

Milieueffecten van enkele populaire vissoorten

Hans Blonk

Boki Luske

Anton Kool

Mei2009

BLONK | MILIEUADVIES
werken aan duurzaamheid

Blonk Milieu Advies BV
Kattensingel 3
2801 CA Gouda
Telefoon: 0182 579970
Email: info@blonkmilieuadvies.nl
Internet: www.blonkmilieuadvies.nl

Blonk Milieu Advies heeft dit onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Consumentenbond. Blonk Milieu Advies ondersteunt bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties in hun streven naar duurzaamheid in de agro- en foodketen. Onafhankelijk onderzoek vormt de basis van waaruit we helder en toegesneden advies geven. Voor meer informatie zie www.blonkmilieuadvies.nl

Milieueffecten van enkele populaire vissoorten

Hans Blonk

Boki Luske

Anton Kool

Mei 2009

BLONK | MILIEUADVIES

Samenvatting

Dit rapport beschrijft duurzaamheidsaspecten van een vijftal populaire visproducten in Nederland: kweekzalm uit Noorwegen vers verpakt, Pangasius (kweek) uit Vietnam vers verpakt, haring vers verpakt, koolvis diepvries en kabeljauw vers verpakt (laatste drie uit de Noord Atlantische oceaan).
Het onderzoek behelst een kwantitatieve analyse van de emissie van broeikasgassen, energiegebruik en ruimtebeslag van de gehele keten van vangst of teelt t.m. aanbod in de winkel. Daarnaast zijn overige duurzaamheidsaspecten op een kwalitatieve wijze beschreven.

De methodiek die in dit onderzoek is gevolgd om de kwantitatieve analyse uit te voeren sluit aan bij overige recent uitgevoerde ketenanalyses en Levens Cyclus Analyses (LCA's) van voedingsmiddelen (bijv. Blonk e.a. 2008). Daarbij wordt gebruik gemaakt van zoveel mogelijk (internationaal) erkende rekenregels en –factoren (bijv. broeikasgasemissiefactoren volgens de IPCC guidelines). In het onderzoek is voor de toerekening van het brandstofverbruik aan de gevangen vis onderscheid gemaakt in twee methoden: allocatie op basis van massa en op basis van economische opbrengst. Dit zijn beide uitwerkingen om om te gaan met bijvangsten op vissersschepen.

In de keten van vangst t.m. winkelschap wordt het overgrote deel (70% - 90%) van de broeikasgasemissies en energiegebruik bepaald door het brandstofverbruik op de vissersboten. Visserij op kabeljauw geeft het hoogste brandstofverbruik per kg gevangen vis. Dit heeft vooral te maken met de methode van visserij waarbij netten over de zeebodem getrokken worden. Bij haring is dat niet nodig waardoor het brandstofverbruik veel lager uitvalt. In de resultaten zien we dan ook terug dat kabeljauw veruit het hoogste energiegebruik en broeikasgasemissies heeft t.o.v. koolvis en haring. Bij gekweekte vis is het grootste deel van de milieulast ook geconcentreerd in de eerste fase van de keten: de teelt van de vis. Vooral de productie van het voer geeft een grote bijdrage aan emissie van broeikasgassen, energie- en landgebruik. Van de twee onderzochte kweekvissen geeft de zalm de laagste broeikasgasemissies en landgebruik. De Pangasius scoort beter op energiegebruik. Deze verschillen zijn vooral te wijten aan de fysiologische verschillen tussen de vissen.

Bij vergelijking van de drie wilde vissen en twee kweekvissen valt op dat in het algemeen niet geconcludeerd kan worden dat kweekvissen beter of slechter scoren dan wilde vissen. De score voor broeikasgasemissie en energiegebruik ligt voor koolvis, zalm en Pangasius in dezelfde orde grootte. Haring geeft een duidelijk lagere score en kabeljauw een duidelijk hogere score. De verhouding tussen kweekvis en wilde vis in energiegebruik en broeikasgasemissie hangt dus met name af welke soorten onderling vergeleken worden. Waar kweekvis wel duidelijk ten nadele afwijkt t.o.v. gevangen wilde vis is het landgebruik voor de teelt van voedergewassen met alle mogelijke risico's voor bedreiging van biodiversiteit. Daar staat tegenover dat de vangst van wilde vis een druk legt op het ecosysteem in de zeeën en oceanen. Vervanging (gedeeltelijk) van grondstoffen in het visvoer afkomstig uit visvangst (bijv. visolie) door plantaardige grondstoffen (aspect dat maatschappelijk veel aandacht krijgt) is nadelig voor het landgebruik en heeft een verwaarloosbaar effect op broeikasgasemissies en energiegebruik.

Zalm, Pangasius en koolvis geven ongeveer evenveel broeikasgasemissies als kip. Haring scoort op dit aspect duidelijk beter en kabeljauw geeft zelfs meer broeikasgasemissies dan varkensvlees. Wat betreft landgebruik scoort zalm duidelijk beter dan kip. Pangasius is op dit punt inefficiënter dan kip.

Inhoud

Samenvatting

1 Inleiding 1

1.1 Aanleiding 2
1.2 Doelstelling 2
1.3 Uitwerking project 2
1.4 Leeswijzer 2

2 De Nederlandse visconsumptie 3

2.1 Visconsumptie Nederland 4
2.2 Vis en duurzaamheidinitiatieven 4

3 Berekeningsmethodiek van milieueffecten 7

3.1 Gehanteerde LCA aanpak 8
3.2 Functionele eenheid 8
3.3 Systeemafbakening 8
3.4 Definiëring milieueffecten 8
3.5 Allocatie 9
3.6 Uitgangssituatie en basisdata 11

4 Milieueffecten van vis 17

4.1 Haring 18
4.2 Kabeljauw 20
4.3 Koolvis 22
4.4 Zalm 23
4.5 Pangasius 24
4.6 Waterverbruik 25

5 Conclusie 26

5.1 Synthese van kwalitatieve en kwantitatieve milieueffecten 27
5.2 Andere milieueffecten 29

Bronnen 30

Bijlage 1. Nederlands verbruik van vis 32



Inleiding

1.1 Aanleiding

Vis is een waardevolle eiwitbron voor de mens. Het Voedingscentrum raadt ons aan om minstens twee keer per week vis te eten, waarvan tenminste een keer vette vis. Vette vis (zoals haring, makreel en zalm) bevatten vetzuren die bevorderlijk zijn voor onze gezondheid. Visvetzuren zijn zgn. n-3 langeketenvetzuren (zoals EPA en DHA) en de consumptie ervan vermindert de kans op hart- en vaatziekten (www.voedingscentrum.nl).

Tegenover de positieve bijdrage van vis in een gezonde voeding staat een productiewijze met veel duurzaamheidproblemen, zoals overbevissing van visvoorraden, beschadiging van zee-ecosystemen, uitspoeling van antibiotica uit viskwekerijen, uitputting van bodems door de productie van voedergrondstoffen, etc.. Nationaal en internationaal zijn er daarom diverse initiatieven om de visserij te 'verduurzamen'. Daarbij is ook bewustwording van de consument belangrijk. Zo is er sinds enkele jaren de VISwijzer van Stichting de Noordzee die consumenten advies geeft voor de keuze van een vissoort en het MSC keurmerk voor duurzame visserij vissen (www.stichtingdenoordzee.nl, www.msc.org). Deze organisaties hebben het voor elkaar gekregen dat de consument van goede informatie wordt voorzien en dat de productieschakels voorafgaand aan de consumptie aan het verduurzamen zijn. Zo moet de herkomst van vis met een MSC keurmerk traceerbaar zijn en moet de vis gevangen worden uit een duurzaam beheerd visbestand. Beide initiatieven geven echter nog geen informatie over de bijdrage aan divers milieueffecten zoals het broeikaseffect, energiegebruik of landgebruik voor de productie van de vis. Ook wordt er daarbij weinig aandacht besteed aan transport, opslag, verwerking en verpakking van de vis. De Consumentbond heeft behoefte aan een integraal "duurzaamheidsplaatje" van de productieketen van een vijftal populaire vissoorten. In deze studie zullen we het broeikaseffect, energiegebruik, landgebruik en watergebruik (indicatief) kwantificeren. Dit zal worden gedaan door middel van de levenscyclusanalyses (LCA) waarin de milieueffecten van de bron tot de supermarkt in beeld worden gebracht.

1.2 Doelstelling

Deze rapportage brengt de milieueffecten van een vijftal populaire visproducten in beeld die in Nederland geconsumeerd worden. Het gaat hierbij om het gebruik van fossiele brandstoffen over de keten en landgebruik, aangevuld met informatie over beheer en aquacultuursystemen.

1.3 Uitwerking project

Deze studie heeft de Nederlandse consumptie van vis als uitgangspunt. Aan de hand van een vijftal populaire vissoorten wordt de meest gangbare productieketen voorafgaand aan de consumptie in Nederland geïnventariseerd. Het broeikaseffect, energiegebruik en ruimtebeslag van deze keten wordt vervolgens berekend. Voor visserijvis zal ook de visstand, de visserijmethode en het beheer van de visvoorraad kwalitatief meegenomen worden in de milieuanalyse.

1.4 Leeswijzer

In het eerste hoofdstuk zal de Nederlandse consumptie van vis aan de orde komen. De herkomst, visserijmethode of productiemethode van meest gegeten vissoorten worden verder uitgewerkt in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt de berekeningsmethodiek toegelicht waarvan de resultaten in hoofdstuk 4 zijn weergegeven. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies samengevat.



2

De Nederlandse visconsumptie

2.1 Visconsumptie Nederland

Het Visbureau onderzoekt jaarlijks de visconsumptie in Nederland. Dit wordt gedaan op basis van een panel bestaande uit enkele duizenden burgers die elke dag hun aankopen scannen (Consumerscan, Gfk). De cijfers geven daarmee een schatting van de thuisconsumptie van vis. Consumptie van vis buitenshuis, in de horeca, is niet meegenomen. Volgens deze cijfers is de visconsumptie de laatste jaren langzaam toegenomen (zie tabel 1).
In Nederland werd er in 2007 55.510 ton aan vis geconsumeerd met een aankoopwaarde van 489 miljoen euro (Visbureau, 2007). Teruggerekend van deze hoeveelheid naar de consumptie per persoon per dag is dit 7,6 gram vis pppd. Volgens de voedselconsumptiepeiling (VCP, 1998; VCP, 2003) zouden we gemiddeld echter gemiddeld 10 gram vis per persoon per dag eten. Hierbij is wel naar de consumptie buitenshuis gevraagd.

Tabel 1. Visconsumptie in Nederland volgens het Visbureau en de voedselconsumptiepeiling.

	gram pppd	kg pppj	ton genuttigd	ton consumptie in NL winkel	Studie
thuisconsumptie in 2007	7,60	2,78	44.408	55.510	Gkf studie van visbureau
totale consumptie	10,0	3,65	58.400	73.000	volgens VCP in Blonk et al., 2008

De meeste vis wordt vers verkocht. Ook diepvries heeft een groot aandeel in het volume dat wordt verkocht. Bijna 20% van de visconsumptie wordt in blik verkocht. Zalm, haring, kabeljauw, koolvis en Pangasius behoren tot de meest geconsumeerde vissoorten in Nederland. De handelsstromen van vis zijn beschreven in Bijlage 1.

Tabel 2. Aandeel van verse-, diepvries- en vis in conserven van de visaankopen (Visbureau, 2007).

Type aankoop	Aandeel (%)
Vers	45,5
Diepvries	36,4
Conserven	18,1

2.2 Vis en duurzaamheidinitiatieven

In de loop van de laatste decennia zijn er diverse nationale en internationale initiatieven van start gegaan om de duurzaamheid van de visserij te waarborgen. Dit is een reactie op de sterke daling van een aantal visstanden. Sommige van deze initiatieven zijn gericht op het beheer van vispopulaties, andere zijn erop gericht om de consument voor te lichten over duurzaamheidthema's van visproducten. Hieronder zullen enkele belangrijke initiatieven toegelicht worden.

2.2.1 Total Allowable Catch (TAC)

In de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw daalde de haring- en kabeljauwstand in de Noordzee snel. Dit had te maken met de modernisering van de vissersvloot en de verbetering van vistechnieken. Op Europees niveau zijn er daarom vangstquota ingesteld voor de belangrijkste vissoorten. Deze quota worden vastgesteld op basis van adviezen van de visserijbiologen. De biologen onderzoeken de visserijstanden en adviseren de Europese Unie hoe groot de Total Allowable Catch (TAC) per soort is. Dit is de totale hoeveelheid vis die er door de Europese vissers gevangen mag worden in een seizoen. De TAC wordt verdeeld onder de EU lidstaten, het zogenaamde vangstquotum. De

lidstaten kunnen deze vangstquota onderling verkopen. De controle op de uitvoering van de vangstquota wordt door de EU lidstaten zelf geregeld.
De invoering van het quotumsysteem (rond 1985) leidde in Nederland tot onenigheid omdat er strijd ontstond tussen de Nederlandse vissers. Voor het overschrijden van het quotum werden boetes uitgedeeld. Als de ene visser vroeg in het seizoen veel van een bepaalde soort ving, dan beïnvloedde dit bijvoorbeeld de vangst van andere vissers later in het seizoen, met als gevolg dat veel vissers het quotum overschreden. Om herhaling te voorkomen zijn de Nederlandse visserijbedrijven nauwer gaan samenwerken, en beheren zij het quotum zelf (zgn. Biesheuvel-systeem). Groepen vissers spreken onderling af wanneer en waar er gevist mag worden. Ook controleren zij elkaar onderling, waardoor de visprijzen stabiliseren.
De vissers zijn het meestal niet eens met de visserijbiologen over de vangstquota. Zij vinden zelf dat deze veel hoger moeten zijn. Onder druk van de vissers worden de quota vaak naar boven bijgesteld. Daarnaast worden de vangstquota soms binnen het jaar naar onder of boven bijgesteld en dit bemoeilijk de planning van de vissers. Ook hebben zij kritiek op het systeem, omdat bijvangsten ook meetellen voor het quotum en het quotum van de ene soort de vangst van een andere soort kan beïnvloeden. In de praktijk zorgt dit ervoor dat de regels op grote schaal worden overtreden en dat bijvangsten vaak dood teruggegooid worden in zee.
Het huidige beleid over het beheer van de visstanden zal zich daarom meer gaan richten op meerjarenplannen.

Tabel 3. Overzicht van de TAC's en Nederlandse vangstquota (in ton) (http://ec.europa.eu/fisheries/publications/).

Vissoort	gebied	TAC 2007	NL quotum 2007	TAC 2008	NL quotum 2008
haring	Noordzee	341.063	62.900	201.227	36.908
schol	Noordzee	50.261	18.901	49.000	18.414
makreel	Westelijke wateren	422.551	23.786	385.366	21.719
tong	Noordzee	15.020	11.226	12.800	9.563
kabeljauw	Noordzee	19.957	1.914	22.152	2.125
wijting	Noordzee	23.800	1.637	17.850	918
horsmakreel	Westelijke wateren	137.000	46.891	170.000	58.102

2.2.2 Viswijzer

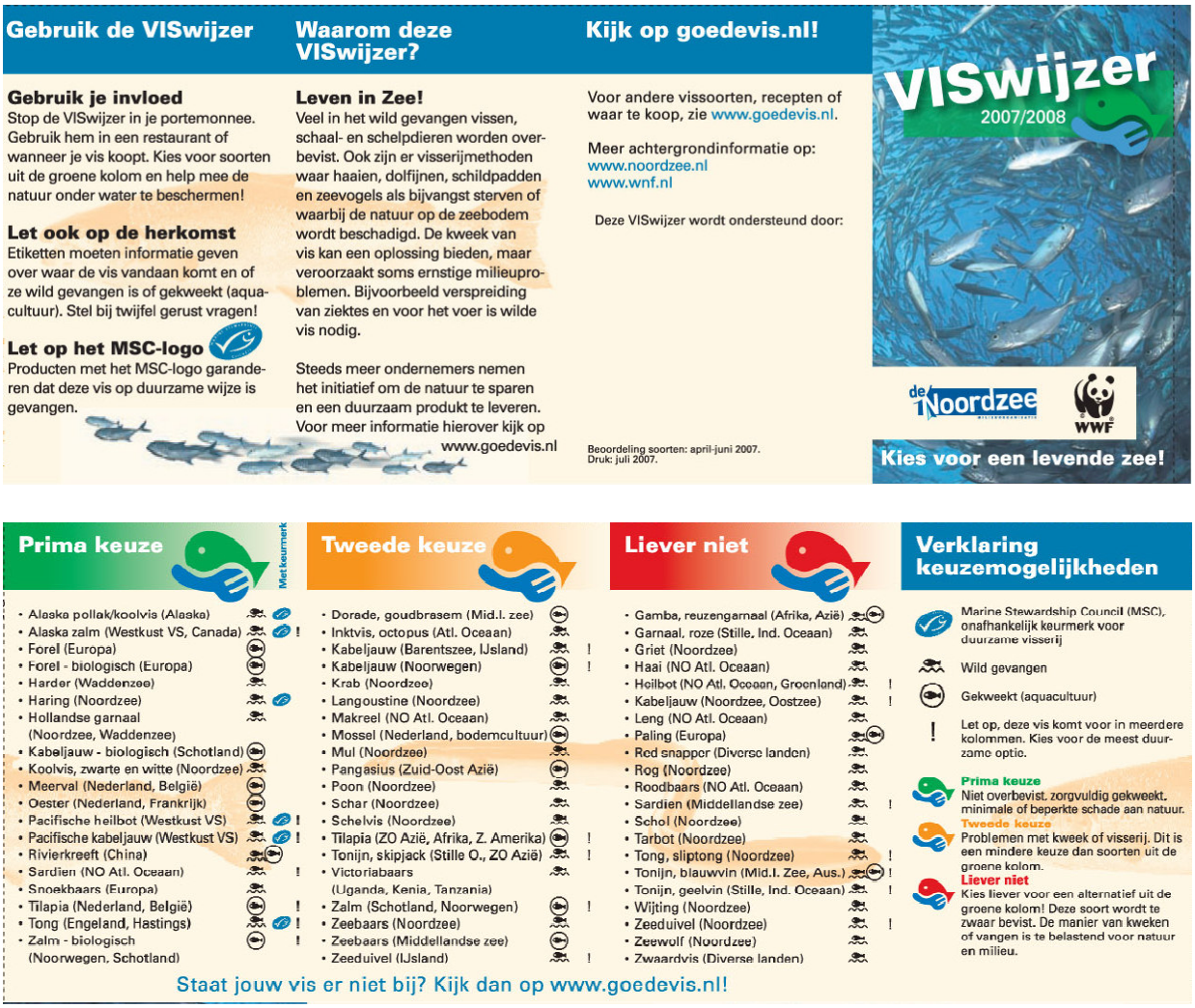
De Viswijzer is ontwikkeld door Stichting de Noordzee. De viswijzer laat zien welke vis er in Nederland op de markt is en geeft informatie over meerdere aspecten van de kweek of de visserij. Voor visserijvis laat de viswijzer zien wat de effecten zijn van de visserij:

- op de visstand
- op de ecologie van het zee-ecosysteem (o.a. vismethode, maaswijdte en bijvangsten)
- hoe de status is van de huidige beheersstrategie.

Voor kweekvissen houdt de viswijzer rekening met:

- effecten van het productiesysteem op de omgeving
- effecten van de voerproductie
- ecologische effecten van de kweek
- beheer van de productiesystemen

Door een combinatie van deze aspecten geeft de viswijzer aan welke vissen de meest duurzame keuze zijn in de winkel en welke vissoorten beter niet gegeten kunnen worden. Er is echter geen rekening gehouden met het energiegebruik in de visserijfase. De ketenschakels, na de landing aan wal (zoals transport, verwerking en verpakking) zijn eveneens niet meegenomen in de viswijzer.



Figuur 1. De VISwijzer.

2.2.3 Het MSC keurmerk

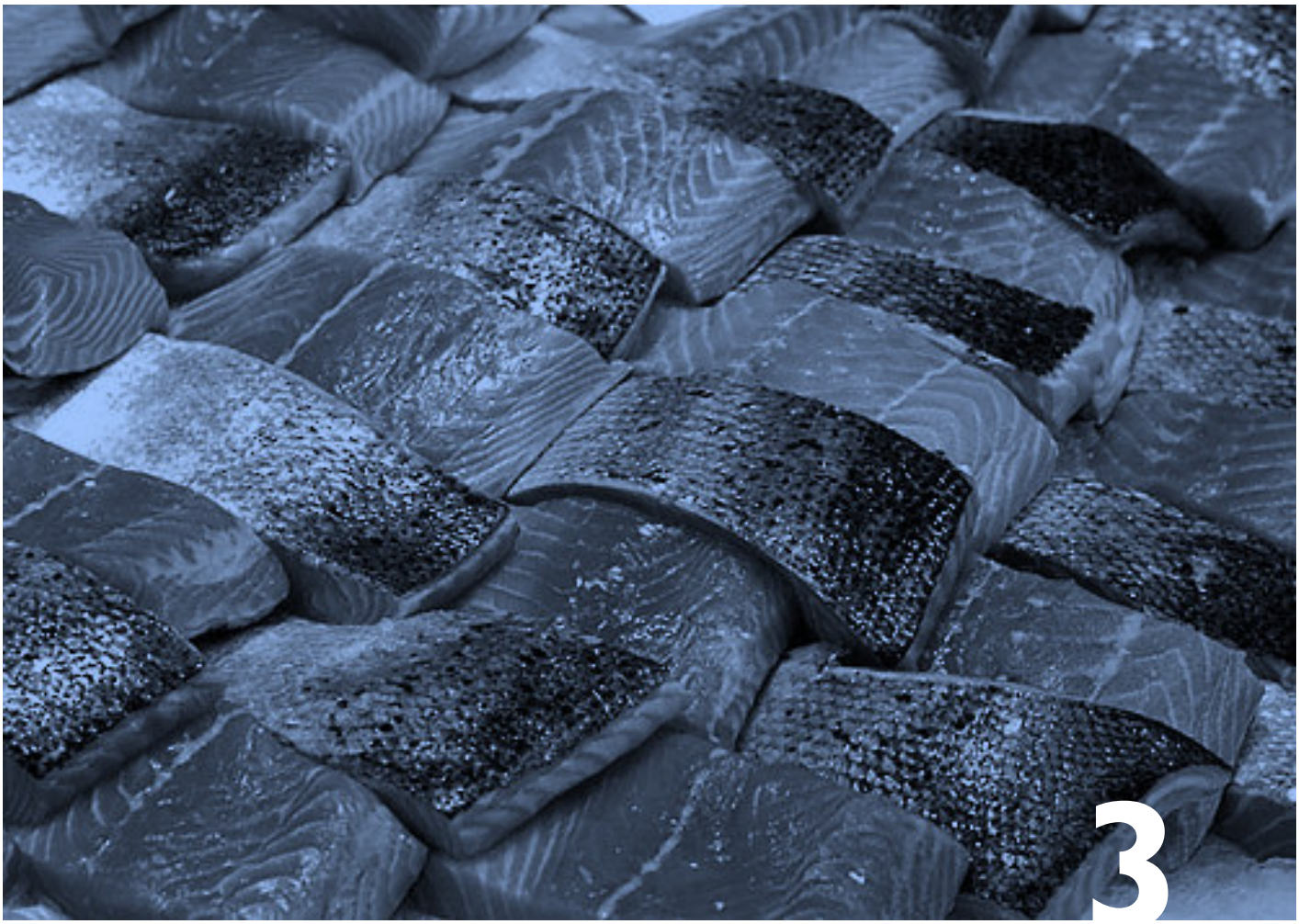
Marine Steward Counsel (MSC) is sinds eind jaren '90 actief om de visserijketen te verduurzamen. Om dit te bereiken werkt de organisatie samen met vissers, visverkopers, -verwerkers en consumenten. De samenwerking heeft ervoor gezorgd dat er duurzaamheidsvoorwaarden zijn opgesteld waaraan de visserijketen moet voldoen om een MSC ecolabel te krijgen. Deze voorwaarden gaan over:

1. duurzaamheid van visbestanden
2. beperking van effecten op het zee-ecosysteem
3. management



Figuur 2. Het MSC ecolabel.

Een visser (of een groep vissers) moet kunnen aantonen dat deze verantwoordelijkheid neemt op de drie punten, door het bijhouden van visbestanden, populatiedynamiek en het toepassen van nationale en internationale wetgeving. Daarnaast moet de herkomst van de vis in de winkel te achterhalen zijn (tracebility) om in aanmerking te komen van certificering.
Onder het MSC keurmerk vallen dus alleen visserijsoorten en vissen uit aquacultuur ontbreken. Het keurmerk zegt alleen iets over de duurzaamheid van het beheer van de vispopulaties, maar brengt niet alle milieueffecten in beeld.



3

Berekeningsmethodiek van milieueffecten

3.1 Gehanteerde LCA aanpak

De LCA aanpak die we hier gebruiken is toegespitst op het in kaart brengen van drie milieuparameters. De bijdrage aan het verhoogde broeikaseffect, het energiegebruik en het ruimtebeslag. Deze parameters kunnen over het algemeen met een behoorlijke mate van betrouwbaarheid worden berekend in een LCA zonder zeer grote databehoefte en een nadere analyse van locatiespecifieke effecten. Tevens zijn het de thema´s die van groot belang zijn voor de mondiale duurzaamheidsproblematiek. De keuze voor deze thema´s en de gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van systeemafbakening en allocatie sluiten aan op de berekeningen die gemaakt zijn voor het recent in 2008 uitgevoerde onderzoek naar eiwitrijke producten voor de ministeries van VROM en LNV (Blonk et al., 2008). In dat onderzoek was voor een aantal vissoorten ook al een aantal berekening uitgevoerd om een indicatie te krijgen van de milieudruk. In dit onderzoek zijn de berekeningen meer gedetailleerd uitgevoerd zowel wat betreft de analyse van proces data als systeemmodellering.
Hieronder worden een aantal belangrijke uitgangspunten besproken.

3.2 Functionele eenheid

Uitgegaan is van 1 kg vis zoals aangeboden in de supermarkt met de verpakkingshoeveelheden die gemiddeld worden mee verkocht bij de verkoop van 1 kg vis.

In de praktijk zijn de porties vaak kleiner dan 1 kg. In dat geval zijn de verpakkingshoeveelheden teruggerekend naar 1 kg vis.

3.3 Systeemafbakening

In tabel 4 is een overzicht gegeven van meegerekende processen en ingrepen. De keuze om processen of ingrepen niet mee te nemen is hoofdzakelijk vanwege een zeer geringe bijdrage aan de totale milieu-impact. Dit is gebaseerd op ervaring van Blonk Milieuadvies in vele LCA onderzoeken op voedingsmiddelengebied en overige onderzoeken.

3.4 Definiëring milieueffecten

Broeikasgasemissies
De gebruikte broeikasgasemissiefactoren zijn afkomstig uit de guidelines van het International Panel for Climate Change (IPCC 2006). Deze guidelines beschrijven hoe de landen die het Kyoto protocol hebben ondertekend, de emissies in de National Inventory Reports (NIR) moeten berekenen. In dit rapport zijn de emissiefactoren aangehouden die de Nederlandse NIR aanhoudt (www.broeikasgassen.nl).

Naast deze voorgeschreven emissiefactoren is er voor het berekenen van de milieueffecten van visproducten, zoveel mogelijk gebruik gemaakt van praktijkdata. Dit is gedaan door contact te zoeken met experts, bedrijven, gebruik te maken van jaarverslagen, gegevens van het CBS en literatuur te raadplegen.

Tabel 4. De processen en ingrepen die al dan niet worden meegenomen in de ketenanalyse.

Ketenschakel	Meegerekende processen en ingrepen	Niet meegerekende processen en ingrepen
Productie visvoeders	• Teelt van voedergewassen (energiegebruik en meststoffen) • Productie van energiedragers en meststoffen voor teelt • Processing van voedergewassen (energiegebruik) • Productie van vismeel en visolie (energiegebruik) • Productie van dierlijke bijproducten (energiegebruik) • Mengvoederproductie	• Afschrijving kapitaalgoederen • Productie en gebruik van pesticiden
Viskwekerij	• Productie en gebruik van energiedragers • Voedergebruik	• Afschrijving kapitaalgoederen • Productie en gebruik van pesticiden/antibiotica
Zeevisserij	• Productie en gebruik van energiedragers	• Afschrijving kapitaalgoederen • Productie en gebruik van materialen • Lekkage koelvloeistoffen
Visverwerking	• Productie en gebruik van energiedragers • Verpakkingen	• Afschrijving kapitaalgoederen en materialen anders dan • Verpakkingen • Lekkage koelvloeistoffen
Transport	• Tussen alle ketenschakels	• Productie van transportmiddelen

Energiegebruik
Het energiegebruik over de keten van visproducten is berekend op de 3e orde Gross Energy Requirement waarde. Meegerekend zijn:

- Energie inhoud van fossiele brandstoffen die nodig zijn voor vangst, koeling, verwerking en transport van visproducten
- Energiegebruik voor productie van elektriciteit en fossiele brandstoffen
- Energiegebruik voor de productie van verpakkingen

Landgebruik
Alleen voor aquacultuursoorten is het ruimtebeslag meegerekend voor de kweek en de teelt van voedergrondstoffen. Ruimtebeslag van zeevisserij is niet gekwantificeerd hoewel er daar wel sprake kan zijn van aantasting van de zeebodem met grote effecten op de biodiversiteit. Een systematiek om deze effecten te kwantificeren en vergelijkbaar te maken met ruimtebeslag op land is nog niet beschikbaar.

3.5 Allocatie

Wanneer er in een productiefase meerdere producten vrijkomen, dan moeten de milieueffecten van de voorgaande productiestappen worden verdeeld. Dit is bijvoorbeeld zo wanneer er tijdens de visserijfase meerdere soorten vis gevangen worden, hoofd- en bijvangsten. Het brandstofverbruik per kg gevangen vis kan op verschillende manieren worden verdeeld. De LCA methodiek (NEN ISO 14040 serie) schrijft voor dat het

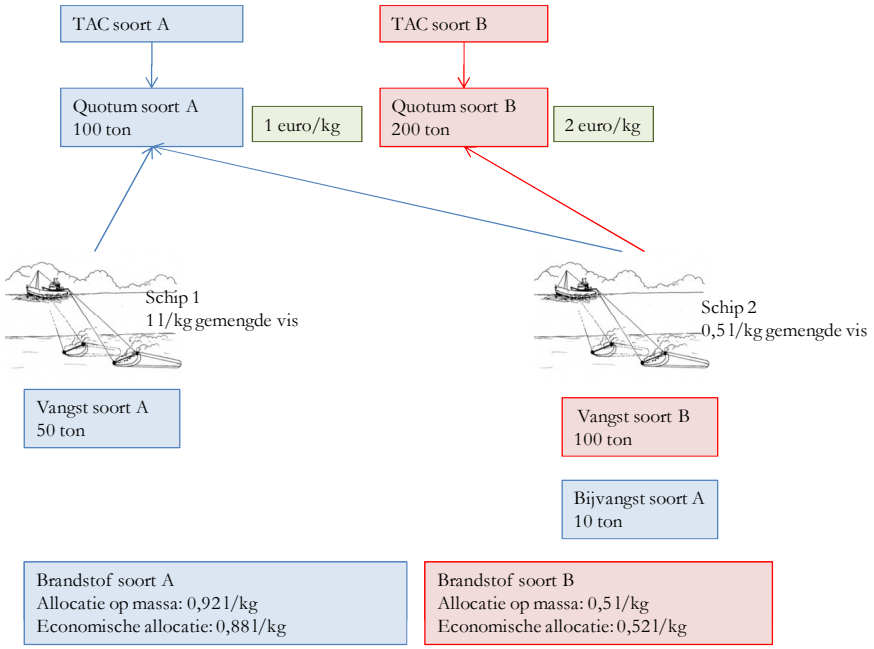
beschreven systeem van het hoofdproduct zoveel mogelijk gescheiden moet worden van de bijproducten. Wanneer dit niet mogelijk is, dan wordt aangeraden om systeemuitbreiding toe te passen, daarna economische allocatie en daarna allocatie op basis van gewicht. In deze studie zullen voor de visserijproducten de resultaten berekend via twee verschillende allocatiemethoden, op basis van massa en op basis van economische opbrengst. De methode systeemuitbreiding laten we hier buiten beschouwing omdat te weinig data voor de verschillende vissoorten beschikbaar zijn.

Massa allocatie

Het brandstofverbruik van een vissersschip wordt verdeeld over de soorten die door dit schip gevangen worden op basis van de massa. Dit betekent dat wanneer 70% van de totale visvangst van een schip uit kabeljauw bestaat, 70% van het brandstofverbruik van dat schip aan kabeljauw wordt toebedeeld. Op deze manier krijgt elke kilogram vis die op een boot gevangen wordt evenveel van het brandstofverbruik toegerekend. Voor het gemiddelde brandstofverbruik per kg vis van één vissoort wordt een gewogen gemiddelde genomen van de verschillende brandstofverbruiken van de verschillende vissersschepen die die vissoort vangen. Bijvoorbeeld wanneer 83% en 17% van soort A gevangen wordt op schepen met een brandstofverbruik van resp. 1 en 0,5 l per kg vis (zie figuur 3) dan is het gemiddelde brandstofverbruik per kg vissoort A: 83% * 1 + 17% * 0,5 = 0,92 l/kg.

Economische allocatie

Bij economische allocatie wordt het brandstofverbruik op een schip verdeeld op basis van de economische opbrengst van de soorten die gevangen zijn. Het uitgangspunt hierbij is dat de meest waardevolle vis vaak de hoofdreden van vangst is en daarom ook het meeste van de emissies krijgt toegerekend. Bijvoorbeeld een schip vangt twee soorten A en B, die resp. 1 en 2 euro per kg opbrengen (zie ook figuur 3). De vangst is 10 en 100 ton voor resp. soort A en B. De economische opbrengst van beide is 10.000 en 200.000 euro voor resp. soort A en B. Dit betekent dat 10.000/210.000 = 4,8% en 200.000/210.000 = 95,2% van het brandstofverbruik wordt toegerekend aan resp. soort A en B. Voor het gemiddelde brandstofverbruik per kg vis van één vissoort wordt dan een gewogen gemiddelde genomen van de verschillende (op economische basis gealloceerde) brandstofverbruiken van de verschillende vissersschepen die die vissoort vangen, analoog als bij de allocatie o.b.v. massa (zie hierboven).



Figuur 3. Allocatie op basis van massa en economische waarde.

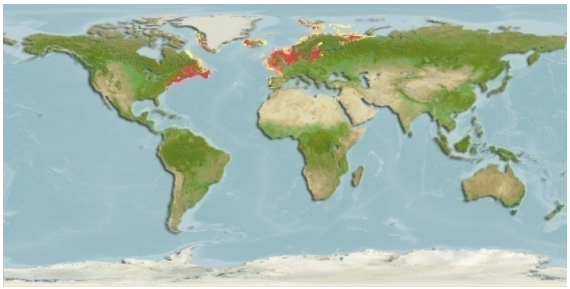
3.6 Uitgangssituatie en basisdata

3.6.1 Haring

De haring (*Clupea harengus*) op de Nederlandse markt is voornamelijk afkomstig uit Denemarken en Noorwegen (Vispartners, 2009). De haring is allemaal wildvang, afkomstig uit Noord-Europese wateren: de Noordzee, het Kanaal en het Kattegat. Haring is commercieel gezien één van de meest belangrijke soorten uit de Noordzee. Er zijn verschillende soorten haring. In de Noordzee komt bijvoorbeeld de Noordzee haring en de Atlanto Scandische haring voor.

In 2007 werd er van de Noordzee haring 406 kton gevangen. In 2008 werd er een vangst van 201 kton toegestaan, het quotum voor Nederlandse vissers is 18% hiervan. Voor 2009 is de TAC weer naar beneden bijgesteld naar 180 kton, omdat de haringstand de laatste jaren is afgenomen.

Van de Atlanto Scandische haring werd in 2007 1,3 miljoen ton gevangen. In 2008 was de toegestane vangst 1,5 miljoen ton. Ook voor het komende jaar is de TAC naar boven bijgesteld. Een groot deel hiervan is niet bestemd voor humane consumptie, maar voor de productie van vismeel en visolie. De meeste Atlanto Scandische haring wordt door Noorse, Russische en IJslandse vissers gevangen (www.cvo.wur.nl, www.ices.dk).



Figuur 4. Verspreidingsgebeid van de haring (www.fishbase.org).

De haringstand heeft zeer gefluctueerd de afgelopen jaren. Na WOII is de haringvangst snel toegenomen, waardoor de haringstand in 1970 sterk afnam. De vangst van haring in de Noordzee werd gesloten van 1977 tot 1981 en de visstand heeft zich de jaren erna kunnen herstellen. Door het huidige beheer is de haringstand nu redelijk goed, al is de aanwas van jonge dieren de laatste jaren verminderd. De TAC van haring is om deze reden de laatste jaren naar onder bijgesteld. De meeste haring op de Nederlandse markt heeft het MSC keurmerk.

Vangst

Zoals gezegd komt de meeste haring in Nederland uit Denemarken en Noorwegen. Voor de berekeningen is uitgegaan van de Deense visserij, omdat hier informatie over het brandstofverbruik beschikbaar is(Thrane, 2004).

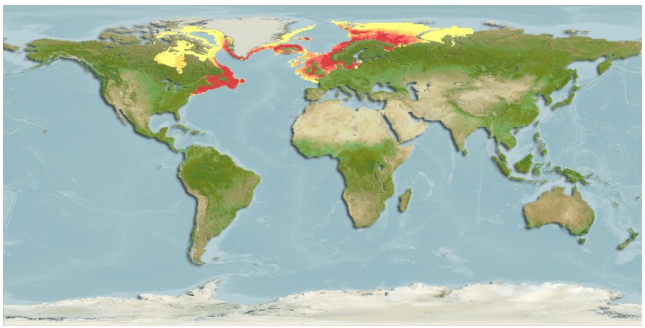
Haring is het hele jaar door verkrijgbaar in de winkel, terwijl de vangstperiode wel seizoensgebonden is. De vangstperiode van de Noordzee haring is van half mei tot juli (www.tijdvoorvis.nl). Een deel van de haring wordt aan boord ingevroren (www.pelagicfish.eu) tot -30° C door verticale platenvriezers nadat ze gesorteerd zijn. Wanneer de vriesopslag aan boord vol is, vaart het schip terug naar de haven of wordt de lading overgeladen op een reeferschip (Lobregt, 2007).

Verwerking, opslag en verpakking

Het verwerken van de haring tot haringfilet geschiedt aan wal. De opbrengst filet is gemiddeld 46% van het dood gewicht (Thrane, 2004). Aangenomen is dat de slachtbijproducten 3% toegerekend krijgen en de haringfilet 97% van de milieueffecten. Voor de verwerking, het (opnieuw) invriezen, fileren en koelen is gemiddeld 75 kWh aan elektriciteit nodig (Jespersen et al., 2000). Aangenomen is dat de vis 4,5 maand ingevroren is alvorens deze naar de supermarkt vervoerd wordt. Het energieverbruik voor opslag van diepvriesproducten is sterk afhankelijk van de opslagcapaciteit (tussen de 0.0001 MJ per dag per netto liter voor grote opslagfaciliteiten en 0.015 MJ per dag voor kleine) (Carlsson-Kanyama & Faist, 2000). In dit onderzoek is uitgegaan van een grote opslagcapaciteit met een verbruik van 0.0002 MJ per netto liter. Dit brengt het energieverbruik voor de opslag van een ton haringfilet op 7,5 kWh. Er is uitgegaan van een standaard consumentenverpakking van plastic.

Transport
De haring wordt over de weg naar Nederland vervoerd (900 km enkele reis) en vanuit een distributiecentrum vervoerd naar de supermarkt (100 km enkele reis). Er is van uitgegaan dat er op de terugweg naar Denemarken gedeeltelijk andere spullen worden meegenomen.

3.6.2 Kabeljauw



Figuur 5. Verspreidingsgebied van de kabeljauw (Gadus morhua) (www.fisbase.org).

De meeste kabeljauw in Nederland is afkomstig van Deense, Noorse en Schotse vissersboten, die de kabeljauw in de buurt van Schotland en IJsland hebben gevangen. Echter de kweek van kabeljauw neemt steeds meer toe. Dit heeft te maken met de teruglopende visbestanden van de kabeljauw. Geschat wordt dat nu ongeveer 20-30% van de kabeljauw in Nederland afkomstig is van Noorse kwekerijen (Vispartners, 2009). De kwekerijen kweken de dieren in kooien in zee. Kabeljauw wordt een zeer populaire consumptievissoort in Europa en is de basis van veel verwerkte visproducten, zoals kibbeling, lekkerbekje, vissticks en fish and chips. De vis wordt hiervoor vers aangevoerd en meteen verwerkt.
Er zijn verschillende soorten kabeljauw die elk hun eigen verspreidingsgebied hebben. De Pacifische kabeljauw (*Gadus macrocephalus*) komt voor in de Pacific, terwijl de kabeljauw die we in Nederland eten (*Gadus morhua*) bijna allemaal uit de Noordzee afkomstig is (www.cvo.wur.nl).

Het gaat niet goed met de kabeljauwstand in de Noordzee door de hoge visserijdruk en een lage aanwas van jonge dieren. In de jaren '70 was de kabeljauwstand 250 kton, terwijl deze in 2006 30 kton bedroeg. De laatste jaren leek het iets beter te gaan door het bestandsbeheer, maar door hoge vissterfte onder de jonge kabeljauw is dit toch niet het geval. Het ICES adviseert de Europese Unie daarom om de kabeljauw vangst volledig te stoppen. De Nederlandse kabeljauwvisserij is nu zo goed als verdwenen. In 2008 is de TAC vastgesteld op 22,2 kton.

Vangst
Voor het brandstofverbruik voor het vangen van kabeljauw is uitgegaan van Thrane (2004) waarin de Deense visserij in zijn geheel is onderzocht. In werkelijkheid is een deel van de kabeljauw in Nederland ook afkomstig van Nederlandse, Schotse en Noorse vissersboten. Echter van die boten was geen toereikende informatie beschikbaar over brandstofverbruik, dus is ervoor gekozen om uit te gaan van het brandstofverbruik van de Deens kabeljauwvisserij.

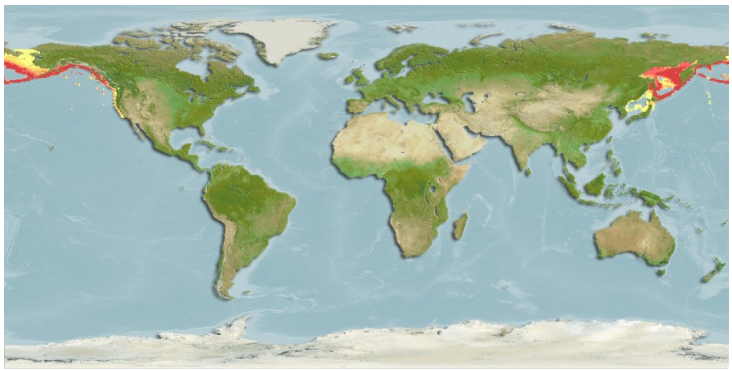
Verwerking, opslag en verpakking
De opbrengst van filet van een kabeljauw is 35% (Thrane, 2004). Na vangst op het schip worden de ingewanden verwijderd waardoor per kg aan land gebrachte kabeljauw 1,18 kg levende vis gevangen moet worden. Bij verwerking is 2,42 kg gelande vis nodig om tot 1 kg filet te komen. Omdat de slachtbijproducten ook gedeeltelijk gebruikt worden wordt er 3% van de milieueffecten toegerekend aan de bijproducten en 97% aan de filet. Kabeljauw is een seizoensvis. De beste tijd om de vis te eten is van juli tot en met december (www.tijdvoorvis.nl). Omdat er in de maanden januari tot juli weinig nieuwe vangst is, is aangenomen dat de kabeljauw gemiddeld 3 maanden diepgevroren in de opslag ligt. Dit brengt het energiegebruik voor de opslag op 5 kWh per ton kabeljauw filet. De verpakking van de kabeljauwfilet is gelijk ingeschat als die van haringfilet.

Transport
Er is uitgegaan van transport over zee vanuit Noorwegen over een afstand van 1000 km (enkele reis), transport van 100 km per vrachtwagen van en naar de haven en wegtransport van 100 km van distributiecentra naar de supermarkt (enkele reis).

3.6.3 Koolvis

Koolvis in Nederland is voornamelijk afkomstig uit de Stille Oceaan, gevangen door Amerikaanse of Russische schepen. Koolvis wordt ook in toenemende mate gekweekt in Noorwegen. Er zijn verschillende soorten koolvis: witte koolvis (*Pollachius pollachius*), zwarte koolvis (*Pollachius virens*) en Alaska koolvis (*Theragra chalcogramma*). De visserij op de Alaska koolvis is de grootste visserij ter wereld voor consumptievis. Veel verwerkte visproducten, zoals vissticks en surimisticks, zijn van Alaska koolvis gemaakt. De zwarte en witte koolvis wordt bijna niet gegeten in Nederland.

De visstand van de Alaska koolvis wordt effectief beheerd door seizoensgebonden vangstquota, voorgeschreven visserij-technieken en beperkte toegang tot het visserijgebied. De meeste Alaska koolvis is daarom voorzien van het MSC keurmerk.
Er is echter ook Alaska koolvis op de markt zonder keurmerk. Deze komt uit Rusland en wordt via China naar Nederland vervoerd. Hiervan kan niet gezegd worden of deze uit goed beheerde populaties afkomstig is (www.goedevis.nl).



Figuur 6. Verspreidingsgebied van de Alaska Koolvis (Theragra chalcogramma).

Vangst
Voor het brandstofverbruik voor het vangen van koolvis is bij gebrek aan data over visserij op de Stille Oceaan uitgegaan van data van de Noorse visserij waarin brandstofverbruik voor visserij op koolvis wordt gegeven (Schau e.a. 2008). Deze bron geeft het brandstofverbruik voor twee allocatiemethoden: op basis van economische waarde en op basis van massa. Resultaten voor systeemuitbreiding ontbreken vooralsnog waardoor we hier de resultaten volgens deze twee allocatiemethoden presenteren.

Verwerking, opslag en verpakking
Voor de opbrengst van filet van koolvis gaan we uit van het gemiddelde van witte vis op basis van Jespersen e.a., (2000): 45%. Bij de verwerking gaan we uit van dezelfde uitgangspunten als bij haring en kabeljauw dat 3% van de milieueffecten wordt toegerekend aan de bijproducten en 97% aan de filet. Koolvis is een seizoensvis. Voor opslag en verpakking gaan we uit van gemiddeld 3 maanden diepgevroren opslag en een verpakking idem als bij haringfilet .

Transport
Er is uitgegaan van transport over zee vanuit Alaska (Anchorage) over een afstand van 18.500 km (enkele reis), wegtransport van 250 km naar de haven in Anchorage, wegtransport van 100 km van de haven naar distributiecentra en 100 km wegtransport van distributiecentra naar de supermarkt (enkele reis).

3.6.4 Zalm

Ongeveer 80% van de zalm die in Nederland geconsumeerd wordt is afkomstig uit Noorse en Schotse kwekerijen (Vispartners, 2009).

De kweek van zalm vindt in twee fases plaats. Jonge dieren zijn zoetwaterdieren en worden in bassins op het land gekweekt, terwijl oudere dieren in zout water leven. De opfok van de grotere dieren vindt daarom plaats in drijvende netten in zee.
De zalm is een roofvis, die zich in het wild voedt met andere vissoorten. Het voer van kweekzalm bestaat daarom voor een groot gedeelte uit vismeel en visolie die afkomstig is van de industriële visserij. De belangrijkste industrievis ter wereld is de ansjovis die op grote schaal gevangen wordt door Peruaanse en Chileense vissers. Enkele andere industriële vissoorten zijn: blauwe wijting, horsmakreel, sprot, haring en sardines. Daarnaast wordt er visafval (slachtbijproducten) gebruikt om vismeel en visolie te produceren.

Voederproductie

Het voer van de zalmen is van plantaardige en dierlijke oorsprong. Voor de productie van vismeel en visolie is in de analyse aangenomen dat ansjovis het uitgangsmateriaal is. Data over energiegebruik voor de vangst en de verwerking van ansjovis tot vismeel en visolie is afkomstig van Jespersen e.a. (2000).

Op basis van literatuur is de samenstelling van het voer vastgesteld (tabel 5).

Tabel 5. Mengvoedersamenstelling van zalm (Hardy, 2001; Papatryphon, 2004; Tacon, 2006; Skretting 2007)

Voedergrondstof	Aandeel
Vismeel	35%
Visolie	21%
Sojaschroot	9%
Tarwegries	16%
Maisglutenvoermeel	9%
Sojaolie	10%
Totaal (incl. persen)	100%

Kweek
De voederconversie van kweekzalm is rond de 1,2 (Schipp, 2008). Dit betekend dat er voor de productie een zalm van 4 kg, 4,8 kg voer nodig is. Voor de opkweek van jonge zalmen is het energieverbruik 1 kWh per kg jonge vis en voor de productie van 1000 kg volwassen zalm is 14 kg jonge zalm nodig (Silvenius & Grönroos, 2003). Het energiegebruik voor de opkweek van de zalmen in de drijvende bassins is in deze studie verwaarloosd. De mest spoelt uit in zee en omdat het niet bekend is of de nitraat in de mest in zee ook omgezet wordt in lachgas (N_2O) is dit ook verwaarloosd.

Verwerking, opslag en verpakking
Ongeveer 54% van het levende gewicht van een zalm is filet. Het energiegebruik voor de verwerking is geschat op 75 kWh (Jespersen e.a., 2000). Ook wordt de zalmfilet vaak ingevroren en vlak voor verkoop in de winkel ontdooit. Voor de opslag van de filet is het energiegebruik op 5 kWh geschat. De verpakking is gelijk ingeschat als die van haring en kabeljauw, net als het verbruik van energie in de winkel.

Transport
In de analyse is uitgegaan van transport over de weg vanuit Noorwegen 1400 km (enkele reis) en 100 km voor de distributie naar de supermarkt (enkele reis).

3.6.5 Pangasius

De kweek van Pangasius laat wereldwijd de sterkste groei zien van viskweeksoorten. Ongeveer 80% van de wereldwijde kweek vindt plaats in Vietnam. Pangasius is een zoetwatervis en wordt gekweekt in open bassins. Wat betreft kweekmethode bestaan er vele varianten van kleinschalig en extensief tot grootschalig en intensiever. Voorheen werd veel zelfgemaakt voer door kwekers gebruikt, wat neerkwam op een mengsel van visafval en allerlei plantaardige grondstoffen zoals rijstafval en cassave. Inmiddels is de sector steeds meer geprofessionaliseerd en neemt het gebruik van voer afkomstig van voederbedrijven steeds meer toe.

Door de snelle groei en de negatieve gevolgen van de kweek, heeft het Wereld Natuur Fonds een ronde tafel discussiegroep opgericht waarmee er gestreefd wordt naar standaarden en verbeteringen in de productieketen van Pangasius. Daarnaast zijn ook in de praktijk initiatieven ontstaan voor een duurzamere productie van Pangasius. Zo heeft een van de belangrijkste importeurs van Pangasius in Nederland, Anova Food, het Trace Panga programma opgezet waarmee de gehele keten zoveel mogelijk gecontroleerd wordt op punten als voedselveiligheid, milieu en sociale aspecten (www.anovafood.com). De Trace Panga vertegenwoordigt ongeveer 20% van het aanbod van Panga door Anova op de Nederlandse markt.

In de productieketen van Pangasius onderscheiden we twee varianten. De gangbare teelt en de teelt onder de vlag van Trace Panga, het gecontroleerde programma van Anova Food.

Voederproductie

Op basis van informatie van Anova (Exters & Huillery, 2009) is de samenstelling van het voer vastgesteld (tabel 6). In het voer voor Pangasius zit een belangrijk deel Rice bran. Dat is een afvalproduct dat ontstaat bij het malen van rijst. Voor deze grondstof is een quick scan uitgevoerd om de milieulast gerelateerd aan teelt en productie te bepalen. Bij de resultaten bespreken we de mogelijke onzekerheid bij de uitkomst hiervan en het effect daarvan op het uiteindelijke resultaat voor Pangasius.

*Tabel 6. Mengvoedersamenstelling van Pangasius (*Exters & Huillery, 2009*)*

Voedergrondstof	Gangbare Panga	Trace Panga
Vismeel en -olie	12%	10%
Sojaschroot	25%	30%
Rice bran	37%	35%
Cassave/tapioca	25%	25%

Kweek
De voederconversie van gangbare Pangasius bedraagt volgens Anova (Exters & Huillery, 2009) 1,8. Bijna afgerond onderzoek van de Wageningen Universiteit gaat uit van een voederconversie van 1,9 (Bosma, 2009). In deze studie gaan we uit van de conversie van 1,8 voor gangbare Pangasiusteelt. Voor de Pangasius gekweekt binnen het Trace Panga programma is de voederconversie 1,6 (Exters & Huillery, 2009). Voor het energiegebruik is vanwege gebrek aan data uitgegaan van eenzelfde energiegebruik als bij de kweek van zalm.

Verwerking, opslag en verpakking

Uit een levende Pangasius is de opbrengst van filet 37% van het gewicht (Exters & Huillery, 2009 en Pham Thi, 2009). De rest van de vis wordt hoofdzakelijk gebruikt voor productie van vismeel en –olie. Voor de (economische) allocatie is uitgegaan van de opbrengstverhouding tussen filet en vismeel plus –olie, die is bepaald op 90% voor filet en 10% voor vismeel en -olie samen. Voor het energiegebruik van verwerking en opslag zijn geen data gevonden en daarom zijn we uitgegaan van dezelfde data als voor zalm. Dit geeft weliswaar een onbetrouwbaarheid maar de bijdrage aan het geheel is gering.

Transport

Pangasius wordt met een zeeschip van Vietnam naar Nederland vervoerd over een afstand van 16.500 km. De afstand tot de haven in Vietnam bedraagt 200 km. In Nederland is uitgegaan van 100 km voor de distributie naar de supermarkt (enkele reis).



4

Milieueffecten van vis

4.1 Haring

4.1.1 Effecten visserij op ecologie

Bodemverstoring
Haring is een pelagische soort, wat inhoudt dat de soort niet op de zeebodem leeft. De haringvisserij heeft daarom geen netten die over de bodem slepen en daar schade aan brengen, maar wordt gedaan met ringnetten (purse seine, ca. 35%) of door trawlers met pelagische sleepnetten (ca. 65%) (www.ices.dk, www.lcafood.dk).

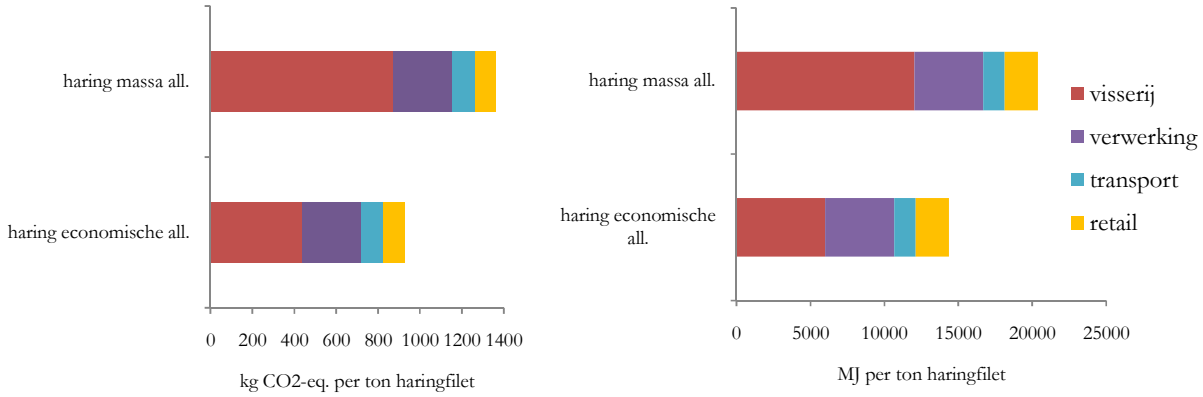


Figuur 7. Purse seine of pelagische trawler, de vismethodes om haring te vangen (www.afma.gov.au).

Bijvangst
De haringvisserij gaat ook gepaard met relatief weinig bijvangsten. De meeste bijvangst bestaat uit industrievissen. In Denemarken bestaat de industrievis uit jonge haringen die te klein zijn voor menselijke consumptie.

4.1.2 Broeikaseffect en energiegebruik

Het totale broeikaseffect van een kg haringfilet is berekend op 0,9 tot 1,4 kg CO_2-eq. en 14 tot 20 MJ. De score is afhankelijk van de allocatiemethode die gebruikt wordt voor de visserijfase. Wanneer massa allocatie wordt toegepast, dan is de visserijfase van grootste invloed op de totale score (ruim 70%). Wanneer economische allocatie wordt toegepast, is de bijdrage van visserij ruim de helft (56%) en draagt verwerking relatief meer bij aan de totaalscore. Transport draagt relatief weinig bij met 5-10% en is vergelijkbaar met de bijdrage van het energiegebruik in de retail.



Figuur 8. Broeikaseffect en energiegebruik voor haringfilet volgens massa economische allocatie van de milieulast door visserij in de Nederlandse supermarkt.

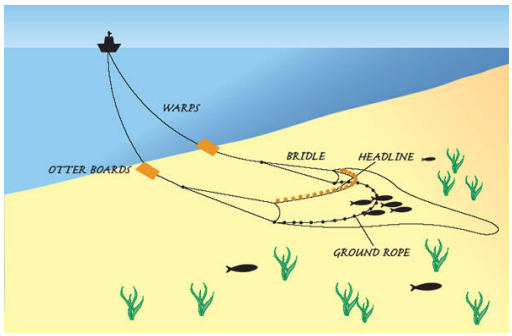
Het brandstofverbruik per kg vis varieert sterk tussen type schepen. Voor haring wordt het overgrote deel van de totale vangst (89%) op specifieke haringschepen gevangen. Het gemiddelde brandstofverbruik op die schepen is 119 l/ton vis (massa allocatie Thrane 2004). De rest wordt als bijvangst gevangen op schepen die m.n. uitvaren voor industrievis (8%) en prawn (3%). Bij schepen die industrievis als hoofdvangst hebben is het brandstofverbruik 65 l/ton vis. Dat is 45% lager dan het brandstofverbruik op haringschepen. Bij prawnvisserij ligt het brandstofverbruik juist 42% hoger met 168 l/kg vis. Deze variatie tussen type schepen is aanwezig maar aangezien het overgrote deel van de haring (bijna 90%) toch op haringschepen wordt gevangen is het minder relevant. Variatie binnen haringschepen is wellicht van groter belang. Thrane 2004 geeft daar echter geen informatie over. Noors onderzoek (Schau e.a. 2008) geeft daarentegen wel een beeld van de variatie binnen verschillende type visserijschepen. Die variatie blijkt hoog te zijn. Voor schepen geschikt voor haringvangst (pelagische trawl, Danish Seine, Purse Seine) is de standaarddeviatie van gelijke orde grootte als het gemiddelde.

4.2 Kabeljauw

4.2.1 Effecten visserij op ecologie

Bodemverstoring
De meeste kabeljauw wordt gevangen met sleepnetten die over de bodem slepen (bodemtrawlers). Hierdoor wordt de zeebodem in grote mate verstoord.

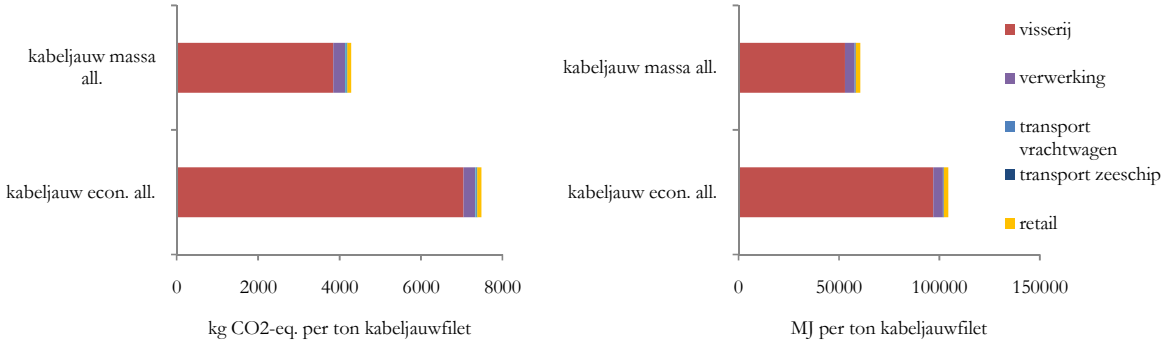
Bijvangst
Kabeljauw wordt als ook als bijvangst gevangen bij de visserij op schelvis en langoustines. Door het instellen van de strenge TAC van kabeljauw, wordt de bijgevangen kabeljauw vaak al dan niet levend teruggegooid in zee. In de kabeljauw visserij wordt de ondermaatse kabeljauw vaak dood teruggegooid in zee. Ook is er sprake van andere soorten die bijgevangen worden.



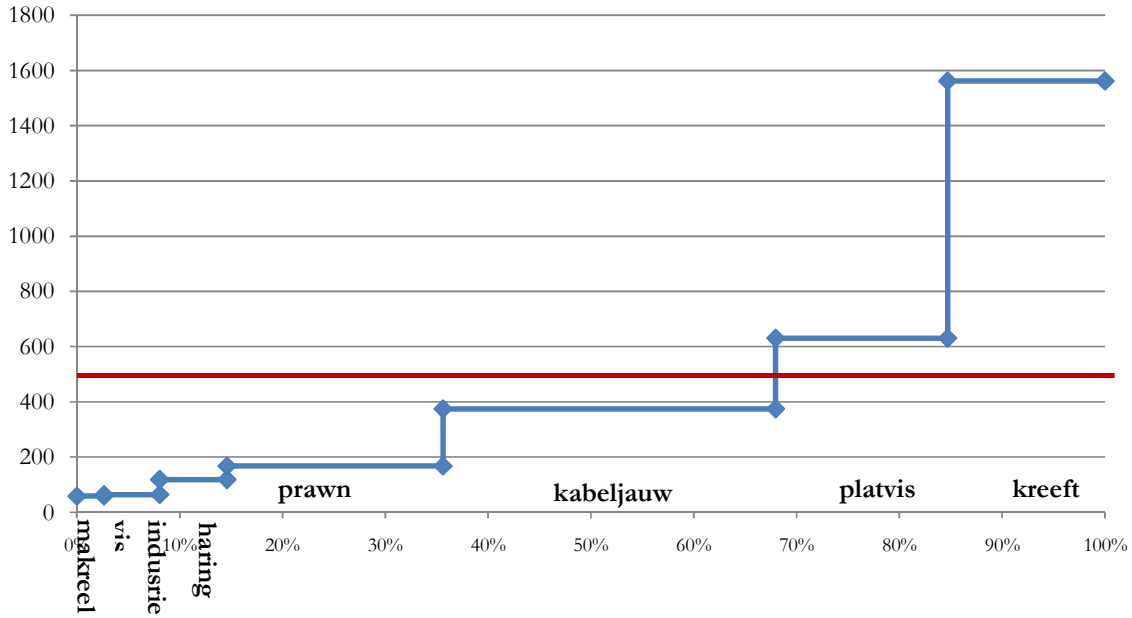
Figuur 9. Kabeljauw wordt meestal gevangen met bodemtrawlers (www.afma.gov.au).

4.2.2 Broeikaseffect en energiegebruik

De totaalscores van kabeljauwfilet zijn berekend op 4,3 tot 7,4 kg CO_2-eq per kg en 61 tot 105 MJ per kg. Het zwaartepunt van het broeikaseffect en energiegebruik wordt bepaald in de visserijfase. Het brandstofverbruik in de visserij draagt voor 85% - 95% bij aan de totaalscore voor energiegebruik en broeikasgasemissies. Net als bij haring blijkt ook bij kabeljauw de totaalscores erg afhankelijk te zijn van de allocatiemethode die gebruikt wordt voor bijvangsten in de visserijfase. Allocatie o.b.v. massa laat een 40% lagere score zien dan economische allocatie. Dit komt omdat kabeljauw in verhouding tot andere soorten schaars en duur is en o.b.v. economische opbrengst dus meer milieulast krijgt toegerekend.



Figuur 10. Broeikaseffect en energiegebruik volgens massa en economische allocatie van de milieulast door visserij voor de productie van kabeljauwfilet.



Figuur 11. De verdeling van de kabeljauwvangst over de verschillende visserijschepen met daarbij het dieselverbruik per ton gevangen vis per type schip (o.b.v. massa allocatie, Thrane 2004). De figuur dient van links naar rechts gelezen te worden. Het eerste type schip (makreel) waar kabeljauw mee wordt gevangen (3% van totale kabeljauwvangst) gebruikt 59 l/ton gevangen vis. De volgende 5% van de kabeljauw wordt gevangen op industrie visserijschepen met een gebruik van 65 l/ton gevangen vis. Tot de laatste 15% die met kreeft visserijschepen wordt gevangen met een dieselgebruik van 1562 l/ton gevangen vis. De rode lijn is het gemiddelde brandstofverbruik per ton kabeljauw over de verschillende type visserijschepen.

Het brandstofverbruik per kg vis varieert sterk tussen schepen. In figuur 11 is de variatie in dieselverbruik uitgebeeld voor de totale vangst aan kabeljauw. De figuur dient van links naar rechts gelezen te worden. Het eerste type schip (makreel) waar kabeljauw mee wordt gevangen (3% van totale kabeljauwvangst) gebruikt 59 l/ton gevangen vis. De volgende 5% van de kabeljauw wordt gevangen op industrie visserijschepen met een gebruik van 65 l/ton gevangen vis. Tot de laatste 15% die met kreeft visserijschepen wordt gevangen met een dieselgebruik van 1562 l/ton gevangen vis. Het grootste deel van de kabeljauw wordt op schepen gevangen die specifiek uitvaren voor kabeljauw. Echter slechts ongeveer een derde van de totale gevangen kabeljauw wordt op die schepen gevangen. Een belangrijk deel (ruim 30%) wordt op schepen als bijvangst gevangen die een hoger dieselgebruik kennen (platvis- en kreeft visserij) en een belangrijk deel (ongeveer 35%) op schepen met een lager gebruik. Het gemiddelde brandstofverbruik op basis van economische allocatie (Thrane 2004) is 470 l /ton kabeljauw. Uit figuur 11 blijkt dat dat voor bijna 70% van de kabeljauw een overschatting is. Voor de helft daarvan die gevangen is op specifiek voor kabeljauw uitgevaren schepen is de overschatting 25%, voor de andere helft zelfs 170% of meer. Deze overschatting voor een groot deel van de vangst wordt veroorzaakt door het relatief hoge brandstofverbruik van de kreeftvisserij waar een niet verwaarloosbaar deel van de kabeljauw als bijvangst wordt gevangen.

Naast het verschil tussen type schepen is er ook nog variatie in brandstofverbruik binnen type schepen die vissen op dezelfde methode. Volgens Noors onderzoek (Schau e.a., 2008) is de standaarddeviatie van schepen toegerust voor kabeljauw vangst (zoals bodem trawler) groot (tot twee maal de waarde van het gemiddelde). Ditzelfde onderzoek geeft aan dat het brandstofverbruik van twee vangstmethoden voor kabeljauw; bodem trawler en long line, vergelijkbaar is (rond de 300 kg per ton vis).

4.3 Koolvis

4.3.1 Effecten visserij op ecologie

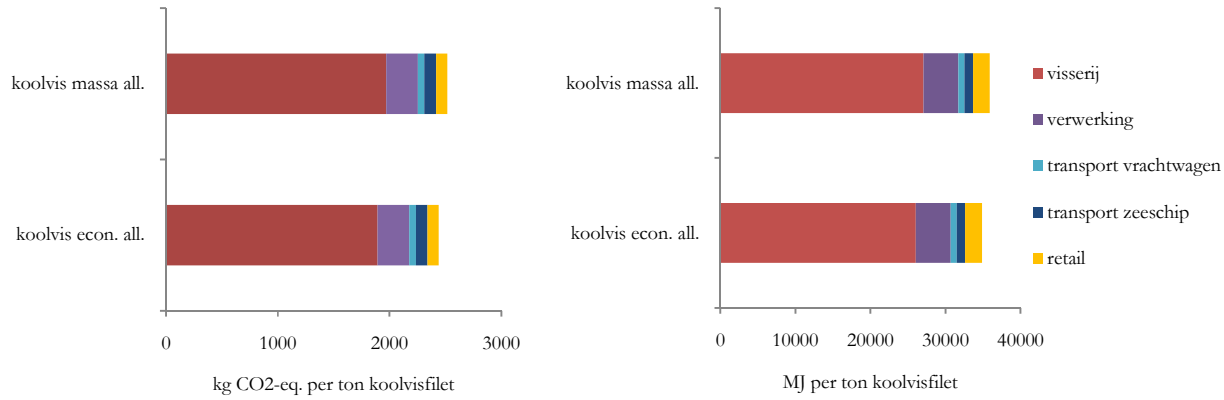
Bodemverstoring
De Alaska koolvis wordt gevangen met pelagische trawlerschepen, en veroorzaken weinig verstoring van de bodem.

Bijvangsten
Er is sprake van relatief weinig bijvangsten bij de vangst van Alaska koolvis (1-5% van de gevangen massa).

4.3.2 Broeikaseffect en energiegebruik

De totaalscores van koolvisfilet zijn berekend op 2,4 tot 2,5 kg CO_2-eq en 35 tot 36 MJ per kg. Het zwaartepunt van het broeikaseffect en energiegebruik wordt bepaald in de visserijfase. De visserij draagt voor bijna 80% bij aan de totaalscore voor energiegebruik en broeikasgasemissies. In tegenstelling tot haring en kabeljauw is er bij koolvis bijna geen verschil in score tussen de verschillende allocatiemethoden. Overigens is er juist bij haring en kabeljauw veel verschil tussen economische en massa allocatie. Dus die overeenkomst bij koolvis wijkt af van de andere hier geanalyseerde gevangen vissoorten.
Naast het geringe verschil in brandstofverbruik volgens beide methoden blijkt er in de praktijk tussen schepen die koolvis vangen wel veel variatie te zijn in brandstofverbruik. Schau e.a. (2008) geven aan dat er een standaarddeviatie is die de gemiddelde waarde overtreft.

Het transport over de lange afstand van Alaska naar Nederland (met 18.500 km bijna de halve wereld rond) draagt slechts voor 5% bij aan de totaalscore van energiegebruik en broeikasgasemissies. Deze relatief geringe bijdrage komt doordat transport per zeeschip per vervoerde eenheid en per km zeer zuinig is. De bijdrage van het zeetransport over die lange afstand is vergelijkbaar met de bijdrage van de retailfase (energiegebruik in de winkel).



Figuur 12. Broeikaseffect en energiegebruik volgens twee allocatiemethoden van de milieulast door visserij voor de productie van koolvisfilet.

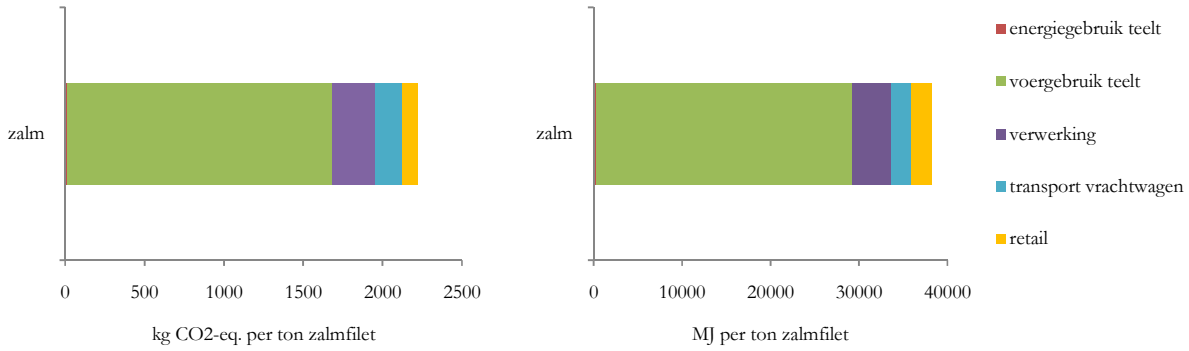
4.4 Zalm

4.4.1 Effecten kweek op ecologie

Omdat zalm relatief dichtbij elkaar worden gekweekt komen er ziektes voor onder de dieren die in de reguliere zalmkwekerijen worden bestreden met antibiotica. Omdat de netten in verbinding staan met open zee, spoelt een deel van de antibiotica uit. De gevolgen voor de omgeving van zalmkwekerijen komt daarbij in gevaar. Ook de mest die uitspoelt zorgt voor problemen. Zo kan er aan kustgebieden in de buurt van zalmkwekerijen sprake van eutrofiering door het uitpoelen van de mest. Ook ontsnappen er soms zalmen die schade kunnen aanbrengen aan het ecosysteem, omdat zalmen roofvissen zijn.

4.4.2 Broeikaseffect en energiegebruik

De totaalscores van zalmfilet zijn berekend op 2,2 kg CO_2-eq en 38 MJ per kg zalmfilet. Het zwaartepunt van het energiegebruik in de keten is toe te schrijven aan de kweek van zalm. Hiervan wordt 90% bepaald door de productie van het voer. Vooral het energiegebruik wijkt af (1/3 hoger) van een eerdere studie van Blonk Milieu Advies (Blonk e.a., 2008) omdat we uitgaan van een lagere opbrengst van filet per kg zalm, het energiegebruik tijdens de opkweek van jongen dieren nu ook meenemen en een hoger energiegebruik meenemen vanwege verwerking en opslag van de zalm. De afwijkende basisdata zijn gebaseerd op een uitgebreidere analyse.



Figuur 13. Broeikaseffect en energiegebruik voor de productie van zalm

4.4.3 Landgebruik

De teelt van zalm legt beslag op (landbouw)grond vanwege de teelt van grondstoffen voor het voer (tabel 7). Voor de productie van 1 kg zalmfilet in de winkel is 2,5 m2 nodig. De meeste ruimte is nodig voor de sojateelt dat grotendeels in Zuid-Amerika plaatsvindt. Het is juist deze teelt in deze regio die een groot risico geeft op bedreiging van waardevolle biodiversiteit (kap van tropisch regenwoud).

Tabel 7 Ruimtebeslag (m2 per kg vis in winkelschap) vanwege voerverbruik in de teelt van zalm

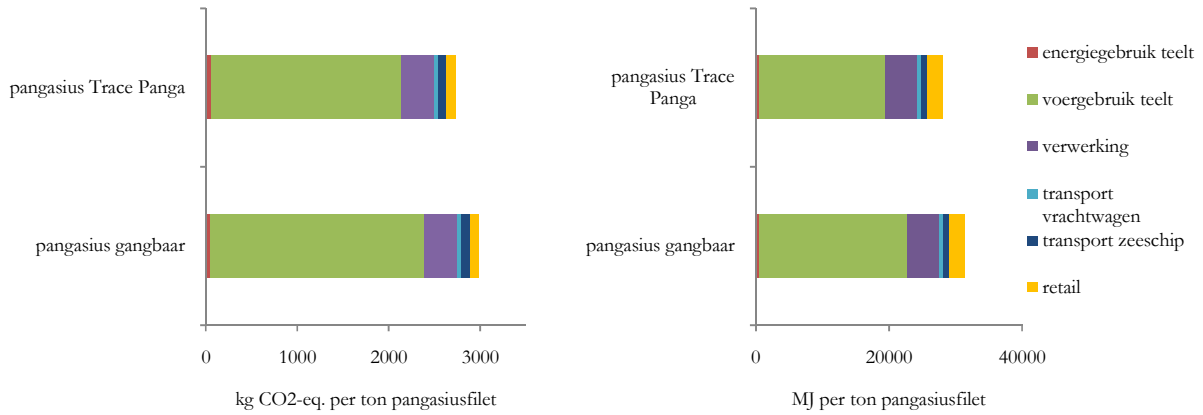
Type ruimtebeslag	Zalm
Totaal ruimtebeslag	2,5
Ruimtebeslag vanwege sojateelt	2
Ruimtebeslag in Zuid-Amerika	1,8
Ruimtebeslag in Noord-Amerika	0,4
Ruimtebeslag in Europa	0,1

Een punt van maatschappelijke aandacht is het gebruik van vismeel en –olie in de visteelt. Een argument is dat ten behoeve van visteelt nog steeds vangst van wilde vis nodig is. Visteelt vervangt daarmee niet geheel visvangst. Bij zalm bestaat ruim de helft van het voer uit vismeel en –olie (zie ook tabel 5). Door verschillende partijen in de keten wordt vanwege deze maatschappelijke druk het gehalte producten van wilde vis in het voer zoveel mogelijk beperkt. Het milieueffect daarvan is echter niet bij voorbaat positief. Indien bijvoorbeeld het gehalte plantaardige olie wordt verhoogd met een kwart ten koste van visolie dan neemt het totale ruimtebeslag voor zalmteelt met 14% toe (tot 2,8 m2 per kg). Met de vervanging van visolie door plantaardige olie neemt het gebruik van landbouwgrond en alle daaraan gekoppelde risico's van biodiversiteitverlies, toe. Het effect van deze vervanging op broeikasgasemissie en energiegebruik is overigens veel geringer. De broeikasgasemissie neemt met minder dan 1% toe en het energiegebruik daalt met iets meer dan 1%.

4.5 Pangasius

4.5.1 Broeikaseffect en energiegebruik

De totaalscores van Pangasiusfilet zijn berekend op 3,0 en 2,7 kg CO_2-eq en 31 en 28 MJ per kg filet voor resp. gangbaar Pangasius en Trace Panga. Net als bij zalm ligt het zwaartepunt van het energiegebruik en de broeikasgasemissies in de keten bij de kweek van de vis en dan met name het voerverbruik (bepaald voor driekwart de totaalscores). Ongeveer een derde van het voer bestaat uit afval uit de rijstverwerking (ricebran). De rijstteelt heeft een aanzienlijke bijdrage aan de broeikasgasemissies doordat bij de natte teelt relatief veel methaan vrijkomt. In de quickscan die is uitgevoerd op basis van FAO data (faostat) en gegevens over broeikasgasemissies in Vietnam (Asian Development Bank, 1998) is bepaald dat een ton vers geoogste rijst (paddy) in Vietnam een methaanemisie kent van 74 kg CH4/ton paddy. Uitgaande van 8 kg bran uit 100 kg paddy en 1% economische opbrengst voor bran van de totaalopbrengsten van rijstverwerking komt de rice bran uit op een score van 286 kg CO2 eq. per ton rice bran. Het aandeel van rice bran in de totale economische opbrengst van 1% is een ruwe schatting, representatieve data zijn vooralsnog niet gevonden. Indien dit slechts 0,1 % zou zijn (wat niet ondenkaar is) dan zou de boeikasgasemissie voor rice bran dalen tot 42 kg CO2 eq. per ton rice bran. Dat heeft tot gevolg dat de score voor broeikasgasemissies voor Pangasius voer éénderde lager uit zou komen. De totaalscore voor Pangasiusfilet in de winkel zou daarmee 12-14% lager uitvallen, op 2,6 en 2,4 kg CO_2-eq per kg filet voor resp. gangbaar Pangasius en Trace Panga. Daarin verschilt de Trace Panga niet van de gangbare Panga. De meeste ruimte is nodig voor de sojateelt dat grotendeels in Zuid-Amerika plaatsvindt en voor de teelt van tapioca en rijst in Azië. Vooral de teelt van soja in Zuid Amerika brengt een groot risico met zich mee wat betreft bedreiging van waardevolle biodiversiteit (kap van tropisch regenwoud). Verder zien we in de resultaten dat Trace Panga iets meer sojateelt tot gevolg heeft omdat het gehalte soja wat hoger is in het Trace Panga voer t.o.v. gangbaar Pangasiusvoer.



Figuur 14. Broeikaseffect en energiegebruik voor de productie van Pangasius.

Tabel 8 Ruimtebeslag (m2 per kg vis in winkelschap) vanwege voerverbruik in de teelt van zalm

	Gangbare Pangasius	Trace Panga
Totaal ruimtebeslag	5,3	5,2
Ruimtebeslag vanwege sojateelt	3,2	3,4
Ruimtebeslag in Zuid-Amerika	2,9	3,1
Ruimtebeslag in Noord-Amerika	0,3	0,4
Ruimtebeslag in Azië	2,1	1,8

4.6 Waterverbruik

Gegevens over waterverbruik in de visteelt, -vangst en –verwerking zijn schaars. Bij de visvangst is het gebruik van water beperkt. Wel wordt er ijs gebruikt maar de hoeveelheden zijn verwaarloosbaar. Voor de teelt is water onontbeerlijk maar de teelt van zalm en Pangasius vindt in natuurlijke waters plaats dus in kwantitatieve termen legt het geen beslag op watervoorraden. In kwalitatieve zin ligt het anders omdat de kweek van vis de waterkwaliteit kan bedreigen vanwege eutrofiering, besmetting met geneesmiddelen m.n. antibiotica kunnen problemen opleveren en kweekvis kan ontsnappen en de natuurlijke populatie verstoren.

Voor de verwerking geeft Jespersen e.a. (2000) een verbruik van 5 – 11 m3 per ton ingaande vis (voor witte en vette vis). De waarden van Silvenius en Grönroos (2003) voor haring en zalm zijn lager met resp. 4 en 3 m3 per ton ingaande vis. Stel dat we uitgaan van een gemiddelde van 5 m3 per ton ingaande vis dan komen we op een waterverbruik van 8 tot 12 liter per kg aangeboden vis in de winkel voor resp. zalm en kabeljauw. De andere vissoorten zitten daar tussenin. Het lastige van waterverbruik is echter dat het moeilijk is om de werkelijke milieulast hiervan te interpreteren. Daarbij spelen vele factoren ter plekke m.n. beschikbaarheid van schoon water. Als dat ruim voldoende is dan hoeft een hoog gebruik helemaal geen probleem te zijn.



5

Conclusie

5.1 Synthese van kwalitatieve en kwantitatieve milieueffecten

Het zwaartepunt van milieu-impact van de onderzochte vissoorten ligt in de visserijfase of in de kweekfase. Die posten dragen afhankelijk van vissoort en berekeningsmethode zo'n 70% - 90% bij aan het totale energiegebruik en broeikasgasemissies. Van de onderzochte vissoorten in deze studie heeft kabeljauwfilet uit de wateren rond IJsland en Schotland het meeste energiegebruik en de hoogste broeikasgasemissie per kg filet. Dit komt door de visserij waar gebruik gemaakt wordt van bodemtrawlers die netten over de zeebodem slepen. Naast de ecologische nadelen heeft dit een relatief hoog brandstofverbruik tot gevolg.
De haring scoort van de drie onderzochte wilde vissoorten het laagst wat vooral te danken is aan de vangstmethode waarbij relatief weinig brandstof verbruikt wordt.

Wat betreft de kweekvissen geeft de Pangasius in vergelijking met zalm meer broeikasgasemissies en landgebruik. Dit ligt vooral aan de fysiologische verschillen tussen de twee vissen. De Pangasius heeft meer voer nodig om te groeien dan de zalm (per kg levende vis 400 – 600 g) en uit een zalm wordt meer filet gehaald dan uit een Pangasius (per kg levende vis 170 g meer).

Als we de kweekvis vergelijken met de wilde vis wat betreft energiegebruik en broeikasgasemissies dan blijkt de zalm vergelijkbaar te scoren als de koolvis en ruim hoger dan de haring. De Pangasius scoort nog wat ongunstiger (hoger) op broeikasgasemissies en wat beter (lager) op energieverbruik dan de zalm. Daarbij komt dat gekweekte vis een claim legt op het gebruik van land voor de teelt van gewassen voor het voer. Dit speelt met name bij Pangasius die ruim tweemaal zoveel landgebruik nodig heeft per kg filet als zalm.
Wat betreft duurzaamheid van gekweekte vis ten opzichte van gevangen wilde vis kunnen we concluderen dat gekweekte vis niet per se beter scoort op broeikasgasemissies en energiegebruik. Vooral bij gevangen vis is de variatie in broeikasgasemissies en energiegebruik per kg filet hoog waardoor er soorten zijn die duidelijk beter (zoals haring) en die duidelijk slechter (zoals kabeljauw) scoren dan kweekvis. Een duurzaamheidsaspect waar kweekvis per definitie een nadeel heeft ten opzichte van gevangen wilde vis is het landgebruik voor voederteelt. Daar tegenover staat de druk van visvangst op de visstand en de ecologie in de zeeën en oceanen.

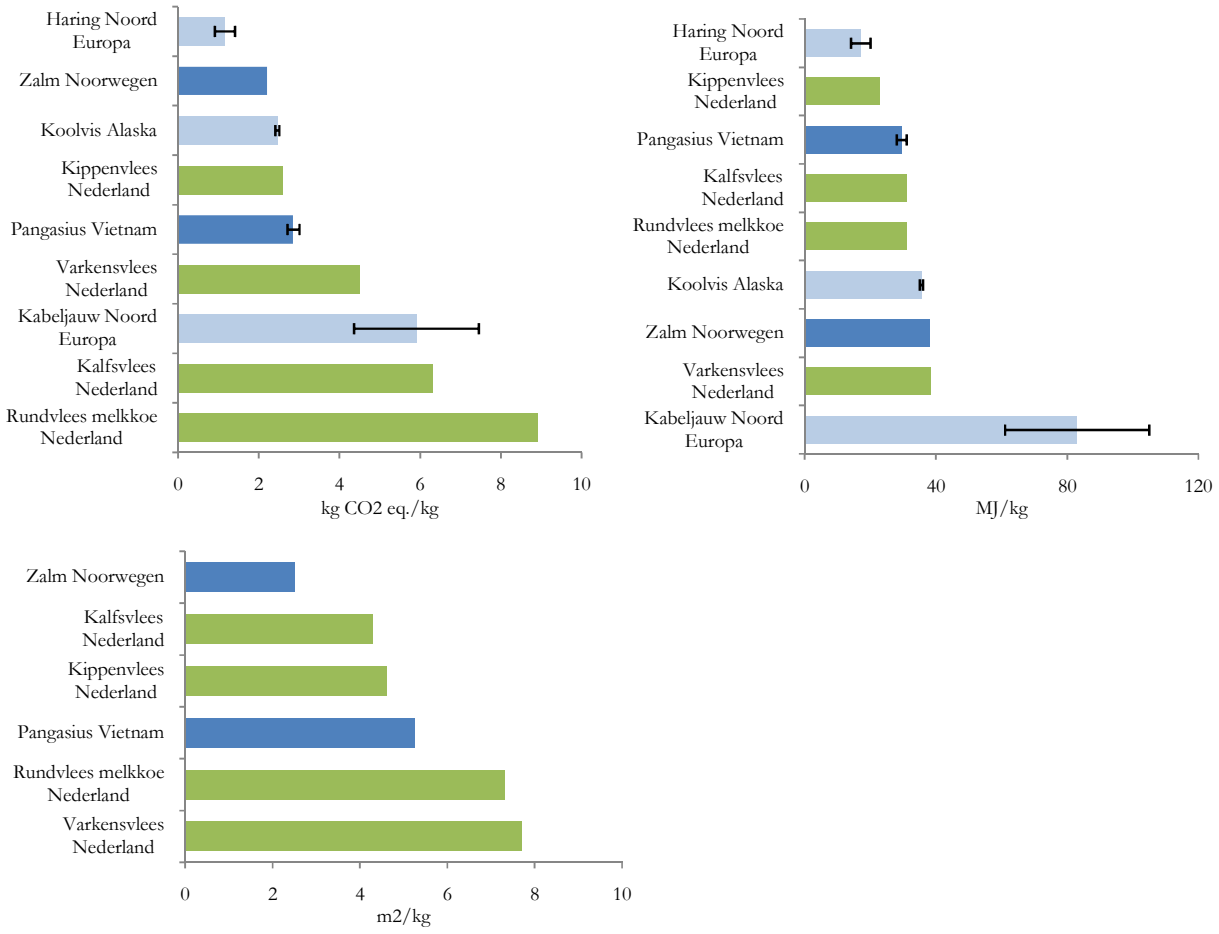
Tabel 9. Milieueffecten van de vissoorten op een rij volgens de VISwijzer, aangevuld met kwantitatieve resultaten van deze studie.

Soort	Biologische kenmerken/ Productie-systeem	Ecologische effecten	Beheer	Totaal	MSC keurmerk	Broeikaseffect kg CO_2-eq/kg	Energiegebruik MJ/kg	Landgebruik m^2/kg
	VISwijzer					**Deze studie**		
Haringfilet uit Noord-Europese wateren						0,9-1,4	14-20	-
Kabeljauwfilet uit wateren rond IJsland en Schotland						4,3-7,4	61-105	-
Alaska koolvisfilet uit Alaska						2,4-2,5	35-36	-
Atlantische kweekzalmfilet (Schotland, Noorwegen)						2,2	38	2,5
Pangasiusfilet gekweekt uit Vietnam						2,7 – 3,0	28 - 31	5,2 - 5,3

Een ander punt van aandacht in het maatschappelijk debat rond visteelt is het gebruik van producten afkomstig uit de vangst van wilde vis in het visvoer (vismeel en visolie). Met andere woorden vangst van wilde vis is nodig voor het

produceren van teeltvis. Er zijn ontwikkelingen om het gehalte producten van visvangst zoveel mogelijk te beperken (overigens is dat veelal aan fysiologische grenzen gebonden omdat vissen zoals de zalm nu eenmaal visetende vissen zijn) en te vervangen door plantaardige grondstoffen. Uit dit onderzoek blijkt dat het effect daarvan op energiegebruik en broeikasgasemissies ongeveer neutraal zal zijn. Daarentegen zal de claim van visteelt op landbouwgrond, met alle risico's voor bijvoorbeeld verlies van biodiversiteit, daardoor alleen maar toenemen. Dit effect zien we ook terug in het verschil tussen de resultaten van Pangasius t.o.v. zalm. Pangasius heeft als voornamelijk planteneter een ruim twee maal zo hoog landgebruik per kg filet als de zalm.

In de analyse is geprobeerd de meest gangbare vismethode en route van de producten en de milieueffecten daarvan in beeld te brengen. In werkelijkheid zal de productieketen van de producten er niet altijd hetzelfde uitzien. Zo is uit onderzoek al gebleken dat de milieueffecten van de productieketen van bepaalde visproducten er heel anders uit kan zien wanneer er bijvoorbeeld gekozen wordt voor een andere visserijmethode. Dit is bijvoorbeeld het geval voor platvissen, die op de zeebodem leven van kustwateren(Thrane, 2006). Het brandstofverbruik van bodemtrawlers is per kg gevangen platvis is ca 2,5 l per kg terwijl dit met de Deense seine methode maar 0,25 liter per kg is: een factor 10 verschil. Het stimuleren van extensievere vismethodes kan dus het brandstofverbruik in de visserijfase significant verlagen voor bepaalde soorten.



Figuur 15. De milieuscore (broeikasgasemissies in kg CO2eq./kg, energiegebruik in MJ/kg en landgebruik in m2/kg) voor verschillende vlees- en vissoorten. De groene balken representeren de vleessoorten, donkerblauwe de teeltvissen en lichtblauwe de gevangen wilde vissoorten. Bij de vissoorten is het gemiddelde weergegeven van de hier berekende resultaten met de minimale en maximale waarde als foutbalk weergegeven. De resultaten voor het vlees zijn gebaseerd op Blonk e.a. (2008).

Een vergelijking in milieuscore tussen verschillende vlees- en vissoorten geeft een uiteenlopend beeld (figuur 15). Bij de broeikasgasemissies geven de zalm, koolvis en Pangasius een vergelijkbare emissie als kip. Haring scoort duidelijk lager terwijl kabeljauw hoger scoort. Kabeljauw geeft meer broeikasgasemissies dan varkensvlees. Overigens zijn de hoogst scorende vleessoorten voor broeikasgasemissies (Braziliaans en Iers rundvlees) niet in dit vergelijk meegenomen omdat die vele malen hoger scoren en daardoor in een heel andere range liggen. Bij het energiegebruik zien we dat zalm, Pangasius en koolvis vergelijkbaar scoren als varkens-, rund (van Nederlandse melkkoeien) kalfs- en kippenvlees. Ook hier scoort haring relatief gunstig en kabeljauw ongunstig. Bij het landgebruik zien we dat de zalm duidelijk gunstiger scoort dan kip, die het laagste landgebruik per kg vlees kent van de gangbare vleessoorten. Dit komt doordat enerzijds een groot deel van het voer van de zalm uit visproducten bestaat (waarvoor geen landgebruik nodig is) en anderzijds er minder voer nodig is om 1 kg zalmfilet te produceren dan 1 kg kippenvlees. De Pangasius geeft een hoger landgebruik dan het kippenvlees. Dit verschil met de zalm komt omdat de Pangasius veel meer een planteneter is en er dus meer landbouwgrond per kg voer nodig is. In vergelijking met de kip groeit de Pangasius iets efficiënter (1,8 kg voer voor 1 kg groei t.o.v. 2,0 voor de kip) maar van een Pangasius resteert een kleiner eetbaar deel (slechts 37%) dan bij de kip (ongeveer 63%). Vooral dat laatste verschil bepaalt de hogere score voor Pangasius t.o.v. kip.

5.2 Andere milieueffecten

Deze studie heeft zich voornamelijk gericht op het berekenen van het broeikaseffect en energiegebruik over de productie keten van enkele soorten. Uit voorgaande studies blijkt dat het zwaartepunt van de milieueffecten kan verschuiven wanneer er op andere milieuthema's wordt gefocust. Zo zijn het verbruik van water, het ontstaan van afvalwater en geur overlast belangrijke thema's in de verwerkingsfase van visproducten (Jespersen e.a., 2000; Thrane, unpublished). Het gebruik van water bij de verwerking kon slechts beperkt in beeld worden gebracht, maar blijkt wel om een significante hoeveelheid water te gaan met zo'n 8 tot 12 liter per kg aangeboden vis in de winkel.

Tabel 10. Belangrijke milieueffecten in verschillende stadia van de levenscyclus van visproducten (+++: zeer belangrijk, ++: relatief belangrijk, +: redelijk belangrijk) .

	Uitputting van visbestanden	Waterconsumptie	Broeikasgasemissie	Afvalwater	Energiegebruik	Emissie van chemicaliën	Bodemverstoring
Teelt voer		+++	+++		+++	+++	+++
Kweek vis	+			+++	+	+++	
Visserij	+++		+++	++	+++	+++	+++
Verwerking		+++	+	++	++		
Transport			+		+		
Retail			+				
Consument		++	+	++	++		

Bronnen

Asian Development Bank, Manila 1998.Asie least cost greenhouse gas abatement strategy Vietnam.

Blonk, H., Kool, A. & B. Luske (2008). *Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten. Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008*. Blonk Milieuadvies, Gouda.

Bergsma, G., Schwencke, A., Potjer, B., & O. Bello (2001). *Milieu en overige effecten van een belasting op verpakkingen van dranken*. Publicatienummer: 01.5003.07. CE, Delft.

Bosma, R. 2009. Persoonlijke communicatie. Vakgroep Visteelt en Visserij van de Animal Sciences Group van Wageningen Universiteit, Wageningen.

Carlsson-Kanyama, A. & M. Faist (2000). *Energy Use in the Food Sector: A data survey*. ETH, Zürich.

Cremer, M.C., Z. Jian & Z. Enhua 2002. *Pangasius Catfish Production in Ponds with Soy-Based Feeds.* American Soybean Association, Beijing China.

Exters, J. & A.L Huillery, 2009. persoonlijke communicatie. Anova Food, Den Bosch.

Eyjólfsdóttir, H.R., H. Jónsdóttir, E. Yngvadóttir en B. Skúladóttir, 2003. *Environmental Effects of Fish on the Consumers Dish.* IFL and Icetec.

Hardy, R. W. (2001). *Use of Soybean Meals in Diets of Salmon and Trout*. University of Idaho, VS.

Hospido, A. & P. Tyedmers (2005). *Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries*. Fisheries Research 76: 174–186.

IATTC (2008). *Tunas and Billfishes in the Eastern Pacific Ocean in 2007. Fishery Status Report No. 6*. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, USA.

Jespersen, C., Christiansen, K. & B. Hummelmose (2000). *Cleaner Production Assessment in Fish Processing.* COWI Consulting Engineers and Planners AS, UNEP & DAPI, Denmark.

Josupeit, H. (2007). *Developments of tuna prices and future trends*. Globefish Fish Information Network, FAO, Rome.

Lobregt, S. (2007). *Het uitgekristalliseerde NH3/CO2 concept voor de visserij. Energiezuinige koeling Willem van der Zwan (SCH302).* E0601537 & M0601242 Sparkling Projects bv, Apeldoorn.

Maunder, M. N. & S. J. Harley (2004). *Status of Skipjack Tuna in the eastern Pacific Ocean in 2003 and outlook for 2004*. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, USA.

Papatryphon, E., Petit, J., Kaushik, S. J. & H. M. G. van der Werf (2004). *Environmental Impact Assessment of Salmonid Feeds Using Life Cycle Assessment (LCA).* Ambio Vol. 33, nr 6: pp 316-323.

Phu, T.Q. & T.T.T. Hien 2003. *Changes in Types of Feeds for Pangasius Catfish Culture Improve Poduction in the Mekong Delta.* In: Aquanews, volume 18, nr 3.

Pham Thi, A., 2009. Persoonlijke communicate . Van Lang University and Smartchoice, Ho Chi minh City, Vietnam

Rohul Amin, A.K.M., M.A.J. Bapary, M.S. Islam, M. Shahjahan & M.A.R. Hossain 2005. *The Impacts of Compensatory Growth on Food Intake, Growth Rate and Efficiency of Feed Utilization in Thai Pangas (Pangasius hypothalmus).* In: Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (5): 766-770, 2005.

Schau, E.M, H. Ellingsen, A. Endal & S.Aa. Aanondsen 2008. *Energy consumption in the Norwegian fisheries*. In: Journal of Cleaner Production 17 (2009) pag. 325 – 334.

Schipp, G. (2008). *Is the use of Fishmeal and Fishoil in Aquaculture Diets Sustainable?* Technote no. 124, Northern Territory, Australië.

Skretting (2007). *Salmon feeds. Trends in levels of fish meal fish oil. Plans for supplying the expanding industry*. Presentatie van Trygve Berg Lea. Nutreco, Noorwegen.

Silvenius, F. & J. Grönroos (2003). *Fish Farming and the Environment. Results of Inventory Analysis*. Finnish Environment Intitute, Helsinki.

Tacon, A. H. (2006). *Use of Fishery Resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications*. FAO, Rome.

Thrane, M. (2004) *Energy consumption of the Danish fishery. Identification of Key Factors*. Journal of Industrial Ecology (8), 1-2: pp 223-239.

Thrane, M. (unpublished). *Environmental impacts from Danish Fish Products*. Aalborg University, Denmark.

VCP, 1998 en 2003: www.rivm.nl/vcp_en/

Vispartners (2009), persoonlijke communicatie.

Websites:
www.anovafood.com
www.avilafood.com
www.cbsstatline.nl
www.frdc.com.au
www.lcafood.dk
www.stichtingdenoordzee.nl
www.goedevis.nl
www.cvo.wur.nl
www.msc.org
www.pelagicfish.eu
www.visbureau.nl
www.voedingscentrum.nl
www.faostat.org

Bijlage1. Nederlands verbruik van vis

Nederland is van oudsher een handelsland en een vissersland. Dit betekent dat er veel (vis)producten Nederland binnenkomen vanuit het buitenland maar dat daarvan tevens veel wordt geëxporteerd. Daarnaast komt er vis binnen bij de Nederlandse visafslagen. Deze vis is niet altijd afkomstig van Nederlandse vissersboten, maar kan ook door buitenlandse schepen worden aangevoerd.
Van de populairste vissoorten is het binnenlands verbruik voor de humane consumptie berekend op basis van Nederlandse statistieken van import, export en landing in de Nederlandse havens (www.CBSstatline.nl). Hieruit is gebleken dat het binnenlands verbruik op jaarbasis van haring het grootste is (ca 166 kton), gevolgd door zalm en koolvis (beide ca 12 kton), kabeljauw (7 kton) en tonijn (0,4 kton) (figuur 1).



Figuur 1. De handel van de verschillende vissoorten in Nederland (www.CBSstatline.nl).