



**Aan de inspecteur-generaal van de Nederlandse Voedsel- en
Warenautoriteit en aan de ministers van LNV en VWS**

**advies van de directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoek
over**

Risico's voor mens, dier en natuur in de visketen

'Vis' is een veel gebruikte verzamelnaam voor vissen, visproducten, schaal- en schelpdieren en andere waterdieren. 'Vis' wordt door veel consumenten regelmatig gegeten, is onderdeel van de 'Schijf van Vijf' en maakt deel uit van de gezonde voedselkeuze. Er zijn evenwel ook risico's voor de volksgezondheid verbonden aan de consumptie van in het wild gevangen en gekweekte vis, schaal- en schelpdieren, en er worden gezondheidsrisico's geïntroduceerd tijdens de ver- en bewerking van visproducten. Bovendien kleven aan de vangst en kweek van 'vis' risico's voor het dierenwelzijn, de diergezondheid en de natuur. In deze ketenrisicobeoordeling 'vis' worden de voornaamste risico's voor mens, dier en natuur geïnventariseerd en beoordeeld. Vissen, schaal- en schelpdieren staan daarbij centraal.

1. Inleiding

Vis is onderdeel van de Schijf van Vijf van gezonde voeding. Het Voedingscentrum adviseert minimaal één keer per week vis te eten, vooral 'vette' vis zoals makreel, haring, sardines of zalm, met name vanwege visvetzuren die positieve effecten hebben op hart en bloedvaten¹.

¹ www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/vis (2 maart 2022)

Bureau Risicobeoordeling &
onderzoek

Catharijnesingel 59

3511 GG Utrecht

Postbus 43006

3540 AA Utrecht

www.nvwa.nl

Contactpersoon

T 088 223 33 33

risicobeoordeling@nvwa.nl

Onze referentie
TRCVWA/2022/5299

Datum

30 juni 2022

'Vis' is in de volksmond en in deze ketenbeoordeling de verzamelnaam voor de gewervelde vissen, en andere waterdieren zoals ongewervelde schaal- en schelpdieren en inktvissen². Waar het van belang is voor de ketenrisicobeoordeling zullen vis, schaal- en schelpdieren en andere waterdieren apart worden benoemd. Indien nodig zal ook onderscheid gemaakt worden tussen organismen uit zoet, brak of zout water, en afkomstig van wildvangst of kweek.

Slechts een deel van de in Nederland geconsumeerde vis wordt ook in Nederland gevangen of gekweekt. Een belangrijk deel wordt ingevoerd vanuit andere Europese landen (intraverkeer) of geïmporteerd van buiten de Europese Unie (EU), en tegelijkertijd wordt een aanzienlijk deel van vis die gevangen of gekweekt wordt in Nederlandse wateren geconsumeerd in het buitenland. De voor consumptie populaire kabeljauw bijvoorbeeld, wordt voor het grootste deel geïmporteerd van buiten de EU, terwijl veel platvis wordt geëxporteerd. Gezien de diversiteit aan diersoorten, de variaties in herkomstgebieden en de verschillen in vangstmethoden en verwerkingstechnieken, en de beschikbaarheid van relevante data, verschilt de mate van onderbouwing van de risico's voor verschillende soorten vis en visproducten. Toch zijn er een aantal generieke volksgezondheidsrisico's door microbiologische, chemische en fysische gevaren die niet alleen voorkomen bij verschillende soorten vis en visproducten, maar ook bij andere levensmiddelen. Vis kent daarnaast een aantal meer specifieke gevaren voor de volksgezondheid, zoals visgerelateerde allergieën en de vorming van biogene aminen die kunnen ontstaan bij het bederven van sommige vissoorten en -producten. In de visketen zijn tevens een aantal gevaren te identificeren voor het dierenwelzijn en de diergezondheid. En er zijn bedreigingen voor de natuur die samenhangen met de visvangst of de viskweek die van belang zijn voor de Nederlandse visketen. De beoordeling van het dierenwelzijn van vis neemt in deze ketenrisicobeoordeling een prominente plaats in, ook al is de wetenschappelijke literatuur op dit onderwerp beperkt en niet altijd even eenduidig. De risicobeoordeling dierenwelzijn, net als die voor natuur, heeft daardoor een

² Schelpdieren zijn weekdieren; meestal worden tweekleppigen (bivalvia) bedoeld zoals oesters en mosselen. Inktvissen, koptigen (cefalopoda) en slakken, buikpotigen (gastropoda) zijn ook weekdieren

kwalitatief karakter. Bovendien is voor vis nog weinig wettelijk geregeld op het gebied van dierenwelzijn.

De ketenrisicobeoordeling van vis, schaal- en schelpdieren van Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) is onderdeel van een BuRO-programma gericht op de beoordeling van risico's voor publieke belangen binnen alle domeinen en productieketens waarop de NVWA toezicht houdt. Middels dit BuRO-programma wordt systematisch en periodiek overzicht van, en inzicht in, risico's voor mensen, dieren, planten en natuur geboden. Voor de visketen is een beoordeling gemaakt van risico's voor de volksgezondheid, het dierenwelzijn, de diergezondheid en de natuur die samenhangen met de vangst, kweek, be- en verwerking, het transport en de consumptie van vis.

In de risicobeoordeling van de visketen staat de vraag centraal:

- *Wat zijn de grootste risico's in de visketen voor de volksgezondheid, het dierenwelzijn, de diergezondheid, en de natuur?*

Beantwoording van deze vraag leidt tot adviezen aan de inspecteur-generaal van de NVWA en de ministers van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Volksgezondheid, Welzijn en Sport, over hoe kennisgedreven en risicogericht toezicht op de visketen beter vorm gegeven kan worden.

In het algemeen groeit de hoeveelheid wetenschappelijke literatuur over de risico's van vis voor de volksgezondheid en andere publieke waarden dagelijks. Bovendien kunnen inzichten in – en de acceptatie van – de risico's van de visketen veranderen, net als de regelgeving voor de visserij en de kweek-, vang-, be- en verwerkingstechnieken. Daarom zullen de bijlagen van deze ketenrisicobeoordeling vis regelmatig worden aangevuld en bijgesteld naar aanleiding van beschikbare nieuwe informatie en onderzoeksresultaten.

Leeswijzer:

Hoofdstuk 2 geeft in 2.1 een inleiding over de visketen en de publieke belangen die voor de risicobeoordeling in het geding zijn. In 2.2 worden de belangrijkste risico's voor mens, dier en natuur benoemd. Op basis daarvan worden in 2.3

adviezen geformuleerd aan de IG-NVWA en de ministers van VWS en LNV. In hoofdstuk 3 volgt de onderbouwing van de risicobeoordeling voorzien van een beschrijving van de aanpak, een verklarende woorden- en begrippenlijst en een literatuurlijst. Daarnaast zijn er bijlagen waar verdere detaillering is gegeven over de risicobeoordeling van: 1. De aanpak van de risicobeoordeling, 2 de productie van vis, schaal- en schelpdieren, 3.1 de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren, 3.2 de chemische voedselveiligheid, 3.3 de microbiologische voedselveiligheid, 3.4.1 het dierenwelzijn en 3.4.2 de diergezondheid, 3.5 de natuur.

2. Risico's in de visketen voor mens, dier en natuur

In het kort

Vis, visproducten en schaal- en schelpdieren worden regelmatig gegeten in Nederland. Sommige mensen zijn allergisch voor visproducten en als bederf is opgetreden van de visproducten kan na consumptie histaminevergiftiging optreden.

Vis, visproducten en schaal- en schelpdieren kunnen microbiologische organismen (pathogenen) bevatten die voor henzelf niet schadelijk zijn, maar die na consumptie van de vis door consumenten voor hen wel een risico voor de gezondheid kunnen geven.

In het leefmilieu van vissen, schaal- en schelpdieren komen chemische stoffen voor, zowel natuurlijke stoffen als verontreinigingen door bijvoorbeeld industriële lozingen. Voor de gezondheidsrisico's meest belangrijke chemische stoffen zijn (methyl)kwik in roofvissen, arseen, cadmium, biotoxinen, dioxinen en dioxine-achtige polychloorbifenylen (PCB's), en perfluorverbindingen (PFAS, PFOS, PFOA). Veel chemische stoffen kunnen ophopen in vis, schaal- en schelpdieren waardoor consumptie van visproducten al bij beperkte inname tot overschrijding van gezondheidsnormen kan leiden.

Gebaseerd op wetenschappelijke literatuur zijn er aanwijzingen dat vissen en tenminste de grootste kreeftachtigen (kreeften, krabben, langoustines, grote garnalen) bewustzijn hebben en pijn kunnen voelen. Alle schakels van de Nederlandse visketen zowel wildvangst als kweek leveren aanzienlijke dierenwelzijnsrisico's op. In aantallen gaat het om honderdduizenden tonnen vis

per jaar, en dus miljarden organismen. Vooral vissen en kreeftachtigen ervaren ernstige stress en fysieke problemen bij onverdoofd doden, verdrukking, verwonding, hittestress en zuurstofgebrek, fysieke misvormingen, (weefsel)schade, verminderde weerstand waardoor ziekten ontstaan en voortijdige sterfte.

De natuur(lijke omgeving), het aquatisch milieu, staat onder druk door de wildvangst en kweek van vis, schaal- en schelpdieren; zowel in zoet, zout als brak water. Overbevissing van soorten is een risico waardoor populaties kunnen verdwijnen of onder druk staan omdat de grootste vissen worden weggevangen en een populatie zich minder goed kan herstellen. Verschillende vangst en kweekmethoden brengen verschillende risico's voor de natuur met zich mee, bij voorbeeld door de mate van bodemberoering door vistuig in de Noordzee. Daarnaast draagt de visserij bij aan de introductie van invasieve exotische organismen die de inheemse soorten bedreigen.

2.1. inleiding:

De visketen

De Nederlandse visketen is zeer divers, deze omvat vele soorten vis, schaal- en schelpdieren en andere waterdieren, en het betreft veel verschillende bedrijven in de sector, waarin jaarlijks honderden miljoenen dieren worden gevangen of gekweekt voor consumptie. Tot de activiteiten in de keten behoren onder andere zee-, kust- en binnenvisserij, aquacultuur³, schaal- en schelpdiervisserij (inclusief kweek), be- en verwerking van visserijproducten, handel, opslag en transport van visserijproducten [*meer lezen: zie IKA Vis, informatiebladen over - Schakels in de Nederlandse visketen , en - Samenstelling en grootte Nederlandse visserijvloot, - Kerndata over bedrijven die vis verwerken en verkopen*].

De zeevisserij is qua productievolume/gewicht en aantallen vele malen groter dan de binnenvisserij en de kweekvisserij in Nederland. De relatief kleine vloot (aantal boten) van de pelagische visserij (die vist op dieren in de waterkolom) zorgt met een volume van ruim meer dan 200 miljoen kilo voor de grootste jaarlijkse visproductie. Het gaat daarbij vooral om haring, blauwe wijting, Atlantische

³ In deze risicobeoordeling omvat dit alleen kweekvis.

horsmakreel en makreel. De veel grotere vloot van de demersale visserij (die vist op dieren die in of nabij de bodem leven) zorgt voor een jaarlijkse productie van ongeveer 80 miljoen kilo, vooral schol, tong en garnalen. De jaarlijkse productie van kweekvis in Nederland is ruim onder de 10 miljoen kilo per jaar, terwijl de productie van schelpdieren ongeveer 50 miljoen kilo is⁴.

Een groot deel van in Nederland geconsumeerde vis zoals kabeljauw, wordt geïmporteerd uit landen buiten de EU. Ook in Nederland geconsumeerde mosselen worden voor bijna de helft van het consumptievolume niet in Nederland geproduceerd. Het volume import en export van en naar derde landen (landen buiten de EU), is voor sommige vissoorten veel groter dan de productie in Nederland. Bijvoorbeeld het overgrote deel van de nabij 150 miljoen kilo kabeljauw die per jaar – vooral uit Rusland – wordt geïmporteerd wordt ook weer geëxporteerd – vooral naar China [*meer lezen over import – en export, zie IKA Vis – Gegevens over de import van vis naar Nederland en de EU, Gegevens over de import uit derde landen, -Gegevens over de export van vis uit Nederland naar derde landen*].

De leefomgeving van vis, schaal- en schelpdieren

De in Nederland geconsumeerde vis, schaal- en schelpdieren wordt voor een deel in Nederlandse wateren gevangen of gekweekt (bijlage 2) [*meer lezen: zie IKA Vis, informatiebladen over – internationale vangstgebieden, import- en export van vis, en Nederlandse vangst en aanlanding van vis*].

Nederland ligt benedenstrooms van internationale grote rivieren die vervuild zijn met stoffen en microorganismen vanwege lozingen van vervuild (riool)water, en het intensieve gebruik van stoffen en de productie van afvalstoffen op het land die door uitspoeling en lozing in het water terecht komen. De vervuilde rivieren die industriële contaminanten mee kunnen voeren zorgen er ook voor dat de kustwateren meer vervuild zijn dan wateren verder van de kust. Met name voor de schaal- en schelpdieren en locatie-gebonden vis kan de waterkwaliteit aanmerkelijke invloed hebben op de contaminatiegraad van de visserijproducten. Gebieden waarin het sediment ernstig is verontreinigd met dioxinen en dioxine-achtige PCB's, worden zelfs gezien als hoog-risicogebieden voor zowel ecosysteemeffecten als mogelijk ontoelaatbare contaminaties van vis, schaal-en

⁴ www.visbureau.nl, 3 maart 2022)

schelpdieren. Daarom zijn in Nederland een aantal verontreinigde gebieden gesloten voor de vangst van paling en wolhandkrab.

In Nederland geconsumeerde vis wordt ook vaak gevangen in internationale wateren en in Nederland aangeland. Een ander deel van de vis komt via intraverkeer op de Nederlandse markt, of geïmporteerd uit andere landen (wereldwijd). Net als in Nederland zal de chemische en microbiologische vervuiling van de leef- en vangstgebieden van vis, schaal- en schelpdieren doorgaans minder zijn als deze verder van de kust en menselijke activiteiten liggen. Ook voor de vis, schaal- en schelpdieren die geïmporteerd worden, speelt waterkwaliteit en leefomgeving van de dieren een belangrijke rol voor de voedselveiligheids-, welzijns- en diergezondheidsaspecten.

Er is sprake van een zekere samenhang tussen (de kwaliteit van) natuur, dierenwelzijn (diergezondheid) en volksgezondheid, met name in binnenwateren en kustwateren. Niet alleen industriële en stedelijke activiteiten op het land, hebben sterke invloed hebben op de natuurlijke omgeving van vis, schaal- en schelpdieren, maar ook de wildvangst en kweeksystemen in open wateren. Visserijactiviteiten kunnen daarbij zowel de ecologische waarde van de natuur aantasten, als invloed hebben op ecosysteemdiensten, waarvan de visserij er zelf ook een is.

2.2. Risico's voor publieke belangen in de visketen

Voedselveiligheid

Vis is voor veel mensen een belangrijk onderdeel van het dieet. Gemiddeld, berekend over de gehele Nederlandse populatie, wordt 16 gram vis(producten) per dag geconsumeerd. Er zijn ook visliefhebbers die veel meer consumeren. De vissen zalm, tonijn en kabeljauw worden het meest geconsumeerd.

In de visketen kan een groot aantal verschillende gevaren de gezondheid van consumenten bedreigen, die vis, schaal- en/of schelpdieren consumeren. Die gevaren kunnen van microbiologische, chemische of fysische aard zijn. Sommige van die gevaren, zoals allergenen, biotoxinen, biogene aminen en sommige microorganismen kunnen ernstige en acute effecten veroorzaken. De kans op zeer ernstige effecten is klein. Vis is soms in aanzienlijke mate vervuild met zware metalen en of persistente organische contaminanten die al bij zeer lage inname gezondheidsrisico's voor consumenten opleveren. Dit geldt niet alleen voor commercieel gevangen vis, maar ook voor vis die gevangen is door sport vissers, of zelf-geraapte schelpdieren. Uit internationale studies is gebleken dat vis dioxinen, PCB's en perfluoralkylstoffen (PFAS, PFOS, PFOA) kan bevatten in concentraties waarbij met name regelmatige viseters (bij voorbeeld 2 keer per week of meer) meer innemen dan de hoeveelheden die de European Food Safety Authority (EFSA) uit gezondheidskundig oogpunt acceptabel acht. Een gemiddeld portie vis is ongeveer 114 gram voor een volwassen persoon. Alleen al bij de eenmalige consumptie van een dergelijk portie vis kan de TWI (Tolerable Weekly Intake) voor dioxinen, PFAS, arseen of (methyl)kwik worden overschreden bij volwassenen. Kinderen die vis eten, ondervinden daarbij een extra risico omdat ze een lager lichaamsgewicht hebben en nog in ontwikkeling zijn.

Het Voedingscentrum beveelt ook aan dat zwangeren bepaalde soorten vis en schaal- en schelpdieren tijdens de zwangerschap beter niet of niet te vaak eten. Ook voor zelfgevangen vis en schaal- en schelpdieren is het advies voor

zwangeren die te laten staan, omdat het water waarin ze zwommen mogelijk vervuild was⁵.

Omdat de chemische stoffen vooral op lange termijn gezondheidseffecten veroorzaken kan van de inname van deze stoffen geen betrouwbare ziektelast worden geschat. De consequentie daarvan kan, onterecht, zijn dat frequente visconsumptie wordt gepercipieerd als 'gezond', terwijl tegelijkertijd gezondheidsnormen frequent worden overschreden.

De gezondheidsrisico's die samenhangen met de consumptie van vis die in Nederlandse rivieren, estuaria en kustwater gevangen wordt, zijn niet precies in te schatten. Aangezien de grote Nederlandse rivieren allemaal door dichtbevolkte industriële gebieden stromen, is nader signalerend onderzoek naar concentraties persistente organische stoffen in vis, met name roofvis en vette vis, van belang⁶.

Visallergie kan voor een kleine groep consumenten zeer ernstig zijn, al is de kans op overlijden klein. Allergische reacties kunnen niet alleen door de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren veroorzaakt worden, maar ook door verwerking van kleine hoeveelheden vis, schaal- en schelpdieren in andere levensmiddelen. De meeste allergische personen weten zelf dat zij gevoelig zijn voor visserijproducten. Burgers kunnen niet zelf nagaan hoe levensmiddelen worden samengesteld en zijn afhankelijk van adequate allergenen-etikettering. Het is voor allergische personen van belang dat zij erop kunnen vertrouwen dat etikettering informatie bevat over vis, schaal- en schelpdierallergenen.

Biotoxinen komen van nature voor in vis, schaal en schelpdieren. Sommige van deze biotoxinen zijn extreem giftig, en kunnen bij zeer lage blootstelling tot zeer ernstige gezondheidseffecten leiden, zelfs tot sterfte. In Nederland is de kans op blootstelling klein en wordt er zeer intensief gemonitord in de visketen, met name bij schelpdieren die uit de Oosterschelde komen. Af en toe worden (verschillende) biotoxinen aangetroffen waarna direct tot (aanvullende) risicobeheersende

⁵ <https://www.voedingscentrum.nl/nl/service/vraag-en-antwoord/zwanger-en-baby/is-het-goed-om-vis-te-eten-tijdens-je-zwangerschap-.aspx>

⁶ Zwartsen A, Boon PE (2022). Consumptie van producten verontreinigd met PFAS uit de Westerschelde. RIVM Briefrapport 2022-0020. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). <https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0020>.

maatregelen wordt overgegaan. Voortdurende alertheid bij de sector en bij toezicht om de risico's te kunnen beheersen is daarom van belang. De aanwezigheid van de biotoxinen in het milieu kan variëren en vooral in de warme maanden van het jaar worden hogere concentraties gevonden. Door veranderende klimaatomstandigheden veranderen ook waterstromingen in oceanen en zeeën. Dit kan leiden tot een toename van het aantal typen en de concentraties biotoxinen, zoals PITx (palytoxines) en cyclische imines (CI).

Het toezicht op de voedselveiligheid is voor het grootste deel gericht op de beheersing van de microbiologische gezondheidsrisico's. Het vereist aanzienlijke inspanning om de microbiologische risico's beheersbaar te houden. Visserijproducten zijn gevoelig voor bederf als zij onvoldoende gekoeld worden of op andere wijze worden geconserveerd. Bederf kan leiden tot de vorming van biogene aminen (vooral histamine) waar consumenten ziek van kunnen worden. Dit kan resulteren in milde ziektegevallen, maar af en toe kunnen ernstige effecten optreden. Soms treedt bederf snel op, en af en toe wordt bederf gemaskeerd door kleuring van de (niet)-verse vis. Vooral bij grote dure vis die in kleinere stukken verhandeld en bereid wordt, kunnen bewaarcondities onder druk staan als de vis niet bevroren verhandeld of bewerkt wordt. Als er sprake is van maskering van bederf, dan zijn consumenten waarschijnlijk niet goed in staat de voedselveiligheid te beoordelen, en zijn zij afhankelijk van het toezicht. In gevallen dat bederf duidelijk aan de orde is, kan voorlichting aan consumenten helpen om de gezondheidsrisico's te beperken. Histamine wordt niet vernietigd bij het koken of bakken van vis.

Veel ziektelast door microorganismen die aan visconsumptie wordt toegeschreven betreft milde effecten (onder andere misselijkheid, hoofdpijn, braken, diarree) van korte duur (enkele dagen). Voor een groot deel zijn deze voedselinfecties niet specifiek voor de visketen; voorkomende besmettingen met virussen en bacteriën worden soms veroorzaakt tijdens de voedselbereiding door tekortschietende hygiëne van de voedselbereider zelf. Bovendien is het, met name voor een aantal virusinfecties door bijvoorbeeld norovirus en rotavirus, niet altijd duidelijk of het een voedsel-gerelateerde besmetting betreft. Deze virussen kunnen ook via andere besmettingsroutes (besmette apparatuur, bestek, servies) de consumenten bereiken. Voedselbereiders en hun faciliteiten (gebouwen, machines, gereedschappen) kunnen dus een bron zijn van besmetting van

levensmiddelen, inclusief de visketen. *Listeria monocytogenes* komt voornamelijk in de keten terecht vanuit de procesomgeving. Goede hygiëne in het werken en goede gezondheid en hygiëne van voedselbereiders kan de kans op besmetting beperken. Veel vis die in Nederland wordt geconsumeerd, zoals kabeljauw en zalm, wordt ingevoerd of geïmporteerd. Dit betekent dat een deel van de ziektelast in Nederland het gevolg kan zijn van slechte hygiëne in het buitenland. Actief toezicht van de Nederlandse overheid op hygiëne in het buitenland is niet direct mogelijk. Bij import wordt daarom gecontroleerd op de door de EU vereiste voedselveiligheidsgaranties die door de autoriteiten in derde landen zijn afgegeven. De EU-Commissie ziet toe op de controlesystemen die toezichtinstanties in deze landen hanteren.

De microorganismen die wereldwijd via consumptie van vis, schaal- en schelpdieren het belangrijkste risico vormen voor de volksgezondheid zijn wat betreft bacteriën *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Vibrio* spp., en *Clostridium botulinum*; voor virussen zijn dat norovirus en hepatitis A-virus; en voor parasieten is dat de haringworm (*Anisakis*). De Chinese leverbot (*Clonorchis sinensis*), is niet in Nederland, maar wel mondiaal gezien een belangrijk risico, en relevant voor reizigers die naar (Aziatische) landen reizen waar deze parasiet endemisch is.

Vis, schaal- en schelpdieren raken met microorganismen besmet via het aquatisch leefmilieu of door nabesmetting in latere stadia van de keten. In het aquatisch leefmilieu komen *Vibrio* spp. en *C. botulinum* van nature voor, terwijl *Campylobacter* spp., *Salmonella*, norovirus, hepatitis A-virus in latere stadia van de keten geïntroduceerd kunnen worden.

Met name in schaal- en schelpdieren kunnen door ophoping pathogenen in hoge concentraties aanwezig zijn waardoor de kans op besmetting van de visetende consument verhoogd wordt. Dit geldt vooral voor tweekleppigen zoals oesters en mosselen, en in mindere mate voor garnalen omdat oesters en mosselen rauw of soms slecht verhit geconsumeerd worden. Voorkomen dat het water waarin de dieren leven belast wordt door rioolwater, of afvoerwater waarin restanten van fecaliën of braaksel aanwezig is, kan een belangrijke bijdrage leveren aan het beheersen van de risico's voor de volksgezondheid.

Bij het toezicht op de voedselveiligheid van tweekleppigen in Nederland wordt de aanwezigheid van *E. coli* als indicator gebruikt voor het verwateren. Andere

pathogenen, met name de aanwezigheid van virussen, correleren niet volledig met deze *E. coli*-indicator waardoor bacteriologische veiligheid en virus-veiligheid niet altijd identiek zouden kunnen zijn. Het ontbrak lange tijd aan voldoende ontwikkelde analysemethoden om norovirus in levende tweekleppige weekdieren aan te kunnen tonen. Momenteel zijn wel voldoende ontwikkelde analysemethoden beschikbaar voor het aantonen en monitoren van norovirus.

Voor blootstelling aan *Vibrio* spp. is het eten van vis, schaal- en schelpdieren de enige alimentaire blootstellingsroute. De incidentie van *Vibrio*-infecties wordt momenteel laag ingeschat. Wanneer de watertemperatuur door klimaatverandering stijgt, neemt de besmetting (frequentie en concentratie) van vis, schaal- en schelpdieren toe en daarmee de kans op infectie.

Parasitaire wormen komen frequent voor in vis, met name in zoetwatervis uit (sub)tropische gebieden zoals Tilapia. De risico's voor de volksgezondheid van parasieten kunnen goed beheerst worden omdat de wormen gedood worden tijdens bevroering (zoals ook in de wet is geregeld voor vis die bedoeld is om rauw geconsumeerd te worden) en bij voldoende verhitting. In zoutwatervis komen parasitaire wormen veel minder frequent voor, afgezien van de haringworm bij haring.

De meeste microorganismen worden geïnactiveerd door adequate verhitting. De consumptie van rauwe visproducten, of producten die onvoldoende zijn verhit, vormt daarom een veel groter risico voor de volksgezondheid dan die van goed verhitte producten. Adequate voorlichting van consumenten hierover is en blijft van belang, zeker gezien de trend van toenemende consumptie van rauwe visserijproducten zoals bij sushi. Daarbij is van belang in ogenschouw te nemen dat steeds meer consumenten thuis sushi eten, of in niet gespecialiseerde restaurants die sushi aanbieden.

Op kweekvis en gekweekte garnalen die blootgesteld geweest zijn aan antibiotica kunnen resistente bacteriën voorkomen. De bijdrage hiervan aan de totaal bij mensen aangetroffen resistentie lijkt beperkt maar kan door de groei van kweekvisproductie in aquaculturen toenemen.

De risico's voor de gezondheid van fysische gevaren worden als zeer klein ingeschat, hoewel jaarlijks ruim honderd gevallen van verslikking of verstikking door met name visgraten zich voordoen. De risico's voor de volksgezondheid van

de aanwezigheid van nano- en microplastics in vis, schaal- en schelpdieren kan niet adequaat ingeschat worden op dit moment door een gebrek aan informatie.

Dierenwelzijn en diergezondheid

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

De omvang van de Nederlandse visserij is vele malen groter dan van de aquacultuur (kweekvis); er zijn meer individuele dieren bij betrokken. De duur van de risicovolle periode waarin vis worden blootgesteld aan door de mens opgelegde processen die het dierenwelzijn aantasten is veel langer voor kweekvis dan voor wild-gevangen vis/schaaldieren.

Voorname welzijnsrisico's voor wildvangst zijn de vangst, opslag van levende vis (bij voorbeeld haring waarvan veel dieren doodgaan bij levende opslag) en het onverdoofd doden van vis in het algemeen (d.m.v. strippen [ingewanden verwijderen], levend in ijs plaatsen of levend invriezen). Daarnaast ontstaan welzijnsrisico's voor kweekvis door inadequate voedersamenstelling (niet afgestemd op vissoort of productiefase), inadequate vaste huisvestingsparameters (zoals geen schuil- en rust mogelijkheid), suboptimale waterkwaliteit en temperatuur, zeker tijdens transport. Bovendien tasten in sommige gevallen ook ziekteverwekkers (bacteriën, parasieten en virussen) het welzijn aan. Er ontbreekt echter nog basiskennis op het gebied van met name voeding en gedrag bij kweekvis in relatie tot welzijn. Bovendien zijn voor kweekvis weinig effectieve en geregistreerde diergeneesmiddelen beschikbaar. Dierenartsen kunnen middelen via het cascadebeleid inzetten. Het Nederlands toezicht op diergeneesmiddelen is vooral gericht op contaminatie richting de omgeving en residuen in de geslachte vis, maar niet op het welzijn van de levende vis.

Binnen de Nederlandse aquacultuur (kweekvis) ligt een grote welzijnsdruk op de meerval en palingpopulatie. Kijkend naar de Nederlandse consumptie van kweekvis lijkt de grootste welzijnsdruk op de in Azië gekweekte pangasius te liggen, met name door een groot risico op dierziekten door het open karakter van

het kweekstelsel. Het gebruik van vaccinaties in de Aziatische kwekerijen heeft de welzijnsdruk mogelijk al verminderd.

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

Welzijnsindicatoren of -criteria per kweekstelsel, vangstmethode of diersoort zijn nog onvoldoende onderzocht, dan wel gevalideerd. Voor het beoordelen van het dierenwelzijn binnen de visketen ontbreken goede normen en indicatoren per vissoort, en daardoor wordt toezicht vanuit overheid bemoeilijkt. Voor diergezondheid geldt dat Nederland vooral een passieve dierziekte monitoring heeft.

Gebaseerd op de informatie uit deze risicobeoordeling zijn mogelijk waardevolle diergerichte welzijnsindicatoren bij kweekvis in beeld die in het toezicht gebruikt kunnen worden, zoals: een aangetaste of loslatende slijmlaag op huid, (weefsel)schade aan de vis, aanwezigheid van ziekten (door verminderde weerstand), verminderde voederopname en voortijdige sterfte. Mogelijk waardevolle diergerichte welzijnsindicatoren bij de gevangen dieren die gebruikt kunnen worden in het toezicht zijn: open/uitwendige wonden, een indicatie van zuurstofgebrek zoals luchthappen door vis, en voortijdige sterfte.

Daarnaast zouden post-mortem metingen inzicht kunnen geven in de aanwezigheid van acute stress voorafgaand aan het doden van vis. De marktomvang van producten met een duurzaamheidskenmerk lijkt toe te nemen en er is een tendens voor opname van welzijns criteria in certificeringssystemen, met name voor gekweekte vis, zoals in het Aquaculture Stewardship Council

(ASC) keurmerk. Certificeringssystemen zouden onderdeel kunnen zijn van het toezicht op het dierenwelzijn.

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

Natuur

De wildvangst en kweek van vis, schaal- en schelpdieren heeft op vele verschillende manieren schadelijke effecten op soorten, de natuurlijke leefomgeving en aquatische ecosystemen. De ecologische waarde (soorten, biodiversiteit, ecosystemen) staat onder druk. In veel gevallen is de visserij niet duurzaam. De grootste risico's ontstaan door overbevissing, bijvangst/discards, bodemberoering en de introductie van exoten.

Tegen overbevissing wordt al kennisgedreven en risicogericht toezicht toegepast. Visquota zijn vastgelegd in het Europees Visserijbeleid, en over de omvang van de quota worden adviezen gegeven door ICES werkgroepen. Ook doet Wageningen Marine Research veel (beleidsondersteunend) onderzoek wat kennis oplevert van binnenvisserij tot Natura 2000 beheerplannen op zee. Voor het beperken van de bijvangst en discards bestaat eveneens Europese regelgeving. De NVWA ziet toe op het naleven van deze Europese regelgeving en op illegale visserijactiviteiten. Het toezicht op de schelpdierensector is vooral gericht op de voedselveiligheid.

Ten aanzien van de bodemberoering zijn er beperkingen opgelegd aan de visserij in beschermde gebieden. Op detail niveau vormen haaien en roggen een kwetsbare groep kraakbeenvissen die zowel door bijvangst als door bodemberoering bedreigd zijn. De Noorse kreeft populatie is ook kwetsbaar door overbevissing.

Er is nog onvoldoende bekend over de aard en omvang van de introductie en de verspreiding van exoten in het marien gebied, de Deltawateren en de Waddenzee.

Op veel plaatsen worden door visserij activiteiten exoten geïntroduceerd en verspreid. Meer onderzoek kan een beter beeld schetsen van de risico's, maar toezicht door de NVWA kan pas worden vormgegeven als er doelen of beleid worden geformuleerd. Alleen voor de schelpdierverplaatsingen lijken beleid en toezicht afdoende om de risico's te beperken.

Er is geen goed zicht op aard en omvang van visuitzettingen omdat deze niet worden geregistreerd of gemeld. Zonder centrale registratie is kennisgedreven en risicogericht toezicht nauwelijks mogelijk, omdat activiteiten buiten elk toezicht blijven en mogelijk alleen na meldingen bij een toezichthouder bekend worden.

2.3. Adviezen visketen

Beantwoording van de vraag "Wat zijn de grootste risico's in de visketen voor de volksgezondheid, het dierenwelzijn, de diergezondheid, en de natuur?" leidt tot onderstaande adviezen om de risico's voor de voedselveiligheid, het dierenwelzijn en de diergezondheid, en voor de natuur, te beperken. De adviezen zijn gericht aan de inspecteur-generaal van de NVWA en ministers van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Volksgezondheid, Welzijn en Sport.

Om de risico's op het gebied van microbiologische voedselveiligheid beheersbaar te houden, is reeds een tamelijk gedetailleerde set beleids- en beheersmaatregelen geïmplementeerd. De risico's voor de natuur zijn niet op alle fronten beheersbaar, maar ook daar is reeds beleid gemaakt en toezicht door de NVWA geïmplementeerd. Als op die gebieden het toezicht zou verminderen, is de kans reëel dat voor de consumenten en natuur schadelijke effecten toenemen. Ook op het gebied van de chemische voedselveiligheid verricht de NVWA veel werk, maar de selectie van de prioritaire stoffen die relevant zijn voor de voedselveiligheid moet worden herzien. In het kader van het dierenwelzijn en de diergezondheid van vis zijn de NVWA-inspanningen beperkt, wat vooral veroorzaakt wordt door een gebrek aan wet- en regelgeving.

Het overkoepelende beeld van de risicobeoordeling visketen is als volgt:

- i) De data over de risico's voor mens, dier en natuur zijn beperkt voorhanden of beschikbaar, of zijn weinig systematisch verzameld

voor de Nederlandse situatie, waardoor er nog veel ruimte is om het kennisgedreven en risicogericht toezicht te verbeteren. Het mogelijk gebruik van data van 'slimme' camera's (onder andere online registratie, 3D beeld, infrarood) en sensortechnologie kan het toezicht simpeler en beter maken.

- ii) Voor kennisgedreven en risicogericht toezicht in de visketen zou goed gebruik gemaakt kunnen worden van (private) kwaliteitssystemen in de vis, schaal- en schelpdierensector als die gericht zijn op beperking van de risico's voor mens, dier en natuur, en als informatie uit die kwaliteitssystemen gedeeld wordt met ketenpartners en met de NVWA.
- iii) Door de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren uit wateren die ernstig vervuild zijn met PFAS, arseenverbindingen, methyلكwik, cadmium en andere persistente milieucontaminanten, kan de voedselveiligheid in het geding zijn. Dit zou aanleiding kunnen zijn voor het aanscherpen van het voedingsadvies over consumptie van vis.
- iv) De aantasting van het dierenwelzijn is in veel situaties ernstig, en dit gaat om aantallen dieren vele malen groter dan die van de grote landbouwhuisdieren en het pluimvee in Nederland.

Adviezen volksgezondheid

1. Intensiveer, samen met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, onderzoek in Nederlandse binnen- en kustwateren naar PFAS, dioxinen, cadmium, methyلكwik en arseenverbindingen omdat deze chemische contaminanten in deze leefgebieden kunnen ophopen in vis, schaal- en schelpdieren tot gehalten die een verhoogd risico kunnen vormen voor de gezondheid van consumenten. Ga daarbij na wat de relatie is tussen de mate van contaminatie, diersoort en (vangst/kweek)locatie.
2. Stimuleer bij de Europese Commissie en andere internationale autoriteiten dat gehalten van dioxinen, cadmium, methyلكwik en arseenverbindingen en met name PFAS-gehalten in vis, schaal- en schelpdieren en in hun leefgebieden uit verschillende locaties (zoet, zout en estuaria) in kaart worden gebracht. Stimuleer tevens dat deze data over de gehalten van deze stoffen in een Europese databank worden ondergebracht om inzicht te

krijgen in hoog-risicogebieden die niet geschikt zijn voor de vangst en kweek van vis, schaal- en schelpdieren.

3. Stimuleer dat RIVM in samenwerking met het Voedingscentrum opnieuw onderzoek doet naar de voedingsadviezen voor de consumptie van (vette) vis, schaal- en schelpdieren. Tevens, verzoek de Gezondheidsraad na te gaan of in de voedingsadviezen een duiding van een bovengrens voor visconsumptie opgenomen dient te worden, met in het bijzonder aandacht voor de visconsumptie van zwangeren en kinderen.
4. Blijf toezien op een adequate koeling/bevriezing en goede hygiëne in elke stap van de keten, en verbeter dit toezicht door de ontwikkeling en het gebruik van sensortechnologie. Blijf ook toezien op de beheersing van de aanwezigheid van microorganismen, in het bijzonder *Listeria* voor rauw te consumeren vis, schaal- en schelpdieren in visverwerkende bedrijven. Verbeter de dataregistratie en data-uitwisseling over alle schakels van de visketen.
5. Neem actie om kwekers van vis, schaal- en schelpdieren in Nederland te verplichten risicogerichte kwaliteitssystemen te implementeren waarin centraal staat dat in kweeksystemen adequate maatregelen zijn opgenomen voor de beheersing van de risico's voor de voedselveiligheid (inclusief antibiotica-resistentie), het dierenwelzijn, de diergezondheid, en de natuur. Onderneem daarbij actie ook autoriteiten in het buitenland ertoe te bewegen in hun land(en) risicogerichte kwaliteitssystemen te implementeren.
6. Blijf, vooral vanwege de wereldwijde klimaatopwarming, monitoren op de aanwezigheid van nieuwe en opkomende mariene biotoxinen en intensiveer de monitoring op *Vibrio spp.* in vis, schaal- en schelpdieren.
7. Intensiveer de monitoring van de aanwezigheid van antibioticaresistentie in vis uit aquaculturen en met name uit Azië. Onderzoek op basis daarvan, bij voorkeur samen met Europese partners, of specifieke visproducten, of specifieke regio's, een verhoogd antibioticaresistentie-risico vormen.
8. Volg de ontwikkelingen van de aanwezigheid van (nano- en micro)plastics in vis, schaal- en schelpdieren met het oog op de voedselveiligheid en verzoek EFSA hierover een opinie op te stellen.
9. Verzoek het Voedingscentrum, met name gezien de populariteit van de consumptie van sushi, consumenten en niet-gespecialiseerde horeca voor te

lichten over de microbiologische risico's door de consumptie van het eten van rauwe of onvoldoende verhitte vis, schaal- en schelpdieren.

10. Verzoek het Voedingscentrum voorlichting te intensiveren aan sportvissers en aan zelfrapers van schaal- en schelpdieren over de microbiologische risico's als hun vangst uit bezoedeld water afkomstig is. Verzoek het Voedingscentrum tevens voorlichting te intensiveren over de risico's van chemische verontreinigingen in vis, schaal- en schelpdieren.
11. Laat nader onderzoek uitvoeren naar de incidentie en de ziektelast die veroorzaakt kan worden door *Vibrio spp.*

Adviezen dierenwelzijn, diergezondheid en natuur

12. Ontwikkel beleid en toezichtmethoden om de aantasting van het welzijn te beperken van de miljarden dieren die jaarlijks als vis, schaaldieren geconsumeerd worden.
13. Stimuleer onderzoek naar het beter beheersen van dierenwelzijnsrisico's bij het kweken van vis en schaaldieren, en ontwikkel op dit punt ook beleid.
14. Investeer in de ontwikkeling en validatie van dierenwelzijnsindicatoren of -criteria per kweekstelsel, vangstmethode en diersoort.
15. Investeer in de ontwikkeling van vangst-, oogst-, bewaar-, transport- en dodingsmethoden die tot minder dierenwelzijnseffecten leiden bij vis en schaal dieren, waaronder methoden om de tijd tussen vangst en het doden van dieren te beperken.
16. Stel eisen aan het doden, levend bewaren en transporteren van met name vissen en schaaldieren om de aantasting van het dierenwelzijn zoveel mogelijk te beperken en beperk hierbij de mogelijkheid dat dieren onverdoofd worden gefileerd of behandeld.
17. Ontwikkel een monitorings- en beheersingssysteem voor dierziekten van vis, schaal- en schelpdieren om nieuwe ziekten vroegtijdig te signaleren en te voorkomen dat ziekten endemisch worden, naar analogie van het systeem gebruikt voor landbouwhuisdieren. Dit geldt met name voor de kweek van vis en schaal- en schelpdieren.
18. Gebruik het op te zetten monitoringssysteem van dierziekten bij vis, schaal- en schelpdieren niet alleen voor de monitoring van dierziekten, maar ook voor de signalering voor chemische of microbiologische vervuiling, met name bij wildvangst.

19. Laat onderzoek doen naar de effecten voor de natuur en het dierenwelzijn van de omvangrijke discards in de kust- en zeevisserij.
20. Breng, in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, de aard en omvang van de introductie en de verspreiding van exoten in het marien gebied, de Deltawateren en de Waddenzee in kaart, en laat de risico's voor de aquatische biodiversiteit en ecologische waterkwaliteit beoordelen om beleidsdoelen vast te kunnen stellen.
21. Registreer de aard en omvang van visuitzettingen en laat de risico's daarvan op aquatische biodiversiteit en ecologische waterkwaliteit beoordelen.

3. Onderbouwing beoordeling van risico's voor mens, dier en natuur in de visketen

3.1 Aanpak

Voor het advies is een onderverdeling gemaakt in fysische, chemische en microbiologische gevaren voor de volksgezondheid, gevaren voor de diergezondheid, en gevaren voor de natuur (inclusief de visstand). Ook de risico's voor het dierenwelzijn zijn verkend, ook al is de wetenschappelijke literatuur voor de risicobeoordeling van met name schaal- en schelpdieren zeer beperkt. Bovendien zijn er zeer weinig data over ernst en prevalentie van de gevaren voor het dierenwelzijn.

Planten zoals zeekraal, macro-algen zoals zeewier, en micro-algen als voedingsmiddel, blijven buiten beschouwing, ook al zouden volksgezondheidsrisico's die samenhangen met de consumptie daarvan gelijkenis kunnen vertonen met die van de consumptie van mosselen en oesters. Siervissen maken geen deel uit van de ketenrisicobeoordeling evenals diervoeder voor vis, schaal- en schelpdieren.

In de bijlagen is per publiek domein aangegeven hoe de risicobeoordeling is vormgegeven. In de meeste gevallen zijn onderzoekopdrachten uitgezet bij kennisinstituten om de gevaren van de visketen voor mens, dier en natuur in beeld te brengen. Daarna heeft een multidisciplinair team van BuRO de conceptbeoordeling opgeleverd. Voor ieder van de in bijlagen beschreven risicobeoordelingen zijn vervolgens externe deskundigen gevraagd de concepten te reviewen. Tevens zijn de divisies van de directie Handhaven van de NVWA gevraagd na te gaan of er feitelijke onjuistheden waren in de concepten. Vervolgens zijn ook vertegenwoordigers van sectororganisaties gevraagd om de conceptbeoordeling te beoordelen op feitelijke onjuistheden. Na afronding van de concepten is gebruik gemaakt van basisinformatiebladen van het toezicht in de visketen van de Intergrale Keten Analyse Vis (IKA Vis). Verwijzingen naar informatie uit IKA Vis zijn in dit document opgenomen.

De gehanteerde methode van risicobeoordeling volgt de gebruikelijke stappen [*lees verder in bijlage 1*]: gevareninventarisatie, gevarenkarakterisatie,

blootstellingsschatting en risicokarakterisatie⁷. De risicokarakterisatie geeft de mate van risico weer en is gebaseerd op de ernst van het gevaar en de blootstelling aan dit gevaar. Hierbij is voor de voedselveiligheid gebruik gemaakt van de richtsnoeren voor de indeling van de risico's [*meer lezen: zie NVWA BuRO website [risicobeoordelingsmethodieken](#)*]. De inschatting van de chemische, fysische en microbiologische volksgezondheidsrisico's van vis, schaal- en schelpdieren kent grote overeenkomsten met die van andere levensmiddelen. Daarop aanvullend zijn er voor vis specifieke gevaren benoemd, waarvan het risico wordt ingeschat voor de Nederlandse consument. In de vis, schaal- en schelpdierketen komen bacteriën voor die wondinfecties kunnen veroorzaken als de huid beschadigd wordt, bijvoorbeeld tijdens de bereiding van schaal- en schelpdieren. Het risico voor de consument zal in het algemeen zeer beperkt zijn en wordt niet in detail meegenomen in deze ketenrisicobeoordeling.

In de bijlagen is een gedetailleerde beschrijving te vinden van de risicobeoordelingsmethodiek, de verschillende risicobeoordelingen en de gebruikte bronnen.

3.2 Risico's voor de volksgezondheid in de visketen

In het kort

Naast de voedingswaarde die de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren heeft, kunnen vis, schaal- en schelpdieren, net zoals andere levensmiddelen bijdragen aan een (te hoge) inname van chemische en microbiologische verontreinigingen die de gezondheid van de consument kunnen schaden. Bederf van vis kan risico's voor de gezondheid introduceren. Bovendien kan allergie voor vis, schaal- en schelpdieren, net zoals bij andere levensmiddelen, leiden tot ziekte last voor personen die daar gevoelig voor zijn. Tot slot kunnen verontreinigingen, zoals plastic, glas en metaal (vishaken) in vis, schaal- en schelpdieren een risico vormen voor de consument.

⁷ Wet van 26 april 2006 tot regeling van een onafhankelijke uitoefening van risicobeoordeling door de Voedsel en Waren Autoriteit. Stb. 2006, 247, laatst gewijzigd bij Stb. 2018, 488

De voornaamste voedselveiligheidsrisico's in de visketen worden in bijlage 3.2 beschreven *[meer lezen over het toezicht op de voedselveiligheid: zie IKA Vis, in het bijzonder de informatiebladen – toezicht op voedselveiligheid op visserijvaartuigen en bij aanlanding, - toezicht op voedselveiligheid bij verwerkende vis, schaal- en schelpdierbedrijven, toezicht op voedselveiligheid vis bij horeca, ambacht en retail, - toezicht op voedselveiligheid van productiegebieden, - meldingen onveilige levensmiddelen met vis in Nederland en de EU, - inspectieresultaten microbiologie, additieven, en chemische verontreinigingen– laboratoriumonderzoek bij import uit derde landen].*

3.2.1 De voedingswaarde van vis en visproducten

Vis bevat stoffen met positieve gezondheidseigenschappen (bijlage 3.1). De Gezondheidsraad (2015) concludeerde dat vis een belangrijke bron van de zeer-lange-keten meervoudig onverzadigde vetzuren eicosapentaeenzuur en docosahexaeenzuur (EPA en DHA, omega 3-vetzuren) is. Vis, schaal- en schelpdieren staan als levensmiddelen genoemd in de Schijf van Vijf en worden ook aanbevolen als leverancier voor onder andere vitamine B12, vitamine B6 en de mineralen jodium, fosfor, selenium en ijzer. Vette vis is een bron van vitaminen D en B12 en vitamine A. (www.voedingscentrum.nl). Schaal- en schelpdieren bevatten bovendien veel jodium, fosfor en selenium.

Het voedingsadvies voor een gezonde volwassene in Nederland gaat uit van een consumptie van één keer per week vis, bij voorkeur vette vis (Gezondheidsraad, 2015). Vette vis bevat van nature meer dan 5% vet: het gaat hier om haring, makreel, sardines, heilbot en Atlantische zalm. Schaal- en schelpdieren zijn officieel geen vis maar worden in de Schijf van Vijf van het Voedingscentrum tot (magere) vis gerekend.

Gemiddeld wordt in Nederland ongeveer één keer per twee weken vis gegeten. Berekend over de gehele Nederlandse populatie wordt in Nederland gemiddeld 16 gram vis per dag gegeten. Aan deze gemiddelde dagelijkse consumptie draagt vis bijna 15 gram bij, schaal- en schelpdieren 1,3 gram en inktvis 0,2 gram. Op de dagen dat er vis wordt gegeten is de consumptie gemiddeld 115 gram per persoon. De consumptie van vis vertoont grote variatie. Ongeveer 20% van de Nederlanders eet geen vis, schaal- en/of schelpdieren op reguliere basis, terwijl ongeveer 10% nooit vis eet. Daarentegen consumeert 5% van de bevolking

gemiddeld meer dan 41 gram per dag, deze liefhebbers consumeren dus meer dan 290 gram per week. De vissen zalm, tonijn en kabeljauw worden het meest geconsumeerd [*meer lezen over consumptie in bijlage 3.1*].

3.2.2. Gezondheidsrisico's door de consumptie van visproducten

Net als bij andere levensmiddelen is de schatting van de ziektelast van chemische stoffen in vis moeilijk te kwantificeren omdat er vaak een lange tijd (vele jaren) zit tussen blootstelling en gezondheidseffecten. Bovendien worden mensen aan veel stoffen blootgesteld via verschillende blootstellingsroutes, waarbij die verschillende routes tezamen het gezondheidsrisico vergroten. Tevens kunnen verschillende stoffen vergelijkbare toxicologische werkingsmechanismen hebben, waardoor de gezondheidsrisico's bij blootstelling aan mengsels groter kunnen zijn dan bij blootstelling aan de individuele stoffen.

De schatting van de ziektelast die veroorzaakt wordt door microorganismen lijkt soms gemakkelijker omdat de tijdsperiode tussen blootstelling en effecten vaak korter is, en het beloop van ziekte beter is te volgen. Desondanks zijn de schattingen van ziektelast en risico's voor de volksgezondheid in aanzienlijke mate onzeker. Hierbij moet tevens worden opgemerkt dat de chemische en microbiologische verontreinigingen van in Nederland gevangen of gekweekte vis niet of nauwelijks gerelateerd kunnen worden aan effecten die Nederlandse consumenten ondervinden, omdat een groot deel van de geconsumeerde vis wordt ingevoerd vanuit andere Europese landen of geïmporteerd wordt van buiten de EU.

Gevaren voor de volksgezondheid kunnen in verschillende schakels van de visketen worden geïntroduceerd. Zo bevat vis van nature allergenen die gevaarlijk zijn voor sommige consumenten. Daarnaast kunnen in het aquatisch milieu verontreinigingen voorkomen van contaminanten die worden opgenomen in de vis, of er kunnen besmettingen optreden met bepaalde pathogene microorganismen. Denk aan zware metalen, residuen van bestrijdingsmiddelen en (dier)geneesmiddelen, persistente stoffen als PCB's en poly- en PFAS, en biotoxinen die in het water voorkomen, evenals pathogene microorganismen. Ook kunnen via het aquatisch milieu fysieke elementen in vis, schaal- en schelpdieren terechtkomen zoals (micro)plastics.

Tijdens, en direct na, de wildvangst/oogst (bij kweekvis), aanlanding, visafslag, transport, import en opslag en be- en verwerking kunnen vis, schaal- en schelpdieren in contact komen met bijvoorbeeld residuen van onder andere reinigings- en ontsmettingsmiddelen.

Ten slotte kan tijdens de be- en verwerking van vis, schaal- en schelpdieren contaminatie plaatsvinden van chemische aard zoals Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) bij het roken van vis, schaal- en schelpdieren), microbiële aard (kruisbesmetting, onhygiënisch handelen) of fysische aard (glassplinters). Tevens kunnen visproducten bederven, waardoor de kans op de aanwezigheid van gezondheids-schadelijke biogene aminen toe kan nemen.

Ziekte last

Microorganismen

Schattingen van ziekte last veroorzaakt door pathogene microorganismen die toe te schrijven zijn aan specifieke besmettingsroutes of levensmiddelen kunnen onderling vergeleken worden met behulp van een door de WHO ontwikkelde maat: 'DALY's', wat staat voor Disability Adjusted Life Years. In 2019 wordt de ziekte last in Nederland die veroorzaakt wordt door microorganismen die ook via voedsel op de mens kunnen worden overgebracht geschat op 10.870 DALY's. Daarvan wordt 4.170 DALY's toegeschreven aan voedselinfecties, waarvan 300 DALY's (6-7% van de voedsel-gerelateerde ziekte last) werden toegeschreven aan vis, schaal- en schelpdieren. De attributie van de ziekte last naar de verschillende besmettingsroutes behoeft echter een herziening – hierin wordt voorzien -, omdat deze is gebaseerd op inzichten van ca. 15 jaar geleden. In welke mate deze ziekte last die aan de visketen wordt toegeschreven wordt veroorzaakt door vis, of door schaal- of schelpdieren, is niet bekend. Infectieziekten kunnen voor oudere mensen, jonge kinderen en mensen met een kwetsbare gezondheid, een zeer ernstig beloop hebben. De vergrijzing van de bevolking leidt mogelijk tot een in omvang toenemende groep kwetsbare mensen met grotere kans op een ernstig beloop van een infectie.

Chemische stoffen

Een schatting op basis van DALY's is voor de meeste chemische stoffen uit de visketen moeilijk te maken vanwege onzekerheden in de attributie en de lange tijdsperiode tussen blootstelling en effecten. In een aantal publicaties zijn de gezondheidsvoordelen en -nadelen van consumptie van vis, schaal- en schelpdieren op een andere wijze beoordeeld. In de meeste publicaties wordt een afweging gemaakt tussen de effecten van de vetzuren en methykwik. Soms wordt een risk-benefit analyse gemaakt tussen visvetzuren en milieucontaminanten zoals dioxinen en PCB's. Er bestaan grote verschillen in de concentraties en verdeling van vetzuren en contaminanten in verschillende vissoorten waardoor risk-benefit analyses afhankelijk zijn van keuzes van de vissoort, de selectie van milieucontaminanten en de vanglocaties. Bovendien zijn uitkomsten van risk-benefit analyses verschillend voor verschillende bevolkingsgroepen, zoals mannen, vrouwen, zwangeren en kinderen. Uit een meta-analyse bleek dat de duur van de zwangerschap en het geboortegewicht verbeterden bij een visinname van de moeder van 8-15 g/dag. Een positief cardiovasculair effect werd verwacht bij een inname van 7,5-22,5 g/dag. Echter, op basis van de door Environmental Protection Agency (EPA) afgeleide Reference Dose (RfD) voor methykwik van 0,1 µg/kg lichaamsgewicht per dag, zou een visinname van 27-65 g/dag, afhankelijk van de vissoort, tot gezondheidsschade leiden. In een studie waar verschillende milieucontaminanten werden geanalyseerd en waar gekeken werd naar vette en magere vis, was de uitkomst dat de optimale visconsumptie rond 200 g per week voor bepaalde vette vissoorten en ongeveer 50 g per week voor magere vis, weekdieren en schaaldieren is. Onderzoek in Frankrijk toonde aan dat het volgen van de gezondheidkundige aanbeveling van een dagelijkse inname van 0,5 mg lange keten meervoudig onverzadigde vetzuren haalbaar is, maar dat bij een visconsumptie van ongeveer 1,5 g/dag, de dioxinenorm al werd overschreden.

De grens tussen voldoende visconsumptie om de positieve effecten van visvetzuren te kunnen benutten en te veel visconsumptie vanwege de schadelijke effecten is zeer smal en mogelijk leidt consumptie van vis uit bepaalde gebieden zowel tot positieve en schadelijke effecten voor consumenten.

3.2.3. Visallergie en gezondheidseffecten van biogene aminen

Allergie

Vis en schaal- en schelpdieren behoren tot de levensmiddelen die (ernstige) allergieën kunnen veroorzaken. Allergische reacties kunnen levensbedreigend zijn en treden op vrij snel na inname van het allergene voedingsmiddel. Een allergie voor vis, schaal- en schelpdieren ontstaat meestal pas op latere leeftijd. Symptomen van voedselallergie bij zuigelingen verdwijnen meestal na enkele jaren, terwijl voedselallergieën die op latere leeftijd ontstaan, doorgaans blijvend zijn. De prevalentie ligt tussen 0,1 en 2,2% van de bevolking. Onder voedselallergie worden reacties verstaan van het immuunsysteem van de mens op levensmiddelen waar doorgaans immunoglobuline E (IgE) bij betrokken is. Bij reacties op levensmiddelen waarbij het immuunsysteem niet is betrokken, spreken we van voedselintolerantie of niet-allergische voedselovergevoeligheid. Drempelwaarden voor een allergische reactie heeft BuRO niet kunnen afleiden voor vis; wel voor garnaal.

Werkers in de visserijsector lopen een risico op het krijgen van een allergie voor vis, schaal- en schelpdieren vanwege het intensieve contact (dermaal, inhalatoir) met de dieren.

De belangrijkste allergenen die verantwoordelijk zijn voor visallergie zijn parvalbumines (spiereiwitten in de vis). Parvalbumines zijn resistent tegen warmtebehandelingen en enzymatische behandelingen. Eiwitten van vis, schaal- en schelpdieren zijn ongevoelig voor behandelingen met extreme pH. Alle vissoorten bevatten allergenen maar in de literatuur werden het vaakst allergene reacties op vis gerapporteerd veroorzaakt door kabeljauw en zalm. Geschat wordt dat 50% van de allergische personen voor een bepaalde vis, ook risico lopen te reageren op een andere vissoort.

In schaal- en schelpdieren is het belangrijkste allergeen tropomyosine; daarnaast spelen ook andere eiwitten een rol, zoals een argininekinase. Er bestaat kruisreactiviteit met insecten zoals kakkerlakken, spinachtigen zoals huisstofmijten, en weekdieren zoals inktvissen, oesters, slakken en mosselen. Kruisreactiviteit betekent dat IgE-antistoffen aangemaakt tegen één allergeen, ook binden met andere allergenen.

In Europa bestaat verplichte etikettering voor schaaldieren en producten op basis van schaaldieren, vis met uitzondering van visgelatine, en producten op basis van weekdieren⁸.

Anisakiasis

Naast allergische reacties op de blootstelling aan vis, kunnen ook allergische reacties worden veroorzaakt door verschillende toxinen en parasieten. De enige parasiet in visserijproducten die allergie veroorzaakt, is de nematode *Anisakis simplex*. Anisakiasis of haringwormziekte is een parasitaire infectie van het maagdarmkanaal met levende larven, veroorzaakt door het eten van rauwe of onvoldoende verhitte vis die was besmet met de larven van de nematode *Anisakis simplex*, de haringworm. Voor de invoering van de verplichting om haring na vangst in te vriezen, kwam haringziekte in Nederland regelmatig voor. De ziekte kan chronisch worden als de immunrespons de worm niet vernietigt en de patiënt wordt gesensibiliseerd voor de van *Anisakis* afgeleide allergenen. Een allergie voor *Anisakis simplex* komt nog vaak voor in Spanje maar is zelden gerapporteerd in andere Europese landen. Invriezen of behandelen met warmte zijn voldoende om de parasiet te doden. Echter het afdoden van *Anisakis* neemt het allergierisico niet weg, allergiesymptomen kunnen optreden na blootstelling aan verwerkte producten. In het wild gevangen vis en kweekvis uit zout- en zoet water kan levende parasieten bevatten die een risico vormen voor de gezondheid van de mens als de vis rauw of onvoldoende verhit wordt gegeten. Voor gekweekte Atlantische zalm achtte EFSA het risico op besmetting verwaarloosbaar. Voor andere gekweekte vis zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om hier uitspraken over te doen.

⁸ Weekdieren (mollusca) zijn dieren met een week lichaam, meestal met een schelp zoals oesters, mosselen, Sint-Jakobsvruchten, wulken en inktvissen. Ook landslakken en naaktslakken vallen onder de categorie weekdieren (maar worden niet behandeld in deze risicobeoordeling vis, schaal- en schelpdierketen).

Biogene aminen

Biogene aminen zijn stoffen die worden gevormd uit aminozuren en die niet-immunologische reacties kunnen veroorzaken. De bekendste biogene amine is histamine. Biogene aminen worden aangemaakt door bacteriën of schimmels, bijvoorbeeld in bedorven vis; zowel verse vis als vis uit blik zijn hiervan bekende voorbeelden. Histaminevergiftiging heet ook scombroid fish poisoning, pseudoallergische fish poisoning, histamine overdose of mahi-mahi flush. Bedorven vis van de families *Scombridae* en *Scomberesocidae* (bijvoorbeeld tonijn, makreel, zwaardvis, bonito, albacore en skipjack) zijn vaak betrokken bij incidenten van histaminevergiftiging. Symptomen van histaminevergiftiging zijn misselijkheid, overgeven, diarree, een brandend gevoel in de mond, jeuk, hoofdpijn en hypotensie (verlaagde bloeddruk). De symptomen treden meestal binnen enkele minuten na inname op en duren van enkele uren tot een dag. De symptomen lijken op die van een allergische reactie. De meeste symptomen verdwijnen na 6-8 uur. Omdat mensen meestal geen medische hulp zoeken na een histaminevergiftiging en omdat de symptomen vaak mild zijn en van korte duur, worden deze klachten meestal niet gemeld bij de medische zorg.

Verse vis kan het best worden bewaard bij 0°C of minder zodat de bacteriën die betrokken zijn bij de vorming van biogene aminen niet groeien en betrokken enzymen niet worden geactiveerd. Als histamine is gevormd, is het bestand tegen koken, roken, vriezen of inblikken. Consumptie van vis met een histamineconcentratie van meer dan 50 mg per 100 g vis (500 mg/kg) kan tot histaminevergiftiging leiden. In de Europese lidstaten mogen visserijproducten niet meer dan 200-400 mg histamine/kg bevatten. Middels het RASFF-systeem⁹ worden regelmatig hoge histamineconcentraties in vis gemeld, voornamelijk voor tonijn, gevolgd door sardine, makreel en ansjovis. Bijna alle meldingen over biogene aminen betreffen histamine, wat mogelijk deels een gevolg is van de verplichtende regelgeving; daarnaast kunnen cadaverine en putrescine mogelijk een rol spelen.

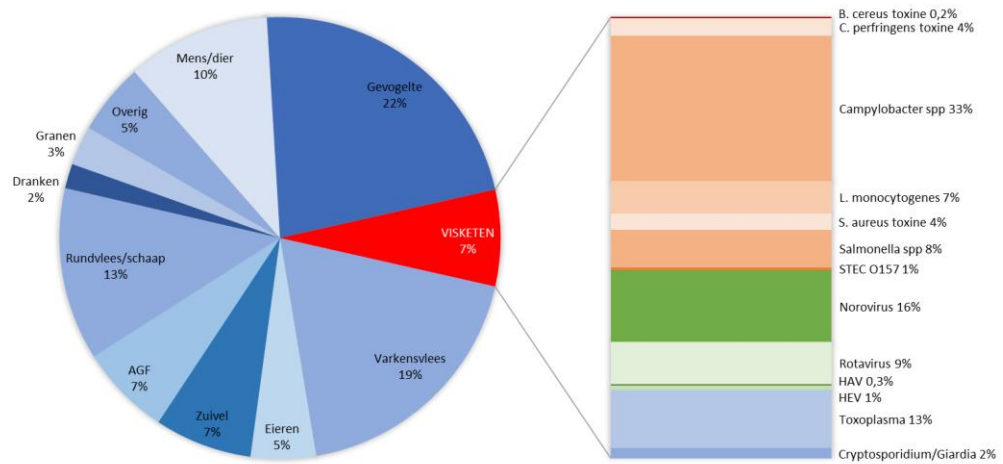
⁹ RASFF = Rapid Alert System for Food and Feed, opgezet om snel informatie over gezondheidsrisico's in verband met levensmiddelen en diervoeders tussen nationale overheden uit te wisselen (zie: https://ec.europa.eu/food/safety/rasff-food-and-feed-safety-alerts_nl).

3.2.4 Microbiologische risico's voor de volksgezondheid in de visketen

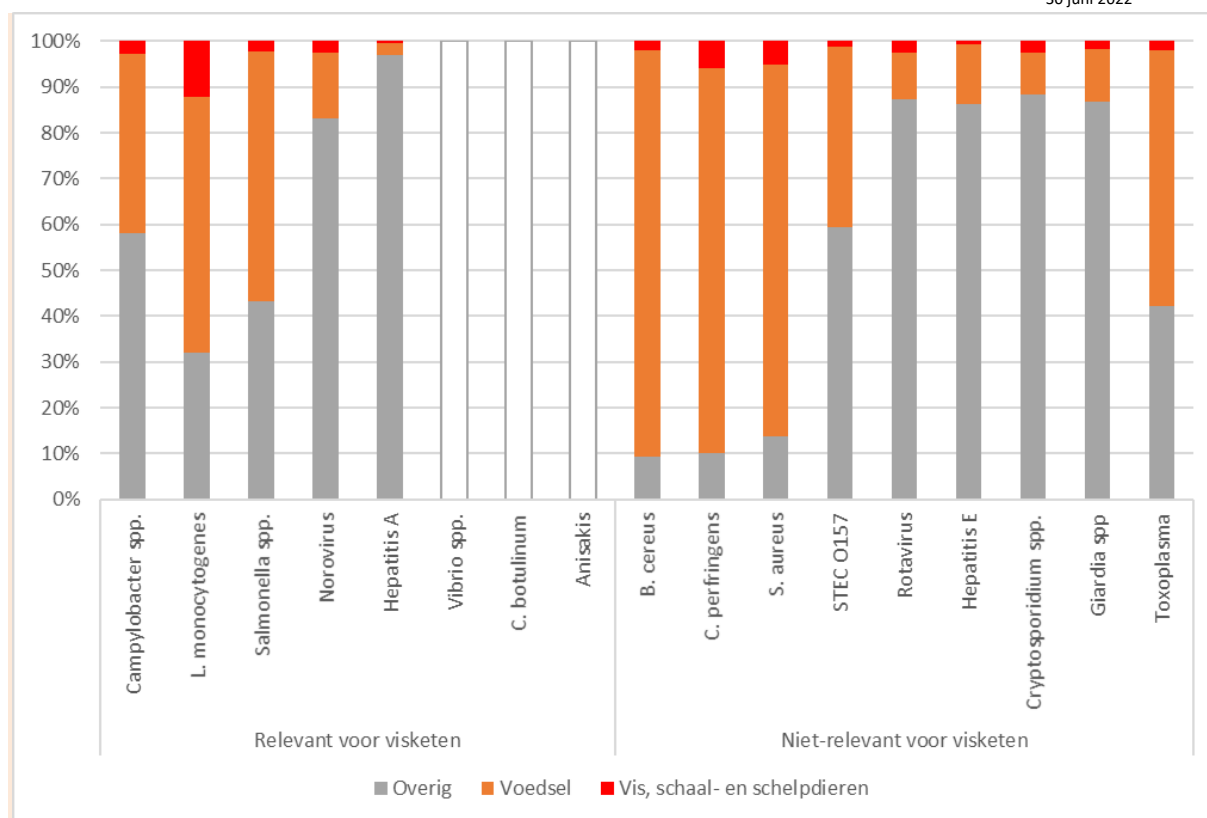
De term microorganismen omvat bacteriën, virussen, gisten, schimmels, algen, parasitaire protozoa en microscopische parasitaire wormen (helminthen), alsmede toxinen en metabolieten van deze organismen en prionen. In deze risicobeoordeling voedselveiligheid in de visketen worden alleen microorganismen beschreven die ziekte bij de mens kunnen veroorzaken, de zogeheten pathogenen. Er is een inventarisatie gemaakt van pathogene virussen, parasieten en bacteriën (de gevaren) die wereldwijd vóórkomen in de vis, schaal- en schelpdierketen en die eventueel een risico kunnen vormen voor de voedselveiligheid. Deze risicobeoordeling van de microbiologische gevaren uit de vis, schaal- en schelpdierenketen concentreert zich op organismen die voorkomen in de keten en die mogelijk een relevante ziektelast veroorzaken. Om ziekte bij de mens te kunnen veroorzaken, is het noodzakelijk dat pathogenen in het product aanwezig zijn op het moment van consumptie in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Parasieten komen alleen in het levende organisme voor, en vermeerderen zich niet in vis na de vangst. Voor sommige bacteriën is altijd groei nodig om een infectieuze dosis te bereiken (toxinevorming), voor andere is dit niet per se noodzakelijk en voor een beperkt aantal hangt het af van de mate waarin ze op het product voorkomen. Virussen vermeerderen zich alleen in de consument na de consumptie van besmette visproducten. Of, en in welke mate, een viseter ziek wordt na blootstelling aan een pathogeen hangt voor een belangrijk deel ook af van de gevoeligheid van die consument.

Op basis van de attributiestudies van het RIVM wordt geschat dat 6-7% van de ziektelast van voedsel-gerelateerde infecties veroorzaakt wordt door producten uit de visketen (Figuur 1). Sommige parasieten die ziekte veroorzaken zijn specifiek voor vis en visproducten, maar met name pathogene virussen en bacteriën die bijdragen aan de ziektelast komen ook in veel andere levensmiddelen voor als bron van infecties (Figuur 2). Bovendien worden mensen ook via andere routes blootgesteld aan sommige microorganismen en staan enkele virussen zoals norovirus, rotavirus en hepatitis A niet bekend als typisch voedsel-gerelateerde ziekteverwekkers. Dit geldt ook voor een aantal bacteriën en parasieten. Besmetting van de visserijproducten gebeurt in de regel alleen via fecaal vervuild water waarin de organismen leven of door nabesmetting tijdens de be- en

verwerking door producenten en levensmiddelenbereiders. Met name de route van nabesmetting is niet specifiek voor visserijproducten.



Figuur 1. Ziektebelasting van voedsel-gerelateerde infecties in Nederland in 2019 toegeschreven aan verschillende productgroepen; voor de visketen uitgesplitst naar ziektebelasting per pathogeen.



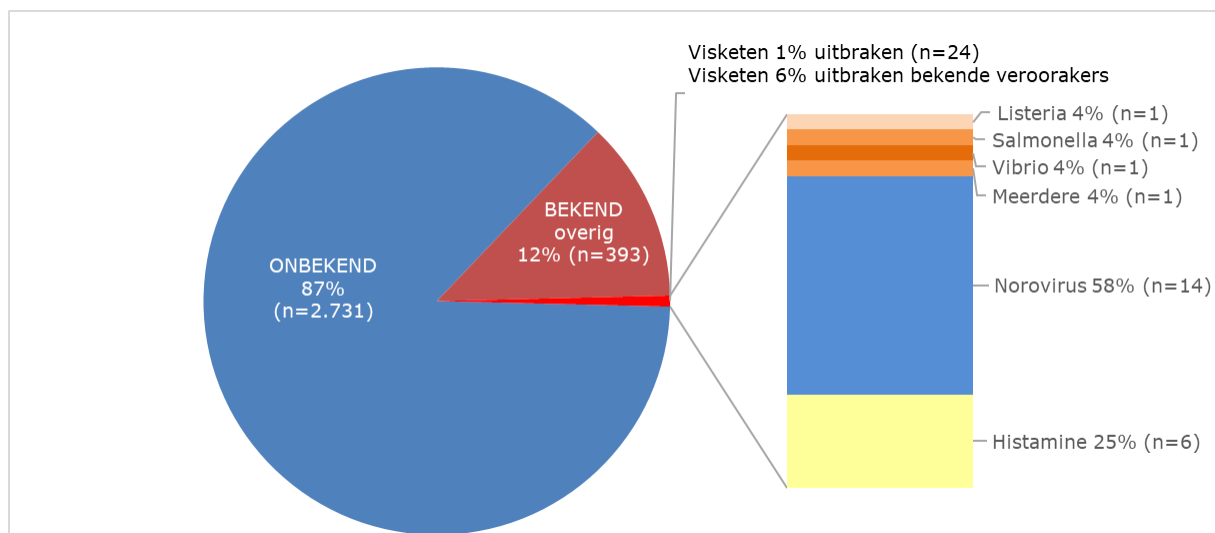
Figuur 2: Ziekteelast NL 2019. Per agens aangegeven welk aandeel via voedsel gaat en daar binnen specifiek aan de visketen wordt toegeschreven.

De oorzaken van uitbraken van infectie zijn vaak onbekend (87% heeft een onbekende oorzaak, Figuur 3.)¹⁰. Van de uitbraken met een bekende oorzaak wordt ongeveer 6-7% (n=24) veroorzaakt door consumptie van visserijproducten. Van de vis-gerelateerde uitbraken is meer dan de helft (58%) toe te schrijven aan norovirus, en een kwart aan histamine door het bederf van vis. In de periode 2009-2017 vond een grote landelijk salmonellose-uitbraak plaats die werd

¹⁰ In Nederland worden voedsel-gerelateerde uitbraken gerapporteerd aan GGD'en en de NVWA. De jaarlijkse landelijke RIVM en NVWA overzichten geven een beeld van het aantal gerapporteerde ziektegevallen en uitbraken veroorzaakt door voedsel. In de periode 2013-2017 werden er jaarlijks tussen 200 en 700 uitbraken gerapporteerd. Hierbij werd bij 40 tot 50 uitbraken een ziekteverwekker aangetoond dat overeenkomt met 6 tot 16% van het totaal aantal uitbraken per jaar.

veroorzaakt door visserijproducten (gerookte zalm). Er werden bij deze uitbraak in 2012 1.149 ziektegevallen geregistreerd. Deze uitbraak vertekent het reguliere beeld wat betreft de bijdrage van de visketen aan de waargenomen voedsel-gerelateerde ziektegevallen. Norovirus en histamine die bij veel (samen ongeveer 83%) van de visketen-gerelateerde uitbraken als bron zijn aan te wijzen, veroorzaken relatief weinig zieken (samen ongeveer 1,5% van de zieken betrokken bij voedsel-gerelateerde uitbraken).

Massa-catering in instellingen kan ertoe leiden dat een grote groep mensen tegelijk wordt blootgesteld aan een mogelijk besmet voedingsmiddel. Ook kant-en-klare producten die op grote schaal in de retail worden aangeboden kunnen, indien besmet, voor infectie-uitbraken zorgen. Temeer daar dit voedsel verschillende bewerkingsstappen heeft ondergaan voor het bij de consument terecht komt. In iedere bewerkingsstap worden mogelijke 'microbiologische gevaren geïntroduceerd zeker wanneer handcontact van de voedselbereider met voedsel aan de orde is, dit geldt ook als het om geïmporteerde levensmiddelen gaat. Consumenten kiezen steeds vaker voor consumptie van rauwe of kort gekookte producten en men is zich daarbij niet altijd bewust van de microbiële risico's. De consument moet er dan op kunnen vertrouwen dat alle actoren die betrokken zijn bij de voedselbereiding adequaat omgaan met hygiëne-maatregelen, en dat ook gevangen vis veilig is voor consumptie.



Figuur 3. Overzicht van alle voedsel-gerelateerde uitbraken gerapporteerd aan NVWA/GGD/RIVM (2009-2017), opgesplitst naar onbekende (blauw) en bekende (rood-tinten) bron waarbij uitbraken door vis, schaal- of schelpdieren verder uitgesplitst zijn naar de verschillende agentia: bacteriën (oranje tinten), virussen (blauw) en chemie (geel).

Introductie van de microbiologische organismen in de visketen

Veel bacteriën en parasieten komen van nature voor in de habitats van vis, schaal- en schelpdieren, waardoor de microbiota (microorganismen, zoals bacteriën, virussen en gisten, die in en op het organisme zitten) van deze organismen in belangrijke mate worden bepaald door de kwaliteit van de leefomgeving. Daarnaast kunnen vis, schaal- of schelpdieren besmet raken met microbiologische organismen (bacteriën, virussen en parasieten) door braaksel of fecaliën van mensen en/of dieren. Ook onhygiënisch handelen na de vangst, zoals contact van het voedsel met – onvoldoende gewassen – handen tijdens de be- en verwerking van vis, kan leiden tot risicovolle microbiologische besmetting. Dit geeft ook meteen de schakels aan waar introductie van pathogene microorganismen in de visketen kan plaatsvinden.

Veel microorganismen worden (af)gedood door adequate verhitting. Het voldoende verhitten van vis en visproducten vormt daardoor voor de consument een belangrijke beschermingsmaatregel tegen infectieuze microbiologische besmetting. Tegelijkertijd lijkt er de laatste jaren een toename van de populariteit van het consumeren van rauwe vis, onder meer door de opkomst van sushirestaurants, -bars en online shops. Ook lijkt de vraag naar rauwe garnalen toe te nemen in Nederland (ze worden nu vooral in Frankrijk gegeten). Als deze ontwikkelingen doorzetten, dan zal naar verwachting het aantal infecties met microorganismen de komende jaren toenemen, en een substantiële bijdrage leveren aan de ziektelast van de (Nederlandse) bevolking. Om een dergelijk effect te kunnen monitoren, is specifieke uitvraag bij brononderzoek na infectie noodzakelijk.

Schakel	Mogelijke routes voor microbiële contaminatie
Leefomgeving	In meer of mindere mate verdunde contaminatie met bacteriën, parasieten en virussen in water, waterbodem en voedsel: braaksel of fecaliën van mensen en/of dieren, nabijheid van waterzuivering/rioleringssystemen, afwezigheid beheersmaatregelen (i.t.t. aquacultuur). Contaminatie met (verdunde) middelen die kunnen leiden tot selectie van resistente bacteriën in water, waterbodem en voedsel: antibiotica, desinfectiemiddelen.
Vangst	Besmetting met bacteriën, parasieten of virussen via besmet spoelwater, kruiscontaminatie (ingewanden), onhygiënisch werken, contact met (onvoldoende gedesinfecteerde) materialen, nabijheid van waterzuivering/rioleringssystemen, teruggooien (onbehandelde) ingewanden welke voedselbron roofvissen wordt, vangstmethode van invloed op schouw op parasieten, postmortale migratie anisakide nematoden.
Aanlanding/import	Import van pathogenen uit endemische gebieden, warmere wateren, import vanuit gebieden met verminderde hygiëne, toenemende consumptie van exotische producten.
Transport/opslag	Bacteriële uitgroei afhankelijk van koeling, biofilm schubben, niet afdoden parasieten, kruiscontaminatie.
Verwerking	Onhygiënisch werken, kruiscontaminatie, bacteriële uitgroei op apparatuur, biofilm, onvoldoende gegaarde producten, gemaksvlees, koud gerookt, buikflap (i.v.m. migratie Anisakis larven).
Distributie	Kant-en-klare producten, rauwe consumptie, onhygiënisch werken, bewaartemperatuur, kruiscontaminatie, toenemende consumptie van exotische producten, onvolledige etikettering, consumptie hele vis (inclusief darm).

Figuur 4 a. Verschillende schakels in de subketen zeevisserij/kustvisserij/binnenvisserij, en mogelijke routes voor microbiële contaminatie.

NB Niet iedere introductieroute geldt voor iedere pathogeen microorganisme

Schakel	Mogelijke routes voor microbiële contaminatie
Leefomgeving	<p>Contaminatie met bacteriën, parasieten en virussen in water, waterbodem en voedsel: braaksel of fecaliën van mensen en/of dieren, nabijheid van waterzuivering/rioleringssystemen, overstort na zware regenval. Accumulatie met mogelijk recombinitie van virussen door filter-voedende eigenschap van schelpdieren, waarbij schoonspoelen onvoldoende effectief, conditioneren op gepelleteerde voer ter reductie parasitaire infecties.</p> <p>Contaminatie met (verdunde) middelen die kunnen leiden tot selectie van resistente bacteriën in water, waterbodem en voedsel: antibiotica, desinfectiemiddelen.</p>
Vangst	Besmetting met bacteriën, parasieten of virussen via besmet spoelwater, kruiscontaminatie, onhygiënisch werken bij bijvoorbeeld pellen, contact met (onvoldoende gedesinfecteerde) materialen, nabijheid van waterzuivering/rioleringssystemen.
Aanlanding/import	Import van pathogenen uit endemische gebieden, warmere wateren, import vanuit gebieden met verminderde hygiëne, toenemende consumptie van exotische producten.
Transport/opslag	Bacteriële uitgroei afhankelijk van koeling, niet afdoden van parasieten.
Verwerking	Onhygiënisch werken, kruiscontaminatie, bacteriële uitgroei op apparatuur, biofilm, onvoldoende gegaarde producten, gemaksvlees.
Distributie	Kant-en-klare producten, rauwe consumptie, onhygiënisch werken, bewaartemperatuur, kruiscontaminatie, toenemende consumptie van exotische producten, etikettering.

Figuur 4 b. Verschillende schakels in de subketen schaal- en schelpdieren, en mogelijke routes voor microbiële contaminatie.

NB Niet iedere introductieroute geldt voor ieder pathogeen microorganisme

Schakel	Mogelijke routes voor microbiële contaminatie
Leefomgeving Diervoeder	Contaminatie met bacteriën, parasieten en virussen in water, waterbodem en voedsel: braaksel of fecaliën van mensen en/of dieren, nabijheid van waterzuivering/rioleringsystemen, overstort na zware regenval, hergebruik van water, nabijheid van (bemeste) landbouwgrond, gebruik van dierlijke mest of menselijke uitwerpselen ('night soil') als voedsel, mogelijkheid voor beheersmaatregelen. Gebruik van middelen die kunnen leiden tot selectie van resistente bacteriën in water, waterbodem en voedsel: antibiotica, desinfectiemiddelen, probiotica.
Vangst	Besmetting met bacteriën, parasieten of virussen via besmet spoelwater, kruiscontaminatie, onhygiënisch werken, contact met (onvoldoende gedesinfecteerde) materialen, nabijheid van waterzuivering/rioleringsystemen.
Import	Import van pathogenen uit endemische gebieden, warmere wateren, import vanuit gebieden met verminderde hygiëne, toenemende consumptie van exotische producten.
Transport/opslag	Bacteriële uitgroei afhankelijk van koeling, biofilm schubben, niet afdoden van parasieten.
Verwerking	Onhygiënisch werken, kruiscontaminatie, bacteriële uitgroei op apparatuur, biofilm onvoldoende gegaarde producten, gemaksvlees, koud roken.
Distributie	Kant-en-klare producten, rauwe consumptie, onhygiënisch werken, bewaartemperatuur, kruiscontaminatie, toenemende consumptie van exotische producten, etikettering, consumptie hele vis (incl. darm).

Figuur 4c. Verschillende schakels in de subketen kweekvis, en mogelijke routes voor microbiële contaminatie.

NB Niet iedere introductieroute geldt voor ieder pathogeen microorganisme

Specifieke gezondheidsrisico's door virussen

De veroorzaakte ziekte door virussen die in de visketen van belang zijn varieert van zelflimiterende buikgriepklachten (braken, diarree) tot ernstigere infecties waaronder ontsteking van de lever met mogelijk leverfalen tot gevolg. Humaan-pathogene virussen vermenigvuldigen niet in vis, schaal- of schelpdieren. Deze

virussen kunnen wel accumuleren in met name de tweekleppige weekdieren zoals mosselen en oesters doordat deze zich voeden door het omringende water te filteren. Mosselen en oesters kunnen virussen (en andere microben, algen en kleine deeltjes) uit het omringende water concentreren waardoor de concentraties in het maagdarmkanaal van deze dieren wel 1000 keer hoger worden dan in het water. Introductie van virussen in voedsel aan het begin van de keten (dus al voor de vangst) is een risico voor de volksgezondheid omdat deze virussen niet erg gevoelig zijn voor omgevingsfactoren zoals zoet of zout water, pH, en bewerkingsstappen zoals vriezen, drogen, (ontsmetten met) alcohol. Vooral wanneer het levensmiddel niet wordt verhit, zoals bij oesters, is de kans op infectie na consumptie relatief groot. Na consumptie vermeerderen virussen zich in de mens. Door besmette personen, al dan niet met ziekteverschijnselen, kan een veelvoud aan virussen via de ontlasting in het milieu terecht komen.

Doordat filterende tweekleppige weekdieren virussen kunnen ophopen, is het mogelijk dat deze dieren verschillende typen van één virus, of zelfs verschillende virussen bevatten. Dit komt vooral voor wanneer schelpdieren afkomstig zijn uit water dat fecaal verontreinigd is. Als deze virussen niet worden geïnactiveerd voor consumptie, kunnen ze in het menselijk lichaam repliceren, waarbij uit het genetisch materiaal van de verschillende typen virussen een nieuw type virus kan ontstaan. Hoe groot de kans hierop is, en of dit bijdraagt aan het voedselveiligheidsrisico, is niet goed bekend. Hoewel elk virus dat zich in het water bevindt langs deze route bij de mens terecht kan komen, zijn het vooral de norovirussen en hepatitis A-virussen die via schelpdieren, en wel voornamelijk oesters en mosselen, ziekte veroorzaken bij de consument. Hoewel deze route ook voor rotavirus aannemelijk is, is er wetenschappelijke discussie over de bijdrage ervan aan de ziektelast via de visketen.

Naast de bovengenoemde belangrijkste besmettingsroute (dat wil zeggen, ophoping van virussen in met name schelpdieren) speelt behandeling van vis en visproducten door (al eerder) besmette personen in de gehele be- en verwerkingsketen een rol. Dit kan tot kruisbesmetting leiden van andere partijen vis, schaal- en schelpdieren. Deze besmettingsroute is niet specifiek voor visproducten en is vergelijkbaar met mogelijke besmetting van andere levensmiddelen. Daarbij gaat het vooral om besmetting met norovirus en hepatitis

A-virus, en mogelijk ook rotavirus. Nabesmetting vindt plaats tijdens de bereiding van producten waarbij onvoldoende persoonlijke hygiëne wordt toegepast door (asymptomatisch¹¹) uitscheidende voedselbereiders. Dit kan vóórkomen tijdens het openen van oesters, het pellen van schaaldieren of bij het bereiden van sushi, sandwiches, salades of andere kant-en-klare maaltijden waarin ook vis, schaal- of schelpdieren verwerkt zijn.

Norovirus

Het norovirus is niet specifiek voor vis en visproducten. Naar schatting 14% van de ziektelast die aan infecties door vis wordt toegeschreven wordt veroorzaakt door norovirus. Daarbij wordt bij slechts een deel van de infecties de bron herkend; persoon-op-persoon transmissie neemt het al snel over waardoor deze secundaire infecties veelal aan andere routes worden toegeschreven. Ook voor norovirus is een deel van infecties die aan vis of visproducten wordt toegeschreven waarschijnlijk veroorzaakt door geïnfecteerde, al dan niet symptotomatische, voedselbereiders.

Norovirus vormt via de visketen vooral een risico door consumptie van schelpdieren, in het bijzonder oesters die over het algemeen rauw worden gegeten. Primaire besmetting van schaaldieren zoals krab en kreeft met norovirus is mogelijk, maar daarvan is niet bekend in welke mate deze transmissieroute bijdraagt aan besmetting. Vissen zijn van nature vrijwel nooit besmet met norovirus, maar nabesmetting tijdens be- en verwerking kan optreden. Door de filterende eigenschappen van tweekleppige weekdieren komt het regelmatig voor dat oesters gelijktijdig met verschillende typen norovirus zijn besmet, waardoor er een kans bestaat op recombinatie in de mens.

Hepatitis A-virus

In een niet-endemisch land als Nederland is de kwetsbare populatie voor hepatitis A virus relatief groot, doordat in de kindertijd geen immuniteit is opgebouwd en een eerste infectie op latere leeftijd een ernstiger ziektebeeld geeft. Hepatitis A-

¹¹ Onder symptomatisch wordt verstaan een besmetting mét ziekteklachten en onder asymptomatisch een besmetting zónder ziekteklachten.

virus, dat verspreid wordt via fecaliën van mensen, vormt vooral een risico door de consumptie van tweekleppige weekdieren en andere filter-voedende schelpdieren die geïmporteerd zijn vanuit hepatitis A-virus-endemische landen. Ook hepatitis A-virus besmetting van schaaldieren is – vooral in endemische landen – mogelijk, maar daarvan is niet bekend in welke mate deze blootstellingsroute bijdraagt aan besmetting. Vissen zijn van nature vrijwel nooit besmet met hepatitis A-virus. Bij hepatitis A-virus is het risico op nabesmetting verhoogd wanneer de voedselbereidende handelingen in endemische landen plaatsvinden. Doordat (asymptomatische) infectie van hepatitis A-virus in Nederland minder frequent speelt is deze transmissie route voor hepatitis A een minder belangrijke rol voor in Nederland bereide visproducten.

Het genoom van het hepatitis A-virus is stabiel waardoor een geografische duiding mogelijk is. De kans op het vinden van een link tussen de humane ziekte en de voedselbron wordt daardoor groter. Daardoor konden specifieke hepatitis A-virussen diverse malen uit bepaalde regio's gekoppeld worden aan internationale voedselgerelateerde uitbraken, waaronder ook uitbraken die veroorzaakt werden door de consumptie van schelpdieren. In Nederland lijkt dit risico niet groot (Figuur 3).

Hepatitis E-virus

Het hepatitis E-virus kent verschillende verschijningsvormen, genotypen. De route voor hepatitis E-virus besmetting van vis, schaal- en schelpdieren verschilt per genotype. Voor genotype 1 en 2 is de route de met humane feces besmet water in de endemische gebieden (Azië, Afrika (genotype 1) en Mexico, West-Afrika (genotype 2)). De mate waarin hepatitis E-virus via nabesmetting, bijvoorbeeld door geïnfecteerde voedselbereiders, in gerechten met vis, schaal- of schelpdieren terecht komen is onbekend. Infecties met deze genotypes van hepatitis E worden alleen bij reizigers aangetroffen die in de endemische gebieden zijn geweest. De blootstelling aan genotype 3 en 4 is vooral via feces van varkens of wild dat water besmet. Genotype 4 komt vooral in Zuid-Oost Azië voor en genotype 3 wereldwijd.

Rotavirus

Rotavirus is vooral bekend als een aan water gerelateerd virus, en niet zozeer als een aan voedsel gerelateerd virus¹². Vissen zijn van nature vrijwel nooit besmet met rotavirus. Op dit moment is er onvoldoende zicht op of rotavirus een relevant gevaar en daaruit volgend risico vormt via in Nederland gekweekte of gevangen schelpdieren. Dit risicobeeld kan anders zijn voor geïmporteerde vis, schaal en schelpdieren. Aangezien voor de vis, schaal- en schelpdierketen de waterkwaliteit een belangrijke rol speelt, is rotavirus in het specifieke geval van deze keten wel te beschouwen als een relevant gevaar voor voedselveiligheid.

Overige virussen

In schaal- en schelpdieren kunnen vooral de virussen enterovirus en adenovirus maar ook astrovirus, Aichi virus en sapovirus voorkomen. In het beperkte aantal (kleine) studies is grote variatie in prevalentie te zien van adenovirus (6-67%) en enterovirus (37 tot 46%) in garnalen, oesters, kokkels of mosselen afkomstig uit India, Spanje, Griekenland, Denemarken, Chili en Nieuw-Zeeland. In Nederland werd in monitoringstudies voor enterovirus 22%, 86% en 5% positief bevonden van respectievelijk platte oesters, Japanse oesters en schelpdieren afkomstig van oesterproductiebedrijven in Nederland. Enterovirus komt voor in garnalen afkomstig uit India en in tweekleppige schelpdieren in Nederland en vormt een relevant gevaar. De vermelding van ziektegevallen naar schaaldieren of schelpdieren als bron van ziekte bij mensen zijn echter schaars. Hierdoor is het momenteel niet goed mogelijk om te bepalen of het gezondheidsrisico verwaarloosbaar is.

Specifieke gezondheidsrisico's door parasieten

De belangrijkste oorzaak van aan de vis, schaal- en schelpdierketen gerelateerde humane parasitaire infecties is de consumptie van rauwe of onvoldoende gegaarde vis, schaal- of schelpdieren. In Nederland leidt vooral blootstelling aan de haringworm (*Anisakis*) door consumptie van rauwe haring tot gezondheidseffecten. In andere delen van de wereld veroorzaken parasieten bij de

¹² WHO/FAO, 2008. Viruses in food: Scientific advice to support risk management activities: meeting report. World Health Organization.

mens gezondheidsschade die uiteen loopt van licht ongemak, zoals bij een vislintworminfectie, tot chronisch en ernstig ziektebeloop, zoals bij een massieve leverbotinfectie. Verhitting is de meest effectieve methode om het risico van parasieten in vis, schaal- en schelpdieren te elimineren. Als dat vanwege beoogde rauwe consumptie niet wenselijk is, is een vriesbehandeling eveneens een acceptabele methode om parasieten af te doden. De Europese wetgever heeft dit onderkend door in hygiënevoorschriften voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong bepalingen op te nemen omtrent koude-behandeling van visserijproducten¹³. De wettelijke verplichting voor exploitanten van levensmiddelbedrijven om rauw te consumeren vis eerst in te vriezen, geldt ook voor vis die bestemd is een behandeling te ondergaan die niet volstaat om wormen met zekerheid af te doden. Nederlandse consumenten kunnen vooral aan parasieten worden blootgesteld door tijdens reizen in endemische gebieden lokale gerechten te consumeren op basis van rauwe vis of uit endemische gebieden ingevoerde vis rauw te eten. Net zoals bij bacteriën en virussen kan nabesmetting plaatsvinden door eencellige darmparasieten, afkomstig van een geïnfecteerde voedselbereider in de keten. Bij parasieten treedt na de vangst van vis, schaal- en schelpdier geen vermeerdering meer op.

Wormen

De fauna van parasitaire wormen¹⁴ in vis is divers en omvat naast rondwormen in mariene- en zoetwatermilieus, ook lintwormen in zoetwater en anadrome¹⁵ vissoorten en zuigwormen in zoet- en in mindere mate in brakwatermilieus. Zeevis herbergt gewoonlijk weinig parasietensoorten die mensen kunnen infecteren. De grootste diversiteit van voor de mens gevaarlijke parasitaire wormen komen voor in zoetwatervis in delen van Zuid-Amerika en Oost- en Zuidoost-Azië. De meeste parasitaire wormen die op mondiale schaal de grootste ziektelast veroorzaken, de zuigwormen, zijn aangepast aan een tropisch klimaat en komen niet in de Nederlandse wateren voor. Bovendien zijn veel zuigwormen

¹³ In verordening (EG) 853/2004 is bepaald dat vis of koppotigen (cephalopoden) bestemd voor rauwe consumptie een vriesbehandeling moeten ondergaan tot ten minste -20 °C gedurende ten minste 24 uur, of tot ten minste -35 °C gedurende ten minste 15 uur in alle delen van het product

¹⁴ Deze wormen staan bekend onder de term helminthen

¹⁵ vis die vanuit zee de rivieren optrekt om te paaien

afhankelijk van de aanwezigheid van specifieke tussengastheren. Zonder die tussengastheren kunnen de infectieuze levenscycli niet worden onderhouden.

De omvang van de import van zoetwatervis uit voor zuigwormen endemische gebieden in Oost- en Zuidoost Azië, waar wereldwijd de hoogste ziektelast voor deze wormen optreedt, is beperkt. Het gaat om ongeveer 0,1% van de totale Nederlandse import van zoetwatervis. Bovendien vormen deze zoetwatervissoorten meestal geen goede basis voor het maken van sushi, omdat in de regel daarvoor kwalitatief hoogwaardige zee- en kweekvis gebruikt wordt.

In kweeksystemen kunnen beheersmaatregelen worden genomen die tot minder diversiteit aan en een gereduceerde aanwezigheid van parasieten in de vis leiden. Atlantische kweekzalm afkomstig uit drijfkooien in zee of tanks aan wal en gevoederd met commercieel mengvoeder heeft een verwaarloosbaar risico om met *Anisakis* geïnfecteerd te raken. Voor alle andere kweekvissoorten zijn echter onvoldoende data beschikbaar om te bepalen welke soorten wel of geen gevaar vormen met betrekking tot de aanwezigheid van parasieten.

Incidenteel worden in Nederland ziektegevallen toegeschreven aan wormen, maar vermoedelijk is er onderdiagnostiek en onderrapportage van helminthen-infecties die voortkomen uit de vis, schaal- en schelpdierketen. De bekende worm-gerelateerde parasitaire gevaren vormen in de Nederlandse situatie een beperkt risico omdat verschillende beheersingsmaatregelen verplicht zijn.

Eencellige darmparasieten

Cryptosporidium en *Giardia* worden regelmatig in schelpdieren aangetroffen maar humane infecties worden zelden of nooit aan de consumptie van schelpdieren gerelateerd terwijl schelpdieren vaak rauw of licht gegaard worden geconsumeerd. Of dit komt doordat transmissie via schelpdieren daadwerkelijk zeldzaam is, of dat medici en epidemiologen schelpdieren slechts zelden als vehiculum voor infectie overwegen of een combinatie van beide, is niet bekend. Het RIVM attribueert beperkte ziektelast van *Cryptosporidium* en *Giardia* aan vis en schelpdieren, ongeveer 2% van de ziektelast wordt aan de visketen toegeschreven.

Toxoplasma

Het RIVM attribueerde in 2017 een toxoplasma ziektelast van 39 DALY aan de consumptie van vis en schelpdieren wat overeenkomt met ongeveer 13% van de

ziektelast die veroorzaakt wordt door vis. De protozo *Toxoplasma* kan in schelpdieren en vis worden aangetroffen, maar de precieze overdracht naar mensen is weinig onderzocht.

Specifieke gezondheidsrisico's door bacteriën

Op vis, schaal- en schelpdieren en producten daarvan gemaakt komt een grote variatie aan bacteriën voor. Wereldwijd zijn *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio* spp., en *Clostridium botulinum* de meest relevante bacteriële pathogenen die ziektegevallen veroorzaken door consumptie van vis, schaal- en schelpdieren. Groei van de bacteriën kan vaak worden voorkomen door gekoelde bewaring. Enkele pathogene bacteriën kunnen echter bij temperaturen onder de 5°C groeien. Naast het beheersen van de koelketen is in deze gevallen aanvullende conservering met andere middelen nodig of moet de houdbaarheidstermijn worden bekort.

Producten die zijn verhit, en waarbij nabesmetting is voorkómen vormen net als voor virussen en parasieten vormen geen risico. Visserijproducten die rauw worden gegeten (inclusief sushi) vormen het grootste risico, met name schelpdieren (tweekleppige weekdieren) en vis (haring). Het risico van consumptie van rauwe schelpdieren (tweekleppige weekdieren) kan worden beperkt door verschillende kiem-reducerende behandelingen.

Salmonella

Salmonella komt op vis, schaal- en schelpdieren terecht door fecale bezoedeling van het aquatisch leefmilieu. Een uitzondering hierop lijkt *Salmonella* Weltevreden (*S. Weltevreden*). Deze wordt geassocieerd met kweekvis uit Zuidoost-Azië. In alle schakels van de keten wordt *Salmonella* aangetroffen, maar ziektegevallen worden met name veroorzaakt door het consumeren van (rauwe) vis. Vis, schaal- en schelpdieren vormen een vehikel van *Salmonella* en zijn geen zoönotisch reservoir. *Salmonella* veroorzaakt relatief veel ziektegevallen ten opzichte van andere microorganismen in de visketen. Ten opzichte van andere routes van de voedsel-gerelateerde salmonellose-uitbraken dragen schaal- en schelpdieren daaraan slechts 1-2% bij. Uitschieter in deze statistieken was de grote uitbraak van *S. Thompson* op gerookte zalm die in 2012 in Nederland plaatsvond. Hoewel het gevaar (*Salmonella*) afkomstig was uit de visketen (procesomgeving), werd

het risico voor de volksgezondheid bepaald door een geïntroduceerde fout in het productieproces. Die fout is niet specifiek voor de visketen.

Salmonella kan niet uitgroeien bij de voorgeschreven bewaartemperatuur in de vis, schaal- en schelpdierketen en wordt door adequate verhitting afgedood. Ziektegevallen ontstaan vooral door consumptie van rauwe of niet goed verhitte producten, of door nabesmetting van verhitte producten.

Listeria

Koel-verse kant-en-klare levensmiddelen zijn een belangrijke bron voor het oplopen van een *Listeria monocytogenes*-infectie. Bewezen ziektegevallen vanuit de vis, schaal- en schelpdierketen worden met name veroorzaakt door gerookte vis. In Nederland zou ook haring een rol kunnen spelen in de waargenomen ziektegevallen. De belangrijkste introductieroute van deze pathogeen in de vis, schaal- en schelpdierketen is (na)besmetting van kant-en-klare visserijproducten tijdens de productie vanuit de productieomgeving. *L. monocytogenes* kan goed standhouden in een productie omgeving, met name omdat *L. monocytogenes* biofilms¹⁶ kan vormen. Deze biofilms zijn lastig te verwijderen en vanuit deze biofilms kan *L. monocytogenes* uitgroeien en het product besmetten.

Producten met een hoge concentratie *L. monocytogenes* veroorzaken de meeste ziektegevallen. Als één van de weinige pathogenen kan *L. monocytogenes* uitgroeien bij koelkasttemperatuur. Deze pathogeen wordt dan niet overgroeid door de natuurlijke bederf-microbiota. Om groei te beperken, is goede koeling in de hele keten noodzakelijk. Dit in combinatie met een niet te lange houdbaarheidstermijn (bepaald op basis van voedselveiligheid) of bijvoorbeeld een beperkte bewaartijd bij de consument.

Vibrio

De belangrijkste voedsel-gerelateerde *Vibrio* soorten zijn *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus* en non-toxigene *V. cholerae*. Vis, schaal- en schelpdieren zijn de enige bronnen die in verband worden gebracht met voedsel-gerelateerde ziektegevallen veroorzaakt door *Vibrio* spp. Relatief warm, bij voorkeur zout- of brakwater is het voornaamste reservoir (besmettingsbron) van *Vibrio* spp.

¹⁶ Een biofilm is een laag microorganismen omgeven door zelfgeproduceerd slijm vastgehecht aan een oppervlak

Schelpdieren zijn frequent besmet, maar ook op schaaldieren en vis worden *Vibrio* spp. aangetroffen. Schelpdieren, met name rauwe oesters, worden soms in verband gebracht met ziektegevallen. Besmetting van vis, schaal- en schelpdieren met *Vibrio* spp. vindt vrijwel altijd plaats vanuit het aquatisch leefmilieu.

In Nederland noch in Europa zijn gegevens beschikbaar over het voorkomen van voedselgerelateerde ziektegevallen veroorzaakt door *Vibrio* spp. Wel worden ziektegevallen in de literatuur beschreven. Geschat wordt dat de incidentie in Nederland laag is. Dit kan veranderen bij toenemende zeewatertemperatuur. Dan neemt de kans op besmetting toe (frequentie en concentratie) van vis, schaal- en schelpdieren en daarmee de kans op infectie.

Door het ontbreken van inzicht in incidentiegegevens is het niet mogelijk de ziektelast veroorzaakt door *Vibrio* spp. in Nederland te bepalen.

Campylobacter

Of *Campylobacter* spp. bijdraagt aan het risico voor de volksgezondheid door de consumptie van vis, schaal- en schelpdierketen is niet duidelijk. *Campylobacter* spp. veroorzaakt voornamelijk sporadische ziektegevallen en in veel mindere mate uitbraken. Deze beide feiten maken het lastig de bron van een *Campylobacter*-infectie te achterhalen dan wel schelpdieren (tweekleppige weekdieren) als bron aan te wijzen met behulp van bronattributiestudies. Toch wordt in de VS op basis van waargenomen uitbraken geschat dat "visserijproducten niet zijnde vis" een relevante rol spelen in de ziektegevallen veroorzaakt door *Campylobacter* spp. Het betreft hier voornamelijk consumptie van rauwe tweekleppige weekdieren.

Tweekleppige weekdieren zouden besmet kunnen raken met *Campylobacter* door fecale bezoedeling van het aquatisch leefmilieu.

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum komt van nature voor op vis (behoort tot de microbiota). *C. botulinum* veroorzaakt bewezen ziektegevallen vanuit de vis, schaal- en schelpdierketen, maar vooral door traditionele zelf-gefermenteerde vis (Alaska) of zelf ingeblikte/geweekte vis. In Nederland komen ziektegevallen nauwelijks voor, maar vis wordt hierbij soms wel als bron genoemd.

Overige bacteriën

Bacteriën die wel voorkomen op vis, schaal- en schelpdieren of waaraan ziektelast is geattribueerd, maar waarvan uit deze risicobeoordeling volgt dat ze vanuit de vis, schaal- en schelpdierketen geen (specifiek) risico voor de volksgezondheid vormen of waarvan onduidelijk is dat ze voedsel-gerelateerde ziektegevallen veroorzaken zijn *Aeromonas* spp., *Plesiomonas shigelloides*, *Arcobacter* spp., *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, pathogene *Escherichia coli* (STEC) en *Yersinia enterocolitica*.

3.2.5 Chemische risico's voor de volksgezondheid in de visketen

In deze risicobeoordeling is een inventarisatie gemaakt van stoffen die wereldwijd vóórkomen in de vis, schaal- en schelpdierketen en die een verhoogd risico voor de volksgezondheid kunnen vormen. Veel van de stoffen in deze risicobeoordeling komen niet alleen voor in de vis, schaal- en schelpdierenketen, maar ook in andere levensmiddelen. Bovendien worden mensen ook via andere routes soms blootgesteld aan dezelfde stoffen, zoals inhalatie of huidcontact. In een aantal gevallen zal daarom bij de risicobeoordeling vooral ingegaan worden op de bijdrage van visconsumptie aan de totale inname van een stof. De ziektelast van blootstelling aan stoffen via visconsumptie is niet nauwkeurig te bepalen vanwege onder meer de (veelal) lange tijdspanne tussen blootstelling en effect, en de blootstelling aan meerdere stoffen tegelijkertijd waardoor het effect van de blootstelling aan een bepaalde stof niet kan worden geschat. Gebruikelijk is dat de risico's van stoffen worden beoordeeld op de mate waarin door blootstelling een gezondheidskundige grenswaarde wordt overschreden. Die grenswaarden worden soms in de blootstelling per dag en per kg lichaamsgewicht uitgedrukt, of per week en per kg lichaamsgewicht, afhankelijk van een bepaalde stofgroep. Of, en in welke mate, een consument mogelijk schadelijke effecten ondervindt van inname van chemische stoffen hangt voor een belangrijk deel af van de gevoeligheid van die consument.

Een aantal belangrijke chemische gevaren wordt geïntroduceerd in het leefmilieu van de vis, schaal- en schelpdieren, waarbij het zowel om natuurlijke stoffen kan gaan, als om milieucontaminanten, met name persistente organische stoffen en zware metalen die in de vis terecht kunnen komen en een gezondheidsrisico voor de consument voortbrengen. Daarnaast worden sommige chemische gevaren geïntroduceerd in de be- en verwerking van vis, schaal- en schelpdieren (zie Figuur 4).

Introductie van chemische stoffen in de visketen

Sommige vissoorten hebben een groot leefgebied en zijn redelijk ongevoelig voor lokale verontreinigingen. Andere vissoorten, en vooral ook schaal- en schelpdieren, hebben een klein leefgebied gedurende (een bepaalde fase van) hun leven. Concentraties van chemische verontreinigingen in die dieren zijn in die gevallen erg afhankelijk van de lokale concentraties van stoffen in het water en de waterbodem. Roofvissen staan boven aan de voedselketen/voedselweb en kunnen door het eten van prooidieren die al verontreinigingen bevatten, hogere concentraties ophopen van zware metalen en persistente milieucontaminanten dan vis, schaal- en schelpdieren lager in de voedselketen. Bovendien hebben oudere vissen meer tijd gehad om persistente stoffen te accumuleren dan kort levende vissen, terwijl in snel groeiende (jonge) vissen kunnen opgehoopte persistente stoffen in bepaalde mate worden verdund door de groei.

Het eiwitgehalte van vis en de samenstelling daarvan zijn vrij constant, terwijl het vetgehalte¹⁷ en de vetsamenstelling sterk kunnen variëren. Periodes van voedselrijkheid, of voedselschaarste, kunnen ervoor zorgen dat extra vetweefsel wordt aangemaakt of juist wordt verloren, wat invloed kan hebben op de concentraties van (met name persistente) vet-oplosbare stoffen in de vis.

Van nature komen zware metalen en ook radioactieve stoffen voor in het water, die kunnen worden opgenomen door de vis en daarin kunnen ophopen. Bovendien worden verschillende zware metalen op grote schaal gebruikt in de industrie en in huishoudelijke apparatuur en worden geloosd in het water. De concentraties van bijvoorbeeld kwik, arseen, cadmium en lood kunnen daardoor regionaal sterk verhoogd zijn in het water.

In het natuurlijk aquatische milieu kunnen giftige stoffen geproduceerd worden door (micro)organismen die vervolgens worden opgenomen door vis, schaal- en schelpdieren. Sommige van deze biotoxinen kunnen zich ophopen (bioaccumuleren) tot concentraties die een groot risico zijn voor de gezondheid van de consument.

Naast natuurlijke stoffen komen ook veel niet-natuurlijke stoffen voor in het aquatisch milieu. Vooral persistente organische stoffen zoals PCB's, dioxinen,

¹⁷ Met 'vette vis' die wordt genoemd in voedingsadviezen wordt het vetgehalte bedoeld van de vis, en niet de olie of het vet waarin de vis wordt bereid voor consumptie.

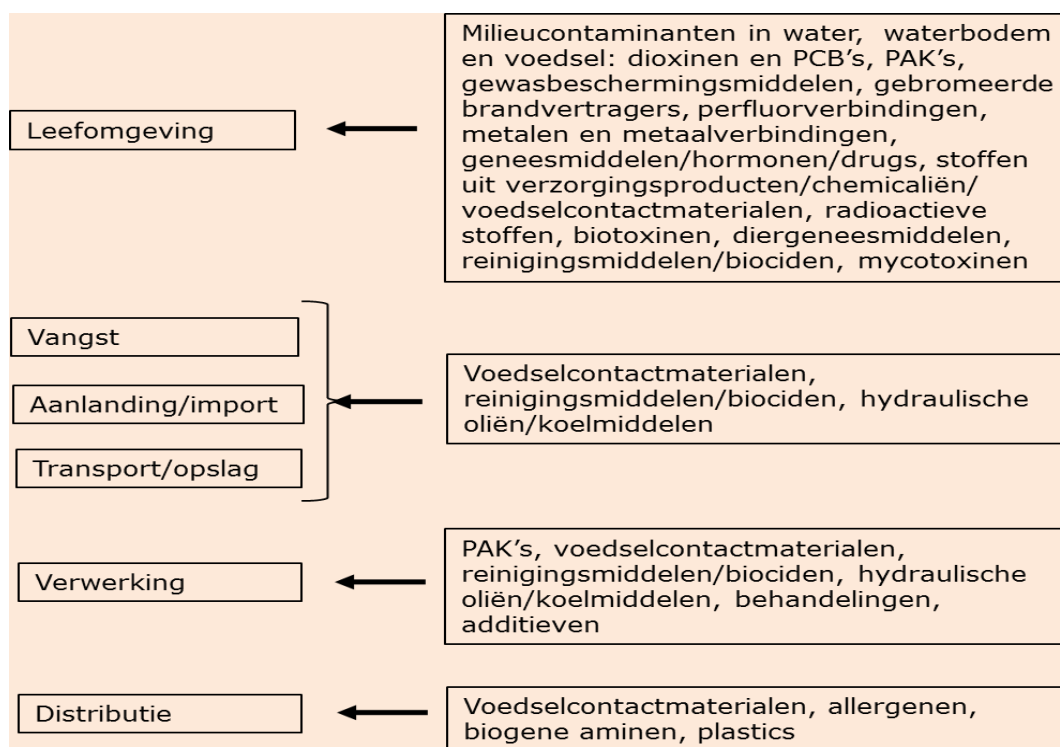
polybroom- en polyfluorverbindingen (met name PFAS, PFOA en PFOS) komen overal op de wereld voor in het water. En al zijn de concentraties laag in het water, vanwege de sterke vetoplosbaarheid kunnen de concentraties in vis hoog worden, en kunnen ze een aanmerkelijk risico vormen voor consumenten van vis. Gebieden in Nederland waarin het sediment ernstig verontreinigd is, worden gezien als hoog-risicogebieden voor zowel ecosysteemeffecten als de voedselveiligheid vanwege de hoge concentraties milieucontaminanten die in vis, schaal- en schelpdieren kunnen voorkomen. Een aantal gebieden met hoge concentraties dioxinen of dioxine-achtige PCB's zijn gesloten voor vangst op paling (aal) en wolhandkrab¹⁸. Er is weinig bekend over concentraties milieuverontreinigingen in commercieel gevangen en verhandelde vis die in sterk vervuilde gebieden gevangen wordt. Gezien het grote aandeel van geïmporteerde visproducten in de Nederlandse consumptie, is het belangrijk dat ook van vangst- en kweekgebieden buiten Nederland de contaminatiegraad bekend is. Maar door het ontbreken van systematisch verzamelde data over de aanwezigheid van contaminanten in vis is een adequate risicobeoordeling van importvis niet goed te maken. Incidenteel laten studies zien dat de mate van vervuiling van groot belang is voor de risico's van de consument. Garnalen die gevangen zijn in verschillende delen van de Westerschelde bevatten sterk verschillende gehalten perfluorverbindingen bij voorbeeld¹⁹.

Ook andere – minder persistente – stoffen zoals (residuen van) gewasbeschermingsmiddelen, kunnen vooral lokaal/regionaal leiden tot hoge blootstelling van vis en schaal- en schelpdieren, bijvoorbeeld door afspoeling van het land in rivieren en kustwateren. Lokaal aanwezige industrie, afvalwaterzuivering of rioolozingen kunnen zorgen voor verhoogde concentraties in het water van bijvoorbeeld drugs, geneesmiddelen en stoffen uit cosmetica. Daarnaast, met name bij kweekvis, kunnen ook nog stoffen doelbewust worden

¹⁸ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040040/2017-10-05>; (Uitvoeringsregeling visserij, artikelen 23b en 28b)

¹⁹ Zwartsen A, Boon PE (2022). Consumptie van producten verontreinigd met PFAS uit de Westerschelde. RIVM Briefrapport 2022-0020. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). <https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0020>.

gebruikt. Daarbij gaat het niet alleen om potentieel risicovolle stoffen uit diervoeders (zoals mycotoxinen), maar ook om diergeneesmiddelen, waaronder antibiotica.



Figuur 4. Verschillende schakels in de vis-, schaal- en schelpdierketen (links), waar verschillende typen chemische stoffen (rechts) geïntroduceerd kunnen worden.

Specifieke chemische risico's uit de leefomgeving van vis

Zware metalen:

Methykwik

Kwik komt van nature voor in het leefmilieu van vis, schaal- en schelpdieren. Daarnaast wordt kwik nog steeds op grote schaal gebruikt in de industrie. Anorganisch kwik (metaal) wordt in het milieu voor een deel omgezet in het veel toxischer methykwik (organometaal). De belangrijkste bronnen van methykwik in de voeding zijn vis en visproducten. Concentraties van kwik (totaal en

methylkwik) in vis zijn vooral hoog in roofvissen; concentraties in andere (kweek)vissoorten en schaal- en schelpdieren zijn beduidend lager. Mensen met een hoge visconsumptie of die specifiek relatief veel roofvissen eten, kunnen de toelaatbare wekelijkse inname (TWI) voor methylkwik overschrijden. Een nadelig gezondheidseffect kan dan niet worden uitgesloten. Het eten van roofvis door zwangere vrouwen vormt een verhoogd risico voor de gezonde ontwikkeling van de ongeborene. De bijdrage van schaal- en schelpdieren aan de totale kwikinname is klein en draagt nauwelijks bij aan mogelijke gezondheidsrisico's van kwik voor de mens. De gerapporteerde concentraties van kwik in kweekvis zijn meestal ook lager dan van vis uit wildvangst. De meeste gerapporteerde concentratiegegevens zijn voor totaal kwik, terwijl informatie over methylkwik belangrijker is omdat dat de meest toxische vorm is.

Anorganisch en organisch arseen

De meeste concentratiegegevens die beschikbaar zijn voor de visketen zijn voor totaal arseen, terwijl informatie over anorganisch arseen belangrijker is omdat dat de meest toxische vorm is.

De geschatte inname van anorganisch arseen voor consumenten in Europa met een gemiddelde en hoge blootstelling ligt op een zodanig niveau dat gezondheidsrisico's niet zijn uit te sluiten. In het algemeen kan de consumptie van (kweek)vis, schaal- en schelpdieren substantieel bijdragen aan de totale arseeninname. Niet bekend is of kweekvis meer of minder anorganisch arseen bevat dan wild gevangen vis.

Cadmium

Met de gemiddelde visconsumptie van de Europese bevolking ligt de inname van cadmium in de buurt van, of overschrijdt in lichte mate, de tolerable weekly intake (TWI). De gemiddelde visconsumptie in Nederland ligt onder het Europese gemiddelde waardoor in Nederland (kweek)vis, schaal- en schelpdieren en hun producten slechts een beperkte bijdrage leveren aan de maximale, veilige inname van cadmium. Met een consumptie die overeenkomt met het advies van de Gezondheidsraad, draagt vis nauwelijks bij aan mogelijke gezondheidsrisico's van cadmium. Uit chemische analyses blijkt dat met name inktvissen af en toe relatief veel cadmium bevatten.

Lood

De gemiddelde inname van de Europese consument van lood ligt op een niveau waarbij gezondheidsrisico's niet zijn uit te sluiten. De bijdrage van (kweek)vis, schaal- en schelpdieren aan de totale loodinnname is echter zeer beperkt en draagt nauwelijks bij aan mogelijke gezondheidsrisico's van lood voor de mens. Lood in vis vormt daardoor een verwaarloosbaar risico voor de volksgezondheid.

Radioactieve stoffen

De concentraties radioactieve stoffen in (kweek)vis en schaal- en schelpdieren vormen geen gezondheidsrisico voor de Nederlandse consument.

Biotoxinen/mariene toxinen

Biotoxinen is een verzamelnaam van verschillende stoffen die schadelijke effecten bij mensen kunnen veroorzaken na blootstelling. Deze stoffen worden vooral geproduceerd door mariene algen (fytoplankton) maar soms ook door bacteriën. De meeste biotoxinen kunnen accumuleren in mariene organismen zoals tweekleppigen en vis. Er zijn ongeveer 70-80 soorten mariene microorganismen die toxinen kunnen produceren. In de Nederlandse wateren komt maar een klein deel van deze soorten voor, maar door import van vis uit andere gebieden zouden ook biotoxine-bevattende vis mee kunnen komen. De toxinen worden ingedeeld op basis van de effecten die ze veroorzaken: verlamrende schelpdiervergiftiging (paralytic shellfish poisoning, PSP), neurotoxische schelpdiervergiftiging (neurotoxic shellfish poisoning, NSP), diarree veroorzakende schelpdiervergiftiging (diarrhoeic shellfish poisoning, DSP) en amnesische schelpdiervergiftiging (amnesic shellfish poisoning, ASP). De frequentie waarmee vergiftigingen met deze toxinen in Nederland optreedt is laag, maar de ziektelast is niet verwaarloosbaar gezien de ernst van de vergiftiging voor de patiënt. Deze ernst hangt af van het soort toxine en de ingenomen hoeveelheid ervan.

In Nederland worden gezondheidsproblemen af en toe veroorzaakt door inname van diarrhoec shellfish poisoning (DSP) toxinen. Het optreden van bloei van toxine producerende algen is moeilijk te voorspellen. Veranderingen in watertemperatuur en andere milieuparameters beïnvloeden de algenbloei en toxineproductie en deze veranderingen kunnen ook leiden tot de introductie van nieuwe toxinen. Er is een toename te verwachten in uitbraken van algenbloei en

de productie van biotoxinen door een toenemende globalisering en klimaatverandering.

Ciguatoxinen zijn endemisch in de tropische en subtropische gebieden van de Stille- en Indische Oceaan en de Caraïbische Zee. Deze toxinen komen ook in Europese wateren voor en vooral in grote vissen zoals zeebaarzen. De kans op vergiftigingen in Nederland is momenteel klein. Het is mogelijk dat kweekvis uit open systemen worden besmet met ciguatoxinen, ook al is hierover vrijwel niets bekend.

Bepaalde mariene toxinen, zoals tetrodotoxine (ook bekend als TTX), worden waarschijnlijk vooral geproduceerd door microorganismen waarna zij zich ophopen in schelpdieren. Deze toxinen in bijvoorbeeld mosselen en oesters kunnen leiden tot ernstige intoxicaties bij de mens. Nederland hanteert de door het EFSA CONTAM-Panel geadviseerde veilige concentratie van 44 µg/kg als norm voor TTX en heeft deze opgenomen in de Beleidsregel Warenwet TTX in levende tweekleppige weekdieren 2022²⁰.

Voor verschillende biotoxinen zijn geen maximum concentraties vastgesteld en bovendien bestaat er soms een discrepantie tussen de huidige maximum concentraties voor biotoxinen in schelpdieren en de door EFSA opgestelde ARfD-waarden (Acute Reference Dose). Dit zijn punten van zorg om de risico's adequaat te beheersen. Dit betreft met name de biotoxinen cyclische iminen, palytoxinen, brevetoxinen en tetrodotoxine.

Cyanobacteriën, ook wel blauwalgen genoemd, komen zowel in zout- als in brak- en zoetwater voor. Ze kunnen toxinen produceren, waaronder microcystinen, nodularinen, cylindrospermopsinen, anatoxinen en saxitoxinen (PSP's).

Microcystinen zijn hepatotoxisch en kunnen ook andere organen en het zenuwstelsel aantasten. Ze zijn een bron van zorg in de zoetwatervisserij.

Anatoxinen en saxitoxinen zijn neurotoxisch. De kans dat deze toxinen in het water komen en vis, schaal- en schelpdieren besmetten, neemt toe door de

²⁰ Beleidsregel van de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport van 10 mei 2022, 3357024-1028239-VGP, houdende het vaststellen van een actielimiet en een limietwaarde voor tetrodotoxine in levende tweekleppige weekdieren (Beleidsregel Warenwet TTX in levende tweekleppige weekdieren 2022); Staatscourant 2022 nr. 13082 18 mei 2022.

wereldwijde klimaatopwarming. Het is onduidelijk hoe groot het risico in Nederland is.

Persistente organische stoffen

Dioxinen en polychloorbifenylen (PCB's)

Met de huidige consumptie van (kweek)vis, schaal- en schelpdieren, en de gehalten aan dioxinen en dioxine-achtige PCB's kan de in 2018 door EFSA opgestelde TWI (tolerable weekly intake, EFSA 2018) als gezondheidkundige grenswaarde overschreden worden waardoor een verhoogd risico voor de gezondheid van de consument niet kan worden uitgesloten. Vis, en vooral roofvis, levert een aanzienlijke bijdrage (56%) aan de inname van dioxinen en dioxine-achtige PCB's. De maximum concentraties voor van dioxinen en dioxine-achtige PCB's in vis worden een enkele keer overschreden. Er worden regelmatig overschrijdingen gezien voor vislever.

De concentraties van dioxinen en PCB's in schaal- en schelpdieren liggen over het algemeen beneden de wettelijke maximum concentratie. Bruin lichaamsvlees van de wolhandkrab bevat echter hoge concentraties dioxinen en PCB's en consumptie hiervan vormt een risico voor de gezondheid van de consument. De concentraties dioxinen en dioxineachtige PCB's in kweekzalm en forel zijn hoger dan in wilde zalm, maar blijven onder de maximum concentratie. Deze hogere concentraties in kweekzalm en forel hangen waarschijnlijk samen met contaminatie van visvoeder met deze stoffen. Met name visvoeder dat is gebaseerd op visolie en vismeel kan dioxinen en PCB's bevatten.

Gebromeerde brandvertragers

Gegevens over het voorkomen en de effecten van een groot aantal nieuwe gebromeerde brandvertragers (zoals polybroomdifenylethers – PDBEs, en hexabroomcyclododecanen-HBCDD) zijn niet of minimaal beschikbaar. Op basis van de beperkt beschikbare data lijkt vette vis hogere concentraties gebromeerde brandvertragers te bevatten dan magere vis. Consumptie van schaal- en schelpdieren draagt nauwelijks bij aan de inname van gebromeerde brandvertragers. De concentraties van PDBEs in kweekzalm zijn hoger dan in wilde zalm. Concentraties van PBDE's in kweekzalm uit Europa zijn hoger dan die van kweekzalm uit Noord-Amerika en Chili en deze verschillen zijn waarschijnlijk gerelateerd aan concentraties in diervoeders die hetzelfde patroon laten zien. Er

worden geen gezondheidseffecten verwacht van inname van de gebromeerde brandvertragers (HBCDD's en PBDE's) uit (kweek)vis of visproducten, schaal- en schelpdieren, maar mogelijk wel risico's voor specifieke PBDE-congeneer, BDE-99.

Perfluorverbindingen

Perfluorooctaansulfonaat (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA) zijn de meest bekende en gereguleerde perfluorverbindingen (PFAS). Op basis van de in 2020 door EFSA afgeleide TWI kan worden geconcludeerd dat de inname van PFOS en PFOA uit vis een risico kunnen vormen voor de gezondheid van de consument. De hoogste bijdrage aan de inname van PFOS uit voedsel is afkomstig van (roof)vis. Vis, schaal- en schelpdieren dragen ook bij aan de inname van PFOA. Informatie over concentraties in Nederland van PFOS en PFOA in schaal- en schelpdieren is beperkt, hoewel uit eerste studies naar de concentraties perfluorverbindingen in vis en visproducten uit Nederlandse wateren bleek dat garnalen zeer hoge concentraties kunnen bevatten in hoog-verontreinigde leefgebieden zoals de Westerschelde²¹. De informatie over concentraties PFOS en PFOA in kweekvis is beperkt maar er zijn aanwijzingen dat de concentraties PFAS in kweekvis mogelijk lager zijn dan in wild gevangen vis.

De informatie over blootstelling en toxiciteit van andere perfluorverbindingen is te beperkt om mogelijke risico's te kunnen beoordelen. Er lijkt een verschuiving plaats te vinden naar het gebruik van PFAS met kortere ketens en perfluoralkylethercarbonzuren (onder andere GenX).

Overige milieucontaminanten

Gewasbeschermingsmiddelen

Voor een klein aantal niet meer toegelaten organochloorgewasbeschermingsmiddelen (DDT, dieldrin, endosulfan) in vis en garnalen uit de Noordzee kan het gezondheidsrisico worden beoordeeld. De aanwezigheid van residuen van deze middelen in vis en garnalen uit de Noordzee

²¹ Zwartsen A, Boon PE (2022). Consumptie van producten verontreinigd met PFAS uit de Westerschelde. RIVM Briefrapport 2022-0020. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). <https://doi.org/10.21945/RIVM-2022-0020>.

vormt geen risico voor de gezondheid van de consument. Er zijn aanwijzingen dat de concentraties organochloorpesticiden (OCP's, gewasbeschermingsmiddelen) in kweekvis hoger kunnen zijn dan in wildvangst. Echter de gezondheidsrisico's voor de mens door inname van organochloorgewasbeschermingsmiddelen in kweekvis, voor zover ze kunnen worden beoordeeld, zijn verwaarloosbaar klein.

Er is weinig informatie over het voorkomen en effecten van andere gewasbeschermingsmiddelen in (kweek)vis schaal- en schelpdieren.

Een groot aantal gewasbeschermingsmiddelen in water overschrijdt de ecologische normen. Dat betekent dat effecten op waterorganismen niet zijn uit te sluiten. Het is niet bekend welke effecten dan optreden hogerop in de voedselketen.

Geneesmiddelen, hormonen en drugs

Geneesmiddelen (voor mens en dier), hormonen en drugs of metabolieten ervan, zijn aangetoond in oppervlaktewater. Geneesmiddelen en hun metabolieten in oppervlaktewater komen vooral voor in de buurt van gemeentelijke waterzuiveringsinstallaties waar effluenten worden geloosd op oppervlaktewater. Sportvissers die altijd in de buurt van dergelijke locaties vissen en de gevangen vis consumeren kunnen aan een hogere dan wenselijke hoeveelheid van een stof worden blootgesteld. Het is niet bekend of beroepsvissers op dergelijke locaties vissen. Verschillende geneesmiddelen zijn geanalyseerd in vis, schaal- en schelpdieren, vooral in tweekleppigen (mosselen) maar de concentraties liggen meestal beneden de LOQ (limit of quantification) of LOD (limit of detection). Dit betekent dat de gevonden waarden niet goed te bepalen zijn omdat ze onder de detectie- of kwantificeringslimiet liggen.

De meeste drugs zijn wateroplosbaar en accumuleren waarschijnlijk niet in (kweek)vis, schaal- en schelpdieren. Hetzelfde geldt voor wateroplosbare geneesmiddelen. Over andere geneesmiddelen en hormonen in vis, schaal- en schelpdieren is onvoldoende bekend.

Kweekvissen kunnen worden behandeld met hormonen, bijvoorbeeld om de groeisnelheid te bevorderen of om tot een enkel geslacht te komen (monosex populaties). Sommige hormonen, bijvoorbeeld steroïden zoals testosteron en progesteron, bioaccumuleren in visweefsel. Het risico voor de gezondheid van de consument wordt in het algemeen klein of verwaarloosbaar geacht na consumptie van met deze steroïden verontreinigde vis.

17 α -ethynylestradiol (EE2) is een synthetisch hormoon, afgeleid van het natuurlijke hormoon oestradiol (E2). EE2 is een oraal bioactief oestrogeen en een van de meest gebruikte geneesmiddelen voor mens en dier. EE2 wordt niet gemakkelijk afgebroken en kan ophopen in sediment en in biota. Het is toxisch voor vele organismen. Er kunnen mogelijk gezondheidsrisico's zijn voor de mens (reductie van vruchtbaarheid en potentieel kanker) door verontreinigd water en verontreinigde aquacultuurproducten (kweekvis). Schadelijke effecten van hormonen op in het water levende organismen kunnen vaak niet worden uitgesloten.

Diergeneesmiddelen en diervoeder

Het toepassen van diergeneesmiddelen is niet van toepassing op vis, schaal- en schelpdieren afkomstig van wildvangst. Het toepassen van diergeneesmiddelen in Europese kweekbedrijven is vastgelegd in wet- en regelgeving. Als de wachttermijnen aangehouden worden voor doding/slacht zijn er in principe geen risico's voor de gezondheid van de consument. Met betrekking tot vis, schaal- en schelpdieren afkomstig van kweekbedrijven buiten Europa is er weinig inzicht in het type en de hoeveelheden antibiotica die worden toegepast in kweekbedrijven. De kweek van garnalen vooral in Zuidoost-Azië is een voorbeeld van intensieve kwekerij waarbij diervoeder (mest als zijnde diervoeder) en diergeneesmiddelen worden toegediend. Deze tropische garnalen worden naar Nederland geïmporteerd en veelvuldig gegeten.

In gesloten recirculatiesystemen wordt het meeste water telkens opnieuw gebruikt en continu gezuiverd en van zuurstof voorzien. Anders dan voor wild gevangen vis, schaal- en schelpdieren kan in de intensieve aquacultuursystemen gebruik worden gemaakt van diergeneesmiddelen en biociden (bijvoorbeeld tegen zeeluis), kan visvoeder worden toegediend dat gecontamineerd kan zijn en kan contaminatie optreden met reinigingsmiddelen die worden gebruikt voor het reinigen van de kweeksystemen.

Ook voor kweekvis geldt dat er weinig inzicht is in het type en de hoeveelheden antibiotica en antiparasitaire middelen die worden toegepast in kweekbedrijven buiten Europa. Er zijn aanwijzingen dat antibioticaconcentraties vrij hoog kunnen zijn; onduidelijk is of dit een gezondheidsrisico is voor de consument.

De KAP-database²² voor de periode 2007-2017 bevat een klein aantal monsters waarin antibiotica werd aangetroffen. Dit betreft nitrofuranen in garnalen en kweekvis.

Malachietgroen en leucomalachietgroen mogen niet worden toegepast in de EU voor consumptievis. RASFF-meldingen en andere (fraude-) onderzoeken laten zien dat deze stoffen toch worden aangetroffen in vis, schaal- en schelpdieren die bestemd zijn voor consumptie op de Europese markt. Bij overschrijding van de actiegrens van 2 µg/kg voor de som van beide stoffen zijn gezondheidsrisico's voor de consument niet uitgesloten. In landen buiten de EU worden mogelijk voor kweekvis en garnalen andere diergeneesmiddelen (antibiotica) toegepast waar geen Europese normen voor zijn opgesteld. Nader onderzoek zal plaats moeten vinden om na te gaan of dit tot risico's voor de volksgezondheid leidt.

Er is weinig bekend over de opname van mycotoxinen in kweekvis uit diervoeders. Er gelden strenge maximum concentraties voor de aanwezigheid van mycotoxinen in diervoeders. Echter, er zijn geen maximum concentraties vastgelegd voor vis en visproducten. Gezien de waarschijnlijk geringe overdracht van mycotoxinen uit visvoeder naar eetbare delen van vis, worden geen gezondheidsrisico's voor de consument verwacht.

Chemische stoffen uit persoonlijke verzorgingsproducten, gebruiks- en verbruiksgoederen, huishoudchemicaliën en voedselcontactmaterialen

Door gebrek aan informatie over stoffen en hun concentraties uit persoonlijke verzorgingsproducten, gebruiks- en verbruiksgoederen en huishoudchemicaliën is het niet mogelijk om de risico's voor de gezondheid van de mens goed te beoordelen. Residuen van deze stoffen in oppervlaktewater komen vooral voor in de buurt van waterzuiveringsinstallaties waar effluenten worden geloosd op oppervlaktewater. Vissen die op die locatie aanwezig zijn of in die omgeving worden gekweekt, kunnen worden verontreinigd. Sportvissers die altijd in de buurt van dergelijke locaties vissen en de gevangen vis consumeren kunnen aan een hogere dan wenselijke hoeveelheid van een stof worden blootgesteld. Of ook commerciële vissers op dergelijke locaties vissen, is niet bekend. Twee

²² KAP is het Kwaliteitsprogramma voor Agrarische Producten en bevat gegevens van residuen in agrarische producten in Nederland.

polycyclische, hydrofobe muskusverbindingen (AHTN en HHCB) zijn regelmatig gevonden in schaal- en schelpdieren.

Specifieke risico's van chemische risico's door de be- en verwerking vis

In deze risicobeoordeling wordt het oneigenlijke/frauduleuze gebruik van stoffen niet meegenomen. Er is geen informatie voorhanden welke reinigingsmiddelen aan boord, op de visafslag en bij de be- en verwerking worden gebruikt.

Aan boord van een aantal schepen (vriestrawlers en garnaal-kookvaartuigen) kunnen behandelingen en toevoegingen van additieven aan vis en/of schaaldieren plaatsvinden. Of er een gezondheidsrisico is voor de consument is onduidelijk.

Binnen de schaal- en schelpdierketen, zoals bij de Hollandse/grijze garnaal speelt soms een aantal additieven een rol, waaronder benzoëzuur/benzoaten (E210-213) voor (gekookte) schaaldieren. Sulfieten (E220-228) worden toegepast als conserveermiddel bij verse, bevroren, diepgevroren en gekookte schaaldieren en koptotigen. Voor schaal- en schelpdieren kan, omdat onvoldoende bekend is hoe vaak en in welke hoeveelheden (niet) toegelaten behandelingen en toevoeging van additieven plaatsvinden, geen risicobeoordeling worden uitgevoerd.

Polycyclische aromatisch koolwaterstoffen (PAK's)

PAK's worden gevormd tijdens het roken van (kweek)vis, schaal- en schelpdieren. De concentraties PAK's in (kweek)vis en schaal- en schelpdieren zijn veel lager wanneer indirecte rookmethoden worden toegepast ten opzichte van directe. Gerookte (kweek)vis, schaal- en schelpdieren kunnen een belangrijke bron van PAK's vormen. De inname van PAK's uit levensmiddelen vormt geen risico voor de gezondheid voor de consument met een gemiddelde consumptie. Echter, regelmatige consumptie van gerookte (kweek)vis, en/of schaal- en schelpdieren en hun producten met hoge concentraties PAK's kan tot een gezondheidsrisico voor de consument leiden. De informatie over effecten en inname van zuurstof- en stikstofhoudende PAK-derivaten is onvoldoende om een risicobeoordeling uit te voeren.

Chemische stoffen uit voedselcontactmaterialen

Migratie van bisfenol-A uit verpakkingsmaterialen lijkt niet tot concentraties in (kweek)vis en schaal- en schelpdieren te leiden die een risico vormen voor de gezondheid van de consument²³.

Reinigingsmiddelen en biociden (ook uit het milieu)

De inname van organotinverbindingen uit vis ligt ver beneden de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) en vormt geen reden tot zorg voor de gezondheid van de consument. De gezondheidsrisico's van de mogelijke aanwezigheid van overige residuen in (kweek)vis en schaal- en schelpdieren zijn niet te beoordelen vanwege het ontbreken van inzicht in zowel het gebruik van deze middelen als de aanwezigheid van residuen in (kweek)vis, schaal- en schelpdieren en visproducten.

Behandelingen en additieven

Het gebruik van excessieve hoeveelheden anti-oxidanten (onder meer door groente extracten) en behandeling met koolmonoxide, kan organoleptische veranderingen en verkleuring van vis, die het gevolg zijn van bijvoorbeeld ongekoelde opslag, maskeren. Om sommige vissoorten, bijvoorbeeld tonijn, een vers uiterlijk te geven wordt er kleurstof van bijvoorbeeld bietensap toegevoegd. Echter, dit leidt niet tot verminderde bacteriegroei of histaminevorming en het gevolg kan zijn dat de consument misleid wordt in de versheid van de vis en kan er door bacteriegroei of histaminevorming een mogelijk risico voor de consument optreden.

Soms worden (niet toegestane) additieven gebruikt in de be- en verwerking van (kweek)vis en visproducten. Of er een gezondheidsrisico is voor de consument is onduidelijk. Binnen de schaal- en schelpdierketen speelt een aantal additieven een rol, waaronder het niet toegestane waterstofperoxide bij ingeblikte schelpdieren en benzoëzuur/benzoaten (E210-213). Gebruik hiervan is bekend bij gekookte schaal- en weekdieren waar ze soms worden toegepast als conserveermiddel voor transport van garnalen naar Marokko waar de garnalen worden gepeld. Ook

²³ In 2022 heeft EFSA echter een nieuwe gezondheidskundige grenswaarde voor bisfenol A voorgesteld die een factor 100.000 lager is dan de huidige maximum concentratie. Mocht een nieuwe maximum concentratie worden aangenomen, zal dat impact hebben op de huidige risicobeoordeling van de visketen.

sulfieten (E220-228) worden soms toegepast als conserveermiddel bij verse, bevroren, diepgevroren en gekookte schaaldieren en koppotigen. Voor schaal- en schelpdieren is, omdat onvoldoende bekend is hoe vaak en in welke hoeveelheden (niet) toegelaten behandelingen en toevoeging van additieven plaatsvinden, een risicobeoordeling niet mogelijk is.

3.2.6. Fysische risico's voor de volksgezondheid in de visketen

In de keel, slokdarm of in het maagdarmkanaal kan letsel ontstaan door het inslikken van scherpe voorwerpen zoals visgraten en stukjes schelp die van nature in vis, schaal- en schelpdieren voorkomen.

In 2016 waren er naar schatting 1500 spoed eisende hulp (SEH)-bezoeken²⁴ na verstikking en/of schade aan organen als gevolg van inname van voedsel, drank of vloeibare levensmiddelen. Gemiddeld over de jaren 2012-2016 ging het bij een verstikking/verslikking waarbij een 'vreemd voorwerp' betrokken was in meer van de helft van de gevallen om een visgraat. In een kwart van de meldingen betrof het een verstikking/verslikking in een botje van vlees of gevogelte. Visgraten vormen voor deze incidenten dus een belangrijke categorie, al is het absolute aantal gemelde gevallen per jaar (ruwweg 150) klein, en de gezondheidseffecten beperkt. Af en toe (enkele keren per jaar) worden vreemde niet-natuurlijk voorwerpen aangetroffen in visproducten zoals stukjes metaal, glas of plastic. De risico's voor de gezondheid worden als zeer klein ingeschat.

Plastics, micro- en nanoplastics²⁵

Plastics kunnen zich ophopen in planten en dieren en op deze manier in de voedselketen van de mens terechtkomen. Grotere plastic stukken kunnen vooral in het maagdarmstelsel terechtkomen, wat grote gevolgen heeft voor de dieren zelf. Voor zover bekend is, zijn grotere plasticdelen (zichtbaar met het blote oog, in de orde grootte van millimeters of groter) nauwelijks een probleem voor de voedselveiligheid. Micro- en nanoplastics kunnen niet met het blote oog worden waargenomen. Inname en accumulatie van microplastics is aangetoond in verschillende vis en schelpdieren (tweekleppigen, zoals mosselen, kokkels en

²⁴ SEH is (de afdeling) spoedeisende hulp

²⁵ De onderbouwing van deze risico'

oesters). Dit geldt ook voor kweekvis gehouden in open- en doorstroomkweeksystemen. Vanwege het ontbreken van voldoende informatie over inname, concentraties en effecten van plasticdeeltjes, kan op dit moment geen risicobeoordeling worden uitgevoerd. Chemische stoffen kunnen adsorberen aan microplastics en waarschijnlijk ook aan nanoplastics. Onduidelijk is welke stoffen adsorberen en wat de risico's hiervan zijn. Over de inname van nanoplastics is weinig bekend. De analytische methoden voor het meten van microplastics moeten worden verbeterd en voor nanoplastics (verder) worden ontwikkeld. Dit geldt ook voor het accuraat meten van nano- en microplastics in andere levensmiddelen.

3.3. Risico's voor het dierenwelzijn en de diergezondheid in de visketen

3.3.1. Inleiding

Aan de wildvangst en kweek van vis en schaaldieren zijn dierenwelzijnsrisico's verbonden. Met dierenwelzijn wordt in deze risicobeoordeling de definitie van de EFSA gebruikt die op zijn beurt afgeleid is van de definitie van Broom (vertaald): *"De toestand waarin het individu verkeert ten gevolge van zijn pogingen om met zijn omgeving om te kunnen gaan"*. Daarbij beschrijft EFSA dat voor gehouden dieren (vertaald) *"het welzijn van een dier goed is wanneer - zoals aangeduid door wetenschappelijk bewijs - het gezond is, comfortabel, goed gevoed, veilig, belangrijke aspecten van natuurlijk gedrag kan uiten, en wanneer het niet lijdt aan een onaangename toestand zoals pijn, angst en 'distress' [negatieve vorm van stress]"*.

Voor de risicobeoordeling van dierenwelzijn is het van belang te achterhalen of dieren bewustzijn en pijnbeleving hebben. Bij vis, schaal- en schelpdieren zijn er meer kennishiaten over dit onderwerp dan bij landbouwhuisdieren. Toch zijn er sterke aanwijzingen – onder andere gestaafd door EFSA - dat vissen een vorm van bewustzijn hebben en pijn ervaren. Voor bepaalde schaaldieren zijn deze aanwijzingen er ook, maar anno 2022 is de wetenschappelijke grond ervan zwak. EFSA heeft geconcludeerd dat tenminste de grootste kreeftachtigen (kreeften, krabben, langoustines (Noorse kreeft), grote garnalen) tot op zekere hoogte bewustzijn hebben en pijn kunnen voelen. BuRO volgt de wetenschappelijke lijn

die pleit vóór het bestaan van een vorm van bewustzijn bij vissen en schaaldieren. Voor vissen en schaaldieren valt dit ook – zij het zeer beperkt - binnen het bestek van de EU en NL wetgeving. Voor schelpdieren (tweekleppige weekdieren), ontbreekt er nog te veel kennis om in deze risicobeoordeling vergaande uitspraken te kunnen doen.

Hoewel de mate van ernst van het dierenwelzijnseffect dus niet altijd helder is, is het wel duidelijk dat de honderdduizenden tonnen geproduceerde vis per jaar vele miljarden organismen betreft. Daarmee is de kans op aantasting van het welzijn van een individueel organisme ruimschoots groter dan de dierenwelzijnsproblematiek van de roodvleessector of van de pluimveesector *[meer lezen over het toezicht op het dierenwelzijn en de diergezondheid, zie IKA Vis, in het bijzonder de informatiebladen – Toezicht op productiebedrijven in aquacultuur Nederland, en – Toezicht op dierenwelzijn bij het doden van paling].*

Bij de beoordeling van risico's voor het dierenwelzijn in de visketen gaat het om elementen als voeding en huisvesting, maar ook bijvoorbeeld verwondingen door ingrepen en dierziekten die een dierenwelzijnslast veroorzaken. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen endemische besmettelijke dierziekten, die min of meer continu dierenwelzijnslast in kweeksystemen kunnen veroorzaken en epidemische dierziekten die in principe niet in Nederland voorkomen, maar bij uitbraken tot ernstige gezondheids- en welzijnsconsequenties kunnen leiden. In tegenstelling tot de endemische ziekten is er voor epidemische ziekten een specifiek wettelijk kader van toepassing, de Europese diergezondheidswet. Voor de risicobeoordeling van het dierenwelzijn en de diergezondheid ontbreken voor vis gangbare richtsnoeren en experimentele data evenals voor de beoordeling van risico's voor de natuur door de visserij. Bovendien kennen de risico's voor dierenwelzijn, en diergezondheid en die van de natuur een grote mate van onzekerheid. BuRO heeft met deze beperkingen toch een risicoclassificatie uitgevoerd en voor zover mogelijk de gangbare wetenschappelijke benadering toegepast zoals die gebruikt wordt in de risicobeoordeling van fysische, chemische en microbiologische gevaren.

3.3.2. Risico's voor het dierenwelzijn in de visketen

Risico's dierenwelzijn wildvangst vis en schaaldier

Alle hier beoordeelde visserijactiviteiten leiden voor de bestudeerde voorbeeldsoorten die van belang zijn voor de Nederlandse visserij en Nederlandse consumptie tot ernstige welzijnsaantasting (bijlage 3.4). Ongeacht vangsttechniek is het vangen en ophalen van vis (haring, schol, tong) een zeer belastende fase zeker in combinatie met het onverdoofd doden bij de vangst. Ondanks het feit dat de technieken per vangstmethode kunnen verschillen, ontstaat er bij vissen ernstige mate van distress, gevolgd door sterfte. Deze stress begint al bij de fase tijdens de vangst waarin de vissen voor de kuil uitzwemmen of als het om bodemvissen gaat uit de bodem worden 'gewekt' door wekkerkettingen of voorheen door pulsen.

In Nederland wordt veel tonijn en kabeljauw geconsumeerd, maar deze wordt niet of minder door Nederlandse vissers bevestigd en zijn daarom uitgesloten van deze risicobeoordeling dierenwelzijn. Voor schaaldieren en (overige) bijvangst (gequoteerde ondermaatse vis, en niet gequoteerde diersoorten) is op basis van de gebruikte gegevens nog een onvolledig beeld van de welzijnsrisico's.

Specifieke welzijnsrisico's demersale visserij

In de demersale visserij (met een vangsttechniek die gebruikt wordt om vissen te vangen die zich begeven in, op of dichtbij de zeebodem) leidt het totale complex aan veranderingen tijdens de vangst en het fysiek omhoog en aan boord halen tot aanzienlijke welzijnsaantasting voor vissen. Vangstactiviteiten veroorzaken aanzienlijke stress, verdrukking en verwonding. De platvissen kunnen bijvoorbeeld gewond raken door de kor met wekkerkettingen.

Aan boord bestaan er hoge welzijnsrisico's door blootstelling aan (zomer) zonlicht en lucht. Dit veroorzaakt (hitte)stress en zuurstofgebrek. Het onverdoofd doden via verwijderen van de ingewanden (strippen/kaken) en in ijs plaatsen, of het levend in ijs plaatsen van de intacte vis leidt tot ernstige aantasting van het dierenwelzijn, zowel qua effect als qua aantallen vissen.

Naar verwachting zijn de welzijnsrisico's voor schaaldieren in het algemeen minder groot dan voor vissen, doordat zij een beschermend exoskelet bezitten en beter bestand zijn tegen blootstelling aan de lucht. Voor deze diergroep bestaan wel grote welzijnsrisico's door het verwijderen van een schaar bij krabben (wat verboden is) of, indien levend opgeslagen, het koelen tijdens die opslag. In de

fase erna – het levend transporteren, opslaan en doden – zijn de welzijnsrisico's voor schaaldieren niet goed in beeld. Het is onduidelijk hoe lang ze in leven blijven na de wildvangst, wat het effect is van (langdurige) voederonthouding in die periode en in hoeverre blootstelling aan potentiële gevaren plaatsvindt. De fase van het doden veroorzaakt een aanzienlijke welzijnsaantasting door het ontbreken van een geschikte verdovingsmethode.

Specifieke welzijnsrisico's pelagische visserij

De pelagische visserij, op haring bijvoorbeeld, (met een vangstechniek om vissoorten te vangen die zich in het midden van de waterkolom bevinden en in grote scholen bijeen zwemmen, zoals met trawlnetten) heeft een veel groter volume (aantallen individuen) dan de demersale en passieve visserij (boomkor en staand want).

Ook de pelagische visserij leidt voor de vissen tot serieuze welzijnsaantasting door het totale complex aan veranderingen tijdens de vangst en het fysiek omhoog en aan boord halen. Dit veroorzaakt aanzienlijke stress. Specifiek voor de haring (vergeleken met tong, schol en schaaldieren) kan door het drukverschil de zwemblaas knappen bij het omhoog halen.

De meest belastende fase specifiek voor de haring is de periode waarin ze in grote aantallen in Refrigerated Sea Water (RSW) tanks opgeslagen zijn. In deze RSW tanks ontstaat zuurstofgebrek en voedselgebrek, waardoor de vissen ernstige stress ervaren en naar inschatting gaat het merendeel van de haring dood voordat ze in de platen gevrozen worden. De haring die nog wel levend (en intact) ingevroren wordt ervaart waarschijnlijk ernstige welzijnsaantasting. RSW tanks waarbij de haring naar de tank gepompt wordt, hebben als voordeel dat vissen waarschijnlijk minder beschadigen tijdens het aan boord halen, doordat ze niet boven het water gehesen worden.

Specifieke welzijnsrisico's passieve visserij

Voor tong en kreeft, gevangen met een staand want, is het gefixeerd vastzitten in het net en het daarmee gepaard gaande verzet van het dier een groot welzijnsrisico door ernstige stress en uitputting. Vastzittende dieren kunnen bovendien aangevreten worden door vogels en andere dieren als ze in het net zitten. Maar de meest belangrijke welzijnsrisico's bestaan op het moment dat de tong onverdoofd gedood wordt. De gebruikte methoden – strippen en in ijs

plaatsen of intact in ijs plaatsen - zijn alle een ernstige inbreuk op het welzijn. Het intact op ijs plaatsen is het meest belastend voor de gevangen vis, omdat het kreeften worden in minder grote getalen gevangen dan vis. Net als bij de schaaldieren gevangen door de demersale (kotter) visserij zijn ook voor de kreeft de welzijnsrisico's in de periode van opslag, transport en verdoven/doden nog onvoldoende onderzocht.

Specifieke risico's dierenwelzijn kweekvis

Generieke welzijnsrisico's komen voor in zowel (Nederlandse) gesloten als (internationale) open systemen voor kweekvis. Ook voor het beoordelen van welzijnsrisico's van kweekvis is gekozen voor een aantal voorbeeldsoorten die voor Nederland van belang zijn in het kader van kweek en/of consumptie in Nederland. Veel van de potentiële risico's voor het welzijn van kweekvis hebben een relatie met gezondheid en huisvesting. Belangrijke notie hierbij is dat voeding (denk aan benadering vanuit specifieke voedingsstoffen) en normaal gedrag (denk aan gevaren als hoge of lage dierdichtheden, maar ook meer fundamenteel aan kennis over eventuele emoties) in relatie tot welzijn bij kweekvis nog relatief onontgonnen terrein zijn vergeleken met diergezondheid en huisvesting van landbouwhuisdieren en daarom wellicht onderbelicht en ondergewaardeerd zijn.

Voor veel van de geïdentificeerde gevaren wordt de welzijnsimpact als hoog geschat, de combinatie van ernst en duur is (zeer) belastend voor individuele dieren. Tegelijkertijd is ook de prevalentie van welzijnsconsequenties vaak hoog tot zeer hoog geschat als de dieren daadwerkelijk blootgesteld zijn aan de geïdentificeerde gevaren; ofwel het merendeel van de populatie heeft er last van als gevaren werkelijk voorkomen. Het gaat hierbij om expert schattingen omdat werkelijke prevalenties onbekend zijn. Hieronder zijn alleen de risico's beschreven die een hoog geschat welzijnseffect hebben (combinatie van welzijnsimpact en theoretische prevalentie van welzijnsconsequenties) en waar naar schatting ook een groot deel van de kweekvissen aan (de gevaren) blootgesteld worden.

Belangrijke generieke welzijnsrisico's zijn inadequate 'vaste' huisvestingskenmerken (zoals geen schuil- en rust mogelijkheid) en 'variabele' huisvestingskenmerken als waterkwaliteit en -temperatuur, en een inadequate voedersamenstelling (het voeder is niet afgestemd op de gehouden vissoort of de productiefase waarin de vis zich bevindt). De voornoemde risico's hebben

welzijnsconsequenties voor de vis, zoals (chronische) stress, lichamelijke misvormingen, (weefsel)schade, verminderde weerstand waardoor ziekten ontstaan en voortijdige sterfte.

Veel kweekvissen worden lang blootgesteld aan deze risico's. De voornaamste risicoperiode (duur van de blootstelling) is voor de meeste kweekvis de opkweekperiode tot marktwaardige vis (3 maanden – 2 jaar).

Vissen die worden gehouden in een kwekerij, worden aan het einde van de fry/pootvis fase meestal getransporteerd naar de opkweek. Daar groeien ze op tot ze geschikt (marktwaardig) zijn voor consumptie. De transporten voorafgaand aan de slacht, zijn bezien vanuit een heel vissenleven relatief kort. Het betreft echter wel de gehele populatie gekweekte vissen, waardoor het relatieve belang van transport voor het dierenwelzijnsrisico groot is. Belangrijke welzijnsrisico's specifiek tijdens transport zijn het onvoldoende onthouden van voeder voorafgaand aan het transport, de waterkwaliteit en -temperatuur tijdens het transport, te hoge visdichtheden, en trillingen en geluidsdruk. Deze welzijnsrisico's brengen consequenties zoals stress, irritatie van de huid en/of kieuwen, (weefsel)schade, vermoeidheid en vervroegde sterfte met zich mee.

Voor ouderdieren is op basis van de gebruikte gegevens een onvolledig beeld van de welzijnsrisico's met name rondom huisvesting. Een belangrijk welzijnsrisico voor deze groep, ongeacht het systeem, is wanneer voor de onbruikbare ouderdieren – die niet naar een slachtplaats gaan - geen effectieve verdooving-/dodingstechniek wordt toegepast.

Doden en verwerken van vissen is een welzijnsrisico voor dieren uit zowel de gesloten als de open systemen. Dit heeft welzijnsconsequenties zoals stress, loslating van de slijmlaag op de huid, (weefsel)schade en ernstig lijden tot gevolg. Echter de wijze waarop de dieren verdoofd dan wel gedood worden verschilt per systeem of vissoort. Wereldwijd wordt 96-97% van alle kweekvis onverdoofd geslacht.

Specifieke welzijnsrisico's voor kweekvis in een gesloten systeem

De Nederlandse aquacultuur van kweekvis bestaat hoofdzakelijk uit recirculatie systemen (RAS). Daarin worden voornamelijk de Afrikaanse en Claresse meerval (meeste kg) en paling (grootste aantal vis) opgekweekt.

Meerval

Meervallen worden relatief beperkt aan ziekteverwekkers blootgesteld doordat ze in een voor de buitenwereld afgesloten omgeving gehuisvest worden (RAS). Bovendien is de meerval over het algemeen een relatief robuuste vis; hij is weinig bevattelijk voor ziekten. Desondanks zijn de volgende ziekteverwekkers wel een welzijnsrisico voor meervallen indien ze in een RAS systeem komen: de bacteriën *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare* en *Mycobacterium marinum* (*fortuitum*). Door deze ziekteverwekkers ontstaan welzijnsconsequenties zoals rafelige vinnen, jeuk, (weefsel)schade, vermagering en voortijdige sterfte.

Andere welzijnsrisico's specifiek voor de meerval zijn te vinden voor de marktwaardige vis op de slachtplaats. Meervallen worden (in grote aantallen, dicht op elkaar) in opslagtanks geplaatst waardoor de waterkwaliteit (zuurgraad, zuurstof, koolzuur, ammonia) en temperatuur van belang blijven voor een goed welzijn tot aan het slachten. Consequenties voor het welzijn, als deze parameters niet optimaal zijn, zijn bijvoorbeeld stress, irritatie van huid en kieuwen, verhoogde kieuwslagfrequentie en voortijdige sterfte. Onduidelijk is echter hoe vaak er een slechte waterkwaliteit (met name door vervuiling) is op de slachtplaats.

In Nederland -wordt ongeveer de helft (~40-60%) van de meervallen onverdoofd gedood door ze in ijs of ijswater te plaatsen (de rest wordt verdoofd). Dit onverdoofd doden leidt tot loslating van de slijm laag op de huid en ernstige stress.

Paling

Op dit moment is geen volledige inschatting van de welzijnsrisico's voor Nederlandse paling mogelijk. Belangrijke welzijnsrisico's die op dit moment in beeld zijn betreffen ziekten en het slachten en daarnaast potentieel ook de wildvangst en transport van de glasaal (jonge paling).

Voor de paling in de opkweek (RAS) zijn de ziekteverwekkers met een groot welzijnsrisico naar verwachting de kieuwworm (*Pseudo*) *dactylogyru*s (parasiet), het *Herpesvirus anguilla*, infecties met *Vibrio vulnificus* en *Aeromonas spp* (bacteriën). Consequenties voor het welzijn zijn bijvoorbeeld verminderde voederopname, bloedingen, verwondingen en voortijdige sterfte.

Wildvangst van glasalen is nodig om paling op te kunnen kweken tot een marktwaardige vis. Het welzijnseffect op de glasalen door ze in het wild te vangen en te transporteren en vervolgens in een kunstmatige maar wel gecontroleerde omgeving (RAS-systeem) te plaatsen is onbekend.

Marktwaardige paling op de slachtplaats moet (sinds 1 juli 2018 verplicht) worden verdoofd en bij ~75% van de geïnspecteerde bedrijven (2018-2019) waar paling gedood werd was een verdovingsapparaat aanwezig. Indien verdoving niet – of niet zorgvuldig – gedaan wordt is dit een welzijnsrisico vanwege het gebruik van een zoutbad nadien; dit leidt tot ernstige pijn en stress indien onverdoofd. De omvang van dit welzijnsrisico was in de periode 2018-2019 onvoldoende in beeld, doordat alleen toegezien werd op de aanwezigheid van het apparaat.

Specifieke welzijnsrisico's voor kweekvis in open systemen

Consumptievis gekweekt in het buitenland wordt vooral (dus het grootste deel van de import) in open kweeksystemen gehouden waarbij het systeem in verbinding staat met omgevingswater (natuurlijke aanvoer of via een aanvoersysteem) en vaak ook in de open lucht. Door dit open karakter van het systeem ontstaan er voor de hierin gehouden en beoordeelde kweekvis grote welzijnsrisico's als gevolg van de mogelijk suboptimale waterkwaliteit en temperatuur. Dit vanwege de beperkte controleerbaarheid. Daarnaast is er mogelijk ook sprake van continue dreiging van predatie (met name vogels). Vanwege de beperkte mogelijkheid voor gehouden vis om te ontkomen vloeit daar chronische stress en mogelijk ook (weefsel)schade en voortijdige sterfte uit voort. Dierenwelzijnsrisico's voor de Afrikaanse meerval in een meer gecontroleerd gesloten RAS systeem of de Nijltilapia in een doorstroomsysteem/flow-through systeem wordt kleiner ingeschat.

Pangasius

Voor pangasius, die gehouden wordt in een vijver met doorstroming vormen parasieten, bacteriën en virussen de grootste en meeste welzijnsrisico's. Noot hierbij is dat er inmiddels vaccins toegepast worden (persoonlijke communicatie WLR), maar gedetailleerde informatie ontbreekt echter (in 2019) bij BuRO. Als geen vaccins toegepast worden zijn de parasieten *Icthyophthirius multifiliis* en *Hexamita* en de bacteriën *Flavobacterium columnare*, *Aeromonas hydrophila* en *Vibrio anguillarum* en het 'channel catfish virus' (CCV) de belangrijkste gevaren voor pangasius. Maar ook diverse andere geïdentificeerde ziekteverwekkers geven

een groot welzijnsrisico bij de pangasius. Consequenties voor het welzijn variëren van bleek zien en kleine verwondingen tot aan chronische weefselschade en voortijdige sterfte (met veel welzijnsconsequenties daar tussenin). Vooral de zeer jonge pangasius (fry/pootvis) is wat minder robuust vergeleken met ouderdieren en vissen in de opkweek; het welzijns effect is hierdoor hoger geschat.

De marktwaardige pangasius wordt zonder verdoving gedood door verbloeding. Dit is een groot welzijnsrisico en leidt tot loslating van de slijm laag en ernstig lijden.

Nijltilapia

Belangrijke welzijnsrisico's voor de Nijltilapia zijn de parasiet *Hexamita* en de bacteriën *Mycobacterium marinum (fortuitum)* en *Francisella noatunensis*. Deze ziekteverwekkers hebben consequenties voor het welzijn zoals een verminderde voederopname, diarree, wonden, uitputting en voortijdige sterfte. Bij deze vissoort ervaart de zeer jonge vis (fry/pootvis) relatief het hoogste effect op het welzijn; de oudere vis lijkt wat robuuster.

Voor mannelijke Nijltilapia geldt een ingreep als het verwijderen van de bovenkaak in het kader van de voortplanting als een serieuze welzijnsaantasting. Het leidt tot gedragsbeperking en chronische stress. Het is onduidelijk hoeveel mannelijke dieren (in Nederland en daarbuiten) deze ingreep ondergaan en daarmee is het onduidelijk hoe groot het welzijnsrisico voor de gehele (mannelijke) populatie is. In 2019 wordt Nijltilapia in Nederland alleen voor broed/fok gehouden, de opkweek/het mesten vindt plaats in het buitenland.

De marktwaardige Nijltilapia wordt zonder verdoving gedood door ze intact in ijs of ijswater te plaatsen. De temperatuurschok leidt tot een loslatende slijm laag en ernstige stress.

Atlantische Zalm (*Salmo salar*)

Met name de Atlantische zalm (veel geconsumeerd door Nederlanders) gehouden in Noorwegen (grote producent) is veelvuldig onderwerp van onderzoek, ook op het gebied van welzijn. Blootstelling aan diverse gevaren blijft echter moeilijk te schatten.

Voor de zalm zijn welzijnsrisico's door virussen naar verwachting groot door het ontbreken van effectieve vaccins tegen een aantal virussen. Naar schatting gaat

het hierbij vooral om het Salmon gill poxvirus disease (SGPVD) (blootstelling is onduidelijk, maar geeft hoge sterfte), Infectieuze pancreatische necrose (IPN) virus (is wel afnemend in blootstelling, maar induceert hoge sterfte) en het Salmonid alphavirus (SAV/SPDV/PD). Het infectieuze Salmon anaemia virus (ISAV) en het Piscine orthoreo virus (PRV/HSMI) zijn belangrijke virussen die het welzijn van de vis kunnen schaden en blootstelling is mogelijk toenemend dan wel nu (2019) al hoog. De beschreven virussen zijn niet humaan pathogeen, maar leiden bij de zalm wel tot uiteenlopende welzijnsconsequenties zoals problemen met de kieuwen (ademhaling), bloedarmoede, verminderde eetlust en sterfte.

Daarnaast zijn er grote welzijnsrisico voor de zalm, door de pseudoschimmel *Saprolegnia spp.* (infectieus voor zoetwaterstadium van de zalm), de parasiet zeeluis, de bacteriën (waarvan *Moritella viscosa* de belangrijkste is) die winter ulcer veroorzaken, en *Yersinia ruckeri* en *Flavobacterium psychrophilum*. Voor zeeluis is de afgelopen jaren veel inzet geweest om infestatie (de langdurige aanwezigheid van dierlijke ectoparasieten op en in het oppervlak van organismen, terwijl ze niet in diepere weefsels terechtkomen) tegen te gaan, maar het welzijnsrisico is niet volledig verdwenen, omdat er sprake is van resistentie bij de zeeluis tegen de toegepaste bestrijdingsmiddelen. Daarom wordt er meer ingezet op biologische bestrijding middels de 'cleaner fish'. Voor de schimmel *Saprolegnia spp.* is geen goede behandeling mogelijk door het verbod op malachiet groen. De voornoemde pseudoschimmel en parasiet veroorzaken onder andere weefselschade, verminderde weerstand tegen ziekten, verstikking en sterfte. De bacteriën geven problemen met bijvoorbeeld bloedvergiftiging, zweren en kunnen ook leiden tot sterfte.

Voor de Atlantische zalm is het gebruikelijk (verplicht in Noorwegen, maar elders ook toegepast) dat deze eerst verdoofd wordt en dan pas geslacht.

3.3.3. Diergezondheidsrisico's (besmettelijke dierziekten) in de vis, schaal- en schelpdierketen

Nederland kent geen actieve visziekte-monitoring waardoor een systematisch beeld van visziekten ontbreekt. De aanwezige kennis van de aanwezigheid van visziekten in binnenwateren, viskweek inbegrepen, is daarom beperkt en gebaseerd op inzendingen voor diagnostiek bij het visziektenlaboratorium van

Wageningen Bioveterinary Research (WBVR). Twee keer per jaar, in het voorjaar en het najaar, verricht WBVR monitoring op meldingsplichtige schelpdierziekten in de Grevelingen en Oosterschelde.

Hieronder wordt een schets van de bestaande diergezondheidssituatie van consumptievissen in de Nederlandse wateren, de viskweek inbegrepen en een schets van opduikende vis-, schaal- en schelpdierziekten gegeven.

Introductieroutes

Meer dan de landgebonden veehouderij is de aquacultuur gevoelig voor de introductie van besmettelijke ziekten. Hoge bezettingsgraden bij de kweek van vis, schaal- of schelpdieren kunnen, als die gepaard gaan met een slechte bedrijfsvoering, leiden tot stress bij de dieren met een aantasting van de immuunfunctie tot gevolg. Hierdoor neemt het risico op introductie en verspreiding van infecties toe. Bovendien staan sommige kweeksystemen in open verbinding met natuurlijke wateren. Een belangrijke bijkomende factor is dat aquatische milieus een hogere connectiviteit hebben dan terrestrische. Door transport en handel in geïnfecteerde levende waterdieren en producten (viseieren), besmette visserijproducten of materiaal en de aanwezigheid van reservoirs in het milieu kunnen pathogenen in nieuwe regio's worden geïntroduceerd en met immunologisch naïeve populaties in contact komen. Een voorbeeld hiervoor is de introductie in de Europese palingpopulatie van de zwemblaasworm (*Anguillicola crassus*) door levende import van Aziatische paling. Evolutie van pathogenen kan leiden tot een verhoogd ziekmakend vermogen, zoals mogelijk gebeurd bij het infectieuze zalmanemie (ISA) virus dat tenminste twee keer uit een niet ziekmakende wilde voorloper is geëvolueerd.

Nederlandse situatie

In Nederland komen van nature verschillende visziekten voor (bijlage 3.4).

Van de in de Europese Diergezondheidswet genoemde besmettelijke ziekten bij vis, schaal- of schelpdieren is ISA (infectieuze zalmanemie) nog nooit in Nederland aangetoond bij de hiervoor gevoelige vissoorten (zoals de zeeforel). Virale hemorrhagische septikemie (VHS) en Infectieuze hematopoïetische necrose (IHN) hebben sporadisch tot uitbraken in Nederlandse forelkwekerijen geleid. In 2009 was er in Nederland aan Koi herpes virus (KHV) gerelateerde sterfte bij

karpers in open wateren, waarschijnlijk als gevolg van ontsnapping van het virus uit koivijvers van particulieren.

Bonamia ostreae, een parasiet van tweekleppigen in de Grevelingen en Oosterschelde, werd voor het eerst in 1980 in Nederlandse wateren aangetoond. Sindsdien is een deel van de Nederlandse platte oesterpopulatie met de parasiet geïnfecteerd. *Marteilia refringens* is sinds de 70er jaren niet meer in Nederland waargenomen.

Sinds de eerste beschrijving van de blauwband (*Pseudorasbora parva*), een karperachtige vis, in Nederland in 1992 is een gestage uitbreiding van het areaal van deze soort waargenomen. Het probleem is dat de blauwband drager is van *Sphaerothecum destruens*, een schimmelachtige parasiet van vissen, zonder dat die daar zelf ziek van wordt. Introductie van deze parasiet in populaties zalm- en karperachtigen kan tot aanzienlijke sterfte en afname van de populatiegrootte leiden.

Sinds 2008 zorgt een nieuw genotype van het oester herpesvirus (OsHV-1), het OsHV-1 μ Var (lees: micro variant), voor problemen bij Japanse oesters. In 2012 werd OsHV-1 μ Var ook bij jonge Japanse oesters op oesterbanken in de Nederlandse Waddenzee aangetoond.

3.4 Risico's voor de natuur in de visketen

De wildvangst en kweek van vis, schaal- en schelpdieren brengt risico's met zich mee voor de natuur (bijlage 3.5). Enerzijds gaat het om schadelijke effecten voor de natuurlijke leefomgeving waarin deze dieren leven, en onderdeel zijn van hun aquatische ecosystemen. De ecologische waarde van natuur kan worden bedreigd door de visserij waarbij de bescherming van soorten, biodiversiteit, ecosystemen en gebieden in het geding is. Anderzijds gaat het om de (economische) functies die de natuur voor mensen vervult: de ecosystemendiensten, waartoe de visserij behoort. Deze natuurwaarde voor ecosystemendiensten is primair gericht op het duurzaam laten voortbestaan van de visserij.

Zowel de ecologische- als de natuurwaarde voor ecosystemendiensten staan onder druk van visserij-activiteiten, bijvoorbeeld door overbevissing, geluidhinder of de introductie van uitheemse soorten (exoten). Het Planbureau voor de Leefomgeving spreekt van 'drukfactoren' die invloed hebben op de toestand van

de natuur: als veranderingen sterk een bepaalde kant op 'drukken', dan kan dat leiden tot verlies aan natuurwaarden. De visketen kent een diversiteit aan visserij methoden- en -technieken die in verschillende aquatische ecosystemen en aquaculturen worden toegepast, ieder met eigen risico's. De zeevisserij veroorzaakt grote druk door overbevissing, bijvangst en bodemberoering. De kustvisserij, die plaatsvindt in de Deltawateren en de Waddenzee veroorzaakt ook deze druk, maar op kleinere schaal. In de binnenvisserij leidt overbevissing van oudsher tot een niet-duurzame situatie. Bij de schelpdiervisserij liggen de grootste risico's bij bodemberoering en de introductie van invasieve exotische organismen. De schaaldiervisserij veroorzaakt risico's op meerdere terreinen, en de aquacultuur (kweekvis) levert een bijdrage aan overbevissing door wildvangst van het daarvoor benodigde voedsel. In alle deelketens is de introductie en verspreiding van (mogelijk invasieve) exoten een risico waar meer onderzoek naar gedaan moet worden. Tot slot zijn er verschillende onderwerpen waar anders dan op onderdelen en anekdotisch beschikbaar hebben van gegevens, het niet mogelijk is de effecten van de visserij op natuur in totaliteit in beeld te brengen.

Tabel 1: Samenvatting risicobeeld deelketens op de verschillende drukfactoren

Drukfactor	Zee-visserij	Kust-visserij	Binnen-visserij	Schelp-dieren	Schaal-dieren	Aqua-cultuur	Sport-visserij
Overbevissing							*
Bijvangst en discards						Nvt	Nvt
Bodemberoering			Nvt			Nvt	Nvt
Elektrische stimulatie		Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Onderwatergeluid/sonar					Nvt	Nvt	Nvt
Rustverstoring						Nvt	Nvt
Exoten							

	= (mogelijk) risico's
	= verwaarloosbare risico's
	= onvoldoende gegevens voor een oordeel
Nvt	= niet van toepassing

Informatie over het toezicht op de risico's op het gebied van natuur kan worden verkregen uit de IKA Vis, in het bijzonder de informatiebladen -Toezicht op de kust- en binnenvisserij, - Toezicht op vangst zeevisserij, - Toezicht op de IUU visserij, - Visgebieden met een bijzondere status, - Toezicht op schubvisserij

IJsselmeer, Markermeer en IJmeer, - Toezicht op vangst paling beroepsvisserij Nederlandse wateren in gesloten gebieden, - Toezicht op aanvoer en tracering van vis bij afslag en handel, - Toezicht op de aanlanden van vis in Nederlandse havens, - Aanlanding en verkoop van vis in havens, - Aanlandplicht en hoeveelheid teruggeworpen vis, - Toezicht op motorvermogen Nederlandse visserijvaartuigen.

Specifieke risico's van overbevissing

Op het moment dat er meer wordt geoogst dan het natuurlijk systeem produceert, vindt roofbouw plaats op de natuur: overbevissing. In de vorige eeuw leidde overbevissing zowel op zee als in binnenwateren tot het verdwijnen van soorten die commercieel werden bevestigd. Het Europees visserijbeleid heeft beperkingen opgelegd aan de visserij, om ook in de toekomst duurzaam te kunnen vissen. Een centrale rol is weggelegd voor de schattingen van gequoteerde visbestanden door de International Committee for Exploration of the Seas (ICES).

Overbevissing kan zich uiten in het verdwijnen van populaties of in de verandering van samenstelling en opbouw ervan (bijvoorbeeld leeftijdsklasse), waardoor een populatie zich minder goed kan herstellen, bijvoorbeeld als grote vissen worden weggevangen en alleen de kleine overblijven. Effecten op één soort kunnen via interacties in de aquatische ecosystemen effecten teweegbrengen aan andere soorten. Kleine veranderingen kunnen in een ecosysteem leiden tot een cascade van gevolgen zoals het uitsterven van predatoren of het toenemen van prooidieren of concurrenten. Ook kan het resultaat zijn dat een populatie die tijdelijk overbevestigd is zich niet goed kan herstellen. Het is moeilijk om te beoordelen hoe duurzaam de zeevisserij is geworden. Verschillende modelberekeningen van bijvoorbeeld ICES en Wageningen Marine Research (WMR) komen – binnen verschillende referentiekaders - tot verschillende conclusies. Ondanks de onduidelijkheid over de modellen blijkt dat sommige visbestanden zich hebben hersteld, dat andere visbestanden nog niet op peil zijn en dat weer andere zich langdurig op de grens van herstel/verdere afname bevinden. Daarmee is de dreiging van overbevissing door de zeevisserij nog altijd reëel. Dat veroorzaakt risico's voor zowel de ecosystemedienst visserij als voor de ecologische waarde van natuur.

De kustvisserij is door overbevissing en daardoor vermindering van aantallen vis in het verleden noodgedwongen al beperkt geworden. BuRO schat in dat in de huidige situatie het additionele risico van overbevissing door kustvisserij verwaarloosbaar is.

De binnenvisserij heeft een lange geschiedenis van overbevissing en omschakelen op nieuwe soorten. Naast de visserij zijn er ook andere factoren die drukken op de vispopulaties, zoals de inrichting van watersystemen, barrières voor vismigratie en veranderende waterkwaliteit. Ook het uitzetten van vis heeft effect op de vispopulaties. In de huidige situatie staan de commerciële (schub)visbestanden (zoals brasem, baars, snoekbaars, blankvoorn) en de paling onder grote druk. Hier kan niet worden gesproken van een duurzame visserij, ondanks de al genomen maatregelen, zoals vangstreductie van bepaalde schubvissen en het aalbeheer-plan.

Vangstbeheer in de garnalenvisserij om het Marine Stewardship Council (MSC) duurzaamheidscertificaat te behouden is van belang om overbevissing van de gewone garnaal te voorkomen. De beschikbare gegevens uit onderzoeken zijn nog onvoldoende om conclusies te trekken over overbevissing. Voor de Noorse kreeft zijn er signalen van mogelijke overbevissing. Ook zijn er signalen dat de populatie Europese kreeft in de Oosterschelde afneemt waarbij naast mogelijke overbevissing waarschijnlijk ook andere factoren een rol spelen.

Specifieke risico's van bijvangst en discards

Bij het vissen worden onbedoeld ook andere dieren gevangen dan datgene waarop wordt gevist (de doelsoorten), waaronder zeezoogdieren en niet-doelsoorten. Ondermaatse vis wordt ook gezien als bijvangst. In de zeevisserij versterken bijvangst en discards het effect van overbevissing. Het gaat hierbij om zeer grote aantallen dieren bij de bijvangst of discards die na de vangst alsnog dood gaan of langdurig dierenwelzijnsproblemen ondervinden. Vooral lang levende soorten met laag reproductievermogen zoals haaien en roggen lopen een verhoogd risico.

Bijvangst van bruinvissen komt geregeld voor in Nederlandse wateren maar ligt onder het daarvoor gestelde beleidsdoel²⁶.

In het kader van het Europees visserijbeleid is een aanlandplicht ingesteld voor bijvangsten in de zeevisserij van de meeste gequoteerde vissoorten. Vanuit deze verplichting zou een stimulerende werking uitgaan voor de ontwikkeling van selectievere vistechnieken en netinnovaties. Bij de kustvisserij worden niet-doelorganismen vooral aangetroffen in het vaste vistuig (fuiken, staand want). Trekvissen, vogels en zeezoogdieren lopen risico. Bij met name trekvissen zijn hoge sterfte-percentages ingeschat. Bij vogels is de omvang beperkt. Er zijn geen structurele onderzoeksgegevens beschikbaar. Gezien de genomen maatregelen in onder andere beheerplannen en de beperkte omvang van de sector wordt het risico voor de ecologische waarde van de natuur ingeschat als gering.

In de binnenvisserij wordt veel ondermaatse vis bijgevangen. Daarbij zijn er risico's voor de natuur, in het bijzonder voor trekvissen en duikvogels. Het ontbreken aan actuele kwantitatieve gegevens om hier een accuraat risicobeeld over te vormen.

In de schelpdiervisserij en -kweek speelt bijvangst geen rol van betekenis. In de schaaldiervisserij is bijvangst van ondermaatse garnalen en niet doelsoorten een risico voor de natuur als ecosysteemdienst. Er is beleid gericht op het terugdringen van de bijvangsten. De oplossing wordt veelal gezocht in technische ontwikkelingen van het vistuig, en bij de garnalenvisserij ook in het sluiten van gebieden.

Bijvangst speelt geen rol van betekenis bij de viskweek in Nederland.

Specifieke risico's door bodemberoering

In delen van de Noordzee wordt de bodem meer dan eens per jaar omgewoeld door vistuig. Bodemberoerende visserij vormt een groot risico voor de ecologische waarde van de natuur en voor de ecosysteemdiensten. In het bijzonder voor

²⁶ Die norm luidt: de bijvangst van bruinvissen is lager dan 1% van de door ICES geschatte populatie. En betreft gemiddeld ongeveer 23 bruinvissen per jaar.

langlevende bodemdieren en voor soorten die eikapsels daar afzetten zoals haaien en roggen zijn de risico's door bodemberoering groot.

Het effect op de bodemnatuur verschilt sterk per type vistuig en locatie. Als alternatief voor de zware boomkor met wekkerkettingen zijn lichtere vissystemen ontwikkeld met minder bodemberoering. Zo lijkt het vissen met onder andere flyshoot (zegenvisserij), sumwing, borden en elektrische puls minder schadelijk voor de bodemnatuur dan de traditionele boomkorvisserij met wekkerkettingen. Al is de beoordeling van de pulsvisserij, en de daarvoor gekozen systematiek aan discussie onderhevig²⁷. ICES concludeert dat vissen op tong (een platvissoort) met de pulskor op de Noordzee op relevante duurzaamheidsaspecten beter scoort dan vissen met de traditionele boomkor want er is minder bodemberoering, minder bijvangst van ondermaatse vis, en er is sprake van een lager brandstof gebruik.

In frequent met bodem beroering beviste gebieden komen de meeste gevoelige en potentieel langlevende bodemsoorten in de intensief beviste gebieden in veel gevallen niet of nauwelijks voor. De nog aanwezige soorten zijn in zekere mate bestand tegen bodem-beroerende visserij. Dit effect is onder meer zichtbaar in de relatieve toename van kortlevende, jongere en kleinere soorten en een verschil tussen beviste, en voor visserij gesloten, gebieden. Stromingen en getijden zorgen voor een hoge dynamiek met veranderlijke bodem in de kustzone van de Noordzee en de Waddenzee. Wanneer visserij in deze gebieden plaatsvindt zal het effect van de visserij op de bodem (structuur en type) minder sterk zijn. In beschermde gebieden zijn en worden beperkingen opgelegd aan de bodem-beroerende visserij. De visserij in beschermde gebieden moet voldoen aan bepaalde vergunningsvoorwaarden. Het risico voor de natuur lijkt hiermee beheerst te worden. Bodemberoerende visserij in de kustvisserij (Deltawateren en Waddenzee) is beperkt.

²⁷ De pulsvisserij is in april 2019 verboden door een besluit van het Europees Parlement. Alleen ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek naar economische en ecologische voor- en nadelen is het vissen met pulstuig daarna op beperkte schaal voortgezet. Meer info: <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Pulsvisserij.htm>

Mechanische schelpdiervisserij op kokkels, spisula (strandschelpen) en ensis (zwaardschedes/mesheften) levert aanzienlijke risico's op voor de natuur, doordat de bodem sterk wordt omgewoeld. In de Waddenzee is mechanische kokkelvisserij verboden. In overige delen van de Noordzeekust en Deltawateren mag wel mechanisch op schelpdieren worden gevestigd. Er is direct een groot effect op het bodemleven, maar de huidige soortgemeenschappen lijken aangepast te zijn aan grote verstoringen.

De garnalenvisserij vindt onder andere plaats in beschermde Natura 2000 gebieden, zoals in de Voordelta, Noordzeekustzone en de Waddenzee. Uit onderzoeksgegevens is op te maken dat bodemberoering door de garnalenvisserij effect heeft op de natuur in de N2000 gebieden op zee en de Waddenzee en het is aannemelijk dat dit risico's oplevert voor natuurwaarden.

Bodemberoering speelt geen rol bij de viskweek in Nederland of de binnenvisserij.

Specifieke risico's door onderwatergeluid

Geluid van menselijke activiteiten kan verstoring werken op (zee-zoog)dieren, waardoor de ecologische waarde van de natuur wordt aangetast. De visserij produceert onder meer geluid met sonar, het varen van de schepen, het gebruik van vistuig en het intrillen van palen om vast vistuig aan te bevestigen.

Onderzoek bij zeehonden en bruinvissen geeft aan dat het mogelijk is dat het gebruik van sonar en de algehele geluidbelasting onder water risico's met zich meebrengen voor de natuur. Meer onderzoek hiernaar is nodig om hier meer onderbouwd een uitspraak over te doen.

Specifieke risico's door rustverstoring

De effecten door rustverstoring lijken over het algemeen een verwaarloosbaar risico op te leveren voor de natuur. Uitzondering is de verstoring door de garnalenvisserij in de Noordzeekustzone van met name de zwarte zee-eend en eider omdat het foerageergedrag wordt verstoord, zodanig dat er een negatief effect wordt verwacht op de instandhouding van beide vogelsoorten.

Specifieke risico's door exoten

Mariene exoten kunnen worden geïntroduceerd en verspreid door losgeslagen vistuig en afval, en mogelijk ook door het gebruik van niet-gereinigde vaartuigen

en materiaal en het lozen van discards en visafval. De omvang van de risico's in de Noordzee is door gebrek aan gegevens niet accuraat in te schatten.

In de Deltawateren en Waddenzee zijn kolonievormende exoten aanwezig die verspreid kunnen worden door de bodem-beroerende visserij. Ook hier is de omvang van de risico's niet goed in te schatten door een gebrek aan gegevens.

Voor de binnenvisserij en sportvisserij zijn in het verleden uitheemse soorten in Nederland uitgezet. Uitzetten is volgens de Wet natuurbescherming nu niet meer toegestaan. Er geldt een uitzondering voor visstand-beheer en kweek van reeds gevestigde uitheemse soorten die worden genoemd in de Uitvoeringsregeling visserij van de Visserijwet 1963. Die soorten mogen nog steeds worden uitgezet, met potentiële risico's voor de Nederlandse natuur omdat: i) De uitgezette soorten kunnen soortgemeenschappen veranderen, ii) Met uitheemse soorten kunnen onbedoeld andere uitheemse soorten (exoten) meeliften, en iii) Met uitheemse vissen kunnen parasieten en ziekten meeliften. Er is geen centrale registratie van visuitzettingen waardoor het niet mogelijk is de effecten in kwantitatieve zin in beeld te brengen.

Binnen- en sportvisserij kunnen ook bijdragen aan de introductie en verspreiding van exoten door het uitzetten van inheemse vis. Hierdoor kunnen eventueel aanwezige uitheemse soorten meeliften. In de sportvisserij worden opslagvoorzieningen voor het levend bewaren van vissen en aas gebruikt. Het gebruik van deze voorzieningen kan bijdragen aan de verspreiding van zoöplankton en uitheemse watervlooien. Voor sportvisserij bestaat bovendien een internationale handel in levend aas, bijvoorbeeld uitheemse borstelwormen. Deze soorten en eventuele meeliftende soorten kunnen zich op deze manier verspreiden. Omdat in Nederland vooral inheemse wormen worden gebruikt lijkt het risico klein, hoewel sportvissers hun hobby ook geregeld in andere landen beoefenen. Gegevens over de omvang van mogelijke introducties ontbreken. Onzorgvuldig schoonmaken van visgerei en vaartuigen kan leiden tot verspreiding van soorten. Bij gebruik van dood aas zoals garnalen kunnen pathogenen zoals virussen worden verspreid.

Bij schelpdierkweek vindt zowel opslag als transport plaats, zowel uit het buitenland als tussen gebieden in Nederland. Hiermee kunnen onbedoeld nieuwe exoten, parasieten en ziekteverwekkers meeliften. Dit levert risico's op voor de

natuur. In de Beleidsregel schelpdierverplaatsingen worden maatregelen (niet voor ziekteverwekkers) voorgeschreven voor een beperkt aantal verplaatsingen, maar deze beleidsregel geldt niet voor alle verplaatsingen, zoals bijvoorbeeld van de Waddenzee naar de Oosterschelde, of tussen de Grevelingen en de Oosterschelde.

Bij de schaaldiervisserij leidt de import van de Amerikaanse zee kreeft tot potentiële risico's voor de Europese zee kreeft.

In het Nederlandse binnenwateren zijn in het verleden diverse soorten uitheemse rivierkreeften geïntroduceerd. Daarbij is ook de kreeftenpest meegekomen, waardoor de Europese rivierkreeft op 1 populatie na, uit Nederland is verdwenen. De aantallen uitheemse rivierkreeften zijn sterk toegenomen, vooral in de veenweidegebieden. Dit leidt tot ecologische en veiligheidsrisico's door predatie, vraat en het graven van gangen.

In Nederland worden in- en uitheemse vissen ingevoerd voor het opzetten of versterken van kweeksystemen. Dit is een potentiële introductieroute voor meelifters, ziekten (pathogenen) en parasieten. Onbekend is in hoeverre levend (uitheems) voer wordt gebruikt in de aquacultuur.

Er is Europese regelgeving voor open- en gesloten aquacultuursystemen, die onder meer is gericht op het voorkomen van introducties van exoten en op preventie en bestrijding van ziekten bij waterdieren. In Nederland worden voornamelijk gesloten kweeksystemen gebruikt, met uitzondering van forellenvijvers waar vaak een doorstroomsysteem aanwezig is. De kans op introducties van exoten in de natuur is bij gesloten systemen zeer beperkt. Er zijn aanwijzingen dat mogelijk forellen zijn ontsnapt, maar deze hebben naar verwachting een beperkt effect op lokale ecosystemen.