Elwood, R.W. (2011): Pain and Suffering in Invertebrates? ILAR Journal, 52, 175-184.

Elwood, R. W. and Appel, M. (2009): Pain experience in hermit crabs? Animal Behaviour, 77, 1243-1246.

Erikson, U., Gansel, L, Frank, K. and Digre, H. (2016): Crowding of Atlantic salmon in net-pen before slaughter. Aquaculture, 465, 395-400.

FAO (1984): Inland aquaculture engineering. FAO, Rome, Italy. ISBN 92-5-102168-6  
<http://www.fao.org/docrep/X5744E/x5744e0e.htm>.

FAO (2017): Fisheries and aquaculture software. FishStatJ - software for fishery statistical time series. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated January 2019.  
<http://www.fao.org/fishery/>. Visited once more in January 2019.

FAO (2018): FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2016. FAO, Rome. p. 108. ISBN: 9789250099873. <http://www.fao.org/3/i9942t/I9942T.pdf>.

FEAP (2017): European Aquaculture production report 2008-2016 <http://feap.info/index.php/data/>.

Fiorito, G., Affuso, A. Basil, J., Cole, A., De Girolamo, P., D'Angelo, L., Dickel, L. Gestal, C. Grasso, nF. Kuba, M. Mark, F., Melillo, D., Osorio, D., Perkins, K., Ponte, G., Shashar, N., Smith, D., Smith, J. and Andrews, P.L.R. (2015): Guidelines for the Care and Welfare of Cephalopods in Research –A consensus based on an initiative by CephRes, FELASA and the Boyd Group. *Laboratory Animals*, 49(S2), 1-90.

Foss, A., Imsland, A.K., Roth, B., Schram, E. and Stefansson, S.O. (2007): Interactive effects of oxygen saturation and ammonia on growth and blood physiology in juvenile turbot. *Aquaculture*, 271, 244-251

---

Fraser, D. (2008): Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* 2008, 50(Suppl 1):S1 doi:10.1186/1751-0147-50-S1-S1.

Galhardo, L. (2010): Teleost welfare: behavioural, cognitive and physiological aspects in *Oreochromis mossambicus*. PhD thesis. University of Porto, Porto, Portugal. 237 pp.

Galhardo, L., Correia, J. and Oliveira, R.F. (2008): The effect of substrate availability on behavioural and physiological indicators of welfare in the African cichlid (*Oreochromis mossambicus*). *Animal Welfare*, 17, 239-254.

Gerber, B., Yarali, A., Diegelmann, S., Wotjak, C. T., Pauli, P., and Fendt, M. (2014): Painrelief learning in flies, rats, and man: basic research and applied perspectives. *Learning and Memory*, 21, 232-252.

Graindorge, N., Alves, C., Darmaillacq, A.S., Chichery, R., Dickel, L. and Bellanger C. (2006): Effects of dorsal and ventral vertical lobe electrolytic lesions on spatial learning and locomotor activity in *Sepia officinalis*. *Behavioral Neuroscience*, 120, 1151-1158.

Greeve, P.C.M. en De Leeuw, W.A. (2000): Wettelijke aspecten van dierproeven. In *Proefdieren en dierproeven* Van Zutphen, L.F.M., Baumans, V. en Beyen, A.C. (editors), Elsevier, Maarssen, Nederland. p. 10-19.

Griffiths, S.W., Brockmark, S., Höjesjö, J. and Johnsson, J.I. (2004): Coping with divided attention: the advantage of familiarity. *Proceedings of the Royal Society of London*, 271B, 695-699.

Gupta, M.V. and Acosta, B.A. (2004): A review of global tilapia farming practices. *Asia Aquaculture*, 9, 7-16.

Haan, D. de, Marlen, B. van, Kristiansen, T. S., Fosseidengen, J. E. (2008): The effect of pulse stimulation on biota – Research in relation to ICES advice – Progress report on the effects to cod. IMARES Report C98/08, 22 pp.

Haan, D. de, Marlen, B. van, Velzenboer, I., Heul, J. van de, Vis, J.W. van de (2009): The effects of pulse stimulation on biota – Research in relation to ICES advice – Effects on dogfish. IMARES Report C105/09, 32 pp

Haenen, O.L.M., Engelsma, M.Y., Van Beurden, S.J., (2011): In samenwerking met P. Werkman: Boek: Ziekten van vissen, schaal-, en schelpdieren, van belang voor de Nederlandse aquacultuur. Central Veterinary Institute, Lelystad. ISBN 978-94-6190-101-9. 164 pp. WBVR website, link: <https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343136323536> (bezocht 18 jan 2019).

Haenen O.L.M., Schuetze, H., Cieslak, M., Oldenburg, S., Spierenburg, M.A.H., Roozenburg-Hengst, I., Voorbergen-Laarman, M., Engelsma M.Y. and Olesen, N.J. (2016): First evidence of Infectious Hematopoietic Necrosis Virus (IHNV) in the Netherlands. *Journal of Fish Diseases*, 39, 971-979.  
Haenen, O., Sondervan, P., Bruins, E. en Van Weerd, J. (2010): Diergeneeskundig memorandum, 57, 44 pp.

Haenen, O.L.M., Van Zanten, E., Jansen, R., Roozenburg, I., Engelsma, M.Y., Dijkstra, A., Boers, S.A., Voorbergen-Laarman, M., and Möller, A.V.M. (2014). *Vibrio vulnificus* outbreaks in Dutch eel farms since 1996, strain diversity and impact. *Diseases of Aquatic Organisms*, 108, 201-209.

Heller, M. (2017): Food Product Environmental Footprint Literature Summary: Land-Based Aquaculture. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, USA, 17 pp.

Hjeltnes, B., Bang-Jensen, B., Bornø, G., Haukaas, A. and Walde, C.S. (Eds.) (2018):, The Health Situation in Norwegian Aquaculture 2017 Norwegian Veterinary Institute, 108 pp.

---

Hjeltnes, B., Bornø, G., Jansen, M.D., Haukaas, A., & Walde, C.S. (Eds) (2017). Fiskehelseerapporten 2016. Oslo, Veterinærinstituttet, p. 121.

Hoefnagel, E. en Van Mil, E. (2010): Nationale wetgeving beperkt het geïnstalleerd motorvermogen tot 2000 pk voor schepen die buiten de 12 mijlszone vissen. LEI-rapport 2010-062, 162 pp.

Hogendoorn, H. (1981): Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* C and V.: IV. Effect of feeding regime in fingerling culture. *Aquaculture* **24**, 123–131.

Humborstad, O.B., Ferter, K., Kryvi, H. and Fjellidal, P. (2016): Exophthalmia in wild-caught cod (*Gadus morhua* L.): development of a secondary barotrauma effect in captivity. *Journal of Fish Diseases* **40**, 41–49.

Humborstad, O.B., Noble, C., Sæther, B.-S., Midling, K.O. and Breen, M. (2019): Fish welfare in capture-based aquaculture (CBA). Chapter in the book *The welfare of fish* (eds. T. Kristiansen, A. Fernö, H. van de Vis and M. Pavlidis). Springer, Heidelberg, Germany. *In Press*.

Hvas, M., Folkedal, O, Solstorm, D., Vågseth, T., Gansel, L.A. and Oppedal, F. (2017): Assessing swimming capacity and schooling behaviour in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* with experimental push-cages. *Aquaculture*, **473**, 423–429.

ICES (2018): ICES report WGELECTRA 2018 - Report of the working group on electric trawling (WGELECTRA), 17 - 19 April 2018, IJmuiden, the Netherlands. ICESCM 2018/EOSG: 10, 165 pp.

Imsland, A.K., Wergeland, T., Jonassen, T. and Stefansson, S.O. (2006): Does malpigmentation improve growth in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture Research* **37**, 306–312.

ISAP (2017): IASP Terminology. <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698#Pain>. Laatste update: 14 december 2017.

Iversen, M., Finstad, B., McKinley, R. S., Eliassen, R. A., Carlsen, K. T. and Evjen, T. (2005): Stress responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts during commercial well boat transports, and effects on survival after transfer to sea. *Aquaculture*, **243**, 373–382.

Jia, R., Han, C., Lei, J.-L., Liub, B.-L., Huoa, H.-H. and Yin, S.-T. (2015): Effects of nitrite exposure on haematological parameters, oxidativestress and apoptosis in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquatic Toxicology*, **169**, 1–9.

Jobling, M. and Koskela, J. (1996): Inter-individual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. *Journal of Fish Biology*, **49**, 658–667.

Jobling, M. and Wandsvik, A. (1983): Effect of social interactions on growth rates and conversion efficiency of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Journal of Fish Biology*, **22**, 577–584.

King, H. (2009): Fish transport in the aquaculture sector: An overview of the road transport of Atlantic salmon in Tasmania. *Journal of veterinary behavior-clinical applications and research* **4**, 163–168.

Kolarevic, J., Stien, L. H., Espmark, Å. M., Izquierdo-Gomez, D., Sæther, B. -S., Nilsson, J., Oppedal, F., Wright, D. W., Nielsen, K. V., Gismervik, K., Iversen, M. H. and Noble, C. (2018). Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: Part B – Fit for purpose OWIs for different production systems. In: Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L. H. and Turnbull, J. F. (Eds.) (2018). *Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare*, 144–237. ISBN 978-82-8296-531-6.

---

Korte, S.M., Olivier, B & Koolhaas, J.M. (2007): A new welfare concept based on allostasis. *Physiology and Behavior* 92, 422-428.

Lambooi, E., Digre, H., Reimert, H.G.M., Aursand, I.G., Grimsø L. and Van de Vis, J.W. (2012): Effects of on-board storage and electrical stunning of wild cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on brain and heart activity. *Fish. Res.* 127– 128, 1– 8.

Lambooi, E., Kloosterboer, R.J., Gerritzen, M.A., Van de Vis, J.W (2006): Assessment of electrical stunning of farmed African catfish (*Clarias gariepinus*.) and chilling in ice water for loss of consciousness and sensibility. *Aquaculture*, 254, 388-395.

Lim, C.E., Webster, C.D. and K. Li, M.H. (2006): Feeding practices. In *Tilapia, biology, culture and nutrition*. (C. Lim and C.D. Webster eds). Hayworth Press, Binghamton, USA, 547-560.

Lima, M.G., Maximino, G., De Jesus Oliveira Batista, E., Oliveira, K.R.M. and Herculano, A.M. (2012): Nocifensive behavior in adult and larval zebrafish. In: *Zebrafish Protocols for Neurobehavioral Research*, *Neuromethods*, vol. 66 (eds. A.V. Kalueff and A.M. Stewart). Springer, London, UK, 153-166.

Manuel, R., Boerrigter, J.G.J., Cloosterman, M., Gorissen, M., Flik, G., Van den Bos and Van de Vis, H. (2016): Effects of acute stress on aggression and the cortisol response in the African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*: differences between day and night. *Journal of Fish Biology*, 88, 2175-2187.

Manuel, R., Boerrigter, J., Roques, J., van der Heul, J., van den Bos, R., Flik, G., and Van de Vis, H. (2014) Stress in African catfish (*Clarias gariepinus*) following overland transportation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40, 33-44.

Manuel R, Gorissen M, Stokkermans M, Zethof, J, Ebbesson L.O.E., Van de Vis H, Flik G, Van den Bos R. (2015): The Effects of Environmental Enrichment and Age-Related Differences on Inhibitory Avoidance in Zebrafish (*Danio rerio* Hamilton), *Zebrafish*, 12, 1-14.

Martín, I., Gómez, A., Salas, C., Puerto, A., Rodríguez, F. (2011): Dorsomedial pallium lesions impair taste aversion learning in goldfish. *Neurobiology of Learning and Memory*, 96, 297–305.

Martinez, H.E. (2015): Towards intelligent aquaculture. PhD thesis. University of the Basque Country, Plentzia, Spain. 160 pp.

Martinez-Chavez, C.C., Al-Khamees, S., Campos-Mendoza, A.C., Penman, D.J. and Migaud, H. (2008): Clock-controlled endogenous melatonin rhythms in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Chronobiology International*, 25, 31-49.

Mather, J.A. and Anderson, R.C. (1999): Exploration, play and habituation in octopuses (*Octopus dofleini*). *Journal of Comparative Psychology*, 113, 333- 338.

Mather, J. A. and Dickel, L. (2017): Cephalopod complex cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 16, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.06.008>.

Mellor, D.J. (2016): Moving beyond the “five freedoms” by updating the “five provisions” and introducing aligned “animalwelfare aims”. *Animals* 2016, 6, 59; doi:10.3390/ani6100059, 7 pp.

Merker, B. (2016): Drawing the line on pain: commentary on Key on Fish Pain. *Animal Sentience* 2016.030, 10 pp.

Merron, G.S. (1993): Pack-hunting in two species of catfish, *Clarias gariepinus* and *C. ngamensis*, in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of Fish Biology*, 43, 575-584.



- 
- Midling K, Ø., Koren, C., Humborstad, O.B. and Sæther, B.S. (2012): Swimbladder healing in Atlantic cod (*Gadus morhua*), after decompression and rupture in capture-based aquaculture. *Marine Biology Research*, 8, 373-379.
- Morzel, M. and van de Vis, J.W. (2003): Effect of the slaughter method on the quality of raw and smoked eels (*Anguilla anguilla* L.). *Aquaculture Research*, 34, 1-11.
- Munro, A.D. and Pitcher, T.J. (1985): Steroid hormones and agonistic behavior in a cichlid teleost, *Aequidens pulcher*. *Hormones and Behavior* 19, 353-371.
- NeVeVi (2013): Kenmerken van de sector. <https://www.nevevi.nl/kenmerken-van-de-sector/>.
- Nilsson, J., Kristiansen, T.S., Fosseidengen, J.E., Fernö, A. and Van den Bos, R. (2008a). Learning in cod (*Gadus morhua*): Long trace interval retention. *Animal Cognition*, 11, 215–222.
- Nilsson, J., Kristiansen, T.S., Fosseidengen, J.E., Fernö, A. and Van den Bos, R. (2008b). Sign and goal-tracking in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Animal Cognition* 11, 651–659.
- Nilsson, J. Kristiansen, T.S. Fosseidengen, J.E., Stien, L.H., Fernö, A., & van den Bos, R. (2010). Learning and anticipatory behaviour in a “sit-and-wait” predator: The Atlantic halibut. *Behavioural Processes* 83, 257–266.
- Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L. H. and Turnbull, J. F. (Eds.) (2018): *Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare* 351 pp. ISBN 978-82-8296-531-6.
- Nomura, M., Sloman, K.A., Van Keyerslingk, M.A.G. and Farrell, A.P. (2009): Physiology and behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts during commercial land and sea transport. *Physiology and Behaviour*, 86, 233-243
- Nordgreen, J., Janczak, A. M., Hovland, A. L., Ranheim, B., & Horsberg, T. E. (2010). Trace classical conditioning in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): What do they learn? *Animal Cognition*, 13, 303–309.
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety (2008): Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety 14 May 2008 Transportation of fish within a closed system. ISBN: 978-82-8082-242-0. 110 pp.
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety (2012): Risk Assessment of Recirculation Systems in Salmonid Hatcheries. ISBN: 978-82-8259-048-8. 110 pp.
- Olsen, S.H., Tobiassen, T. Akse, L., Evensen, T.H., Kjell Ø. Midling, K. Ø. (2014): Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: Consequences for the flesh quality. *Fisheries Research*, 147, 446– 453.
- Palić, D. , Norheim, K. and De Briyne, N. (2017): Fish diseases lacking treatment- gap analysis outcome.15 pp.  
[http://www.fve.org/uploads/publications/docs/fishmed\\_plus\\_gap\\_analysis\\_outcome\\_final.pdf](http://www.fve.org/uploads/publications/docs/fishmed_plus_gap_analysis_outcome_final.pdf).
- Polet, H., Delanghe, F., and Verschoore, R. (2005a): On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*)—I Laboratory experiments. *Fisheries Research*, 72, 1–12.
- Polet, H., Delanghe, F., and Verschoore, R. (2005b): On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*)—II Sea trials. *Fisheries Research*, 72, 13–27.
- Popper, D.M., Golden, O., Shezifi, Y. (1992): Size distribution of juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*) practical aspects. *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 44, 147-148.

---

Pottinger, T.G. and Pickering, A.D. (1997): Genetic basis to the stress response: selective breeding for stress-tolerant fish. In: Fish stress and health in aquaculture, Society for Experimental Biology, Seminar Series 62 (eds. G.K. Iwama, A.D. Pickering, J.P. Sumpter and C.B. Schreck), Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 171-193.

Qin, J.G. and Fast, A.W. (1996): Size and feed dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. *Aquaculture* 144: 313-320.

Raad Voor Dierenangelegenheden (2018): Welzijn van vissen. Den Haag RDA, Nederland. 2018.038, 55 pp.

Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Smith, T. and Garling, D.L. (2004): Effect of feeding frequency on consumption, growth and efficiency in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgah*, 56, 247-255.

Richtlijn 98/58 EG (1998): Van de Raad van 20 juli 1998- inzake bescherming van landbouwdoeleinden gehouden dieren. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L. 221, 23-27.

Robb, D.F.H. and Kestin, S.C. (2002): Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. *Animal Welfare* 11, 269- 282.

Roessink, I, Hudina, S en Ottburg, F.G.W.A. (2009); Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*). Alterra rapport 1923 ISSN 1566-8197, 61 pp.

Rogers, S.G., Langston, H.T. and Targett, T.E. (1986): Anatomical trauma to sponge-coral reef fishes captured by trawling and angling. *Fishery Bulletin*, 84, 697-704.

Roques, J. (2013): Aspects of fish welfare in aquaculture practices. PhD thesis Radboud University Nijmegen, The Netherlands. 200 pp.

Rose, J. D., Arlinghaus, R., Cooke, S.J., Diggles, B.K., Sawynok, W., Stevens, E.D. and Wynne, C.D.L.. (2014). Can fish really feel pain? *Fish and Fisheries*, 15, 97-133.

RSPCA (2018a): RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. RSPCA, Horsham, UK, 96 p. <https://science.rspca.org.uk/sciencegroup/farmanimals/standards/salmon>. Accessed: 25.05. 2018.

RSPCA (2018b): RSPCA welfare standards for farmed rainbow trout. RSPCA, Horsham, UK, 51 p. <https://science.rspca.org.uk/sciencegroup/farmanimals/standards/trout>. Accessed: 25.05. 2018.

Rurangwa, E., Baumgartner, U., Nguyen H.M. and van de Vis, J.W. (2016): Aquaculture Innovation in Vietnam. Wageningen Marine Research Report C097/16, 28 pp.

Sampaio, F.D. and Freire, C.A. (2016) An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration. *Fish and Fisheries*, 17, 1055-1072.

Schelvis-Smit, R. and Van de Vis, H. (2006): Sensory comparison of farmed and wild turbot. Poster presented at the WAS conference AQUA 2006, May 9-13, 2006, Florence, Italy.

Schram, E., Abbink, W., Roques, J., Spanings, T., De Vries, P., Bierman, S., Van de Vis, H. and Flik, G. (2010): The impact of elevated exogenous ammonia levels on growth, feed intake and physiology of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture* 306, 108-115.

Schram, E., Van Eekert, M.H.A. Schuman, E. en Swinkels, W. (2011): Grondsmaak in kweekvis deel 2. *Aquacultuur*, 26, 29-36.

- 
- Schram, E. and Molenaar, P. (2018): Discards survival probabilities of flatfish and rays in North Sea pulse-trawl fisheries. Wageningen Marine Research Report C037/18, 39 pp.
- Schreck, C.B., Olla, B.L., and Davis, M.W. (1997): Behavior response to stress. In *Fish Stress and Health in Aquaculture*, Soc. Exp. Biol. Seminar, (eds G. K. Iwama, A. D. Pickering, J. P. Sumpter, and C. B. Schreck), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 145–170.
- Schrijver, R., Van de Vis, H., Bergevoet, R., Stokkers, R., Dewar, D., Van de Braak, K. and Witkamp, S. (2017): Welfare of farmed fish: Common practices during transport and at slaughter. Final report written for the European Commission Directorate Health and Food Safety (SANTE), reference SANTE/2016/G2/009, Contract SANTE/2016/G2/SI2.736160, 186 p.  
<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/59cfd558-cda5-11e7-5d5-01aa75ed71a1/language-en> ISBN 978-92-79-75336-7.
- Shettleworth, S. J. (1998): *Cognition evolution and behaviour*. New York: Oxford University Press, 720 pp.
- Shigeno, S., Andrews, P.L.R., Ponte, G. and Fiorito, G. (2018): Cephalopod Brains: An overview of current knowledge to facilitate comparison with vertebrates. *Frontiers in Physiology*, 9, 1-16, doi: 10.3389/fphys.2018.00952.
- Shriver, A. (2006): Minding animals. *Philosophical Psychology*, 19, 433–442.
- Sneddon, L. (2015): Pain in aquatic animals. *Journal of Experimental Biology*, 218, 967-976.
- Sneddon, L., Elwood, B., Adamo, S.A. and Leach, M.C. (2014): Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, 97, 201-212.
- Soetaert, M., De Haan, D., Verschueren, B., Decostere, A., Puvanendran, V., Saunders, J. Polet, H. and Chiers, K. (2016): Atlantic cod show a highly variable sensitivity to electric-induced spinal injuries, *Marine and Coastal Fisheries*, 8, 412-424.
- Spagnoli, S, Lawrence, C. and Kent, M.L. (2016): Stress in fish as model organisms. In *Biology of Stress in Fish*, Volume 35 (eds. L. Tort and C. Schreck). Elsevier, London, UK, 541-564.
- STECF (2014): Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – Revision of DCF (STECF-14-02). 2014. Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 26573 EN, JRC89196, 103 pp.
- Stickney, R.R. (ed). (2000): *Encyclopedia of Aquaculture*. Wiley-Interscience, New York, 1088 pp.
- Stien, L. H., Bracke, M. B. M., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Torgersen, T., Kittilsen, S., Midtlyng, P.J., Vindas, M.A., Øverli, O. and Kristiansen, T. S. (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: 33–57.
- Sunde, L.M., Imsland, A.K., Folkvord, A. Stefansson, S.O. (1998): Effects of size grading on growth and survival of juvenile turbot at two temperatures. *Aquaculture. International*, 6, 19-32.
- Suuronen, P. and Erickson, D.L. (2010): Mortality of animals that escape fishing gears or are discarded after capture: Approaches to reduce mortality. In *Behavior of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges* (ed. P.He), Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 265-293.
- Tacon, A. G. J. and Halwart, M. (2007): Cage aquaculture: a global overview. In: *Cage aquaculture – Regional reviews and global overview*. (eds. M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur). FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO, Rome, Italy, 1–16.

---

Tesch, F.W. (2003): The eel. Blackwell Science, Oxford, UK, 416 pp.

Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., Vinci, B.J. (2002): Recirculating Aquaculture Systems. Second Ed. Northeastern Aquaculture Center Publ. No. 01-002. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, USA, 769 pp.

Tran-Duy, A., Schrama, J.W., van Dam, A.A., Verreth, J.A.J. (2008): Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275, 152-162.

Triantafyllidis, A., Apostolidis, A.P., Katsares, V., Kelly, E., Mercer, J., Hughes, M., Jørstad, K.E., Tsolou, A., Hynes, R., Triantaphyllidis, C. (2005): Mitochondrial DNA variation in the European lobster (*Homarus gammarus*) throughout the range. *Marine Biology*, 146, 223-235.

Turenhout, M.N.J., Van Oostenbrugge, J.A.E. en Beukers, R. (2015): Economische kengetallen garnalenvisserij; Aanvulling op 'Expert judgement garnalenvisserij', LEI Wageningen UR, LEI Nota 2015-138. 26 pp.

Turenhout, M.N.J., Zaalmink, B.W., Strietman, W.J., Hamon, K.G. (2016): Pulse fisheries in the Netherlands; Economic and spatial impact study. Wageningen Economic Research, Report 2016-104, 32 pp.

Turnbull, J., Bell, A., Adams, C., Bron, J. and Huntingford, F. (2005): Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture*, 243, 121-132.

Van Beurden, S., Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman, M.A., Van Tulden, P.W., Kerkhoff, S., Van Nieuwstadt, T.P., Davidse, A. and Haenen, O.L.M. (2012): Viral diseases of wild and farmed European eel (*Anguilla anguilla*) with particular reference to the Netherlands. *Diseases of Aquatic Organisms*, 101, 69-86.

Van Bussel, C.G.J., Schroeder, J.P., Wuertz, S. and Schulz, C. (2012): The chronic effect of nitrate on production performance and health status of juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 326-329, 163-167.

Van Helmond, A.T.M. en Steins, N.A. (2016): Vangstsamenstelling per tuicategorie; Herziening contingentenstelsel in de Nederlandse visserij in het kader van de aanlandplicht. Wageningen Marine Research rapport C017/16. 62 pp.

Van Leeuwen, S.P.J., Stouten, P., en Hoogenboom, L.A.P. (2013) : Consumptie van Chinese wolhandkrab in Nederland. RIKILT rapport 2013.018, 48 pp.

Van Marlen, B. (Ed.), 2009. Energy Saving in Fisheries (ESIF). Final Report on EU-project ESIF (FISH/2006/17 LOT3), IMARES Report C002/08, January 2009, 427 pp.

Van Marlen, B., Haan, D. de, Gool, A. van, Burggraaf, D., (2009): The effect of pulse stimulation on marine biota – Research in relation to ICES advice – Progress report on the effects on benthic invertebrates. IMARES Report C103/09, 49 pp.

Van de Nieuwegiessen, P.G. (2009): Welfare of African catfish: effects of stocking density. *Aquaculture and Fisheries Group*, Wageningen University. 137 pp.

Van der Reijden, K. J., Molenaar, P., Chen, C., Uhlmann, S. S., Goudswaard, P. C., and 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, 1672-1680.

- 
- Van de Vis, J.W., Aartsen, F., and Poelman, M. (2013a): Beter Leven kenmerk 1 ster voor kweekvis: ontwikkelen welzijnsriteria en uitvoeren van audits ter voorbereiding van de implementatie. Rapport IMARES C099/13, 60 pp.
- Van de Vis, H., Abbink, W., Lambooij, B., and Bracke, M. (2014): Stunning and Killing of Farmed Fish: How to put It into Practice? In: Carrick Devine & Michael Dikeman, editors-in-chief. Encyclopedia of Meat Sciences 2e, Vol. 3, Oxford: Elsevier; pp. 421-426.
- Van de Vis, J.W., Burggraaf, D., Abbink, W., Pol-Hofstad, I., Reimert, H. en Lambooij, E. (2013b): Beproeven apparaat bedwelmen van meerval voor de praktijk. Rapport / IMARES C097/13, 17 pp.
- Van de Vis, H., Gerritzen, M., Flik, G. en Goudswaard, K. (2015): Welzijn en bedwelmen van krabben en kreeften: een literatuurstudie, IMARES Rapport C068/15, 21 pp.
- Van de Vis, H., Kestin, S.C., Robb, D., Oehlenschläger, J., Lambooij, B., Münkner, W., Kuhlmann, H., Kloosterboer, K., Tejada, M., Huidobro, A., Otterå, H., Roth, B., Sørensen, N.K., Aske., L. Byrne, H. and Nesvadba, P. (2003): Is humane slaughter of fish possible for industry? Aquaculture Research, 34, 211-220.
- Van de Vis, H., Kiessling, A. Flik, G. and Mackenzie, S. (Editors) (2012): Welfare of farmed fish in present and future production systems. Springer, Heidelberg, Germany, 312 pp.
- Van de Vis, J.W., Kolarevic, J., Stien, L.H., Kristiansen, T.S., Gerritzen, M., Van de Braak, K., Abbink, W., Sæther, B.-S. and Noble, C. (2019): Welfare of farmed fish in different production systems and operations. Chapter in the book The welfare of fish (eds. T. Kristiansen, A. Fernö, H. van de Vis and M. Pavlidis). Springer, Heidelberg, Germany. *In Press*.
- Van de Vis, H. and Lambooij, B. (2016): Fish stunning and killing. In: Animal Welfare at Slaughter (eds. A. Velarde and M. Raj). 5M Publishing, Sheffield, UK, p. 152-176.
- Van den Bos, R. (2000): General organizational principles of the brain as key to the study of animal consciousness. *Psyche*, 6, published on-line at <http://psyche.cs.monash.edu.au/v6/psyche-6-05-vandenbos.html>.
- Vannini, M. and Cannicci, S. (1995): Homing behaviour and possible cognitive maps in crustacean decapods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193, 67-91.
- Vargas, J. P., Lopez, J. C., & Portavella, M. (2009): What are the functions of fish brain pallium? *Brain Research Bulletin*, 79, 436-440.
- Veldhuizen, L.J.L., Berentsen, P.B.M., De Boer, I.J.M, Van de Vis, J.W. and Bokkers, E.A.M. (2018): Fish welfare in capture fisheries: A review of injuries and mortality. *Fisheries Research*, 204, 41-48.
- VERORDENING (EG) Nr. 850/98 (1998): 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. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 125/1, 36 pp.
- Vernier, P. (2017): The Brains of Teleost Fishes. In *Evolution of Nervous Systems*, 2nd edition (ed. J.H. Kaas), Volume 1: The Evolution of the Nervous Systems in Nonmammalian Vertebrates, Academic Press, San Diego, USA, 59-75.
- Visser, E.K., Rommers, J.M., Ipema, A.H., Verkaik, J.C., Gerritzen, M.A. en Van Reenen, C.G. (2015): Risicoanalyse dierenwelzijn zuivelketen; Deskstudie en expert opinie. Wageningen, Livestock Research Rapport 869, 77 pp.

---

Wageningen Marine Research (2018): Q&A Europese aanlandplicht visserij, 10 pp.  
[https://www.wur.nl/upload\\_mm/1/f/3/d9486a60-4c58-4823-9832-4e4988ccd27e\\_080218WMR%20QA%20aanlandplicht.pdf](https://www.wur.nl/upload_mm/1/f/3/d9486a60-4c58-4823-9832-4e4988ccd27e_080218WMR%20QA%20aanlandplicht.pdf)

Watanabe, W.O., Fitzsimmons, K. and Yang, Y (2006): Farming tilapia in saline waters. In *Tilapia, biology, culture and nutrition*. (C. Lim and C.D. Webster eds). Hayworth Press, Binghamton, USA, 347-448.

Wendelaar Bonga, S.E. (1997): The stress response in fish. *Physiological Reviews*. 77: 591–625.

Wijsman, J.W.M. en Goudswaard, P.C. (2015): Passende Beoordeling vaste vistuigvisserij in de Oosterschelde. IMARES rapport C127/15, 69 pp.

Wood, C.M. (1991): Acid-base and ion balance, metabolism, and their interactions, after exhaustive exercise in fish. *Journal of Experimental Biology* 160, 285–308.

Woodruff, M.L. (2017): Consciousness in teleosts: There is something it feels like to be a fish. *Animal Sentience* 2017.010: (1-21).

Zhdanova, I.V. and Reeb, S.G. (2006): Circadian rhythms in fish. In: *Behaviour and Physiology of Fish* (eds. K.A. Sloman, R.W. Wilson and S. Balshine). *Fish Physiology*, Vol 24, Elsevier, San Diego, California, USA, pp 197-238.

---

## 8 Verantwoording

Rapportnummer:

Projectnummer: 4400002378

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker van Wageningen Livestock Research.

Akkoord: dr. ir. J. Kals  
Projectleider afdeling Voeding

Handtekening:



Datum: mei 2019

## 9 Bijlage 1

Voorzet selectie diersoorten door Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Selectie diersoorten	
<b>Hoofdvloot NL</b>	Bot
	Griet
	Harder
	Haring
	Horsmakreel
	Kabeljauw
	Makreel
	Mul
	Poon
	Schar
	Schol
	Tarbot
	Tong
	Tongschar
	Wijting (blauwe)
	Zeebaars
	<i>Schaal- schelpdieren:</i>
	Garnaal (Hollandse)
	Mosselen (incl. kweek)
	Oesters (incl. kweek)
<b>Binnenvisserij</b>	Baars
	Blankvoorn
	Brasem
	Glasaal (= paling)
	Snoekbaars
	<i>Schaaldieren:</i>
	Rivierkreeft
<b>Aquacultuur NL</b>	Wolhandkrab
	Meerval (Afrikaanse)
	Paling (= Aal)
	Snoekbaars
	Tilapia
<b>Aquacultuur Europa</b>	Forel
	Tonijn (blue fin)
	Zalm (Noorse)
<b>Aquacultuur Azië</b>	Pangasius
	Tilapia
	<i>Schaaldieren:</i>
	Garnaal (tropische)
<b>Overig</b>	Koolvis-pollak
	Sardines
	<i>Schaaldieren:</i>
	Langoustine
	Zeekreeft



---

# 10 Bijlage 2

De literatuursearch voor dit rapport bestaat uit drie delen, zoals onderstaand is weergegeven.

## **Welzijn van vissen, schaal-, schelpdieren en inktvissen**

Reeds beschikbare literatuur bij WLR

Rapporten IMARES/WMR, WLR

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\*, welfare indicator, welfare criteria/criterion, shark welfare, cephalopod welfare, fish welfare, welfare elasmobranch\*, welfare in gastropod\*, welfare in snail\*.

## **Aquacultuur**

Reeds beschikbare literatuur bij WLR

Rapporten IMARES/WMR, WLR en LEI/WEcR

Vakblad Aquacultuur van de NGVA

Publicatie WBVR: Diergeneeskundig memorandum

Visziektes: expertise bij WBVR

Database FAO

Bekende websites: [www.aquamedia.org](http://www.aquamedia.org), [www.nevivei.nl](http://www.nevivei.nl), [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu), [www.oie.int](http://www.oie.int),

[www.visbureau.nl](http://www.visbureau.nl), [www.zeeuwseoster.nl](http://www.zeeuwseoster.nl), [www.visserijnieuws.nl](http://www.visserijnieuws.nl), [www.fao.org](http://www.fao.org),

<https://animalstudiesrepository.org/animsent/guidelines.html>, [www.tolweb.org](http://www.tolweb.org).

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0030250/2019-01-01> en [www.overheid.nl](http://www.overheid.nl).

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](http://www.vissersbond.nl), [www.vistikhetmaar.nl](http://www.vistikhetmaar.nl), [www.agrimatie.nl](http://www.agrimatie.nl) (economische data

LEI/WEcR), [www.visbureau.nl](http://www.visbureau.nl), [www.pelagicfish.eu](http://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.

## **Verwerking gegevens literatuursearch**

Vervolgens is er een selectie van de gevonden data gemaakt die antwoord gaven de onderzoeksvragen van de Bureau Risicobeoordeling & onderzoek. Deze selectie is opgenomen in de literatuurlijst van dit rapport en in korte bronvermeldingen in de tekst, bij tabellen of figuren.

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

---

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

