Klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee

Een onderzoek naar de klimaatimpact van de Nederlandse visserij en een vergelijking van de klimaatimpact en voedingswaarde van de in Nederland meest geconsumeerde voedselproducten uit zee met eiwitrijke voedselproducten van land

Jonna Snoek, Geert Hoekstra, Marnix Poelman, Quinta Bonekamp, Seval Cicek, Alba Pulskens, Joep Tummers, Arie Klok, Roel Helmes, Emil Georgiev, Reina Vellinga, Mila Garcia Valicente, Liesbeth Temme

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport



Klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee

Een onderzoek naar de klimaatimpact van de Nederlandse visserij en een vergelijking van de klimaatimpact en voedingswaarde van de in Nederland meest geconsumeerde voedselproducten uit zee met eiwitrijke voedselproducten van land

Jonna Snoek,[1] Geert Hoekstra,[1] Marnix Poelman,[2] Quinta Bonekamp,[1] Seval Cicek,[1] Alba Pulskens,[2] Joep Tummers,[1] Arie Klok,[1] Roel Helmes,[1] Emil Georgiev,[1] Reina Vellinga,[3] Mila Garcia Valicente,[3] Liesbeth Temme[3]

1 Wageningen Social & Economic Research

2 Wageningen Marine Research

3 Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Social & Economic Research, Wageningen Marine Research en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu in opdracht van en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'Noordzee en grote wateren' (BO-43-225-0.25).

Wageningen Social & Economic Research
Wageningen, maart 2026

RAPPORT
2026-033-1

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

Jonna Snoek, Geert Hoekstra, Marnix Poelman, Quinta Bonekamp, Seval Cicek, Alba Pulskens, Joep Tummers, Arie Klok, Roel Helmes, Emil Georgiev, Reina Vellinga, Mila Garcia Valicente, Liesbeth Temme, 2026. *Klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee; Een onderzoek naar de klimaatimpact van de Nederlandse visserij en een vergelijking van de klimaatimpact en voedingswaarde van de in Nederland meest geconsumeerde voedselproducten uit zee met eiwitrijke voedselproducten van land.* Wageningen, Wageningen Social & Economic Research, Rapport 2026-033-1. 220 blz.; 21 fig.; 24 tab.; 100 ref.

Dit onderzoek analyseert de klimaatimpact van brandstofgebruik in de Nederlandse visserij en vergelijkt de klimaatimpact en voedingswaarde van in Nederland veel geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee met eiwitrijke voedselproducten van land. De klimaatimpact per kg eetbaar product tot en met aanlanding is het laagst bij mosselkweek en de pelagische visserij en het hoogst bij de visserij op tong (boomkor), schol (SumWing) en tarbot (boomkor/SumWing). Per kg geconsumeerd product hebben pelagische visproducten, plantaardige producten van land en ei een relatief lage klimaatimpact; biefstuk en benthische (bij de bodem levende) visproducten de hoogste. Vis levert daarnaast belangrijke voedingsstoffen zoals EPA/DHA, jodium en selenium. De analyse is gebaseerd op sectorgegevens, LCA gebaseerd op PEF (Product Environmental Footprint)-richtlijnen en NEVO (Nederlands Voedingsstoffenbestand) -voedingsdata.

Trefwoorden: klimaatimpact, visserij, vis, métier, levens cyclus analyse, LCA, voedingswaarde, PEFCR Marine Fish, PEF, boomkor, SumWing, kotters, pelagisch, demersaal, benthisch, CO_2-voetafdruk, brandstof

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/712244 of op www.wur.nl/social-and-economic-research (onder Wageningen Social & Economic Research publicaties).

© 2026 Wageningen Social & Economic Research
Postbus 88, 6700 AB Wageningen, T 0317 48 48 88, E info.wser@wur.nl, www.wur.nl/social-and-economic-research. Wageningen Social & Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Social & Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2026
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Social & Economic Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Wageningen Social & Economic Research Rapport 2026-033-1 | Projectcode 2333100016

Foto omslag: Geert Hoekstra

Inhoud

Woord vooraf **7**

Samenvatting **8**

S.1 Klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee? 8
S.2 Klimaatimpact en voedingswaarde van voedselproducten uit zee verschillen sterk per vissoort 9
S2.1 Klimaatimpact van voedselproducten uit zee, aangeland door de Nederlandse visserij 10
S2.2 Klimaatimpact van in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee en eiwitrijke voedselproducten van land 13
S2.3 Voedingskundige profielen 16
S.3 Methodologie 17
S3.1 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren 17
S3.2 CO_2-voetafdruk geconsumeerde voedselproducten uit zee en van land 17
S3.3 Voedingskundige vergelijking voedselproducten uit zee en van land 18

1 Behoefte aan inzicht in klimaatimpact en voedingswaarde van dierlijk voedsel uit zee **19**

1.1 Klimaatvriendelijke voedselproducten uit zee bieden kansen om klimaatimpact van voedsel te verlagen 19
1.2 Inzicht in klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee en van land gewenst 20
1.3 Hoe hoog is de klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee en alternatieven van land? 20
1.4 Leeswijzer 21

2 Klimaatimpact van door Nederlandse visserij aangelande voedselproducten uit zee **22**

2.1 Inzicht in klimaatimpact van brandstofgebruik door Nederlandse visserij gewenst 22
2.2 Methode: logboek (VIRIS), enquête en Informatienet-data 23
2.2.1 Afbakening: door Nederlands gevlagde schepen aangelande vis 23
2.3 Resultaten: CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door visserij bij *aanlanding* 30
2.3.1 Pelagische trawlervisserij, schelpdieren (oesters en mosselen) en twee van de drie passieve visserijsoorten hebben tot en met aanlanding lage CO_2-uitstoot 30
2.3.2 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) bij aanlanding uitgedrukt per eetbaar gedeelte hoger door gewichtsverlies na fileren of ontdoen van de schelp 34
2.4 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofgebruik scheepsmotoren daalde door krimpende Nederlandse vloot en minder visaanvoer 37
2.4.1 Globale inschatting klimaatimpact Nederlandse visserij met hulp van mondiale data 39
2.5 Factoren die van invloed zijn op het brandstofverbruik per kg product in de visserij 40
2.6 Conclusie: pelagische visserij en schelpdieren hebben laagste klimaatimpact door efficiënte vangst/kweek 42
2.7 Discussie: keuze van bronnen van invloed op resultaten CO_2-uitstoot 42

3 Klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee 44

3.1 Inzicht in klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee gewenst 44
3.1.1 Afbakening: De in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en geselecteerde dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten van land 44
3.2 Methode: Europese standaard voor LCA gebruikt voor vergelijking klimaatimpact geconsumeerde voedselproducten 46
3.2.1 Definitie doel en reikwijdte 47
3.2.2 Dataverzameling 51
3.2.3 Impactanalyse 51
3.2.4 Interpretatie 52
3.3 Impactanalyse: klimaatimpact in kg CO_2-eq van voedselproducten uit zee en van land 52
3.3.1 Klimaatimpact tot en met aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij 52
3.3.2 Klimaatimpact tot en met consumptie 55
3.3.3 Hotspotanalyse voedselproducten uit zee 57
3.3.4 Hotspotanalyse eiwitrijke producten van land 62
3.4 Interpretatie: keuze allocatiemethode verandert resultaten; wel/niet meenemen verpakking geen effect op rangorde producten; resultaten kennen redelijk tot grote mate van zekerheid 67
3.5 Vergelijking klimaatcijfers in dit onderzoek en klimaatcijfers RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (2024) 71
3.5.1 Vergelijking van methodologie 72
3.5.2 Vergelijking impactcijfers 75
3.5.3 Verklaring van grootste verschillen 76
3.6 Discussie: resultaten representatief voor specifieke ketens, methodologische keuzes en onzekerheid in data hebben invloed op klimaatcijfers 77
3.7 Conclusie: grote variatie in klimaatimpact per kg voedselproduct, zowel uit zee als van land 78

4 Voedingswaarde van vis ten opzichte van eiwitrijke voedingsmiddelen van land 80

4.1 Inzicht in voedingswaarde van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee en eiwitrijke alternatieven van land gewenst 80
4.2 Methode: nevocodes en standaard portiegroottes gebruikt om voedingswaarde te bepalen 80
4.3 Resultaten: Alle visproducten en eiwitrijke producten van land zijn bronnen van energie, vet en eiwitten en essentiële voedingstoffen, maar variatie is groot 81
4.4 Conclusie: Dierlijke voedselproducten uit zee en plantaardige en dierlijke eiwitrijke producten van land zijn belangrijke bronnen van energie, vet, eiwitten en essentiële voedingstoffen 87

5 Conclusie: Grote verschillen in klimaatimpact en voedingswaarde tussen voedselproducten uit zee en van land 88

Bronnen en literatuur 91

Bijlage 1 Begrippenlijst 98

Bijlage 2 Selectie vissoort-métiercombinaties 104

Bijlage 3 Toelichting CO_2-emissiefactoren brandstof 106

Bijlage 4 Eetbare gedeeltes producten Nederlandse visserij bij aanlanding 107

Bijlage 5 Selectie veel gegeten voedselproducten uit zee 108

Bijlage 6 Selectie eiwitrijke producten van land 110

Bijlage 7 **Eetbare gedeeltes van veel in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee** **111**

Bijlage 8 **Meest voorkomende verkoopkanalen van de voedselproducten uit zee** **113**

Bijlage 9 **Dataverzameling** **114**

Bijlage 10 **Ketenbeschrijvingen geconsumeerde voedselproducten** **121**

Bijlage 11 **Rauw-tot-bereidratio's** **213**

Bijlage 12 **Technische toelichting modellering** **214**

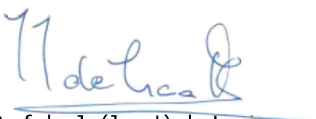
Bijlage 13 **RIVM-LCA-database versie 2019 vs. 2024 cijfers** **217**

Bijlage 14 **Koppeling tussen visproducten in dit onderzoek en in RIVM-LCA-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (nevotabel en LCI-naam)** **218**

Bijlage 15 **Standaardportiegroottes** **219**

Woord vooraf

Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselkwaliteit en Natuur (LVVN) wilde inzicht in de klimaatimpact van de Nederlandse visserij en de verschillen hierin per vissoort-métiercombinatie. Daarnaast wilde het ministerie inzicht in de klimaatimpact en voedingswaarde van in Nederland geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en een vergelijking daarvan met alternatieven van land. We willen het ministerie van LVVN bedanken voor de vraagstelling en de samenwerking.
Daarnaast willen we de Visfederatie en enkele organisaties uit de visverwerkende industrie (anoniem) bedanken voor de interviews. Tot slot willen we alle onderzoekers van Wageningen Social & Economic Research, Wageningen Marine Research en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu bedanken die hebben meegewerkt aan dit onderzoek.





Prof.dr. J. (Joost) de Laat
Algemeen Directeur Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research

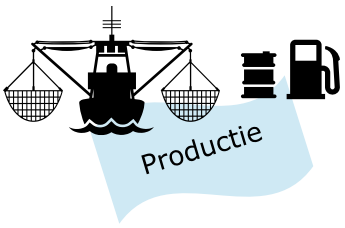
Prof.dr.ir. J.C.M. van Trijp
Instituutsmanager Wageningen Social & Economic Research
Wageningen University & Research

Samenvatting

S.1 Klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee?

Voedselproductie en -consumptie zorgen voor een grote belasting op het milieu. Het mondiale voedselsysteem veroorzaakt circa 25-30% van de klimaatimpact (Ritchie, 2021). Met een toenemend aantal inwoners zal de milieubelasting van ons voedselsysteem steeds verder toenemen, terwijl de planetaire grenzen al overschreden worden (Rockström et al., 2023). Er zullen maatregelen genomen moeten worden om de milieu-impact van onze voedselproductie en -consumptie te verlagen. Naast een transitie naar meer plantaardige producten, kan voedsel uit zee mogelijk minder klimaatbelastende alternatieven bieden voor dierlijke voedselproducten van land (RIVM, 2024; Hoekstra, 2021).

Om de Nederlandse visserij en aquacultuur te ondersteunen bij verduurzaming en om passende beleidskeuzes te maken bij het stimuleren van visconsumptie, is inzicht nodig in de milieu-impact van de visserij- en aquacultuursector én in de milieu-impact van de aquatische producten die de sector produceert. Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) heeft daarom aan Wageningen Research en het RIVM de volgende onderzoeksvragen gesteld:



1. Hoe hoog is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren bij het productieproces van de belangrijke soorten door Nederlands gevlagde vaartuigen:[1]
   a. per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis,[2] opgesplitst naar vissoort[3] en métier
   b. van de sector in totaal (door brandstofverbruik en overige activiteiten)
   c. en welke factoren zijn van invloed op het brandstofverbruik?



2. Hoe groot is de CO_2-voetafdruk (in CO_2-eq) van in Nederland veel gegeten dierlijke voedselproducten uit zee:
   a. per kg eetbaar gedeelte van vis[4] bij aanlanding of eerste verkoop
   b. per kg geconsumeerde[5] vis
   c. in vergelijking met de CO_2-voetafdruk van eiwitrijke producten van land
   d. en hoe verschillen de klimaatcijfers in dit onderzoek met die uit de RIVM database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM, 2024)?

3. Hoe verhouden dierlijke voedingsproducten uit zee zich in voedingskundig opzicht tot eiwitrijke voedingsproducten van land?

De onderzoeksvragen kunnen worden samengevoegd tot de volgende kernvraag:

> 'Hoe hoog is de klimaatimpact van door de Nederlandse visserij aangelande voedselproducten en van de in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en wat is de voedselkundige waarde van deze geconsumeerde voedselproducten uit zee? En hoe verhouden de klimaatimpact en voedingswaarde van de voedselproducten uit zee zich tot die van alternatieven van land?'

Het onderzoek richt zich alleen op een inventarisatie van de klimaatimpact en nutriëntensamenstelling. Andere milieueffecten dan klimaatimpact, zoals watergebruik, landgebruik, vermesting, verzuring of verlies

[1] Hieronder wordt ook Nederlandse aquacultuur verstaan.
[2] Hieronder verstaan we ook mosselen.
[3] Hieronder verstaan we ook producten uit de aquacultuur.
[4] Hieronder verstaan we ook producten uit de aquacultuur.
[5] Onder geconsumeerde vis wordt het bereide en gegeten product verstaan.

aan biodiversiteit vielen buiten de scope van het onderzoek. De schadelijke stoffen in vis, zoals zware metalen, dioxines en PFAS, zijn niet onderzocht (Gezondheidsraad, 2025).

S.2 Klimaatimpact en voedingswaarde van voedselproducten uit zee verschillen sterk per vissoort

De klimaatimpact van dierlijke voedselproducten uit zee[6] verschilt sterk per soort door diversiteit in vangstmethode (métier), scheeps- en motorkenmerken, vangst- of kweekkenmerken (vistuig, passief- of sleepnetvisserij, locatie, snel of langzaam varen, vangstsamenstelling, seizoen etc.) en de verdere verwerkings-, verpakkings- en bereidingsstappen die veel producten na aanlanding ondergaan. De mate van klimaatimpact wordt bepaald door de hoeveelheid broeikasgassen die tijdens een productieproces of activiteit wordt uitgestoten. Vaak wordt deze uitstoot uitgedrukt in CO_2-equivalenten (zie bijlage 1 voor begrippenlijst). Op basis van globale schattingen uit de literatuur wordt geschat dat 91% van de klimaatimpact van visserij veroorzaakt door het brandstofverbruik van scheepsmotoren. In dit onderzoek is van 22 vissoort-métiercombinaties uit de Nederlandse visserij de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van de scheepsmotoren in kaart gebracht om een indicatie te krijgen van de klimaatimpact van de Nederlandse visserij en inzicht te krijgen in verschillen in klimaatimpact tussen vissoorten en métiers. Gemiddeld genomen over de periode 2019-2023 was de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) het laagst in de pelagische visserij (haring, blauwe wijting, horsmakreel en makreel). Daarna hadden mossel-, oesterkweek, staande netten en met (hand)lijnen gevangen tong en harder de laagste uitstoot per kg aangeland product. Ook per kg eetbaar gedeelte hadden deze vissoort-métiercombinaties de laagste CO_2-uitstoot (in CO_2-eq). Daarentegen was de uitstoot het hoogst bij de métiers boomkor, SumWing en in mindere mate pulskor gericht op platvissoorten tong, gevolgd door schol en tarbot.

Binnen het Nederlands voedselpatroon kent de consumptie van (deels Nederlandse en deels geïmporteerde) dierlijke voedselproducten uit zee per kg geconsumeerd product een grote variatie in klimaatimpact tussen de verschillende producten. De laagste klimaatimpact hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale[7] visserij (met uitzondering van gebakken pijlinktvis). De klimaatimpact is vergelijkbaar met die van de plantaardige producten van land (noten, bonen) en gekookt ei. Gebakken schol- en tongfilet hebben de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product. De klimaatimpact is circa 15-20% lager dan het meest klimaatbelastende eiwitrijke voedselproduct van het land: gebakken biefstuk. Ook gekookte, gepelde Hollandse garnalen hebben een relatief hoge klimaatimpact per kg geconsumeerd product.

Naast verschillen in klimaatimpact verschilt ook de voedingskundige waarde tussen de voedselproducten uit zee, de dierlijke eiwitrijke voedselproducten van land en de plantaardige eiwitrijke producten van land. Vette vissoorten zoals makreel, zalm en sardine zijn een bron van de essentiële vetzuren EPA en DHA. Vis is ook een bron van jodium en selenium. Eiwitrijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering na, lagere gehalten jodium en selenium. Eiwitrijke producten (zowel van land als uit zee) kunnen rijk zijn aan ijzer en vitamine D. Het gehalte varieert evenals de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering na, ijzer met goede beschikbaarheid. Dierlijke producten uit zee en van land bevatten vitamine B12, het gehalte varieert. Plantaardige eiwitrijke producten zijn rijk aan vezel, dierlijke producten niet of nauwelijks.

Leeswijzer S2.1 – S2.3
In dit onderzoek is voor 22 specifieke vissoort-métiercombinaties uit de Nederlandse visserij de klimaatimpact door brandstofverbruik van scheepsmotoren per kg aangeland product in kaart gebracht en de klimaatimpact door de Nederlandse visserij (S2.1).

[6] Onder voedsel uit zee wordt in dit rapport ook aquacultuur verstaan. Veel aquacultuurproducten zoals zalm worden veelal in kustwateren geproduceerd terwijl andere producten zoals gekweekte garnalen vaak op land worden geteeld.

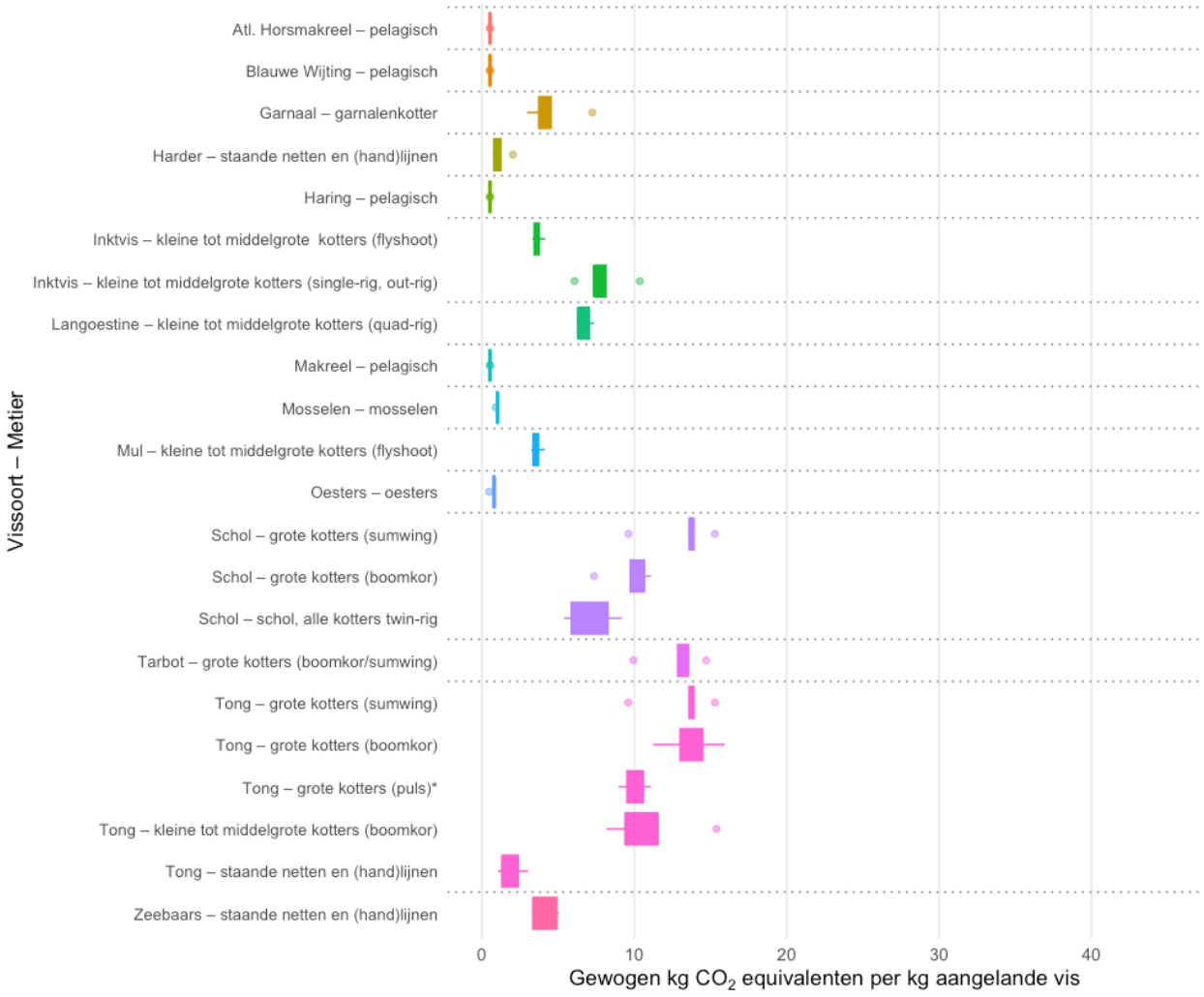
[7] Demersale vissoorten zijn vissoorten die in de waterlaag direct boven de zeebodem (demersale zone) leven (zie begrippenlijst in bijlage 1). In dit onderzoek gaat het om kabeljauw, heek en gewone pijlinktvis. Tong, schol en Hollandse garnalen zijn ingedeeld bij de benthische soorten, soorten die direct op of in de zeebodem leven.

Ook is de klimaatimpact van in Nederland meest gegeten voedselproducten uit zee in kaart gebracht. Hierbij is gekeken naar de meest voorkomende herkomstlanden, verwerkingsstappen, afzetkanalen en veel gebruikte bereidingswijzen. De resultaten zijn vergeleken met veel gegeten eiwitrijke producten van land (S2.2). Omdat de klimaatimpact van de ketenstappen tot aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij beter bekend is dan die van de daaropvolgende ketenstappen, zijn de resultaten weergegeven per kilogram product bij aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij, én per kilogram geconsumeerd product.

Tot slot is een voedingskundige vergelijking tussen de geconsumeerde producten uit zee en de eiwitrijke producten van land gemaakt (S2.3)

S2.1 Klimaatimpact van voedselproducten uit zee, aangeland door de Nederlandse visserij

De klimaatimpact per kilogram door de Nederlandse visserij aangelande vis varieert sterk. In figuur S2.1 is de klimaatimpact door het brandstofverbruik van scheepsmotoren (2019-2023) weergegeven van de 22 in deze studie onderzochte vissoort-métiercombinaties uit de Nederlandse visserij.

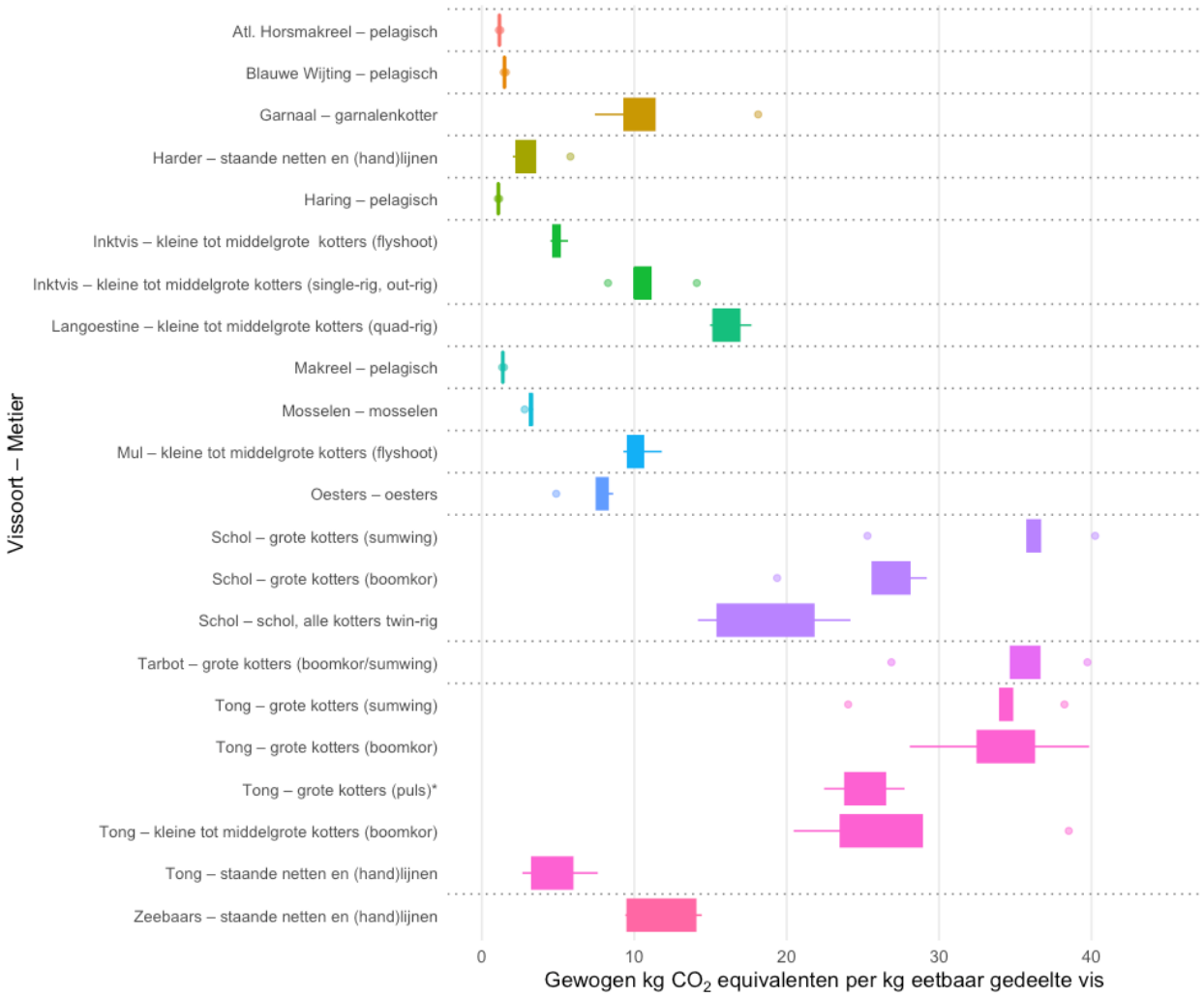


Figuur S.1 *Boxplots van de geschatte CO_2-eq-uitstoot per kg vis uitgedrukt in gewicht bij aanlanding, uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties. De waarden zijn gebaseerd op brandstofverbruik; de spreiding geeft de variatie over vijf jaar (2019-2023). Vissoorten zijn alfabetisch gerangschikt en per métier geclusterd*

Per kilogram aangeland product veroorzaakt het brandstofverbruik in de mossel- en oesterkweek en in de pelagische visserij de laagste CO_2-eq-uitstoot (figuur S2.1). De hoogste CO_2-eq-uitstoot per kg aangeland

product wordt veroorzaakt door de visserij op tong, gevolgd door schol en tarbot. De métiers SumWing en boomkor tonen over het algemeen een hogere uitstoot, terwijl de métiers staande netten en (hand)lijnen (passieve visserij), flyshoot en pulskor (niet meer toegestaan sinds juli 2021) een lagere uitstoot per kg aangelande vis geven.

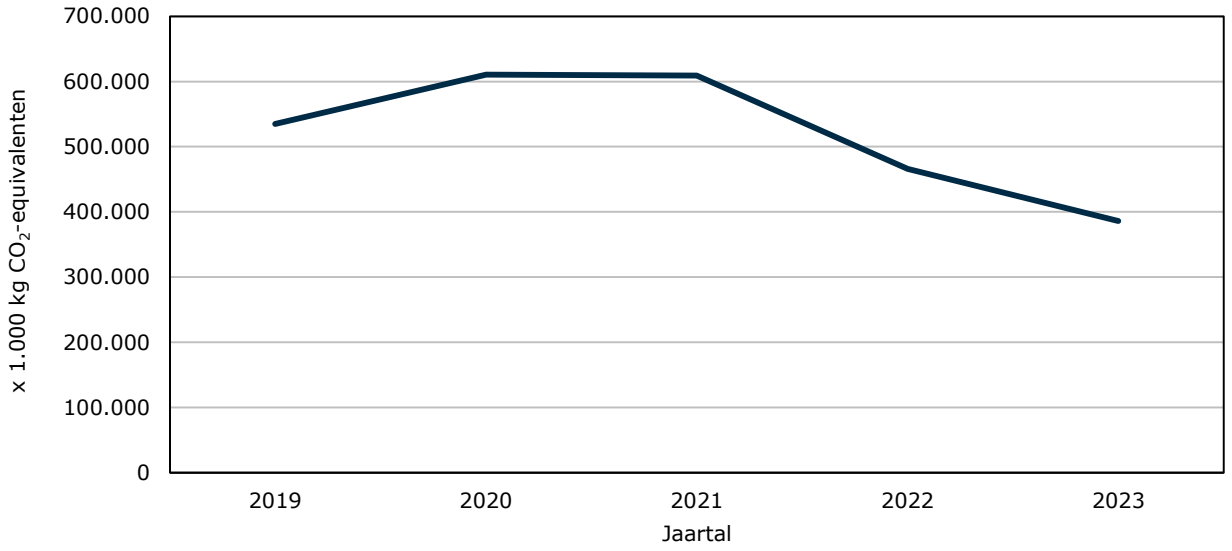
De vissoorten verschillen in eetbare fractie per kg aangeland product. Ook per kg eetbaar gewicht bij aanlanding is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) het laagst bij mosselkweek en de vissoorten uit de pelagische visserij en het hoogst bij tong (boomkor), schol (SumWing) en tarbot (boomkor/SumWing) (figuur S.2). Ondanks dat van de pulskor slechts data beschikbaar waren tot halverwege 2021, vanwege het Europese verbod op dit vistuig om via ontheffing te mogen vissen, tonen de gegevens een aanzienlijke brandstofbesparing en daarmee een verbetering van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) vergeleken met de boomkor en SumWing binnen de grote kottervisserij op tong. De reden dat SumWing voor schol meer CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) had dan de boomkor, is dat SumWing weliswaar een 10–20% lager brandstofverbruik had, maar dat voordeel niet compenseerde voor het lagere aangelande gewicht aan schol. SumWing staat als voorloper van de puls bekend als effectief voor met name tongvisserij en minder voor schol. Er wordt dan ook nauwelijks met SumWing op schol gevist door de Nederlandse kottervisserij. Veel kotters zijn de afgelopen decennia omgeschakeld naar de bordenvisserij op schol om brandstof te besparen. De CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) van oesters is per kg eetbaar gedeelte relatief hoog (vergeleken met de uitstoot per kg aangeland product) omdat slechts 8-10% van dit schelpdier aan rauw vleesgewicht gegeten wordt.



Figuur S.2 *Boxplot van de geschatte CO_2-eq-uitstoot per kg eetbaar gedeelte vis, uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties. De waarden zijn gebaseerd op brandstofverbruik; de spreiding geeft de variatie over vijf jaar (2019-2023). De vissoorten zijn alfabetisch gerangschikt en per métier geclusterd*

In deze studie is bij visserijvaartuigen die meerdere vissoorten aanlanden het brandstofverbruik verdeeld over de verschillende vissoorten op basis van hun verhouding in aangeland gewicht (massa-allocatie). Deze verdeelsleutel is gekozen om aan te sluiten bij de literatuur. Daarmee kan de klimaatimpact van de door de Nederlandse visserij aangelande visproducten vergeleken worden met in klimaatimpact van geïmporteerde visproducten (bekend vanuit literatuur) in de tweede onderzoeksvraag van deze studie. Als gevoeligheidsanalyse is onderzocht of de keuze voor een andere allocatiemethode de rangorde in klimaatimpact van de visproducten verandert. Namelijk, in geval een verdeelsleutel op basis van economische waarde (economische allocatie) in plaats van op basis van aangeland gewicht (massa-allocatie) gehanteerd wordt, blijkt dat tong nog steeds de hoogste impact per kg heeft en mosselkweek en producten uit de pelagische visserij nog steeds de laagste impact per kg. Wel verandert de absolute uitstoot: Bij economische allocatie verandert de klimaatimpact per kg schol van hoge impact (8-13 kg CO_2-eq/kg) naar middelmatige impact (6-7 kg CO_2-eq/kg), terwijl die van pijlinktvis juist van middelmatige impact (4-7 kg CO_2-eq/kg) naar hoge impact (9-14 kg CO_2-eq/kg) verandert. De klimaatimpact van tong (met uitzondering van tong gevangen met staande netten en (hand)lijnen) verdubbelt bij toepassing van economische allocatie (van 10-15 naar 17-31 kg CO_2-eq/kg).

De CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de Nederlandse visserij totaal varieerde tussen 2019 en 2023 van 385.900 ton tot 610.500 ton CO_2-eq per jaar (figuur S2.3). De dalende uitstoot (in CO_2-eq) na 2021 kan vooral verklaard worden door een dalende inspanning in zeedagen van de Nederlandse visserij vanwege een krimp van het aantal visserijvaartuigen in de Nederlandse vloot. Daarbij komt ook dat vooral grotere kotters (met zware motoren) minder zijn gaan vissen.



Figuur S.3 *Geschatte CO_2-uitstoot (uitgedrukt in duizenden tonnen CO_2-equivalenten) door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de visserij (2019-2023). Dit omvat de gehele Nederlandse zee- en kustvisserij (kotter zowel platvis- en rondvis als Noordzeegarnalen, pelagische (grote) zee, overige kleine zeevisserij, mosselen, en oesters)*

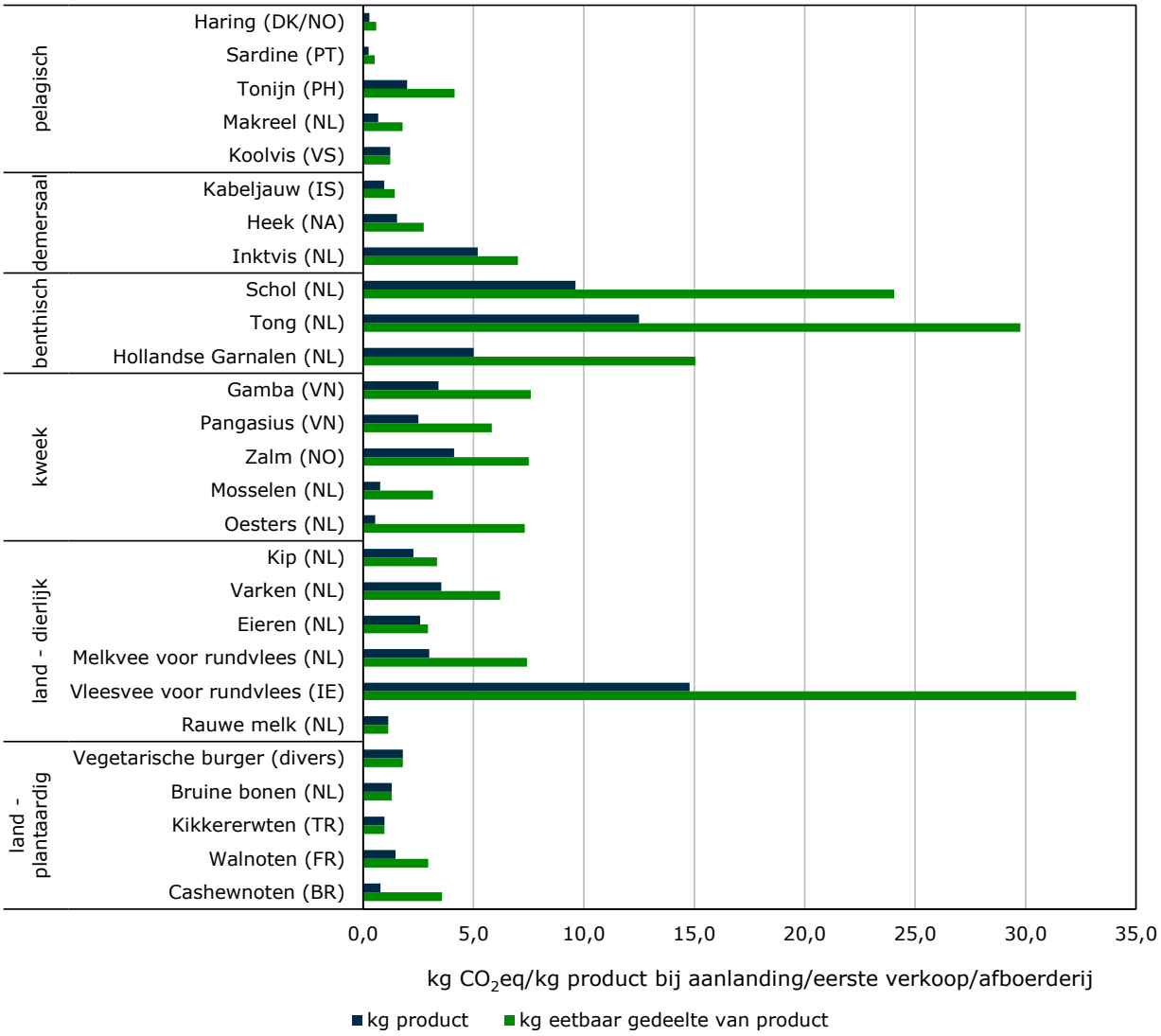
Op basis van mondiale gemiddelden wordt ingeschat dat het brandstofverbruik van vissersschepen het grootste deel (91%) van de klimaatimpact van de hele visserij bepaalt. Voor de Nederlandse visserij zou dit betekenen dat de klimaatimpact van de sector als geheel tussen 425.400 ton en 673.100 ton CO_2-eq per jaar bedroeg. Wordt ook de klimaatimpact van de activiteiten na aanlanding/eerste verkoop tot en met visconsumptie en afvalverwerking (verwerking van de vis, verpakking, transport, consumptie en afvalverwerking) meegenomen dan is het aandeel van brandstofgebruik aan de totale CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) circa 48%. De totale klimaatimpact van de door de Nederlandse visserij aangelande vis over de hele keten (dus inclusief de activiteiten na aanlanding, die zowel binnen als buiten Nederland kunnen plaatsvinden) wordt daarmee geschat op 800.900 ton tot 1.267.000 ton CO_2-eq per jaar in de periode 2019-2023.

Het brandstofverbruik van scheepsmotoren en daarmee de klimaatimpact kan sterk variëren per jaar en per métier. Bepalende factoren die het brandstofverbruik beïnvloeden zijn leeftijd, conditie of onderhoudsstaat en type scheepsmotor, lengte en massa van het visserijvaartuig, weersomstandigheden, vaar- en vissnelheid en vangstsucces.

S2.2 Klimaatimpact van in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee en eiwitrijke voedselproducten van land

De klimaatimpact van het in Nederland meest geconsumeerde voedsel
Producten uit zee en veel gegeten eiwitrijke producten van land verschillen sterk. Er is geen eenduidige uitspraak te doen of producten uit zee of eiwitrijke producten van land een lagere klimaatimpact hebben. De laagste klimaatimpact hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale visserij (met uitzondering van gebakken pijlinktvis), plantaardige producten van land en gekookt ei. Gebakken biefstuk en de producten uit de benthische visserij (gebakken tong- en scholfilet, gevolgd door gekookte, gepelde Hollandse garnalen) hebben de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product.

Klimaatimpact tot en met aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij
De klimaatimpact van de producten tot en met aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij (figuur S2.4, blauw) van de pelagische soorten, demersale soorten (met uitzondering van inktvis), mosselen en oesters, rauwe melk, bonen en noten is laag. Ook de vegetarische burger (af-fabriek) heeft een lage klimaatimpact. De hoogste klimaatimpact heeft vleesvee voor rundvlees, gevolgd door tong en schol. Omdat bij de meeste producten een deel van de producten bij aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij daadwerkelijk eetbaar is, is de klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte voor de meeste producten hoger (figuur S2.4, rood). Ook per kg eetbaar gedeelte hebben de meeste pelagische en demersale soorten (met uitzondering van inktvis), mosselen, rauwe melk, bonen, noten en de vegetarische burger de laagste klimaatimpact. Vleesvee voor rundvlees, en de producten uit de bentische visserij (tong en schol, gevold door Hollandse garnalen) hebben per kg eetbaar gedeelte de hoogste klimaatimpact.

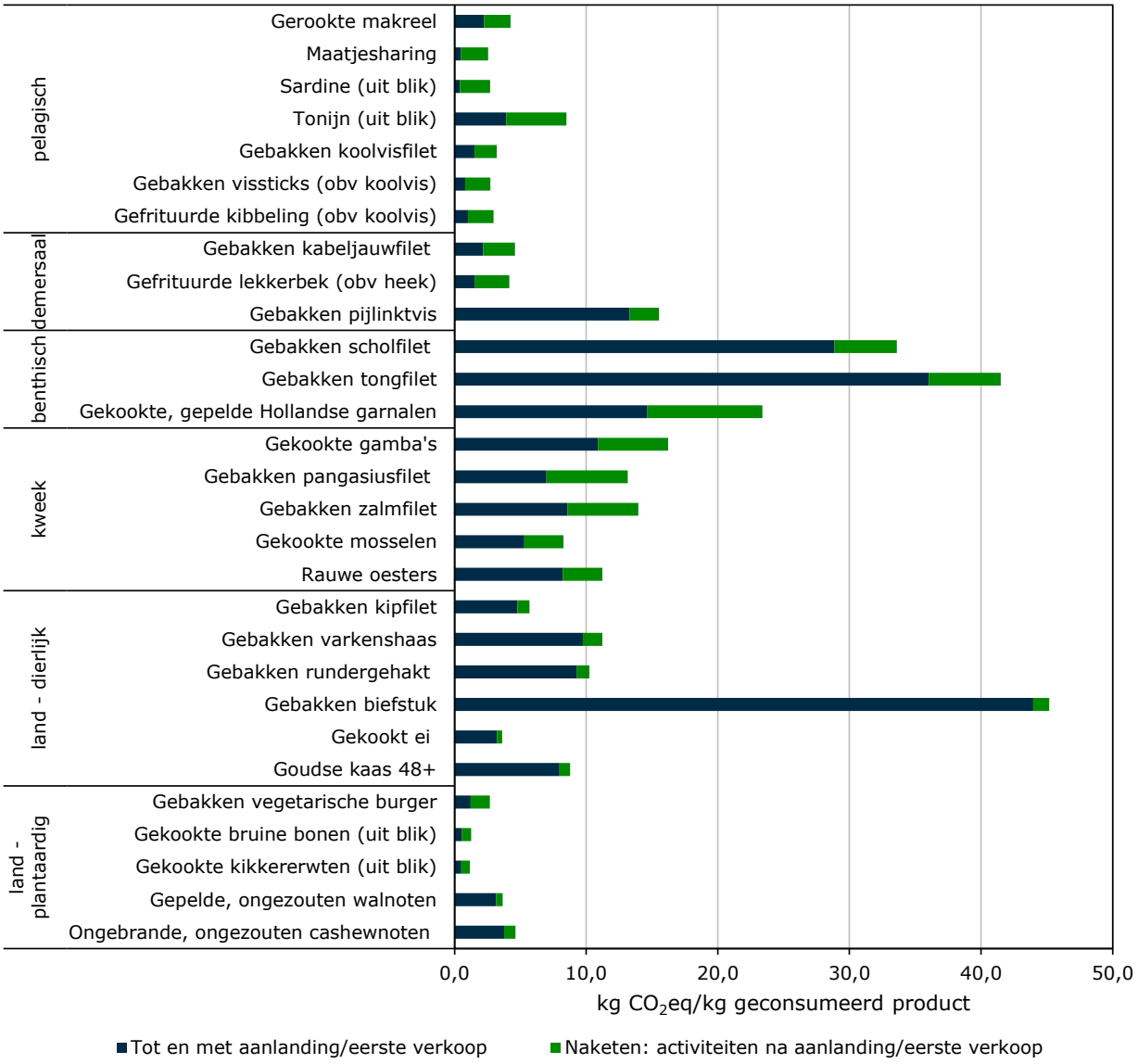


Figuur S.4 *Klimaatimpact in CO_2-eq per kg aangeland product (blauw) en per kg eetbaar gedeelte van product (rood) bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij. Tussen haakjes de landcodes[8] van herkomstland: voor producten uit zee betekent NL dat de vis aangeland is door Nederlands gevlagde vaartuigen, voor producten van land betekent NL dat de veehouderij of teelt plaatsvond in Nederland. Herkomstlanden zijn gebaseerd op meest voorkomende herkomstland in Nederlandse consumptiemix en/of landen waar representatieve data beschikbaar van waren*

Klimaatimpact tot en met consumptie

Er is geen eenduidige uitspraak te doen dat ofwel producten uit zee ofwel producten van land een lagere klimaatimpact hebben. De laagste klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale visserij (met uitzondering van gebakken inktvis), de plantaardige producten (bonen, noten, vegetarische burger) en gekookt ei (figuur S2.5). De hoogste klimaatimpact hebben gebakken biefstuk, gevolgd door gebakken tong- en scholfilet, en daarna gekookte, gepelde Hollandse garnalen. De klimaatimpact van de producten tot aanlanding/eerste verkoop (blauw in figuur S2.5) kent een hogere mate van zekerheid dan de klimaatimpact van de naketen van aanlanding/eerste verkoop tot en met consumptie (rood in figuur S2.5) vanwege de extra aannames die gedaan moesten worden voor de activiteiten in deze naketen.

[8] NL = Nederland, DK = Denemarken, NO = Noorwegen, PT = Portugal, PH = Filipijnen, VS = Verenigde Staten (Alaska), IS = Ijsland, NA = Namibië, VN = Vietnam, IE = Ierland, TR = Turkije, FR = Frankrijk, BR = Brazilië.



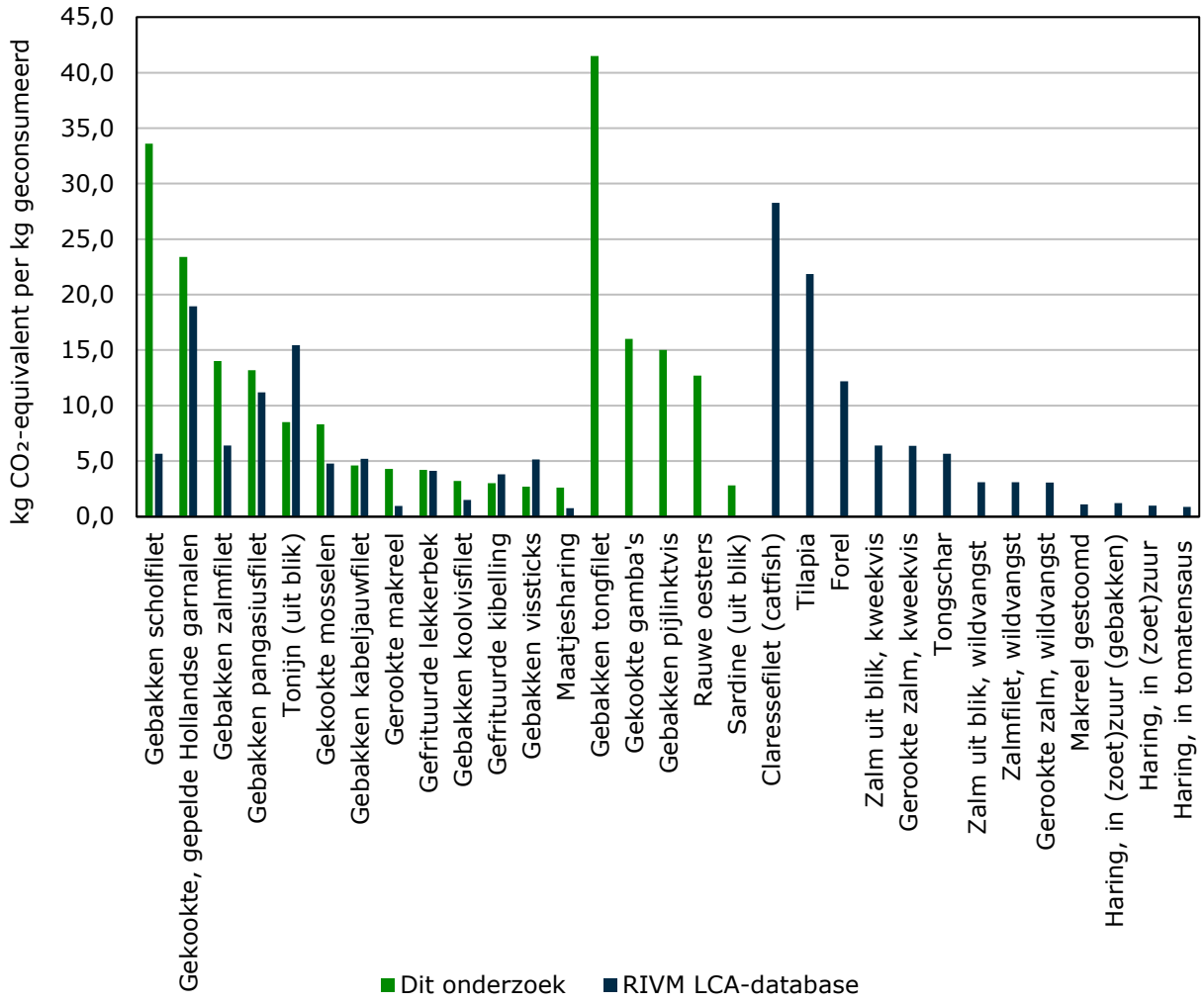
Figuur S.5 *Klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product (blauw: ketenactiviteiten tot en met aanlanding, eerste verkoop, af-boerderij; rood: ketenactiviteiten vanaf aanlanding, eerste verkoop, af-boerderij tot en met consumptie)*

Verschil tussen CO_2-voetafdruk van producten uit dit onderzoek en visproducten in RIVM LCA-database Milieubelasting voedingsmiddelen (2024) door methodologische verschillen en dataverschillen
Dit onderzoek behandelt 18 dierlijke voedselproducten uit zee. De RIVM-LCA-database Milieubelasting van voedingsmiddelen (RIVM, 2024) omvat 26 visproducten, waarvan 13 vissoorten overlappen met die in dit onderzoek (figuur S2.6). De cijfers uit dit onderzoek zijn niet een op een vergelijkbaar met de cijfers die gerapporteerd worden in de RIVM-LCA-database vanwege methodologische en dataverschillen. Zo is de klimaatimpact van de 18 producten uit zee in dit onderzoek zo veel mogelijk gebaseerd op de in 2025 gepubliceerde Europese LCA-standaard voor mariene visproducten PEFCR Marine Fish, waar dat in de klimaatcijfers van de RIVM-database (2024) uiteraard nog niet kon. Een voorbeeld van dataverschillen is andere brandstofgegevens in de visserijfase, waarbij in dit onderzoek voor de Nederlandse visserij gebruik is gemaakt van brandstofdata uit de sector (logboeken, enquêtes, interviews), terwijl deze brandstofdata in de RIVM-LCA-database gebaseerd zijn op literatuur. Ter indicatie: Voor schol wordt in dit onderzoek uitgegaan van het gewogen gemiddelde van de verschillende métiers in de Nederlandse visserij, namelijk boomkor, SumWing en twinrig. In de RIVM-LCA-database is de brandstofdata gebaseerd op een mix van bodemtrawl, Deense zegen (seine), boomkor en staandwant vismethodes.

Van de 13 vissoorten uit dit onderzoek die ook in de RIVM-LCA-database staan:

- hebben er vijf (gekookte, gepelde Hollandse garnalen, gebakken kabeljauwfilet, gebakken pangasiusfilet, gefrituurde lekkerbek, gefrituurde kibbeling) een vergelijkbare klimaatimpact (minder dan 30% afwijking)
- hebben er zes (gekookte mosselen, gebakken koolvisfilet, gebakken zalmfilet, maatjesharing, gerookte makreel en gebakken scholfilet) een substantieel lagere klimaatimpact in de RIVM-LCA-database dan in deze studie (van 42% tot 83% lager dan in deze studie)
- hebben er twee (tonijn en vissticks) een substantieel hogere klimaatimpact in de RIVM-LCA-database dan in deze studie (82% en 91%, respectievelijk).

Ook verschilt de rangorde van de producten van hoogste naar laagste klimaatimpact tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database, met name voor gebakken scholfilet, tonijn (uit blik), gebakken vissticks en gerookte makreel.



Figuur S.6 *Vergelijking van klimaatimpact (kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product) voor de 13 overlappende visproducten en klimaatimpact voor de niet-overlappende producten tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database*

S2.3 Voedingskundige profielen

Eiwitrijke producten uit zee en van land leveren naast eiwit en energie een scala aan andere voedingsstoffen. Het geheel aan voedingsstoffen bepaalt uiteindelijk de gezondheid van het voedingspatroon. Vette vissoorten, zoals makreel, zalm en sardine, zijn een unieke bron van de essentiële vetzuren EPA en DHA. Vis is een goede bron van jodium en selenium. Eiwitrijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering na, lagere gehalten jodium en selenium. Eiwitrijke producten (zowel van land als van vis)

kunnen rijk zijn aan ijzer en vitamine D. Het gehalte varieert evenals de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op enkele uitzonderingen na, goed opneembaar ijzer. Dierlijke producten van zowel zee als land bevatten vitamine B12, al varieert het gehalte.

S.3 Methodologie

S3.1 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren

Om de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik van scheepsmotoren bij het productieproces van de belangrijke soorten door Nederlands gevlagde vaartuigen[9] te onderzoeken zijn de volgende methodologische stappen gedaan:

a. Het bepalen van het brandstofverbruik door scheepsmotoren en van het aangelande gewicht per vissoort-métiercombinatie voor de jaren 2019-2023.
b. Het toepassen van conversiefactoren om vis in levend gewicht om te rekenen naar doodgewicht bij aanlanding.
c. Het berekenen van het brandstofverbruik per vissoort-métiercombinatie op basis van massa-allocatie, uitgedrukt per kg aangeland gewicht als vijfjarig gemiddelde (2019-2023), en het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse op de allocatiemethode (massa- versus economische allocatie).
d. Het met conversiefactoren per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis[10] berekenen van het brandstofverbruik voor de 22 vissoort[11]-métiercombinaties.
e. Het met gestandaardiseerde omrekenfactoren voor CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per liter en per type brandstof de klimaatimpact (in CO_2-eq) berekenen per vissoort-métiercombinatie bij aanlanding (doodgewicht), per kg aangeland product en per kg eetbaar gedeelte van aangeland product.
f. Het inschatten van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door overige activiteiten van de sector (zoals het gebruik van koelmiddelen).
g. Het bepalen van de klimaatimpact (in CO_2-eq) van de hele Nederlands gevlagde zee- en kustvisserijsector.
h. Het kwalitatief beschrijven van de factoren die van invloed zijn op het brandstofverbruik.

S3.2 CO_2-voetafdruk geconsumeerde voedselproducten uit zee en van land

De CO_2-voetafdruk (in CO_2-eq) van in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee en van land is gekwantificeerd met de Levenscyclusanalyse (LCA). Voor het uitvoeren van de LCA's zijn de 4 methodologische stappen uit de ISO 14040:2006 en ISO 14044:2006 doorlopen:

1. Definitie doel en reikwijdte: in deze stap is de referentie-eenheid (functionele eenheid) bepaald (1 kg voedselproduct) en is afgebakend welke activiteiten in de keten meegenomen worden in de analyse (systeemgrenzen) (hele keten van grondstofwinning tot en met consumptie en afvalverwerking)
2. Dataverzameling: in deze stap zijn data van energiegebruik, grondstoffen, opbrengsten, emissies en afval verzameld van alle activiteiten die meegenomen zijn in de analyse.
3. Impactanalyse: met behulp van conversiefactoren (IPCC, 2021) is de klimaatimpact (uitgedrukt in CO_2-eq) van alle activiteiten binnen de systeemgrenzen gekwantificeerd.
4. Interpretatie: In deze stap is onderzocht welke invloed methodologische keuzes en aannames hebben op de CO_2-voetafdruk en hoe robuust de berekende CO_2-voetafdruk van de producten is.

In dit onderzoek is zoveel mogelijk aangesloten bij de rekenregels van de LCA-standaard Product Environmental Footprint (PEF). Voor de voedselproducten uit zee is ook aangesloten bij de sectorspecifieke uitwerking van de Product Environmental Footprint Category Rules for Unprocessed Marine Fish Products (PEFCR Marine Fish) (European Commission, 2025a).

[9] Hieronder wordt ook Nederlandse aquacultuur verstaan.
[10] Hieronder verstaan we in dit voorstel ook mosselen.
[11] Hieronder verstaan we in dit voorstel ook producten uit de aquacultuur.

Omdat deze studie buiten het PEF-framework uitgevoerd is, kon de studie niet volledig conform PEF en de PEFCR Marine Fish worden uitgevoerd. De meest relevante aspecten waarop in dit onderzoek is afgeweken van de PEF en PEFCR Marine Fish zijn:

- Allocatiemethode visserij: indien schepen meerdere soorten vis aanlanden, is het brandstofgebruik op basis van massa-allocatie verdeeld over de verschillende vissoorten in plaats van op basis van de door de PEFCR Marine Fish voorgeschreven economische allocatie. Deze allocatiemethode is gekozen omdat brandstofdata van importvisproducten niet beschikbaar waren op basis van economische allocatie. In de gevoeligheidsanalyse (hoofdstuk 3.4) is voor de producten uit de Nederlandse visserij, waar wel data beschikbaar was op basis van economische allocatie, onderzocht welke invloed de keuze voor een specifieke allocatiemethode op de resultaten heeft.
- Circular Footprint Formula (CFF)-methode bij recycling van verpakkingsmateralen: de PEF schrijft voor dat wanneer materiaal gerecycled wordt, de milieuwinst hiervan verdeeld moet worden over de producent die gerecycled materiaal gebruikt en de afdanker die materiaal gescheiden inlevert voor recycling. In deze studie is gekozen om de meer conventionele cut-offmethode te hanteren, waarbij de milieuwinst volledig wordt toegekend aan de gebruiker van gerecycled materiaal, omdat deze methode veel minder gecompliceerd is en de focus ligt op de voedingsproducten zelf, niet zozeer op de verpakkingsmaterialen.
- Voedselverliezen bij consument: in dit onderzoek is het percentage voedsel dat bij de consument verloren gaat niet gebaseerd op de standaard Europese waarden van PEF, maar gebaseerd op Nederlandse data van voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022 (Voedingscentrum, 2023). Voor het afzetkanaal horeca zijn dezelfde percentages aangehouden als voor thuisconsumptie.

Voor het berekenen van de CO_2-voetafdruk van de voedselproducten uit zee en de eiwitrijke producten van land zijn LCA-modellen ontwikkeld in LCA-software SimaPro 9.6.0.1. Voor de productiefase zijn data uit de visserijsector, data uit literatuur en data uit LCA-databases gebruikt. Voor de activiteiten in de keten na aanlanding, eerste verkoop en verlaten boerderij zijn data gebruikt uit literatuur, PEF en PEFCR Marine Fish en expert judgement Wageningen Social & Economic Research.

S3.3 Voedingskundige vergelijking voedselproducten uit zee en van land

Om inzicht te geven in de voedingswaarde van voedselproducten uit zee en eiwitrijke voedselproducten van land is een breed scala aan voedingsstoffen in kaart gebracht. Een selectie daarvan is in deze studie beschreven. De selectie is gebaseerd op de bijdrage aan de dagelijkse inname in combinatie met de gehalten. De bijdrage van type voedingsmiddel aan de inname is gebaseerd op www.wateetnederland.nl.

De voedingsproducten uit deze studie zijn gekoppeld aan nevocodes uit het Nederlands Voedingstoffenbestand (NEVO) online versie 2023,[12] zodat de bijbehorende voedingswaarden per voedingsmiddel inzichtelijk gemaakt konden worden. Voor de voedingsmiddelen waarvan geen nevocode beschikbaar was (bijvoorbeeld pijlinktvis, vegetarische burger), is een vergelijkbaar voedingsmiddel geselecteerd op basis van samenstelling. De standaardportiegroottes zijn overgenomen uit Portie Online[13] of de Schijf van Vijf (Voedingscentrum, 2026).

[12] https://nevo-online.rivm.nl/
[13] https://portie-online.rivm.nl/

1 Behoefte aan inzicht in klimaatimpact en voedingswaarde van dierlijk voedsel uit zee

1.1 Klimaatvriendelijke voedselproducten uit zee bieden kansen om klimaatimpact van voedsel te verlagen

Voedselproductie en -consumptie zorgen voor een grote belasting op het milieu. Het mondiale voedselsysteem veroorzaakt circa 25-30% van de klimaatimpact (Ritchie, 2021; Poore en Nemecek, 2018). De productie en consumptie van dierlijke voedingsmiddelen hebben over het algemeen een hogere klimaatimpact dan plantaardige producten (RIVM, 2024). Tegelijk bevatten dierlijke producten nuttige voedingsstoffen, zoals eiwitten en vitaminen. In veel landen, zo ook in Nederland, is de voedselconsumptie niet direct gerelateerd aan de voedselproductie. Veel van wat in Nederland wordt geproduceerd, exporteren we, en veel van wat we hier consumeren, is afkomstig van import.

De Nederlandse veeteeltsector is verantwoordelijk voor ongeveer een zesde van de broeikasgasemissie op Nederlands grondgebied; de visserij voor circa 0,1% (Emissieregistratie, 2025). De consumptie van vlees en zuivel (inclusief kaas) is verantwoordelijk voor circa 50% van de klimaatimpact van een gemiddeld Nederlands voedingspatroon (Milieu Centraal, z.d.); (Vellinga et al., 2019). Vis draagt 2-3% bij aan de klimaatimpact van een gemiddeld Nederlands voedingspatroon. De gemiddelde visconsumptie in Nederland is laag (Vellinga et al., 2019). het Voedingscentrum raadt in de Schijf van Vijf aan om vanuit gezondheidsperspectief eenmaal per week vis te eten; bij voorkeur vette vis, zoals makreel, haring, sardines of zalm (Voedingscentrum, z.d.). De Gezondheidsraad heeft eind 2025 nieuwe richtlijnen goede voeding voor eiwitbronnen gepubliceerd waarin 100 gram duurzame vis per week, bij voorkeur van een vette vissoort, wordt aanbevolen (Gezondheidsraad, 2025).

Met een toenemend aantal inwoners zal de klimaatimpact van ons voedselsysteem steeds verder toenemen, terwijl de planetaire grens hiervan al overschreden is (Rockström et al., 2023; Sakschewski et al., 2025). Er zullen maatregelen genomen moeten worden om de klimaatimpact van onze voedselproductie en -consumptie te verlagen. Naast een transitie naar meer plantaardige producten, kan voedsel uit zee mogelijk klimaatvriendelijkere alternatieven bieden voor dierlijke voedselproducten van land (RIVM, 2024; Hoekstra, 2021).

Het stimuleren van de productie en consumptie van voedsel uit zee om de klimaatimpact van eiwitrijke producten te verlagen behoeft echter sturing. Sommige producten uit zee hebben -over de hele toeleveringsketen bekeken- een lagere klimaatimpact dan dierlijke producten van land (Gephart et al., 2021; RIVM, 2024). Andere producten uit zee hebben juist een hogere klimaatimpact dan sommige dierlijke producten van land. De klimaatimpact van voedselproducten uit zee verschilt sterk per vissoort door diversiteit in vangstmethode (métier), scheeps- en motorkenmerken, vangst- of kweekkenmerken (vistuig, passief- of sleepnetvisserij, locatie, snel of langzaam varen, vangstsamenstelling, seizoen etc.) en de verdere verwerkingsstappen die veel producten na aanlanding ondergaan volgens de PEFCR for Unprocessed Marine Fish Products[14] (European Commission, 2025). In de visserij zelf is met name het brandstofverbruik van de vissersschepen bepalend voor de totale klimaatimpact van de sector (European Commission, 2025a).

Om de Nederlandse visserij en aquacultuur te ondersteunen bij verduurzaming en om passende beleidskeuzes te maken bij het stimuleren van visconsumptie, is inzicht nodig in de milieu-impact van de visserij- en aquacultuursector én de milieu-impact van de voedselproducten die de sector produceert.

[14] In het verdere rapport wordt dit afgekort tot 'PEFCR Marine Fish'.

Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) heeft daarom in haar *Voedselvisie 2050 Voedsel uit Zee en Grote wateren* (Ministerie van Landbouw, 2024) de doelstelling geformuleerd om

> 'beter zicht te krijgen op de voetafdruk van al ons voedsel en ook voedsel van land en zee onderling te vergelijken. Daarbij gaat het niet alleen om CO_2 maar ook om impact op de natuur en land- en watergebruik.'

Daarnaast is in de Voedselvisie geformuleerd dat 'voedselwinning op zee binnen de draagkracht van het ecosysteem moet gebeuren'.

De RIVM-database Milieubelasting voedingsmiddelen (RIVM, 2024) rapporteert milieudata van in Nederland veel geconsumeerde voedingsproducten. Het is op dit moment onbekend hoe hoog de CO_2-uitstoot (in kg CO_2-eq) is door brandstofverbruik in het productieproces van de belangrijke soorten die door Nederlandse vissers aangeland worden, opgesplitst naar vissoort en métier en hoe hoog de CO_2-uitstoot (in kg CO_2-eq) van de hele sector is. Ook is op dit moment onbekend hoe groot de klimaatimpact is van veel in Nederland gegeten vissoorten, naar herkomstland en meest voorkomende afzetkanaal, en hoe deze zich verhouden tot veel gegeten eiwitrijke producten van land.

Omdat eiwitrijke producten uit zee en van land in voedingskundig opzicht niet een-op-een vergelijkbaar zijn, is een vergelijking van de klimaatimpact per kg product niet helemaal eerlijk. Om een eerlijke vergelijking te kunnen doen, is ook inzicht in de voedingskundige waarden van de producten nodig. Op dit moment ontbreekt een vergelijking van de nutriëntprofielen van de veel gegeten voedingsproducten uit zee en van land.

1.2 Inzicht in klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee en van land gewenst

Om de klimaatimpact van de Nederlandse voedselproductie en de Nederlandse voedselconsumptie te verlagen, zet Nederland in op een transitie naar meer plantaardige voedselproducten. Daarnaast zou ook het vervangen van (een deel van de) dierlijke voedselproducten van land door klimaatvriendelijkere alternatieven uit zee een route kunnen zijn in de eiwittransitie. In de *Voedselvisie 2050: Voedsel uit zee en grote wateren* (Ministerie van Landbouw, 2024) wordt dit ook onderschreven. De gewenste situatie is dat op basis van kennis over de klimaatimpact van de productieketens en de voedingskundige waarde van voedselproducten uit zee en van land klimaatvriendelijke voedselproducten uit zee optimaal zijn opgenomen in het voedingspatroon van de Nederlandse consument. Ook is het gewenst dat gedetailleerd inzicht in de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) van de Nederlandse visserij en aquacultuur de klimaatimpact van de sector minimaal is. Inzicht in de klimaatimpact en voedingskundige waarde van voedselproducten uit zee en van land in de huidige situatie is nodig om de route naar de gewenste situatie van lagere klimaatimpact te ondersteunen.

1.3 Hoe hoog is de klimaatimpact en voedingswaarde van voedsel uit zee en alternatieven van land?

Het ministerie van LVVN heeft Wageningen Research en RIVM de volgende onderzoeksvragen gesteld:

Kernvraag: 'Hoe hoog is de klimaatimpact van door de Nederlandse visserij aangelande voedselproducten en van de in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en wat is de voedselkundige waarde van deze geconsumeerde voedselproducten uit zee? En hoe verhouden de klimaatimpact en voedingswaarde van de voedselproducten uit zee zich tot die van alternatieven van land?'

De kernvraag bestaat uit de volgende deelvragen:

1. Hoe hoog is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren bij het productieproces van de belangrijke soorten door Nederlands gevlagde vaartuigen:[15]
   a. per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis,[16] opgesplitst naar vissoort[17] en métier
   b. van de sector in totaal (door brandstofverbruik en overige activiteiten)
   c. en welke factoren zijn van invloed op het brandstofverbruik?

2. Hoe groot is de CO_2-voetafdruk (in CO_2-eq) van in Nederland veel gegeten dierlijke voedselproducten uit zee:
   a. per kg eetbaar gedeelte van vis[18] bij aanlanding of eerste verkoop
   b. per kg geconsumeerde[19] vis
   c. in vergelijking met de CO_2-voetafdruk van eiwitrijke voedselproducten van land
   d. en hoe verschillen de klimaatcijfers in dit onderzoek met die uit de RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM, 2024)?

3. Hoe verhouden dierlijke voedingsproducten uit zee zich in voedingskundig opzicht tot eiwitrijke voedingsproducten van land?

Dit onderzoek richt zich op een inventarisatie van de klimaatimpact. Het onderzoek richt zich niet op andere milieueffecten, zoals watergebruik, landgebruik, vermesting, verzuring en verlies aan biodiversiteit. Naast een inventarisatie van de klimaatimpact wordt in hoofdstuk 4 een voedingskundige inventarisatie gedaan. De schadelijke stoffen in vis, zoals zware metalen, dioxines en PFAS zijn niet onderzocht. Een integratie van de klimaatimpact en de voedingskundige waarde, zoals dat bijvoorbeeld in nutritional Life Cycle Assessment (nLCA)-studies gebeurt, valt buiten de scope van dit onderzoek. Ook buiten de scope van het onderzoek vallen sociale en economische effecten van de visserij en de visverwerkingsketen.

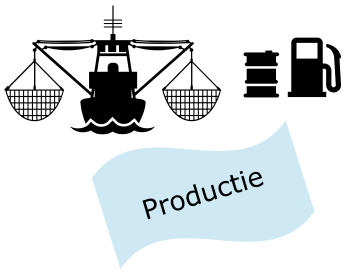
1.4 Leeswijzer

Dit hoofdstuk behandelde de aanleiding en vraagstelling van dit onderzoek naar de klimaatimpact en voedingswaarde van dierlijke voedselproducten uit zee en eiwitrijke alternatieven van land. In hoofdstuk 2 is voor 22 specifieke vissoort-métiercombinaties uit de Nederlandse visserij de klimaatimpact per kg aangeland product in kaart gebracht. In hoofdstuk 3 is de klimaatimpact van de meest in Nederland gegeten voedselproducten uit zee geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar de meest voorkomende herkomstlanden, verwerkingsstappen, afzetkanalen en veel gebruikte bereidingswijzen. De resultaten zijn vergeleken met veel gegeten eiwitrijke producten van land. Omdat de klimaatimpact van de ketenstappen tot aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij een grotere mate van zekerheid kent dan de klimaatimpact van de ketenstappen daarna, zijn de resultaten zowel per kg product bij aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij gegeven als per kg geconsumeerd product. Ook is onderzocht in hoeverre de CO_2-voetafdruk van de in deze studie onderzochte producten afwijkt met de CO_2-voetafdruk die gerapporteerd wordt in de RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM, 2024) en hoe deze verschillen te verklaren zijn. In hoofdstuk 4 is een voedingskundige vergelijking tussen de geconsumeerde producten uit zee en de eiwitrijke producten van land gemaakt. Het rapport sluit af met algehele conclusies in hoofdstuk 5.

[15] Hieronder verstaan we ook Nederlandse mariene aquacultuur (zoals kweek van mosselen en oesters).
[16] Hieronder verstaan we ook mosselen.
[17] Hieronder verstaan we ook producten uit de aquacultuur.
[18] Hieronder verstaan we ook producten uit de aquacultuur.
[19] Hieronder verstaan we het bereide en gegeten product.

2 Klimaatimpact van door Nederlandse visserij aangelande voedselproducten uit zee

2.1 Inzicht in klimaatimpact van brandstofgebruik door Nederlandse visserij gewenst



Nederland produceert afgerond per jaar 439.000 ton (levend gewicht) voedselproducten uit zee gemiddeld in de periode 2019-2023 (Agrimatie, 2025a). Het gaat hier om de aanlanding van vis, schaal- en schelpdieren door Nederlands gevlagde visserijvaartuigen. In Nederlandse havens landen ook buitenlands gevlagde visserijvaartuigen aan, maar die hoeveelheid is dus niet meegerekend in bovengenoemd getal. Deze buitenlandse aanvoer wordt als import geregistreerd in de handelsstatistieken.

Voor de primaire productie varen schepen (ook wel visserijvaartuigen) uit om de vis te vangen en om mariene aquacultuur producten te oogsten. Het brandstofverbruik van deze schepen veroorzaakt broeikasgasemissie, die bijdraagt aan de opwarming van de aarde. Om beleidsmaatregelen te definiëren en te implementeren om de broeikasgasemissie door brandstof in de visserij te reduceren, heeft het ministerie van LVVN Wageningen Research gevraagd om uit te zoeken hoe hoog de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq), een maat voor de totale broeikasgasemissie, door brandstofgebruik is door de Nederlandse vissector. Daarbij wil het ministerie van LVVN graag inzicht in de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per vissoort en per vangstmethode (métier). In dit hoofdstuk zullen de volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

Hoe hoog is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren bij het productieproces van de belangrijke soorten door Nederlands gevlagde vaartuigen[20]
- per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis,[21] opgesplitst naar vissoort[22] en métier
- van de sector in totaal (door brandstofverbruik en overige activiteiten)
- en welke factoren hebben invloed op het brandstofverbruik?

Om een eerlijkere vergelijking tussen de verschillende vissoort-métiercombinaties mogelijk te maken, is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik ook per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis (inclusief schaal- en schelpdieren) gerapporteerd. Sommige vis, schaal- en schelpdieren hebben namelijk een groter deel eetbaar product dan andere soorten. Zo is bijvoorbeeld van haring 49% van het gewicht bij aanlanding geschikt voor humane consumptie (EUMOFA, 2019) (annex 6) terwijl voor mosselen (exclusief tarra)[23] ongeveer 32% en voor oesters slechts 8-10% overgehouden wordt aan rauw vleesgewicht zodra de schelp verwijderd is (Hognes et al., 2011; Wijsman, 2017; FAO, 2016).

[20] Hieronder verstaan we ook mariene aquacultuur (mosselen en oesters) geoogst door Nederlands gevlagde vaartuigen.
[21] Hieronder verstaan we ook schaal- en schelpdiersoorten uit de mariene aquacultuur zoals mosselen en oesters.
[22] Hieronder verstaan we ook schaal- en schelpdiersoorten uit de mariene aquacultuur zoals mosselen en oesters.
[23] Zie begrippenlijst. Tarra is het gewicht van zeepokken, baarden en benthos in of aan de schelp van mosselen en oesters gegroeid.

2.2 Methode: logboek (VIRIS), enquête en Informatienet-data

De methode toegepast voor de onderzoeksvraag 'Hoe hoog is de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik van scheepsmotoren bij het productieproces van de belangrijke soorten door Nederlands gevlagde vaartuigen?' is hieronder puntsgewijs samengevat. Vervolgens is een uitgebreide toelichting gegeven van de methodologische keuzes in de volgende alinea's.

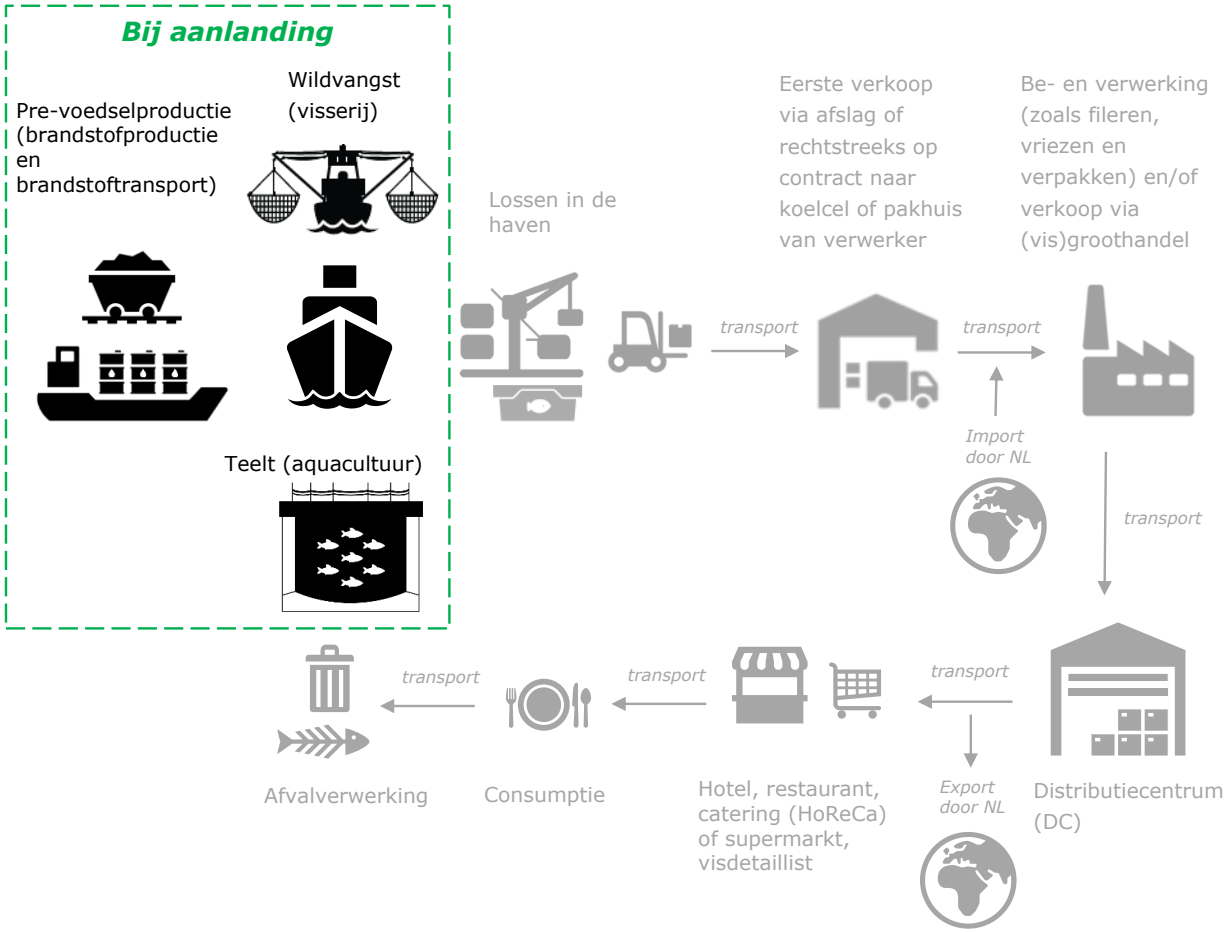
- De analyse is gebaseerd op gegevens over de jaren 2019-2023 (dus vijfjarig gemiddelden).
- Bij diverse vissoort-métiercombinaties is er een gemengde visserij. De schepen landen vaak meerdere vissoorten aan. De CO_2-uitstoot is berekend door het brandstofverbruik over de verschillende vissoorten te verdelen op basis van hun verhouding in aangeland gewicht (massa-allocatie), vergelijkbaar met de allocatiemethode in bestaande literatuur van LCA's voor vis[24] en in de bij de Product Environmental Footprint Category Rules for Unprocessed Marine Fish Products (PEFCR Marine Fish) behorende Representative Study (RP study). In een gevoeligheidsanalyse is de invloed van een andere verdeelsleutel, een verdeling op basis van economische waarde (economische allocatie), onderzocht.
- De berekende CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) wordt bepaald door het aangelande gewicht (kg vis) en het brandstofverbruik (liters). Logischerwijs geldt: hoe minder van een vissoort (in gewicht) aangeland wordt en hoe meer brandstofverbruik (liters), hoe hoger de berekende CO_2-uitstoot per kg aangeland gewicht.
- De CO_2-uitstoot is berekend per kilogram aangeland gewicht. Voor de meeste soorten is het aangelande gewicht gelijk aan het doodgewicht. De uitzondering hierop zijn mosselen en oesters die levend worden aangeland. Het levend en doodgewicht is bij beide schelpdieren nagenoeg hetzelfde. Bij de aanlandgegevens over mosselen en oesters is het gewicht exclusief tarra (zeepokken, baarden aan de schelpen etc.) meegenomen.
- In de logboeken is de aangelande hoeveelheid (in kg) in levend gewicht uitgedrukt. Met conversiefactoren kan het doodgewicht bij aanlanding berekend worden. Voor veel vissoorten is dit 90-95% van het levend gewicht doordat vis aan boord is ontdaan van ingewanden. Voor schelpdieren (mosselen en oesters) is dit 100%, omdat ze levend worden aangevoerd. Voor Hollandse garnalen is het juist minder (80-85%) doordat ze aan boord gekookt zijn.
- Om een eerlijke vergelijking per kg eetbaar product op moment van aanlanding te kunnen maken, is de CO_2-uitstoot door brandstofgebruik ook berekend naar eetbaar gewicht bij aanlanding. Op moment van aanlanden kennen de visproducten verschillende percentages eetbaar gedeelte: zo bestaat schol voor gemiddeld 40% uit eetbare delen ten opzichte van doodgewicht (en dus 60% uit graten, ingewanden, kop en staart) en is het eetbare gedeelte van pijlinktvis 74% op het totaal aangeland doodgewicht.

2.2.1 Afbakening: door Nederlands gevlagde schepen aangelande vis

Bij de onderzoeksvraag naar de klimaatimpact van door de Nederlandse visserij aangelande voedselproducten gaat het alleen om de klimaatimpact van alle activiteiten tot aan aanlanding in de haven, oftewel de activiteiten op zee- en kustwateren (zie figuur 2.1). Deze onderzoeksvraag richt zich op vis, schaal- en schelpdieren die door Nederlands gevlagde schepen zijn aangeland, ongeacht de locatie waar gevist/geoogst wordt en ongeacht de locatie waar aangeland wordt.[25] Het gaat dus om primaire productie, dus wildvangst (visserij) en kweek van schelpdieren (mariene aquacultuur) door Nederlands gevlagde visserijvaartuigen actief in kust- en zeewateren. Binnen deze afbakening is de klimaatimpact van 22 voor Nederland belangrijke vissoort-métiercombinaties nader onderzocht. In bijlage 1 is beschreven hoe tot de selectie van deze 22 vissoort-métiercombinaties is gekomen, waarbij de opdrachtgever aan de hand van de beslisboom (bijlage 1) de uiteindelijke keuze van de 22 combinaties heeft gemaakt.

[24] In deze studie zijn onder andere geraadpleegd: Ziegler et al. (2022), Teyders (2004), Tyedmers en Donovan (2025), Thrane (2004), Cashion et al. (2017), Hilmarsdóttir et al. (2025).

[25] Dit in tegenstelling tot de afbakening van de cijfers die gerapporteerd worden via Emissieregistarie.nl. Daar gaat het om de uitstoot die plaatsvindt op het Nederlands Continentaal Plat, ongeacht de vlag waaronder de schepen varen en ongeacht de locatie waar wordt aangeland.



Figuur 2.1 *De visproductieketen met focus op de productiefase bij aanlanding van de gevangen of gekweekte vis, schaal- en schelpdieren*

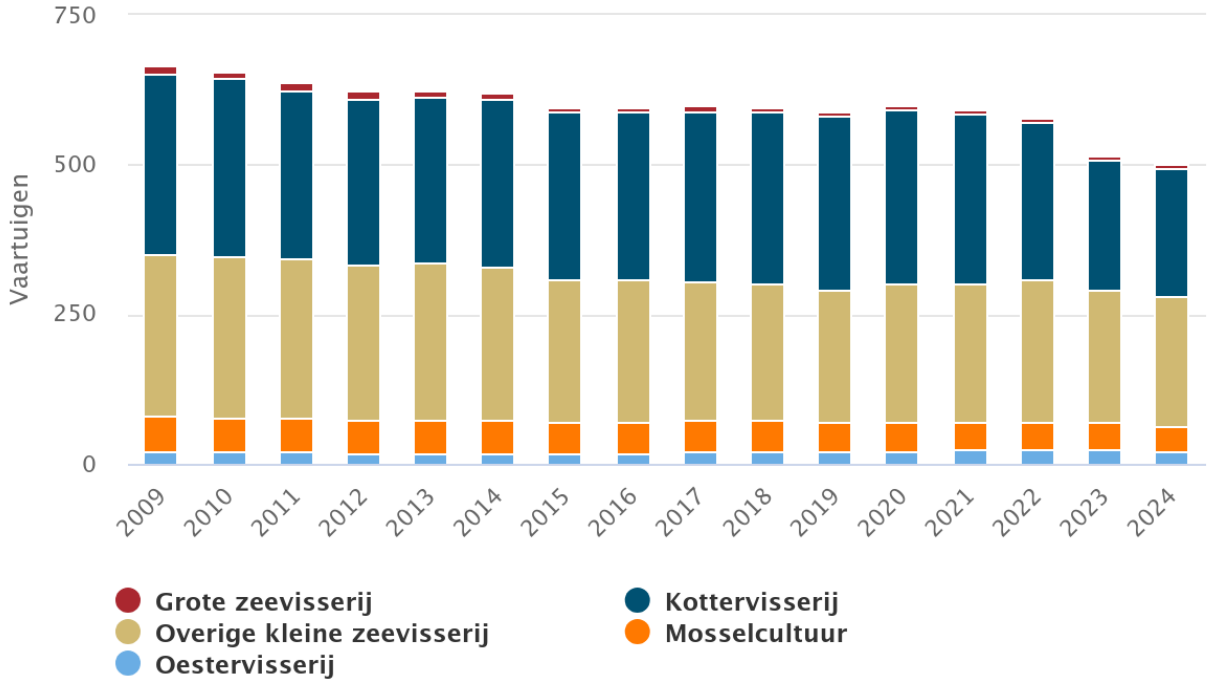
Hieronder volgt een stapsgewijze toelichting op de methodiek.

1. Afbakening visserijvloot

In bijlage 1 (tabel B1.1) is weergegeven hoe in workshops met opdrachtgever via een multicriteria analyse een selectie is gemaakt van de 22 vissoort-métiercombinaties. Twee combinaties zijn uiteindelijk afgevallen omdat er onvoldoende waarnemingen waren (in aantal vaartuigen onder andere) waardoor privacy en betrouwbaarheid van de analyse in het geding zouden komen. Dit betrof twinrig op pijlinktvis en mesheften met kotters vanuit de (overige) kleinschalige zeevisserij.

In deze studie wordt de visserijvloot afgebakend als vissersvaartuigen van de grote zee (pelagische trawlers), kotters (waaronder ook garnalenvisserij), mosselcultuur, oestervisserij en overige kleine zeevisserijen die onder Nederlandse vlag actief zijn in de zee- en kustwateren in de jaren 2019-2023 (figuur 2.2).

In 2019 omvatte deze métiers 590 actieve visserijvaartuigen en in 2023 waren dit 516 visserijvaartuigen (figuur 2.2). In de Begrippenlijst staan de vijf verschillende vlootsegmenten uitgebreider beschreven die staan weergegeven in figuur 2.2. De beroepsbinnenvisserij op binnenwateren zoals rivieren of het IJsselmeer en de productie vanuit visteelt op land (landgebonden aquacultuur) vallen buiten de afgebakende visserijvloot.



Figuur 2.2 *Het aantal visserijvaartuigen per deelsector in de Nederlandse visserij (2009-2024), gebaseerd op het Nederlands vlootregister bewerkt door Wageningen Social & Economic Research (Agrimatie, 2025b)*

2. Stapsgewijze rekenmethode van brandstofdata naar CO_2-uitstoot visserij

De CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) van de door de Nederlandse visserij aangelande voedselproducten is bepaald aan de hand van de onderstaande stappen, die in dit hoofdstuk nader worden toegelicht:

a. Het bepalen van de hoeveelheid verbruikte brandstof (opgesplitst naar type brandstof) die nodig is om een bepaalde vis binnen een specifiek métier te vangen en aan te landen in de jaren 2019-2023.
b. Het bepalen van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per liter brandstof, opgesplitst naar type brandstof. In de Nederlandse visserij is mariene gasolie de meest gebruikte brandstof. Daarnaast wordt in beperkte mate ook stookolie en benzine verbruikt.
c. Het bepalen van de hoeveelheid (doodgewicht uitgedrukt in tonnen) vis (naar soort) die met bepaald métier is gevangen en aangeland in 2019-2023 (Agrimatie, 2025a). Doordat in de VIRIS-logboeken de hoeveelheid aangelande vis uitgedrukt wordt in levend gewicht, is het nodig deze met behulp van conversatiefactoren om te rekenen van levend naar doodgewicht. Met uitzondering van mosselen en oesters zijn bij aanlanding alle vissoorten dood. Bij mosselen en oesters is levend en 'dood'-gewicht gelijk: de conversiefactor is daarom 1.
d. Het berekenen van liters brandstof per kg aangelande vis bij aanlanding (voor ieder van de 22 vissoort-métiercombinaties). Wanneer schepen meerdere vissoorten aanlanden, is op basis van massa-allocatie het brandstofverbruik per métier verdeeld over de verschillende vissoorten. Voor ieder métier is het vijfjarig gemiddelde (2019-2023) brandstofverbruik per kg aangelande vis berekend. In een gevoeligheidsanalyse is onderzocht wat het effect op de resultaten is als het brandstofverbruik op basis van economische allocatie over de verschillende vissoorten is verdeeld.
~~e.~~ Het bepalen van het eetbaar gedeelte van vis voor eerlijke vergelijking tussen vissoorten per métier. Ter illustratie, de klimaatimpact van mariene gekweekte oesters kan per kg aangeland gewicht lager zijn dan die voor mosselen. Echter, van de geoogste oesters (exclusief tarra) bestaat circa 10% uit het eetbare deel (rauw vlees zonder schelp). Voor mosselen ligt het eetbare deel op 32% (exclusief tarra). Hierdoor kan de klimaatimpact per kg eetbaar deel toch hoger zijn voor oesters dan voor mosselen. Voor het berekenen van eetbaar gedeelte van Hollandse garnalen is naast de conversie van levend naar dood gewicht ook gecorrigeerd voor het gewichtsverlies door het koken aan boord. Hiervoor is de rauw-tot-bereidfactor van RIVM (2025) van 0,75 gebruikt.
f. Het berekenen van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis, opgesplitst naar vissoort en métier.

g. Het bepalen van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van de hele Nederlands gevlagde zee- en kustvisserijsector door het optellen en oprekenen van de totale hoeveelheid (in gewicht) aangelande vissoorten vermenigvuldigd met de gemiddelde liters brandstof per aangelande vis.
h. Een inschatting van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door activiteiten na aanlanding (zoals verwerking van de vis, verpakking, alle transportetappes tussen aanlanding/eerste verkoop en consument, consumptie, afvalverwerking; zowel binnen- als buiten Nederland). Dit is ingeschat op basis van de verhouding tussen de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik in de visserij en de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door overige activiteiten in de productieketen van vis, zoals gerapporteerd in de Product Environmental Footprint Representative Product (RP) study for the Marine Fish PEFCR development (European Commission, 2025a).
i. Het bepalen van de klimaatimpact van de gehele Nederlands gevlagde zee- en kustvisserijsector door CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door het optellen van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik en de ingeschatte CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door overige sectoractiviteiten. Om een globale inschatting te maken van de klimaatimpact door de Nederlandse visserij, zijn de PEFCR Marine Fish data vertaald naar de Nederlandse visserijsituatie. Voor deze globale inschatting zijn sectordata van brandstofverbruik (productie en verbranding van fossiele brandstoffen) en data uit de PEFCR Marine Fish over de emissie door gebruik van koelvloeistoffen (productie, lekkage en afvalverwerking) in verschillende type visserijen meegenomen.
j. Een kwalitatieve beschrijving – gebaseerd op bestaande literatuur en visserij-expertkennis van de bij deze studie betrokken auteurs/onderzoekers van Wageningen Research – van belangrijke factoren die het brandstofverbruik in de visserij beïnvloeden.

3. Dataverzameling brandstofverbruik uit het Informatienet, VIRIS-logboeken en enquêtes

Brandstofdata (hoeveelheid getankte liters en type brandstof) zijn verkregen uit de enquêtes uit de kleine zeevisserij en de boekhoudgegevens uit het Bedrijveninformatienet (Bedrijveninformatienet, z.d.) van Wageningen Social & Economic Research, over de periode 2019-2023[26] in combinatie met de logboekgegevens (VIRIS).

Het Informatienet bevat ongeveer een derde van de totale populatie als steekproef (deelnemende panelschepen) van de Nederlandse visserijvloot (Oostenbrugge et al., 2022). Voor het berekenen van het brandstofverbruik is binnen deze steekproef onderscheid gemaakt tussen verschillende pk-klassen (motorvermogen) en vistuig (vistechniek) waarmee wordt gevist, omdat deze factoren sterk van invloed zijn op het brandstofverbruik.

Op basis van de Informatienet-data is voor elk jaar een verbruiksfactor berekend voor het gasolie-, benzine- en stookolieverbruik (Van Oostenbrugge et al., 2022).

Uit de logboekdata en het Nationaal Visserij Register (NRV) zijn het aantal zeedagen, het gebruikte vistuig, het motorvermogen (in pk) en het brutotonnage (volume van het casco) van visserijvaartuigen verkregen. Met deze gegevens is op basis van de Informatienet-verbruiksfactoren ook een inschatting gemaakt van het brandstofverbruik voor kotters die niet in het Informatienet zijn opgenomen.

Voor de vijf vissoort-mètiercombinaties door grote kotters op schol en tong met de vistuigen boomkor, SumWing en pulskor is onderscheid gemaakt tussen scholreizen en niet-scholreizen (lees: gemixte reizen waarbij vooral op tong gevist werd). In de logboekdata (VIRIS) worden de scholreizen gekenmerkt door noordelijke vangstgebieden en een vangstsamenstelling waarbij minder dan 10% van het aangelande gewicht aan vis uit tong en meer dan 70% uit schol bestond. Verder is een controle gedaan op maaswijdte waarbij de meeste kotters die scholreizen maakten met een maaswijdte groter dan 99mm visten tegenover tongreizen die tussen de 80 en 99 mm maaswijdte hanteerden.

Voor de mosselteelt en oestervisserij is het brandstofverbruik bepaald op basis van de economische gegevensverzameling vanuit het Informatienet en logboekdata uit VIRIS. Voor de oestersector is uitgegaan van de inspanning (zeedagen) en daarmee het gemiddelde brandstofverbruik berekend omdat niet voor alle vaartuigen de liters gasolie bekend waren. Voor oestervisserij is het gemiddelde brandstofverbruik in liters

[26] Voor pulsvisserij zijn brandstofdata over 2019-2021 verzameld, omdat pulsvisserij vanaf juli 2021 Europees wettelijk verboden werd.

per uur vissen berekend op basis van de vier jaren 2014, 2015, 2021 en 2022 waarvoor het bekend was. Het totaal gebruik per jaar is berekend door het gemiddelde verbruik per uur te vermenigvuldigen met de gemiddelde totale inspanning (in uren) door visserijvaartuigen. Er is gekozen om deze berekening op basis van visserijinspanning in plaats van brandstofkosten te doen, omdat bij een de berekening van het gemiddeld verbruik op basis van de brandstofkosten gedeeld door gemiddelde brandstofprijs per jaar prijsschommelingen kunnen domineren ten koste van de daadwerkelijke visserijinspanning op zee. Voor mosselen is het vijfjarig gemiddelde berekend door de brandstofkosten per jaar te delen door de gemiddelde brandstofprijs per liter. Met regressieanalyses is aangetoond dat deze berekening haast een-op-een overeenkomen met de resultaten van brandstofkosten afgezet op de inkomsten door verkoop mosselen bij aanlanding ook wel besomming genoemd (Van Oostenbrugge et al., 2022). De geaggregeerde cijfers zijn door Wageningen Social & Economic Research gepubliceerd op Agrimatie (2025b).

Voor de grote zeevisserij (pelagische trawlers) geldt dat alle Nederlands gevlagde pelagische trawlers deelnemen in het Informatienet-panel. Dat varieerde van zes tot acht vaartuigen afhankelijk van het jaar in de periode 2019-2023. Voor elk van deze schepen was het brandstofverbruik dus bekend. Voor de kleine zeevisserij is het brandstofverbruik geschat op basis van data zoals opgehaald via de jaarlijkse enquête.

Er is zoveel als mogelijk gerekend met het vijfjarig gemiddelde (2019-2023) van brandstofdata, omdat er door de jaren heen fluctuaties zijn in brandstofverbruik, hoeveelheden en economische opbrengsten van aangelande vis. Van alle métiers in de Nederlandse visserijvloot is van de kotters, de overige kleine zeevisserij en de grote zee visserij (pelagische trawlers) het daadwerkelijke brandstofverbruik per vaartuig per jaar over de periode 2019-2023 bekend. Voor de mosselcultuur en oestervisserij was het brandstofverbruik in de periode 2019-2023 niet volledig beschikbaar in de gegevensverzameling door Wageningen Social & Economic Research en berekend aan de hand van brandstofkosten of de inspanning in aantal zeedagen zoals in de vorige alinea beschreven.

Voor sommige vissoort-métiercombinaties waren te weinig vaartuigen in de data beschikbaar. In verband met privacy van de visserijbedrijven die vrijwillig deelnemen aan het Bedrijveninformatienet kunnen data van vissoort-métiercombinaties met minder dan vijf vaartuigen niet gebruikt worden. Ook wanneer er te veel variatie in de zeer kleine groep van vaartuigen voorkwam, konden deze data niet gebruikt worden voor een betrouwbare schatting. Dit betrof de volgende métiers: twinrig (pijlinktvis) en mesheften (kotters binnen de overige kleinschalige zeevisserij).

4. Bepalen CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per liter brandstof (opgesplitst naar type brandstof)

De CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik wordt veroorzaakt door productie en transport van de brandstof en door verbranding van de brandstof. De CO_2-uitstoot verschilt per type brandstof. De volgende emissiefactoren zijn gebruikt om de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik te bepalen:

- 1 liter mariene gasolie veroorzaakt 3,387 kg CO_2-eq/liter brandstof (door productie, transport en verbranding) (Ecoinvent 3 - Wernet et al., 2016; IPCC, 2021; CE Delft, 2021)
- 1 liter zware stookolie veroorzaakt 3,661 kg CO_2-eq/liter brandstof (door productie, transport en verbranding) (Ecoinvent 3 - Wernet et al., 2016; IPCC, 2021; CE Delft, 2021)
- 1 liter benzine veroorzaakt 3,102 kg CO_2-eq/liter brandstof (door productie, transport en verbranding) (Ecoinvent 3 - Wernet et al., 2016; IPCC, 2021; CE Delft, 2021)

Een meer gedetailleerde toelichting over de berekening van deze emissiefactoren is gegeven in bijlage 2.

5. Dataverzameling tonnages aangelande vis

De tonnages aangelande vis zijn afkomstig uit de officiële logboeken (VIRIS). Voor de kotter- en pelagische visserij is per reis gekeken welk visserijvaartuig met welk vistuig viste en welke vissoorten daarbij zijn aangeland. Op basis hiervan is per métier berekend wat de totale jaarlijkse vangsten waren. Voor de mosselteelt en voor de oestervisserij is gebruikt gemaakt van productiegegevens die verkregen zijn via de producentenorganisaties van mosselen en oesters. Oesterproductie wordt vaak aangeduid in stukstallen. Daar is een omrekenfactor gebruikt naar de aangelande hoeveelheid (in tonnen) oesters toegepast. Bij alle bovengenoemde gegevens gaat het standaard om levend gewicht. Een van de voornaamste redenen waarom aangelande vis in levend gewicht wordt uitgedrukt in de logboeken (VIRIS) is omdat voor vangstquotabeheer gerekend wordt in levende biomassa. Met behulp van conversiefactoren is het mogelijk om levend gewicht

om te rekenen naar doodgewicht bij aanlanding. De conversiefactor voor mosselen en oesters is 1,00 omdat ze levend aangeland worden. Voor mosselen en oesters is met het aangelande gewicht exclusief tarra (gewicht aan zeepokken, benthos en mosselbaarden) gerekend. In de logboeken (VIRIS), enquêtes kleine zeevisserij en producentenorganisatie gegevens (mosselen en oesters) wordt de aangelande hoeveelheid (in gewicht) vis gerapporteerd. Overboord gezette ondermaatse of buiten beschikbare quota (individueel contingent) gevangen vis (discards), al dan niet vallend onder uitzonderingen op de aanlandplicht,[27] zijn niet meegenomen in deze cijfers van aangelande hoeveelheid.

6. Schatting liters brandstof per kg aangelande vis (naar vissoort-métiercombinatie)

De liters brandstof per vissoort-métiercombinatie zijn bepaald door de totale brandstof van de vissoort-métiercombinatie te delen door het doodgewicht van de aangelande vissoort gevangen met het specifieke métier. Sommige schepen landen meerdere soorten vis aan. In dat geval is het brandstofverbruik over de verschillende vissoorten en métiers gealloceerd op basis van hun aangelande verhouding in massa. Ter voorbeeld: in een gemengde bodemvisserij zoals die door kotters gericht op de platvis schol worden ook andere vissoorten gevangen (vaak aangeduid als bijvangst). Stel dat schol 30% van de totale visserijproductie (massa) betrof voor dat métier, dan wordt 30% van het brandstofverbruik binnen dit métier toegewezen aan de schol van deze kotters in dit métier.

7. Berekenen CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofgebruik per kg gewicht van aangelande vis (naar vissoort-métier combinatie)

Op basis van de IPCC (2021) emissiefactoren, die ook worden voorgeschreven door PEF en de PEFCR Marine Fish, is de klimaatimpact door brandstofverbruik van vissersschepen per kg vis per métier berekend: aantal liters brandstof per kg doodgewicht van aangelande vis per métier vermenigvuldigd met de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per liter brandstof. Over het algemeen is er mariene gasolie gebruikt in de Nederlandse vissersvloot. Voor de pelagische visserij (ook wel grote zeevisserij) is in 2019 ook zware stookolie gebruikt. In de jaren daarna is alleen mariene gasolie gebruikt. De exacte verhouding tussen mariene gasolie en zware stookolie in 2019 is onbekend. Om die reden is een gevoeligheidsanalyse toegepast met 1) 50% mariene gasolie en 50% zware stookolie, 2) 100% zware stookolie en 3) 100% mariene gasolie om te bezien hoeveel effect dit heeft op de CO_2-uitstoot. In de kleinschalige zeevisserij wordt ook benzine gebruikt en in de berekeningen is dit ook verwerkt.

8. Bepalen eetbaar gedeelte van vis voor eerlijkere vergelijking

Een deel van de aangelande vis wordt niet gebruikt voor humane consumptie. Dit aandeel verschilt per vissoort. In de literatuur worden verschillende cijfers voor deze eetbare gedeelten gerapporteerd.

In deze studie zijn de eetbare delen zoals gerapporteerd door EUMOFA (2019) (conversiefactor voor hoeveelheid levend gewicht benodigd voor filet productie) aangehouden, omdat deze cijfers:
- gebaseerd zijn op Europese data
- met input van het bedrijfsleven tot stand zijn gekomen
- publiek beschikbaar zijn
- recent (2021) zijn.

Echter, niet voor alle vissoorten in deze studie publiceert EUMOFA conversiefactoren voor filetproducten. Als EUMOFA geen filetdata rapporteert, is gekozen voor eetbare fracties zoals gerapporteerd door UK Government – Marine Management Organization (2024), omdat deze cijfers:
- gebaseerd zijn op data van de aangelande vissoorten uit de Noordzee (vergelijkbaar met Nederland)
- publiek beschikbaar zijn
- recent zijn (2024).

Mocht noch EUMOFA noch UK Government MMO eetbare fracties rapporteren van de visproducten in deze studie, zijn de eetbare fracties van FAO uFish (2016) gebruikt, omdat deze cijfers:
- publiek beschikbaar zijn
- enigszins verouderd zijn, maar nog voldoende accuraat.

[27] In de EU bestaat de aanlandplicht om te voorkomen dat vissers te veel vis teruggooien in zee. Eerst moesten vissers de ondermaatse vis en over-quota-vis teruggooien. Niet alle vissoorten overleven dit. Daarom moet u deze vis aanlanden. Zo verspillen we minder voedsel. Ook hoopt de EU dat vissers selectiever gaan vissen (RVO, 2025).

In het geval geen van bovenstaande drie databases accurate cijfers rapporteren en er uit literatuur betere cijfers beschikbaar zijn, dan is de specifieke studie uit de literatuur als bron gekozen. Een overzicht van de in deze studie gebruikte eetbare fracties, inclusief de bronvermelding, is weergegeven in tabel B3.1 in bijlage 3.

Voor de gewone pijlinktvis geldt dat er weinig calamari (inktvisringen) van deze Loligo spec. wordt gemaakt en gegeten. Het zijn vaak andere inktvissoorten (bijvoorbeeld gevangen en verwerkt tot inktvisringen in Azië) waar calarami van gemaakt wordt in Nederland. In deze studie is uitgegaan van de Nederlandse buitenshuisconsumptie via horeca. Ook is de aanname gemaakt dat van de pijlinktvis niet alleen de mantel (lichaam) voor de inktvisringen wordt gebruikt, maar dat ook de tentakels en vinnen worden gebruikt voor consumptie.

9. Inschatting CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofgebruik per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis, opgesplitst naar vissoort en métier

De CO_2-uitstoot door brandstofverbruik per kg eetbaar gedeelte van de aangelande vis, opgesplitst naar vissoort-métiercombinatie, is bepaald door de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per kg doodgewicht van aangelande vis te delen door de eetbare fractie.

10. Bepalen CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik hele sector

Voor aangelande vissoorten inclusief schaal- en schelpdieren is het brandstofverbruik per kg aangelande vis berekend met behulp van de logboekgegevens en Informatienet-data zoals die voor mosselen, oesters en overige kleine zeevisserij. De optelsom van deze vissoorten aangeland door Nederlandse visserijvaartuigen bepaalt de totale CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van de hele Nederlandse kust- en zeevisserijsector. Hier wordt onder verstaan de vlootsegmenten: pelagische (grote zee)visserij, kottervisserij, mosselteelt en oestercultuur en overige kleine zeevisserij. Totale brandstofverbruik en aangelande gewicht van vis door deze sectoren zijn bekend en worden jaarlijks gerapporteerd met Visserij in Cijfers op Agrimatie.

11. Bepalen CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door hele sector (brandstofverbruik en overige activiteiten)

Aan de hand van de PEFCR Marine fish, de daarbij behorende RP study (European Commission, 2025a) en literatuurstudie is een globale indicatie gegeven van de klimaatimpact van de overige klimaatbelastende activiteiten in de visserijsector. De in deze studie gebruikte data zijn niet per se representatief voor de Nederlandse visserij, maar specifieke data van de Nederlandse visserij zijn niet bekend. Bij koudemiddelen (die gemiddeld circa 7% van de klimaatimpact van visserij bepalen) varieert de klimaatimpact zeer sterk per type koudemiddel. Bijvoorbeeld de lekkage van R507 als koudemiddel heeft een hoge klimaatimpact (zogenoemd Global Warming Potential) terwijl de lekkage van NH_3 als koudemiddel geen klimaatimpact heeft.

Hiermee is globaal inzicht verkregen in de totale CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik en de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door overige activiteiten van de visserij.

12. Kwalitatieve beschrijving factoren die invloed hebben op brandstofverbruik

Hoe hoog het brandstofverbruik van vissersschepen is, wordt door meerdere factoren bepaald, waaronder het type of het vermogen van een scheepsmotor. Op basis van literatuur en expertkennis van Wageningen Research is kwalitatief onderzocht welke factoren van invloed zijn op het brandstofverbruik van visserijvaartuigen.

2.3 Resultaten: CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door visserij bij *aanlanding*

Hoe hoog is de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de Nederlandse visserij van verschillende vissoort-métiercombinaties, uitgedrukt in kg CO_2-eq per kg aangeland gewicht en per kg eetbaar gedeelte van aangelande vis?

2.3.1 Pelagische trawlervisserij, schelpdieren (oesters en mosselen) en twee van de drie passieve visserijsoorten hebben tot en met aanlanding lage CO_2-uitstoot

De pelagische vissoorten, in de passieve visserij gevangen tong en harder, oesters en mosselen hebben per kg aangeland product een lage CO_2-uistoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik. De platvissoorten tong (uit de kottervisserij), schol en tarbot hebben in vergelijking met de andere vissoorten per kg aangeland product de hoogste CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik.

Tabel 2.1 en figuur 2.3 geven de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) weer voor de 22 vissoort-métiercombinaties, berekend op basis van het gemiddelde over vijf jaar. Alle vier vissoorten haring, makreel, blauwe wijting en horsmakreel aangeland door pelagische trawlers en mosselen en oesters scoorden het laagst in CO_2-uitstoot door brandstofverbruik per aangelande kg (<1 kg CO_2-eq/kg). De combinaties met een lage tot middelhoge CO_2-uitstoot door brandstofverbruik per aangelande kg vis zijn tong en harder gevangen met passieve vistuigen, Hollandse garnalen, zeebaars door passieve visserij gevangen en de gewone pijlinktvis en rode mul gevangen met flyshoot. Deze combinaties varieerden van 1,0 tot 5,0 CO_2-eq/kg aangelande vis. Hoewel de passieve visserij vaak bekend staat om haar lage brandstofverbruik, is de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik per kg aangelande vis niet per definitie laag: in 2019-2023 was de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik per kg aangelande vis bij gewone pijlinktvis en rode mul met flyshoot gevangen (3,6 en 4,0 kg CO_2-eq respectievelijk) lager dan bij de met staande netten en (hand)lijnen gevangen zeebaars (4,6 CO_2-eq) en bijna vergelijkbaar met de Hollandse garnalen (5,0 CO_2-eq). Dit heeft alles te maken met vangstefficiëntie in de weging bij massa-allocatie. Concreet: met staande netten en (hand)lijnen worden vergeleken met de flyshoot en garnalen(boomkor)visserij veel minder kilo's aangeland. Deze twee laatste typen visserij verbruiken relatief minder brandstof per gevangen kilogram vis. Pijlinktvis gevangen met flyshoot (1,06 liter/kg) en garnalenkotters (1,24 liter/kg) kenden een gunstigere ratio van brandstof per aangelande kilogram vis dan zeebaars met staande netten of (hand)lijnen gevangen (1,30 liter/kg) gemiddeld in 2019-2023. Bij de zeebaars is het meeste benzineverbruik in plaats van mariene diesel (gasolie) waar het bij de kotters haast volledig of alleen maar gasolie is. Voor alle geselecteerde métiers binnen de kottervisserij voor platvis (boomkor, pulskor, sumwing en twinrig) had tong de hoogste CO_2-uitstoot, gevolgd door schol en tarbot.

Tabel 2.1 *Gewogen gemiddelde CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per kg aangelande vis als vijfjaargemiddelde (2019-2023), uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties op basis van massa-allocatie (leidend in deze studie) en economische allocatie, en het procentuele verschil tussen beide allocatiemethoden. De tabel is gerangschikt met clusters van dezelfde métiers*

Métier	Vissoort	Massa-allocatie	Economische allocatie	Procentueel verschil
Garnalenkotter	Hollandse garnaal *(Crangon crangon)*	5,0	5,0	0,47
Grote kotters (SumWing)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	12,9	6,3	-51,64
Grote kotters (SumWing)	Tong *(Solea solea)*	14,1	31,1	120,72
Grote kotters (boomkor)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	10,1	6,6	-34,27
Grote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	14,7	31,4	113,10
Grote kotters (boomkor/SumWing)	Tarbot *(Scophthalmus maximus/Psetta maxima)*	14,2	28,8	102,75
Grote kotters (puls) a)	Tong *(Solea solea)*	9,8	17,2	75,28
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	3,6	9,1	149,43
Kleine tot middelgrote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	13,5	29,8	120,41
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Mul *(Mullus surmuletus)*	4,0	6,1	50,35
Kleine tot middelgrote kotters (quad-rig)	Noorse kreeft/Langoustine *(Nephrops norvegicus)*	6,8	8,8	29,66
Kleine tot middelgrote kotters (single-rig, out-rig)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	7,4	14,2	92,34
Pelagisch	Horsmakreel *(Trachurus trachurus)*	0,5	0,7	33,70
Pelagisch	Blauwe wijting *(Micromesistius poutassou)*	0,5	0,4	-27,41
Pelagisch	Haring *(Clupea harengus)*	0,5	0,5	-8,40
Pelagisch	Makreel *(Scomber scombrus)*	0,5	0,9	68,25
Schol, alle kotters twinrig	Schol *(Pleuronectes platessa)*	7,9	6,0	-24,26
Staande netten en (hand)lijnen	Harder *(Liza ramada & Chelon labrosus)*	1,4	0,8	-43,68
Staande netten en (hand)lijnen	Tong *(Solea solea)*	2,1	2,8	37,50
Staande netten en (hand)lijnen	Zeebaars *(Dicentrarchus labrax)*	4,6	5,1	9,37
Mosselen	Mosselen *(Mytilus edulis)*	1,0	1,0	0,00
Oesters	Japanse Oester *(Crassostrea gigas & Magallana gigas)*	0,7	0,7	0,00

a) Sinds juli 2021 is het verboden om met pulskor te vissen. Voor deze vissoort-métiercombinatie waren dan ook alleen data beschikbaar in de jaren 2019-juli 2021.

De pelagische visserij door diepvriestrawlers heeft een hoog absoluut brandstofverbruik, maar vangt tegelijk zeer efficiënt grote hoeveelheden haring, makreel, horsmakreel en blauwe wijting. Doordat de pelagische trawlers zo effectief grote hoeveelheden pelagische vis vangen is het brandstofverbruik per kg aangelande vis laag. Bij de staande netten en (hand)lijnen is de hoeveelheid aangelande vis relatief laag vergeleken met de pelagische trawlers, maar het brandstofverbruik is in absolute zin ook laag. Bij de métiers met gemengde visserij door kotters is het brandstofverbruik per aangelande kg vis hoger vergeleken met de twee eerdergenoemde métiers. Enerzijds komt dit doordat de vangstefficiëntie lager is, vanwege de diversiteit in vangstsamenstelling bij de gemengde visserij: het is uitdagender om selectief op de gewenste doelsoort te vissen dan bij pelagische diepvriestrawlers, kweek en oogst van schelpdieren (mosselen en oesters) en passieve visserij (staande netten en (hand)lijnen) vanuit de overige kleine zeevisserij. Anderzijds is het vangstsucces van de Nederlandse kottervisserij sinds 2018 sterk dalend, waardoor er vergeleken met jaren daarvoor meer brandstof nodig is voor dezelfde of een lagere hoeveelheid aangelande vis. Het afgenomen vangstsucces kent vermoedelijk meerdere, met name ecologische oorzaken. Ondanks dat de scholvisbestanden in de Noordzee en het Skagerrak volgens de mariene biologie (Wageningen Marine Research, 2026) op een historisch hoogtepunt staan, melden vissers afnemende vangsten van schol en tong.

Een veelgenoemde oorzaak door zowel wetenschap als vissers zelf is de stijgende zeewatertemperatuur, waardoor soorten zoals schol naar noordelijke koudere wateren trekken.

Verder valt het op dat Hollandse garnalen en soorten met flyshoot gevangen (gewone pijlinktvis en rode mul) de laagste CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) van de kottervisserij door brandstofverbruik hebben. De hierbij gebruikte vistechnieken hebben minder weerstand onder water door minder gewicht van het complete vistuig dan een vistechniek als boomkor. Het voordeel van flyshoot is dat het visnet als een zegen wordt rond geschoten en met lijn de vis opdrijft naar de viskuil (achterste deel van het net), terwijl bij boomkor en bordentrawl (twinrig, quid-rig, single- en out-rig) visnetten actief achter het visserijvaartuig gesleept worden. Het vaartuig is voortdurend in beweging en heeft veel energie nodig omdat de snelheid in grote mate bepalend is voor het vangstsucces.

Sommige vissoort-métiercombinaties tonen een grote variatie in de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per kg aangelande vis over de verschillende jaren, terwijl de variatie bij andere vissoort-métiercombinaties veel kleiner is. De cijfers in tabel 2.1 zijn vijfjaarsgemiddelden. In figuur 2.3 geven de bredere boxplots voor onder andere tong gevangen met boomkor (kleine tot middelgrote kotters), tong en harder gevangen met staande netten en (hand)lijnen de variatie in CO_2-uitstoot tussen de jaren weer. Bij tong en in mindere mate bij schol en pijlinktvis zijn duidelijke variaties te zien tussen metiérs (vangsttechnieken):

- Tong gevangen met staande netten en (hand)lijnen geeft de laagste CO_2-uitstoot met 2,1 kg CO_2-eq, terwijl tong gevangen met de boomkor met 14,7 kg CO_2-eq de hoogste uitstoot heeft. Tot 2021 was de pulskor nog toegestaan. Met de pulskor kon efficiënter gevist worden (verhoudingsgewijs meer tong op de totale vangstsamenstelling). Het brandstofverbruik en dus de CO_2-uitstoot per kg aangelande tong was bij pulskor (9,8 kg CO_2-eq) daarom veel lager dan bij SumWing (14,1 kg CO_2-eq) en boomkor (14,7 kg CO_2-eq).
- Schol gevangen in twinrigvisserij (behorende tot bordenvisserij) heeft de laagste uitstoot met 7,9 kg CO_2-eq, terwijl schol gevangen met SumWing-visserij met 12,9 kg CO_2-eq de hoogste uitstoot kent. De reden dat SumWing voor schol meer CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) had dan de boomkor, is te verklaren doordat SumWing dan wel lager in brandstofverbruik was (zo'n 10 tot 20%) vergeleken met boomkor, maar dat dit niet compenseerde voor het lagere aangelande gewicht aan schol. SumWing staat als voorloper van de puls bekend als effectief voor met name tongvisserij en minder voor schol. Er wordt dan ook nauwelijks met SumWing op schol gevist door de Nederlandse kottervisserij. Veel kotters zijn de afgelopen decennia omgeschakeld naar de bordenvisserij op schol om brandstof te besparen. De SumWing wordt vooral toegepast voor de niet-scholreizen (lees: gemixte reizen waarbij vooral op tong wordt gevist). Met boomkor wordt meer vis per zeedag (waaronder schol) gevangen dan met SumWing, waardoor in de massa-allocatie SumWing een hogere uitstoot had dan de boomkor specifiek voor schol.
- Ondanks dat van pulskor slechts data beschikbaar waren tot half 2021, vanwege het Europese verbod op dit vistuig om via ontheffingen ermee te mogen vissen, toont pulskor een aanzienlijke brandstofbesparing en daarmee verbetering van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) vergeleken met boomkor en SumWing voor de grote kottervisserij op tong.
- Pijlinktvis gevangen in de flyshootvisserij geeft de laagste CO_2-uitstoot met 3,6 kg CO_2-eq, terwijl pijlinktvis gevangen in single-rig-/out-rigvisserij met 7,4 kg CO_2-eq de hoogste uitstoot heeft.



Figuur 2.3 *Boxplots van de geschatte CO_2-uitstoot (equivalenten) per kg vis bij aanlanding, uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties. De waarden zijn gebaseerd op brandstofverbruik; de boxplots geven de spreiding (range) weer van de variatie over vijf jaar (2019-2023). De gekleurde boxplots zijn gebaseerd op massa-allocatie (leidend in deze studie); de lichtgrijze op economische allocatie vanuit een gevoeligheidsanalyse, om verschillen met massa-allocatie te visualiseren. De vissoorten zijn alfabetisch gerangschikt en per métier geclusterd*

Gevoeligheidsanalyse allocatiemethode

Uit de gevoeligheidsanalyse (tabel 2.2) blijkt dat wanneer in de gemengde visserij het brandstofverbruik niet naar massa, maar naar economische waarde wordt verdeeld over de aangelande soorten (economische allocatie), de vissoorten met relatief hoge prijzen, zoals tong en tarbot, er grote verschillen zijn tussen de uitkomsten van massa-allocatie tegenover economische allocatie. Het tegenovergestelde geldt ook: bij vissoorten in deze visserijen met een lage prijs, zoals bij schol, maakt de keuze voor massa- of economische allocatie ook sterk uit. In métiers waar weinig bijvangst voorkomt, zoals de pelagische visserij, schelpdieren (mosselen en oesters), passieve visserij en garnalenvisserij, blijven de verschillen daarentegen beperkt.

Ook wanneer economische allocatie wordt toegepast, heeft tong voor bijna alle métiers de hoogste uitstoot per kg aangeland product. Ook tarbot blijft ten opzichte van de andere vissoorten een hoge uitstoot per aangelande kg hebben. De pelagische soorten, mosselen en oesters hebben ook bij economische allocatie de laagste uitstoot. De keuze voor allocatiemethode heeft wel invloed op de rangorde van schol ten opzichte van de andere vissoorten: bij massa-allocatie heeft schol een hoge CO_2-uitstoott per kg aangelande schol, bij economische allocatie scoort schol middelmatig in de rangorde.

Tabel 2.2 *Verschil in rangorde van vissoort-métiercombinaties bij massa- versus economische allocatie (rood is hoge uitstoot, groen is lage uitstoot per kg aangeland product)*

		kg CO_2-eq/kg aangeland product		Relatieve plaats in rangorde	
Métier	**Vissoort**	**Massa-allocatie**	**Economische allocatie**	**Massa-allocatie**	**Economische allocatie**
Garnalenkotter	Hollandse garnaal *(Crangon crangon)*	5,0	5,0	11	14
Grote kotters (SumWing)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	12,9	6,3	5	10
Grote kotters (SumWing)	Tong *(Solea solea)*	14,1	31,1	2	2
Grote kotters (boomkor)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	10,1	6,6	6	9
Grote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	14,7	31,4	1	1
Grote kotters (boomkor/SumWing)	Tarbot *(Scophthalmus maximus/Psetta maxima)*	14,2	28,8	3	4
Grote kotters (puls) a)	Tong *(Solea solea)*	9,8	17,2	7	5
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	3,6	9,1	14	7
Kleine tot middelgrote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	13,5	29,8	4	3
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Mul *(Mullus surmuletus)*	4,0	6,1	13	11
Kleine tot middelgrote kotters (quad-rig)	Noorse kreeft/Langoustine *(Nephrops norvegicus)*	6,8	8,8	10	8
Kleine tot middelgrote kotters (single-rig, out-rig)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	7,4	14,2	9	6
Pelagisch	Horsmakreel *(Trachurus trachurus)*	0,5	0,7	19	18
Pelagisch	Blauwe wijting *(Micromesistius poutassou)*	0,5	0,4	19	21
Pelagisch	Haring *(Clupea harengus)*	0,5	0,5	19	20
Pelagisch	Makreel *(Scomber scombrus)*	0,5	0,9	19	17
Schol, alle kotters twinrig	Schol *(Pleuronectes platessa)*	7,9	6,0	8	12
Staande netten en (hand)lijnen	Harder *(Liza ramada & Chelon labrosus)*	1,4	0,8	16	19
Staande netten en (hand)lijnen	Tong *(Solea solea)*	2,1	2,8	15	15
Staande netten en (hand)lijnen	Zeebaars *(Dicentrarchus labrax)*	4,6	5,1	12	13
Mosselen	Mosselen *(Mytilus edulis)*	1,0	1,0	17	16
Oesters	Japanse Oester *(Crassostrea gigas & Magallana gigas)*	0,7	0,7	18	18

a) Puls is vanaf juli 2021 verboden in Europese wateren. Voor deze vissoort-métier combinatie was om die reden alleen data over januari 2019-juli 2021 beschikbaar.

2.3.2 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) bij aanlanding uitgedrukt per eetbaar gedeelte hoger door gewichtsverlies na fileren of ontdoen van de schelp

In tabel 2.3 en figuur 2.4 zijn de gewogen gemiddelde CO_2-uitstoot per vissoort-métiercombinatie weergegeven per kg eetbaar gedeelte. Haring heeft met 1,1 kg CO_2-eq per kg eetbaar gedeelte van aangeland product de laagste uitstoot, gevolgd door de andere drie vissoorten gevangen door pelagische

trawlers (van 1,2 tot 1,5 kg CO_2-eq), mosselen (3,2 kg CO_2-eq) en harder gevangen met staande netten en (hand)lijnen (3,6 CO_2-eq). De hoogste uitstoot per kg eetbaar gedeelte hebben tong (boomkor), tarbot (boomkor/SumWing) en tong (SumWing). Gewone pijlinktvis gevangen met flyshoot scoort voor demersale kottervisserij veel lager met 4,9 kg CO_2-eq per kg eetbaar gedeelte.

Opvallend is het grote verschil tussen aangeland gewicht en eetbaar gedeelte bij aanlanding bij oesters. Oesters hebben een circa tien keer hogere CO_2-uitstoot per kg eetbaar gedeelte dan per kg aangeland product omdat slechts 8-10% van dit schelpdier aan rauw vleesgewicht gegeten wordt.

Tabel 2.3 *Gewogen gemiddelde CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per kg eetbaar gedeelte vis als vijfjaarsgemiddelde (2019-2023), uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties op basis van massa-allocatie (leidend in deze studie) en economische allocatie, en het procentuele verschil tussen beide allocatiemethoden. De tabel is gerangschikt met clusters van dezelfde métiers*

Métier	Vissoort	Massa-allocatie	Economische allocatie	Procentueel verschil
Garnalenkotter	Hollandse garnaal *(Crangon crangon)*	14,1 a)	10,6	-24,9
Grote kotters (SumWing)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	32,4	15,7	-51,6
Grote kotters (SumWing)	Tong *(Solea solea)*	33,9	74,9	120,7
Grote kotters (boomkor)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	25,3	16,6	-34,3
Grote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	35,4	75,5	113,1
Grote kotters (boomkor/SumWing)	Tarbot *(Scophthalmus maximus/Psetta maxima)*	35,2	71,4	102,7
Grote kotters (puls) b)	Tong *(Solea solea)*	23,6	41,4	75,3
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	4,9	12,2	149,4
Kleine tot middelgrote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	32,5	71,6	120,4
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Mul *(Mullus surmuletus)*	10,2	15,3	50,3
Kleine tot middelgrote kotters (quad-rig)	Noorse kreeft/Langoustine *(Nephrops norvegicus)*	16,3	21,1	29,7
Kleine tot middelgrote kotters (single-rig, out-rig)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	9,9	19,1	92,3
Pelagisch	Horsmakreel *(Trachurus trachurus)*	1,2	1,6	33,7
Pelagisch	Blauwe wijting *(Micromesistius poutassou)*	1,5	1,1	-27,4
Pelagisch	Haring *(Clupea harengus)*	1,1	1,0	-8,4
Pelagisch	Makreel *(Scomber scombrus)*	1,4	2,3	68,3
Schol, alle kotters twinrig	Schol *(Pleuronectes platessa)*	19,9	15,1	-24,3
Staande netten en (hand)lijnen	Harder *(Liza ramada & Chelon labrosus)*	3,6	2,0	-43,7
Staande netten en (hand)lijnen	Tong *(Solea solea)*	4,9	6,8	37,5
Staande netten en (hand)lijnen	Zeebaars *(Dicentrarchus labrax)*	11,8	12,9	9,4
Mosselen	Mosselen *(Mytilus edulis)*	3,2	3,2	0,0
Oesters	Japanse Oester *(Crassostrea gigas & Magallana gigas)*	7,3	7,3	0,0

a) 14,1 kg CO_2-eq gaat uit van de Hollandse garnalen gekookt aan boord zoals gebruikelijk in de Nederlandse visserij. Ongekookt zou het 10,6 kg CO_2-eq zijn doordat er geen gewichtsverlies is door het koken van garnalen aan boord; b) Puls is vanaf juli 2021 verboden in Europese wateren. Voor deze vissoort-métier combinatie was om die reden alleen data over januari 2019-juli 2021 beschikbaar.



Figuur 2.4 *Boxplot van de geschatte CO_2-uitstoot (equivalenten) per kg eetbaar gedeelte vis, uitgesplitst naar vissoort-métiercombinaties. De waarden zijn gebaseerd op brandstofverbruik; de spreiding (range) weerspiegelt de variatie over vijf jaar (2019-2023)*

Gevoeligheidsanalyse allocatiemethode

Ook wanneer economische allocatie (tabel 2.4) wordt toegepast, heeft tong voor bijna alle métiers de hoogste uitstoot per kg eetbaar gedeelte bij aanlanding. Ook tarbot blijft ten opzichte van de andere vissoorten een hele hoge uitstoot per kg eetbaar gedeelte hebben. De pelagische soorten, mosselen en harder gevangen met staande netten en (hand)lijn hebben ook bij economische allocatie de laagste uitstoot. De keuze voor allocatiemethode heeft wel invloed op de rangorde van schol ten opzichte van de andere vissoorten: bij massa-allocatie heeft schol een hoge CO_2-uitstoot per kg eetbaar gedeelte, bij economische allocatie scoort schol middelmatig in de rangorde.

Tabel 2.4 *Verschil in rangorde van vissoort-métiercombinaties bij massa- versus economische allocatie (rood is hoge uitstoot, groen is lage uitstoot per kg aangeland product)*

		kg CO_2-eq/kg eetbaar product		Relatieve plaats in rangorde	
Métier	**Vissoort**	**Massa-allocatie**	**Economische allocatie**	**Massa-allocatie**	**Economische allocatie**
Garnalenkotter	Hollandse garnaal *(Crangon crangon)*	14,1	10,6	10	14
Grote kotters (SumWing)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	32,4	15,7	5	9
Grote kotters (SumWing)	Tong *(Solea solea)*	33,9	74,9	3	2
Grote kotters (boomkor)	Schol *(Pleuronectes platessa)*	25,3	16,6	6	8
Grote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	35,4	75,5	1	1
Grote kotters (boomkor/SumWing)	Tarbot *(Scophthalmus maximus/Psetta maxima)*	35,2	71,4	2	4
Grote kotters (puls) a)	Tong *(Solea solea)*	23,6	41,4	7	5
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	4,9	12,2	15	13
Kleine tot middelgrote kotters (boomkor)	Tong *(Solea solea)*	32,5	71,6	4	3
Kleine tot middelgrote kotters (flyshoot)	Mul *(Mullus surmuletus)*	10,2	15,3	12	10
Kleine tot middelgrote kotters (quad-rig)	Noorse kreeft/Langoustine *(Nephrops norvegicus)*	16,3	21,1	9	6
Kleine tot middelgrote kotters (single-rig, out-rig)	Gewone pijlinktvis *(Loligo species)*	9,9	19,1	13	7
Pelagisch	Horsmakreel *(Trachurus trachurus)*	1,2	1,6	18	20
Pelagisch	Blauwe wijting *(Micromesistius poutassou)*	1,5	1,1	21	21
Pelagisch	Haring *(Clupea harengus)*	1,1	1,0	19	22
Pelagisch	Makreel *(Scomber scombrus)*	1,4	2,3	20	18
Schol, alle kotters twinrig	Schol *(Pleuronectes platessa)*	19,9	15,1	8	11
Staande netten en (hand)lijnen	Harder *(Liza ramada & Chelon labrosus)*	3,6	2,0	16	19
Staande netten en (hand)lijnen	Tong *(Solea solea)*	4,9	6,8	15	15
Staande netten en (hand)lijnen	Zeebaars *(Dicentrarchus labrax)*	11,8	12,9	11	12
Mosselen	Mosselen *(Mytilus edulis)*	3,2	3,2	17	17
Oesters	Japanse Oester *(Crassostrea gigas & Magallana gigas)*	7,3	7,3	14	16

a) Puls is vanaf juli 2021 verboden in Europese wateren. Voor deze vissoort-métier combinatie was om die reden alleen data over januari 2019-juli 2021 beschikbaar.

2.4 CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofgebruik scheepsmotoren daalde door krimpende Nederlandse vloot en minder visaanvoer

Hoe hoog is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren van de Nederlandse visserij bij aanlanding?

Tabel 2.5 specificeert het aandeel brandstofverbruik van ieder van deze drie brandstoftypen in de afgelopen jaren in de Nederlandse visserij. Alleen in 2019 is er een geschatte hoeveelheid stookolie opgenomen, afkomstig van de pelagische vloot die toen nog deels op stookolie voer. Vanaf 2020 is er geen stookolie meer

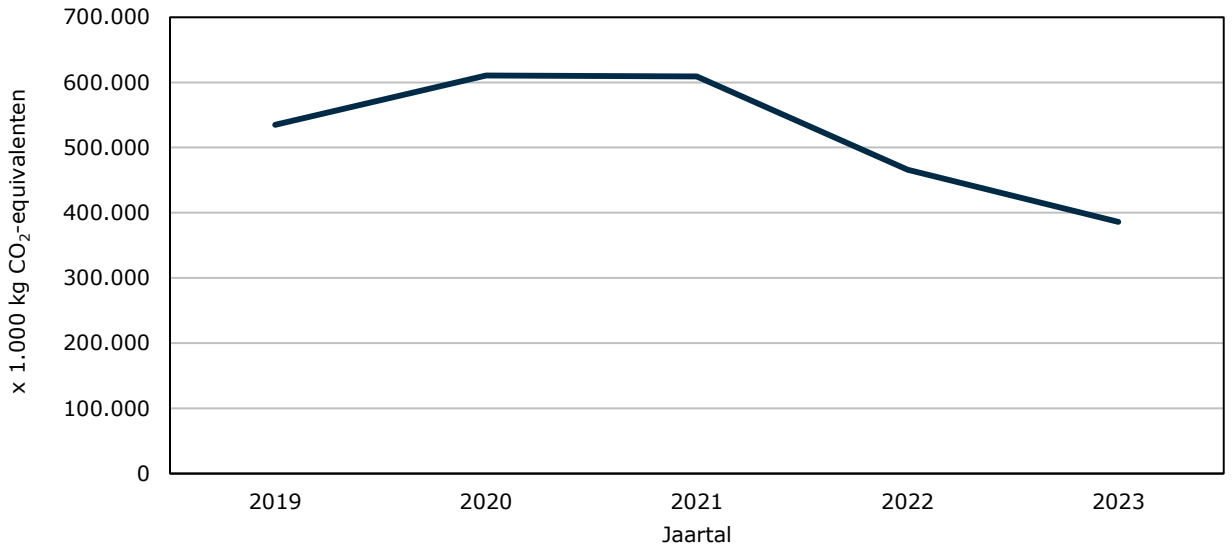
gebruikt. De beperkte hoeveelheid benzine die in de berekeningen voorkomt, is hoofdzakelijk afkomstig van de overige kleine zeevisserij. Gasolie vormt met afstand de belangrijkste brandstofbron en verklaart daarmee het grootste deel van de uitstoot. De totale hoeveelheid brandstof is in de periode na 2021 met ruim 37% afgenomen, na een initiële stijging.

Tabel 2.5 *Schatting brandstofverbruik (x 1.000 liter) voor de visserij opgesplitst naar brandstoftype, 2019-2023. Dit omvat de gehele Nederlandse visserij (kotter zowel platvis- en rondvis als Hollandse garnalen, pelagische (grote) zee, overige kleine zeevisserij, mosselen, en oesters)*

Jaar	Gasolie (x 1.000 liter)	Benzine (x 1.000 liter)	Stookolie (x 1.000 liter) a)
2019	138.313	181	18.040
2020	180.114	147	0
2021	179.683	219	0
2022	137.373	249	0
2023	113.791	153	0

a) Stookolie, ook wel bekend als HFO (Heavy Fuel Oils) werd tot 2020 door de pelagische diepvriestrawlers voor een klein deel van de visserij-inspanning gebruikt. Sinds 2020 mag vanuit wetgeving er binnen Emission Control Areas (ECA's, Engels) (IMO, z.d.) zoals de Noordzee en de Nederlandse binnenwateren daarvan geen scheepsbrandstof worden gebruikt met een zwavelgehalte van meer dan 0,10% m/m (massaprocent).

In de afgelopen vijf jaar (2019-2023) varieerde de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de Nederlandse visserij (figuur 2.5) tussen 385.900 ton en 610.500 ton CO_2-eq. De dalende uitstoot (in CO_2-eq) na 2021 kan verklaard worden door een dalende inspanning in zeedagen van de Nederlandse visserij vanwege een krimp van het aantal visserijvaartuigen in de Nederlandse vloot (figuur 2.5). Daarbij komt ook dat vooral grotere kotters (met zware motoren) minder zijn gaan vissen (Visserij in Cijfers/Agrimatie, 2026a).

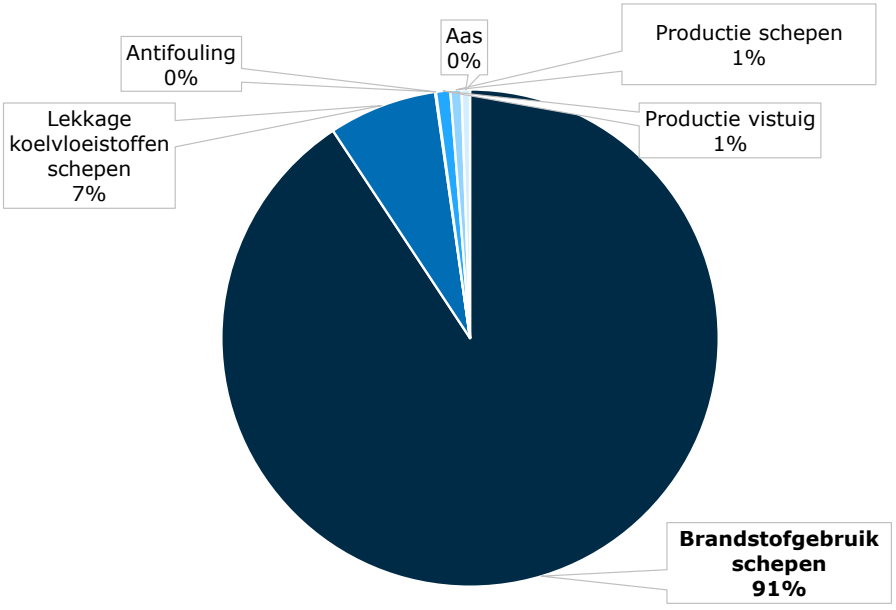


Figuur 2.5 *Geschatte CO_2-uitstoot (uitgedrukt in duizenden tonnen CO_2-equivalenten) door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de visserij, 2019-2023. Dit omvat de gehele Nederlandse zee- en kustvisserij (kotter zowel platvis- en rondvis als Noordzeegarnalen, pelagische (grote) zee, overige kleine zeevisserij, mosselen, en oesters)*

2.4.1 Globale inschatting klimaatimpact Nederlandse visserij met hulp van mondiale data

Uit de PERCR Marine fish en de bijbehorende RP study blijkt dat binnen de visserij wordt bijna de volledige klimaatimpact (91%) veroorzaakt door het brandstofverbruik van scheepsmotoren (figuur 2.6). De overige 9% bestaat uit lekkage koelvloeistoffen door visserijvaartuigen (7%), de productie en onderhoud van vistuigen (0,9%) en van visserijvaartuigen (0,7%), aas (0,5%) en antifouling (0,1%). De klimaatimpact van koelvloeistoffen verschilt zeer sterk per type koelvloeistof. Bijvoorbeeld de lekkage van R507 heeft een hoge klimaatimpact (zogenoemd Global Warming Potential) terwijl de lekkage van NH_3 als koudemiddel geen directe klimaatimpact heeft.

Op basis van voorgenoemde gemiddelden was de geschatte uitstoot in de Nederlandse visserij door brandstofverbruik en overige activiteiten tussen de 425.400 ton en 673.100 ton CO_2-eq. De in de PEFCR Marine Fish en RP study gerapporteerde koelvloeistoffen zijn niet per se representatief voor de Nederlandse visserij. Door de grote variatie in klimaatimpact per type koelvloeistof en verschillen in de mate van lekkage zal de bijdrage van koelvloeistoffen aan de totale klimaatimpact van de visserij variëren, afhankelijk van de gebruikte middelen en apparatuur. Ook is in de PECR en RP study aas meegenomen dat gebruikt is bij passieve visserij of vistechnieken zoals longlining en jiggen. Deze twee laatste visserijtechnieken worden nauwelijks toegepast in de Nederlandse visserij.[28] Het aandeel van aas zal daarom voor de Nederlandse visserij lager zijn.



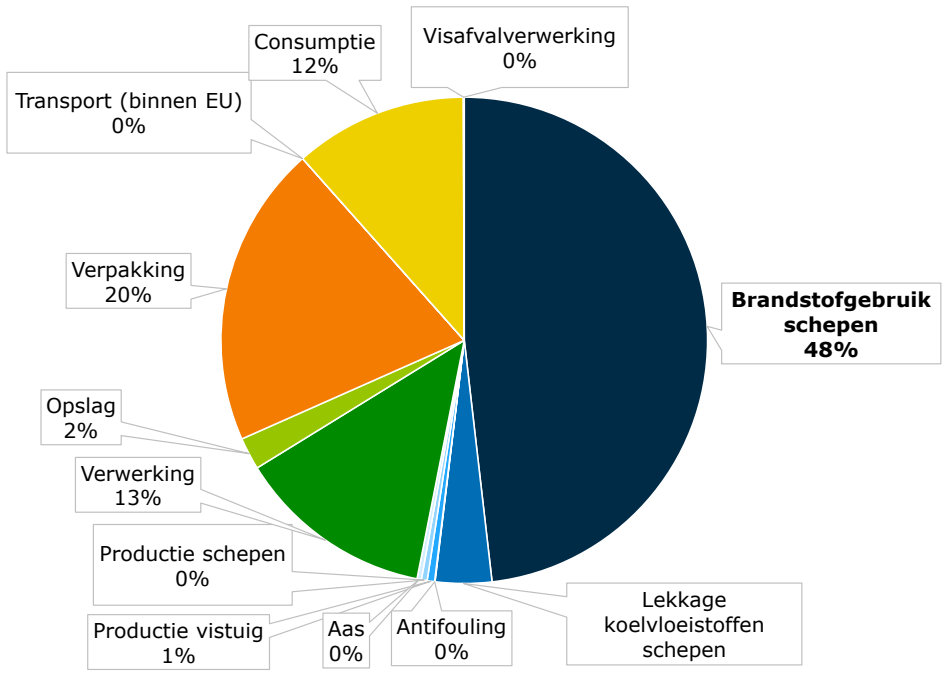
Figuur 2.6 *Globale inschatting klimaatimpact Nederlandse visserij over alleen het productiedeel van vangst of oogst tot en met aanlanding*
Bron: PECFR Marine Fish RP study bewerkt en toegepast op de Nederlandse visserij door Wageningen Social & Economic Research.

Brandstofverbruik door de visserij heeft veruit de grootste bijdrage op de gehele klimaatimpact van voedselproducten uit zee. Over de gehele visproductieketen bezien, dus inclusief verwerking van vis, verpakking, transport en consumptie geeft brandstofverbruik door scheepsmotoren bijna de helft (48%) van

[28] Longline, ook wel bekend als beugvisserij, is een techniek waarbij de zogenoemde 'lange lijn' wordt uitgezet waaraan zijlijnen zijn verbonden met haakjes en aas. De longline op schol is door Nederlandse vissers en Wageningen Marine Research verkend in 2018 (Neitzel en Molenaar, 2018). Jiggen is een techniek waarbij je verticaal vist, meestal door het kunstaas naar de bodem te laten zakken en het vervolgens met ritmische bewegingen omhoog te vissen. Jiggen is wetenschappelijk onder andere als passieve visserijtechniek verkend binnen windparken op zee door Wageningen Research samen met beroepsvissers in 2023 (Neitzel et al., 2023).

de totale klimaatimpact (figuur 2.7). Naast brandstofverbruik door scheepsmotoren dragen verpakking (20%) en verwerking (13%) veel bij de klimaatimpact van de Nederlandse visserij over de hele keten. De totale klimaatimpact van de Nederlandse visserij over de hele keten (inclusief overige activiteiten) is voor de periode 2019-2023 geschat op 800.900-1.267.000 ton CO_2-eq per jaar.

Opgemerkt moet worden dat de PECFR Marine Fish uitgaat van wereldwijde visproductieketens. Daarbij worden ook verpakkingsvormen zoals het inblikken van vis meegerekend die een hoog energieverbruik vereisen. Op dit onderdeel is de PECFR Marine minder geschikt voor de Nederlandse visserij omdat we deze verpakkingsvormen nauwelijks tot niet kennen van de Nederlandse visserij.



Figuur 2.7 *Globale inschatting klimaatimpact Nederlandse visserij over de gehele visproductieketen. Van de bouw van schepen tot en met afvalverwerking na consumptie*
Bron: PECFR Marine Fish RP study, bewerkt en toegepast op de Nederlandse visserij door Wageningen Social & Economic Research.

Volgens de PEFCR Marine fish en de bijbehorende RP study bedraagt de klimaatimpact door visserij tot en met aanlanding, dus zonder de naketen zoals verwerking, verpakking, consumptie en afvalverwerking, gemiddeld 53% van de totale klimaatimpact over de hele keten.

2.5 Factoren die van invloed zijn op het brandstofverbruik per kg product in de visserij

In de visserij zijn kwalitatief verschillende factoren te noemen die van invloed zijn op het brandstofverbruik door visserijvaartuigen per kg gevangen/aangelande vis. Dit geeft aan dat het brandstofverbruik en daarmee klimaatimpact sterk kan variëren per jaar en per metiér. Door inzicht en bewustwording van deze invloeden, geeft dit een genuanceerder beeld van de werkelijkheid achter een cijfer dat een CO_2-equivalent uitdrukt voor een aangelande vissoort-métiercombinatie.

Factoren die van invloed zijn op het brandstofverbruik in de visserij:

- *leeftijd scheepsmotor en van het casco, oftewel het schip zelf*
  Vaak geldt dat oudere motoren en scheepscasco met hogere leeftijd een hoger verbruik geven. Ook het type motor en de conditie ervan (wel of in mindere mate goed onderhouden) zijn ook van invloed op het brandstofverbruik.
- *lengte, massa en motorvermogen van het visserijvaartuig*
  Een visserijvaartuig van 40 meter lang met meer dan 1.500 pk heeft bijvoorbeeld een hoger brandstofverbruik dan een vaartuig van 12 meter lang met nog geen 200 pk. Tegelijk kan de CO_2-uitstoot per kg aangelande vis uiteindelijk voordeliger uitvallen voor het grotere vaartuig, doordat het efficiënter vist (meer aangeland gewicht per liter verbruikte brandstof). Op de pelagische vissoortcombinaties na, is in de tabellen en figuren van hoofdstuk 2.3 niet meteen terug te zien dat langere vaartuigen minder CO_2-uitstoot hadden.
- *brandstofprijs*
  In een maand of jaar dat de brandstofprijzen hoog zijn, zoals in 2022 vlak na de invasie van de Russische Federatie in Oekraïne (Deetman et al., 2022) is er meer aandacht en focus op het besparen van brandstofkosten door energiezuiniger te varen. In het algemeen geldt dus dat er zuiniger wordt gevaren in tijden van hogere brandstofprijzen om de kosten van brandstofverbruik te drukken (Poos et al., 2013).
- *vaarsnelheid*
  Hoe meer snelheid, hoe meer brandstofverbruik over het algemeen.
- *type vistuig en ontwerp dat de weerstand onder water bepaalt*
  Met name bij bodemvisserij willen vissers een vistuig dat vlak boven of aan de bodem vist om zoveel mogelijk van de gewenste bodemvissen binnen de vangstquota op te schrikken en te vangen. Veel platviskotters met vistuigen zoals boomkor hanteren veel gewicht aan de onderpees van het visnet om nauwelijks marktwaardige vis te verliezen. Meer gewicht betekent meer weerstand en een hoger bandstofverbruik.
- *vangstsucces*
  Het vangstsucces bepaalt direct het brandstofverbruik per kg vis. Daarnaast zal de schipper op het moment dat er weinig wordt gevangen op een visbestek (gebied op zee waar ze vissen) meer naar andere vangstgebieden stomen om daar te vissen. Hoe minder vangstsucces en hoe meer er gestoomd moet worden, hoe meer brandstofverbruik. Ook zijn maanden of jaren waarin per uur gemiddeld meer gevangen is (catch per unit effort) gunstig met de CO_2-uitstoot bepaald door de liters brandstof per aangelande ton vis.
- *afgelegde vaarafstand*
  Of een schipper bijvoorbeeld met zijn visserijvaartuig naar de Noorse zone stoomt of dat hij vanuit Vlissingen of IJmuiden voor de kust van Nederland vaart om te vissen, is een groot verschil in afstand.
- *weersomstandigheden*
  Met het getij of met de stroming mee kan al veel brandstof besparen. Hetzelfde geldt voor de windkracht en windrichting met de sterkte van de golfslag van dien.
- *type brandstof*
  Binnen mariene gasolie zijn verschillen in de efficiëntie van het ene merk en andere. Evenzo zijn er kleinere en grote verschillen tussen dieselelektrisch varen of zelfs met alternatieve energiedragers zoals methanol, LNG of waterstof dan de conventionele mariene gasolie.
- *visbestanden*
  Bij een groot visbestand zal de vangbaarheid toenemen. Daarbij is ook de verspreiding van de vis van groot belang. Bodemvis zit verspreid, waardoor grotere oppervlaktes moeten worden afgevist om de vis te vangen. Pelagische vis zit geclusterd, waardoor je efficiënt grote hoeveelheden vis kan vangen.
- *menselijk gedrag*
  De ene schipper vaart graag zuiniger dan de andere. Vergelijkbaar met autorijden, zijn er bestuurders die zeer energiezuinig willen en kunnen rijden waar andere automobilisten veel meer brandstof verbruikten door een andere rijstijl.

2.6 Conclusie: pelagische visserij en schelpdieren hebben laagste klimaatimpact door efficiënte vangst/kweek

Van de 22 onderzochte vissoort-métiercombinaties in deze studie hebben de vissoorten gevangen in de pelagische visserij en schelpdieren (mosselen en oesters) de laagste op CO_2-uitstoot (in CO_2-eq/kg aangeland product) door brandstofgebruik van scheepsmotoren. Tong, gevolgd door schol en tarbot hebben de hoogste CO_2-uitstoot (in kg CO_2-eq/kg aangeland product) door brandstofverbruik. De métiers SumWing en boomkor tonen over het algemeen een hogere uitstoot, terwijl de métiers staande netten en (hand)lijnen, flyshoot en pulskor (niet meer toegestaan sinds juli 2021) een lagere uitstoot per kg aangelande vis geven. Per kg eetbaar gedeelte bij aanlanding tonen de vissoorten gevangen in de pelagische visserij, mosselen en harder gevangen met passieve vistuigen de laagste CO_2-uitstoot. De hoogste uitstoot per kg eetbaar gedeelte hebben tong (SumWing), schol (SumWing) en tarbot (boomkor/SumWing).

De totale CO_2-uitstoot van de Nederlandse visserij is sterk gedaald van 2021-2023. In deze vier jaar daalde de CO_2-uitstoot met 37% van 610.500 ton tot 385.900 ton CO_2-eq door een dalende inspanning in zeedagen van de Nederlandse visserij vanwege een krimp van het aantal visserijvaartuigen in de Nederlandse vloot. Vooral grotere kotters (met zware motoren) zijn minder gaan vissen.
Brandstofverbruik wordt door meerdere factoren beïnvloed. Belangrijke factoren zijn leeftijd, type en (onderhouds)conditie van scheepsmotor en casco van het visserijvaartuig; vaarsnelheid; weersomstandigheden en vangstsucces. Brandstof zorgt voor het grootste deel van de klimaatimpact in de Nederlandse visserij. Over de gehele visproductieketen bezien is brandstofverbruik naar schatting verantwoordelijk voor 48% van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq). Wordt alleen de visserij of kweek tot aanlanding beschouwd, dan zorgt brandstofverbruik voor een globaal geschatte 91% van de totale klimaatimpact.

2.7 Discussie: keuze van bronnen van invloed op resultaten CO_2-uitstoot

Een bepalende variabele voor de berekende CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per vissoort-métier combinatie is het eetbare gedeelte. Per vissoort is gekeken welke bron het voor de Nederlandse situatie meest representatieve eetbaar gedeelte rapporteert. Daarbij is de Nederlandse eetcultuur als basis genomen. In andere eetculturen worden mogelijk ook ingewanden, kop en staart gegeten, wat tot hogere eetbare fracties leidt. Nederland en andere Noord-Europese landen staan bekend dat vis vooral als filet wordt geconsumeerd waarbij er veel reststromen (kop, graat, ingewanden, bijsnijdsel etc.) ontstaan. Het opwaarderen van deze reststromen tot nieuwe bijproducten (zoals eiwitrijke supplementen) geschikt voor menselijke consumptie of andere toepassingen (zoals farmaceutisch, cosmetisch, dierenvoeding) zijn kansrijk zowel vanuit verlaagde klimaatimpact als economisch perspectief (extra opbrengsten en werkgelegenheid) in Nederland. De CO_2-uitstoot per eetbaar gedeelte zal bij hogere eetbare gedeeltes lager uitvallen en vice versa. Daarnaast kunnen eetbare fracties van eenzelfde vissoort door de seizoenen heen variëren en daarmee de uitstoot per eetbaar gedeelte door de seizoenen.
Bij de kwantificering van de CO_2-uitstoot per kg eetbaar gedeelte is alle uitstoot door het brandstofverbruik van de vissersschepen aan het eetbare gedeelte toegekend. Een deel van de restproducten, zoals ingewanden, kop en staart, worden verwerkt in bijvoorbeeld diervoer. Volgens de PEF en PEFCR Marine Fish moet de klimaatimpact op basis van economische allocatie verdeeld worden over de eetbare gedeeltes en de restproducten. Omdat de restproducten een zeer lage economische waarde hebben, zal het wel of niet alloceren aan restproducten tot marginale verschillen in de gerapporteerde resultaten leiden. Deze verschillen vallen sowieso binnen de onzekerheidsmarge van de resultaten.

De inschatting van de klimaatimpact (in CO_2-eq) van de Nederlandse visserij is deels gebaseerd op grove aannames op basis van de PEFCR RP study over wereldwijde visserij. Om een eerlijke vergelijking van de klimaatimpact van de Nederlandse visserij met andere voedselproducerende sectoren te maken, zou een eenheid als CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per geproduceerde kilogram voedsel of CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) per bedrijf gemiddeld meer duiding kunnen geven dan alleen het absolute totaalcijfer per sector.

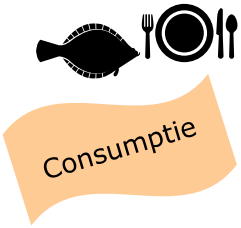
Voor de lekkage van koudemiddelen, productie schepen en vistuig is een inschatting gemaakt op basis van data uit de PEFCR Marine fish en bijbehorende RP study. Wanneer weinig koudemiddel weglekt of alleen koudemiddelen zonder klimaatimpact zal de klimaatimpact van de Nederlandse visserij tot circa 7% lager zijn dan nu ingeschat. Andersom geldt ook dat als er veel koudemiddel weglekt, de klimaatimpact hoger zal zijn.

Ten slotte is er in deze onderzoeksvraag alleen naar klimaatimpact gekeken. Er is dus niet naar andere milieuaspecten onderzoek gedaan. Voor een vollediger beeld zou vervolgonderzoek uitgevoerd moeten worden. Ook is door de Nederlandse overheid met subsidieregelingen zoals de ENERGIEVIS in 2023[29] ingezet op het stimuleren van energiebesparing in de visserij, waardoor ook de klimaatimpact verlaagd wordt. Om te kunnen (bij)sturen op de beoogde verlaging van klimaatimpact door de Nederlandse visserij is het nodig om te monitoren op milieuaspecten. Gegevens over brandstofverbruik door scheepsmotoren worden al verzameld via de WOT-visserij in cijfers die aangevuld kunnen worden met andere nog te verzamelen en te monitoren milieuaspecten.

[29] https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/minder-energieverbruik-visserij

3 Klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee

3.1 Inzicht in klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee gewenst



In Nederland wordt jaarlijks gemiddeld per persoon 5,5 kg vis, schelp- en schaaldieren geconsumeerd (Rossum et al., 2023). De aanbeveling van Voedingscentrum om 1 keer per week vis te eten wordt door 30% van de bevolking gehaald. Er zijn volgens Voedingscentrum veel mensen die helemaal geen vis eten (Voedingscentrum, z.d.). In 2025 geeft de Gezondheidsraad in haar nieuwe richtlijnen goede voeding voor eiwitbronnen het advies om 100 gram duurzame vis, bij voorkeur een vette vissoort, per week te eten (Gezondheidsraad, 2025). De Gezondheidsraad concludeert in haar richtlijn dat het een complexe afweging is om te bepalen of een vis al of niet uit een duurzame bron afkomstig is, omdat de duurzaamheidsprestatie niet eenduidig is, maar afhangt van de vissoort, de vis-/kweekmethode en de locatie waar de vis gevangen of gekweekt wordt. De Gezondheidsraad adviseert dat hulpmiddelen als keurmerken en de VISwijzer breder worden ingezet. Er wordt in de richtlijn niet specifiek op klimaateffecten van verschillende soorten vis ingegaan.

Het ministerie van LVVN wil graag inzicht in de verschillen in de klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en een vergelijking van de klimaatimpact van deze voedselproducten uit zee met die van dierlijke en plantaardige eiwitrijke voedselproducten van land. In dit hoofdstuk worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

Hoe groot is de CO_2-voetafdruk (in CO_2-eq) van in Nederland veel gegeten dierlijke voedselproducten uit zee
- per kg eetbaar gedeelte van vis[30] bij aanlanding of eerste verkoop
- per kg geconsumeerde[31] vis
- in vergelijking met de CO_2-voetafdruk van eiwitrijke producten van land
- en hoe verschillen de klimaatcijfers in dit onderzoek met die uit de RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM, 2024)?

Er is onderscheid gemaakt tussen de klimaatimpact tot aanlanding of eerste verkoop en de klimaatimpact tot en met consumptie, omdat de klimaatimpact tot en met aanlanding of eerste verkoop met een redelijk hoge mate van zekerheid te bepalen is, terwijl de klimaatimpact van de activiteiten in de naketen door meer aannames onzekerder is.

3.1.1 Afbakening: De in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en geselecteerde dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten van land

De onderzoeksvraag naar de huidige klimaatimpact van in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee richt zich op 18 veel gegeten vis, schaal- en schelpdieren in Nederland en een vergelijking met 11 eiwitrijke (dierlijke en plantaardige) producten van land. Onder de meest geconsumeerde producten uit zee vallen zowel producten vanuit de Nederlandse visserij als importproducten. De selectie van deze 18 producten uit zee is aan de hand van een multicriteriatabel tot stand gekomen (zie bijlage 4). De

[30] Hieronder verstaan we in dit voorstel ook producten uit de aquacultuur.
[31] Hieronder verstaan we het bereide en gegeten product.

producten zijn afkomstig van verschillende vissoorten ingedeeld in vier categorieën, gebaseerd op hun primaire ecologische leefomgeving (zie tabel 3.1):

- pelagische soorten, die leven in de open waterkolom en migrerende zwempatronen vertonen: makreel, haring, sardine, tonijn en koolvis
- demersale soorten, die zich bevinden nabij de zeebodem maar geen bodembewoners zijn, en dicht boven het sediment foerageren: kabeljauw, heek en inktvis. Inktvis is hierin ingedeeld, hoewel de soort ook pelagisch voorkomt
- benthische soorten, die strikt gebonden zijn aan het substraat met een bodemgebonden levenswijze: schol, tong en bodembewonende garnalen
- kweeksoorten, die door aquacultuur geproduceerde organismen omvatten die buiten hun natuurlijke habitat worden opgekweekt: zalm, pangasius, gamba's, mosselen en oesters. Deze zijn niet verder onderverdeeld in een leefomgeving.

De keten na aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij kan voor eenzelfde voedselproduct verschillende routes volgen. Zo worden dierlijke voedselproducten uit zee zowel in de supermarkt, visspeciaalzaken/viskraam en in horeca verkocht. Voor deze verschillende afzetkanalen zien de productieketens er na aanlanding/eerste verkoop vaak anders uit. Zo wordt vis die geserveerd wordt in de horeca bijvoorbeeld niet in consumentenverpakkingen verpakt, maar vis die verkocht wordt via de supermarkt wel. In deze studie hebben we ons gericht op de meest gangbare ketens. De verschillende ketenstappen zijn gedefinieerd aan de hand van interviews met de sector, marktonderzoek, literatuur en expert judgement. Voor het bepalen van het meest voorkomende verkoopkanaal per visproduct zijn de cijfers van (GfK, 2023) gebruikt. Voor visproducten waarvan GfK geen cijfers rapporteert is geleund op expert judgement van Wageningen Marine Research en Wageningen Social & Economic Research. In tabel 3.1 en bijlage 8 is voor elk product aangegeven welk herkomstland en welk verkoopkanaal gekozen is. Voor alle eiwitrijke producten van land is uitgegaan van het verkoopkanaal supermarkt.

Tabel 3.1 *Voedselproducten uit zee inclusief herkomstland en afzetkanaal binnen scope van onderzoek*

Categorie vissoort	Geconsumeerd voedselproduct	Herkomstland a)	Afzetkanaal
Pelagisch	Gerookte makreel	Nederland	Visspeciaalzaak/viskraam
	Maatjesharing	Noorwegen/Denemarken	Visspeciaalzaak/viskraam
	Sardine (uit blik, in olijfolie)	Portugal	Supermarkt
	Tonijn (uit blik, in zonnebloemolie)	Filipijnen	Supermarkt
	Gebakken koolvisfilet	Alaska	Supermarkt
	Gebakken vissticks *(op basis van koolvis)*	Alaska	Supermarkt
	Gefrituurde kibbeling *(op basis van koolvis)*	Alaska	Visspeciaalzaak/viskraam
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	IJsland	Visspeciaalzaak/viskraam
	Gefrituurde lekkerbek *(op basis van heek)*	Namibië	Visspeciaalzaak/viskraam
	Gebakken pijlinktvis b)	Nederland	Horeca
Benthisch	Gebakken scholfilet	Nederland	Visspeciaalzaak/viskraam
	Gebakken tongfilet	Nederland	Visspeciaalzaak/viskraam
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	Nederland	Visspeciaalzaak/viskraam
Kweek	Gebakken zalmfilet	Noorwegen (kweek)	Supermarkt
	Gebakken pangasiusfilet	Vietnam (kweek)	Supermarkt
	Gekookte gamba's	Vietnam (kweek)	Supermarkt
	Gekookte mosselen	Nederland	Visspeciaalzaak/viskraam
	Rauwe oesters	Nederland	Horeca

a) Onder herkomstland wordt verstaan: land waar voedselproduct uit zee is aangeland of eerste verkoop plaatsvond of land waar voedselproduct van land boerderij verlaat; b) De inktvisproducten (met name inktvisringen) in de supermarkt zijn over het algemeen afkomstig van Aziatische inktvis (Loligo chinensis of Loligo bleekeri). In deze studie hebben we ons gericht op inktvisproducten gemaakt van gewone pijlinktvis (Loligo vulgaris) gevangen door Nederlands gevlagde vissersschepen.

De voedselproducten uit zee worden vergeleken met zes dierlijke en vijf plantaardige eiwitrijke voedselproducten van land (zie tabel 3.2). In bijlage 6 is beschreven hoe tot de selectie van deze elf producten

tot stand is gekomen. Van elk van deze producten is een veel voorkomende keten 'van boerderij naar het Nederlandse bord' in kaart gebracht: veel voorkomend herkomstland (bepaald aan de hand van literatuur en databeschikbaarheid), veel voorkomende verwerkingslocatie (bepaald aan de hand van literatuur en databeschikbaarheid) en veel voorkomend afzetkanaal (standaard is supermarkt gekozen) (tabel 3.2).

Tabel 3.2 *Eiwitrijke voedselproducten van land inclusief herkomstland[32] en afzetkanaal binnen scope van onderzoek*

Categorie	Geconsumeerd voedselproduct	Herkomstland	Afzetkanaal
Dierlijk	Gebakken kipfilet	Nederland	Supermarkt
	Gebakken biefstuk	Ierland	Supermarkt
	Gebakken rundergehakt	Nederland	Supermarkt
	Gebakken varkenshaas	Nederland	Supermarkt
	Gekookt ei	Nederland	Supermarkt
	Kaas Goudse 48+	Nederland	Supermarkt
Plantaardig	Gekookte bruine bonen uit blik	Nederland	Supermarkt
	Gekookte kikkererwten uit blik	Turkije	Supermarkt
	Gepelde, ongezouten walnoten	Frankrijk	Supermarkt
	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	Brazilië	Supermarkt
	Gebakken vegetarische burger	Marktmix (sojabonen: voornamelijk Brazilië, USA, Argentinië)	Supermarkt

3.2 Methode: Europese standaard voor LCA gebruikt voor vergelijking klimaatimpact geconsumeerde voedselproducten

De klimaatimpact van de 18 voedselproducten uit zee en de elf eiwitrijke voedselproducten van land is ingeschat aan de hand van de Europese standaard voor levenscyclusanalyse (LCA). LCA is een methode om de milieueffecten van een product of proces te kwantificeren, waarbij rekening wordt gehouden met de volledige levenscyclus (of een gedeelte daarvan) van primaire productie tot en met consumptie en afvalverwerking. De Europese Commissie heeft in samenwerking met wetenschappers en Europese marktpartijen een standaard gepubliceerd voor het uitvoeren van LCA's: de Product Environmental Footprint standaard (European Commission, 2021). Voor de visproducten maken we gebruik van de PEFCR Marine Fish, de sectorspecifieke uitwerking van de PEF voor de mariene vissector. Deze studie sluit zoveel mogelijk aan bij de methodologische keuzes van de PEF en de PEFCR Marine Fish. Omdat deze studie buiten het PEF framework uitgevoerd is, kon de studie niet volledig conform PEF en de PEFCR Marine Fish worden uitgevoerd. Zo is het gebruik van de EF3.1-database niet toegestaan voor studies buiten het PEF-framework. Databases die in deze studie gebruikt zijn, zijn niet compatibel met bepaalde aspecten van de PEF-methode (bijvoorbeeld de Circular Footprint Formula, transportscenario's en datakwaliteitbeoordeling) en konden daarom niet toegepast worden. De PEFCR Marine Fish heeft betrekking op visproducten. In dit onderzoek zijn ook een aantal schaal- en schelpdieren geanalyseerd. Voor deze producten zijn zoveel mogelijk de rekenregels en standaardwaarden uit de PEFCR Marine Fish toegepast. Daar waar in deze studie is afgeweken van de PEF en PEFCR Marine Fish is dit aangegeven.

Het uitvoeren van LCA's kent 4 methodologische stappen (ISO 14040:2006 en ISO 14044:2006), die hierna nader worden toegelicht:

1. definitie doel en reikwijdte
2. dataverzameling
3. impactanalyse
4. interpretatie.

[32] Onder herkomstland wordt verstaan: land waar vlees, eieren, rauwe melk, bonen en noten de boerderij verlaten.

3.2.1 Definitie doel en reikwijdte

In deze stap worden doel en reikwijdte van de studie gedefinieerd. De functionele eenheid (definitie van het product en de functie die het vervult) wordt gespecificeerd, alsmede de systeemgrenzen (welke activiteiten in de keten worden wel en niet meegenomen) en bepaalde methodologische keuzes (bijvoorbeeld welke milieueffecten worden meegenomen en of en welke allocatie keuzes gemaakt worden in het geval een productiesysteem meerdere co-producten oplevert).

Doel
Het doel van de studie is om inzicht te krijgen in de verschillen in klimaatimpact van in Nederland veel geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee en een indicatie te krijgen hoe de klimaatimpact van deze producten zich verhoudt tot de klimaatimpact van eiwitrijke (dierlijke en plantaardige) voedselproducten van land.

Reikwijdte
De reikwijdte van de studie beschrijft de afbakening. In deze studie zijn 18 dierlijke voedselproducten uit zee onderzocht. Deze producten zijn vergeleken met elf dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten van land. In hoofdstuk 3.1 (tabel 3.1 en 3.2) is al een overzicht gegeven van de voedselproducten die binnen dit onderzoek geanalyseerd zijn.

Functionele eenheid
Conform de PEF en de PEFCR Marine Fish is in tabel 3.3 de definitie van de functionele eenheden uitgewerkt.

Tabel 3.3 *Definitie functionele eenheden*

	Voedselproducten uit zee	**Eiwitrijke voedselproducten van land**
Wat?	Voedselproducten geschikt voor humane consumptie	Eiwitrijke voedselproducten van land geschikt voor humane consumptie
Hoeveel?	• 1 kg voedselproduct uit zee bij aanlanding of eerste verkoop • 1 kg eetbaar gedeelte van product bij aanlanding of eerste verkoop (ruwe schatting) • 1 kg geconsumeerde vis (ruwe schatting)	• 1 kg voedselproduct van land bij verlaten boerderij • 1 kg eetbaar gedeelte van product van land bij verlaten boerderij (ruwe schatting) • 1 kg geconsumeerd voedselproduct van land (ruwe schatting)
Welke functie/prestatie?	Product geschikt voor humane consumptie	Product geschikt voor humane consumptie
Hoe lang?	Geschikt voor consumptie voor verstrijken van houdbaarheidsdatum	Geschikt voor consumptie voor verstrijken van houdbaarheidsdatum
Waar?	Consumptie in Nederland (thuis of buitenshuis)	Consumptie in Nederland (thuis of buitenshuis)

De meeste producten bevatten op moment van aanlanding of eerste verkoop voor producten uit zee of op moment van verlaten boerderij (af-boerderij) voor producten van land nog een niet-eetbaar gedeelte (bijvoorbeeld voor aangelande mosselen een niet-eetbare schelp en voor eieren een niet-eetbare schaal). Om een eerlijkere vergelijking van de klimaatimpact tussen de producten bij aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij te maken is daarom ook een schatting van de klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij berekend. In de klimaatcijfers van dit eetbare gedeelte op moment van aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij is geen rekening gehouden met verdere verliezen in de naketen. Bij de analyse van 1 kg geconsumeerd product wordt de hele keten tot en met consumptie en afvalverwerking meegenomen. In tabel 3.4 is een overzicht van de pluspunten en beperkingen van de drie definities van de hoeveelheid product weergegeven.

Tabel 3.4 *Pluspunten en beperkingen van de gebruikte functionele eenheden*

Functionele eenheid	Pluspunten	Beperkingen
• 1 kg product bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij	Klimaatcijfers met redelijke zekerheid te geven (voor producten uit Nederlandse visserij: brandstofdata uit representatieve steekproef van sector 2019-2023; voor importproducten: data direct uit LCA databases of literatuur)	Data koelvloeistoffen geschat op basis van informatie uit RP study en sectorexpertise WUR Vergelijking tussen producten lastig omdat eetbare delen verschillen tussen de producten Niet de hele keten is meegenomen. Activiteiten in de naketen veroorzaken ook klimaatimpact.
• 1 kg eetbaar gedeelte van product bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij	Vergelijking tussen producten eerlijker omdat alleen de eetbare delen van de producten vergeleken worden	Klimaatcijfers met beperkte zekerheid te geven omdat eetbare delen kunnen verschillen per seizoen en per vangst-/kweekmethode en eetcultuur Niet de hele keten is meegenomen. Activiteiten in de naketen veroorzaken ook klimaatimpact.
• 1 kg geconsumeerd product	Complete CO_2-voetafdruk: activiteiten in hele keten zijn meegenomen.	Klimaatcijfers met beperkte zekerheid te geven omdat data van activiteiten in de naketen gebaseerd zijn op interviews met visverwerkers, op data uit literatuur en LCA-databases. Klimaatcijfers hebben betrekking op specifiek scenario's (afzetmarkt, bereidingswijze, verpakkingsmateriaal). Een zelfde visproduct kan een andere CO_2-voetafdruk hebben bij ander verkoopkanaal, ander verpakkingsmateriaal en andere bereidingswijze.

Systeemgrenzen

Systeemgrenzen geven aan welke ketenstappen van de levenscyclus van het product worden meegenomen en welke activiteiten binnen deze ketenstappen worden meegenomen. De PEF schrijft voor dat alle ketenstappen van grondstofwinning tot en met afvalverwerking moeten worden meegenomen.

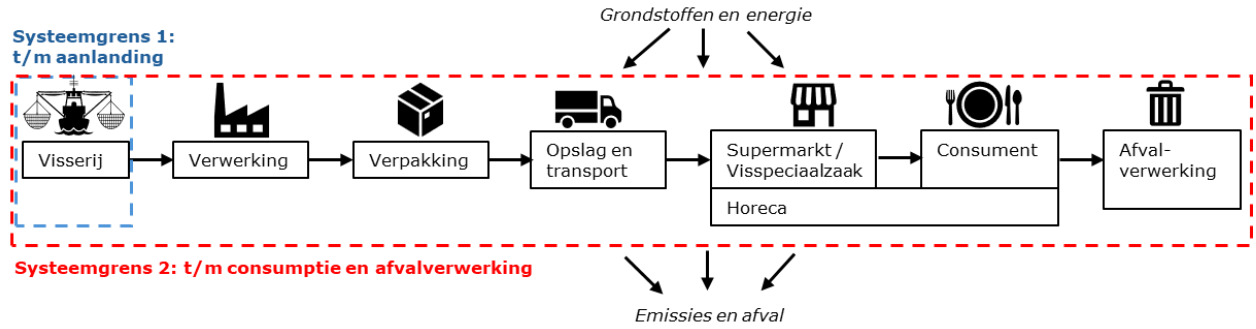
In deze studie is gekozen voor twee verschillende systeemgrenzen:

1. grondstofwinning tot en met aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij
2. grondstofwinning tot en met consumptie & afvalverwerking.

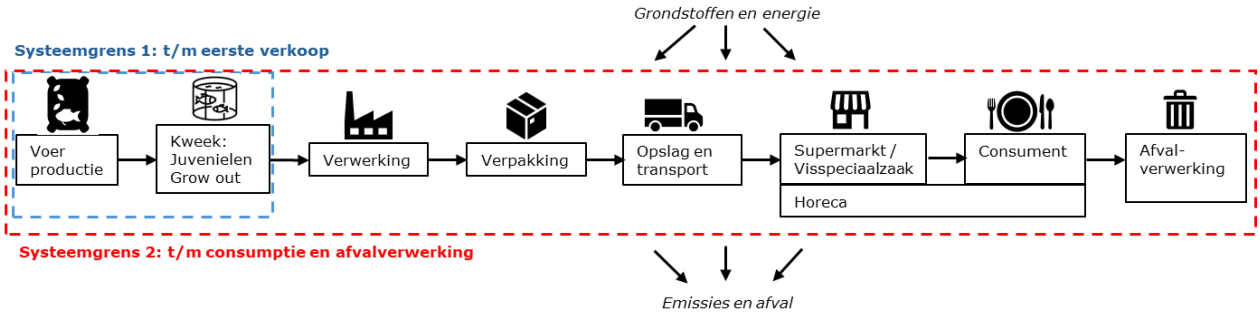
Er is gekozen voor deze twee verschillende systeemgrenzen, omdat we voor het inschatten van de klimaatimpact van de ketenstappen tot aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij redelijk betrouwbare data hebben, terwijl we voor de ketenstappen daarna minder betrouwbare data hebben. Zie bijlage 9.

In figuur 3.1a-d zijn de systeemgrenzen per type product schematisch weergegeven. In bijlage 10 is per voedselproduct aangegeven hoe de productieketens van de voedselproducten in deze studie eruit zien.

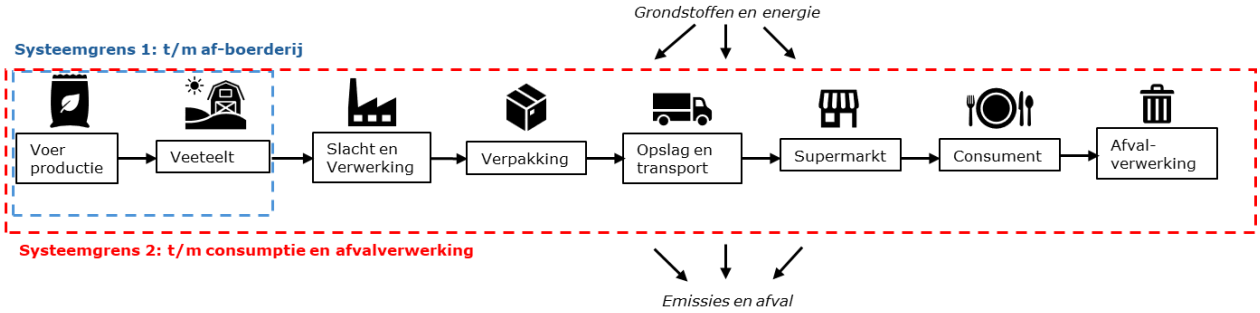
a) Systeemgrenzen producten uit visserij



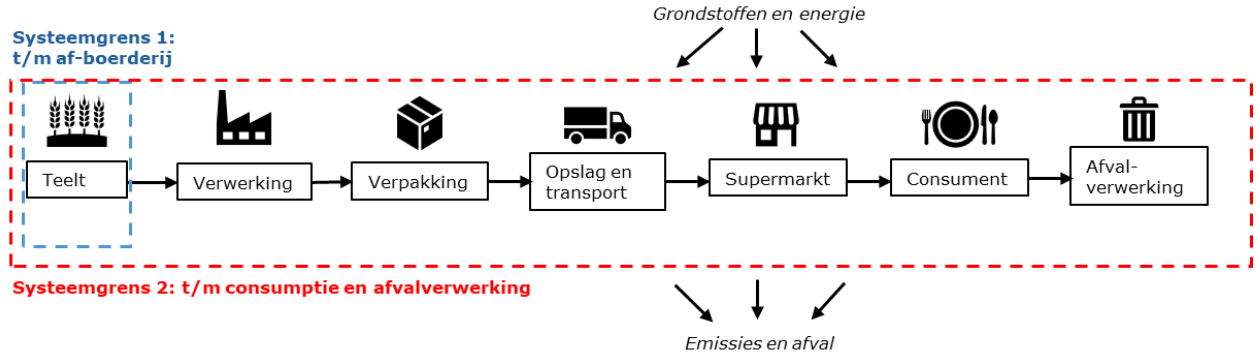
b) Systeemgrenzen producten uit aquacultuur



c) Systeemgrenzen dierlijke producten van land



d) Systeemgrenzen plantaardige producten van land



Figuur 3.1 *Schematische weergave systeemgrenzen van a) producten uit visserij, b) producten uit aquacultuur, c) dierlijke producten van land, d) plantaardige producten van land*

'Cut-off': Activiteiten waarvan op voorhand ingeschat wordt dat ze <3% bijdragen aan klimaatimpact buiten systeemgrens

Conform PEF en PEFCR Marine Fish moeten binnen de systeemgrenzen alle activiteiten met cumulatief 3% of meer bijdrage aan de single score (de gewogen milieuscore van 16 milieueffecten opgeteld) worden meegenomen. Activiteiten met cumulatief minder dan 3% bijdrage mogen buiten beschouwing worden gelaten

(zogenaamde 'cut-off'-principe). Omdat dit onderzoek zich alleen richt op klimaatimpact en niet op de overige 15 milieu-effecten is in dit onderzoek gekozen om de cut-off op 3% of minder van de klimaatimpact te zetten. De PEFCR Marine Fish- en LCA-studies uit de literatuur zijn gebruikt om de klimaatbelastende activiteiten binnen de systeemgrenzen waarvan data verzameld moet worden te bepalen. Wanneer geen of zeer onzekere data beschikbaar was van activiteiten in de naketen met een mogelijk hogere bijdrage dan de cumulatieve 3% zijn deze ook buiten de systeemgrens gelaten. We hebben in deze studie de klimaatimpact door transport van de horecabezoeker naar de horecalocatie niet aan de visproducten gealloceerd, omdat we hebben aangenomen dat horecabezoek een recreatiedoel is en het vervoer naar de horecalocatie dus aan recreatie is te alloceren. In tabel 3.5 is aangegeven welke activiteiten buiten de systeemgrenzen vallen.

Tabel 3.5 *Activiteiten buiten systeemgrenzen*

	Wilde vis	**Kweek**	**Dierlijke producten van land**	**Plantaardige producten van land**
Algemeen	Kapitaalgoederen (inclusief infrastructuur) Dienstreizen Tijdelijke of permanente biogene CO_2-opslag of uitgestelde emissies (conform PEF)			
Visserij/kweek/(vee)teelt	• Antifouling • Vistuig • Aas • Ijs • Smeerolie	Emissies slib die geloosd worden in rivier of weglekken naar open water Productie van materialen die gebruikt worden tijdens de kweek, zoals plastic, staal etc. Afvalverwerking van materialen anders dan visafval en slib	Productie, onderhoud en afvalverwerking van materialen die gebruikt worden in veehouderij	Productie, onderhoud en afvalverwerking van materialen die gebruikt worden tijdens teelt
Verwerking				
Distributie	Tertiaire verpakkingen; Papieren etiketten op consumentenverpakking			
	Energiegebruik voor opslag ongekoelde producten			
Supermarkt/speciaalzaak/ horeca	Energiegebruik voor opslag ongekoelde producten			
	Productie van apparatuur, meubilair, servies; Vervoer van consument naar horecalocatie			
Consument	Productie van koel- en kookapparatuur en servies			
Afvalverwerking	Milieuwinst bij gescheiden afdanken herbruikbare materialen in verband met toegepaste cut-off benadering: milieuwinst door gebruik van gerecyclede materialen is volledig aan producent toegeschreven (zie voor toelichting paragraaf 3.3)			

Er is wetenschappelijk debat of bodemberoering emissie of opslag van CO_2 veroorzaakt. Meer achtergrond hierover voor de Nederlandse situatie is beschreven in Tiano (2025). Ook is er discussie over het wel of niet meenemen van biogene CO_2-emissie bij verbranding van schelpen. In dit onderzoek hebben we, conform PEF, biogene CO_2-emissie niet meegenomen in de totale CO_2-voetafdruk, maar hebben we in hoofdstuk 3.3 wel een inventarisatie gedaan van de biogene CO_2-emissie die vrijkomt bij het verbranden van de mossel- en oesterschelpen na consumptie van het vlees.

Allocatie

In het geval een bepaalde ketenstap meerdere co-producten levert, is de klimaatimpact van deze ketenstap – conform PEF en PEFCR Marine Fish – verdeeld over de verschillende co-producten. De PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a) schrijft de allocatieregels zoals in tabel 3.6 weergegeven.

Tabel 3.6 *Allocatieregels PEFCR Marine Fish (2025) (European Commission, 2025a)*

Proces/ketenstap	**Allocatieregel**
Visserij: allocatie visserij-inspanningen over aangelande producten	Economische allocatie
Aquacultuur/kweek: allocatie naar producten geschikt voor humane consumptie en andere producten	
Voerproductie	
Verwerking: allocatie tussen hoofd producten en bij-producten	
Transport	Massa-allocatie

In deze studie is zo veel mogelijk aangesloten bij de allocatieregels van de PEF en PEFCR Marine Fish. Uitzondering is gemaakt op de allocatiemethode in de visserij. Hier is massa-allocatie in plaats van economische allocatie toegepast, zie hoofdstuk 2. De reden hiervoor is dat geen van de geraadpleegde literatuurstudies – noch de RP-studie bij de PEFCR Marine Fish, noch veelgebruikte LCA-databases als Agri-balans en Agri-footprint – economische allocatie toepast in de visserijfase. Om klimaatcijfers van de producten uit de Nederlandse visserij eerlijk te vergelijken met klimaatcijfers van de importproducten, is in deze studie gekozen om ook massa-allocatie toe te passen in de visserijfase. In de gevoeligheidsanalyse (paragraaf 3.4) is onderzocht wat het effect van deze allocatiekeuze is op de klimaatimpact per kg product.

Afvalverwerking
In deze studie is voor afvalverwerking gekozen voor de cut-offbenadering. Deze benadering wijkt af van de PEF, waar voor afvalverwerking de Circular Footprint Formular (CFF) wordt voorgeschreven. Verschil tussen beide benaderingen zit in wie verantwoordelijk wordt gehouden voor de productie van het primaire materiaal en het gebruik van gerecycled materiaal in een product:

- in de cut-offbenadering is de producent alleen verantwoordelijk voor de productie van zijn product, niet voor de afdanking. De volledige productie van primair materiaal wordt toegekend aan de eerste gebruiker van dit materiaal. Wanneer een volgende gebruiker het gerecyclede materiaal gebruikt, wordt geen milieu-impact door de eerdere productie van het primaire materiaal aan deze volgende gebruiker toegekend (alle productie-impact is immers al aan de eerste gebruiker gealloceerd), wel wordt de impact door het recyclingproces zelf aan de volgende gebruiker toegekend;
- in de Circular Footprint benadering van de PEF wordt de producent deels verantwoordelijk gehouden voor de afdanking van zijn product. De milieu-impact door de productie van het primaire materiaal wordt verdeeld over de eerste en de volgende gebruikers van de gerecyclede content.

Omdat deze studie buiten het PEF-framework uitgevoerd is, kon de EF3.1 database, de Europese LCA behorend bij PEF, niet toegepast worden. Omdat de CFF alleen compatibel is met de EF3.1-database moest in deze studie worden gekozen voor de cut-offbenadering.

3.2.2 Dataverzameling

Voor elk voedselproduct zijn per levensfase data verzameld van de benodigde hoeveelheid grondstoffen, energie, opbrengsten, afval en emissies. Waar beschikbaar zijn data uit de sector verzameld (op basis van representatieve steekproeven en interviews), waar niet beschikbaar zijn data verzameld uit literatuur, marktonderzoek en LCA-databases. Bij gebruik van data uit LCA-databases was de voorkeur voor de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences en Blonk, 2022). Als Agri-footprint geen data bevatte van de specifieke producten of activiteiten, zijn data uit de LCA-database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022) gebruikt. Omdat deze studie buiten het PEF-framework uitgevoerd is, was het niet toegestaan de LCA-database EF3.1 te gebruiken. In bijlagen 9 en 10 wordt de dataverzameling nader toegelicht.

Voor het bepalen van het eetbaar gedeelte van de producten bij aanlanding/eerste verkoop van de producten uit zee is de methodologische aanpak aangehouden zoals beschreven in paragraaf 2.2, onderdeel 8. Een overzicht van de in deze studie gebruikte eetbare fracties, inclusief de bronvermelding, is weergegeven in bijlage 7.

3.2.3 Impactanalyse

De klimaatimpact is bepaald aan de hand de EF3.1-methode. De EF-methode is de in PEF voorgeschreven methode om de potentiële milieu-impact van 16 milieueffecten te bepalen, inclusief de klimaatimpact. De EF3.1-methode baseert zich voor het bepalen van de klimaatimpact op de GWP100-factoren van IPCC (2021).

De impactanalyse is uitgevoerd in LCA-software Simapro versie 9.6.0.1. Omdat deze studie buiten het PEF-framework uitgevoerd is, was het niet toegestaan de EF3.1-processen te gebruiken bij het modelleren, en zijn processen uit de LCA-database eco-invent 3 en Agri-footprint 6.3 gebruikt.

3.2.4 Interpretatie

In de interpretatiestap van LCA worden de resultaten uit de impactanalyse geëvalueerd. In de gevoeligheidsanalyse is onderzocht hoe gevoelig de resultaten van de Nederlandse voedselproducten uit zee zijn voor de keuze van de allocatiemethode in de visserijfase. Voor importproducten en producten van land is deze gevoeligheidsanalyse niet gedaan wegens het ontbreken van brandstofdata op basis van economische allocatie. Ook is in de gevoeligheidsanalyse onderzocht welke invloed verpakking heeft op de rangorde van de producten. In de LCA-modellen die ontwikkeld zijn voor dit onderzoek zijn vereenvoudigde verpakkingsscenario's gemodelleerd. Ook zijn de standaardverwerkingsroutes zoals PEF die voor Nederland voorschrijft gemodelleerd. In werkelijkheid is er meer variatie in verpakkingsmaterialen en afvalscheiding en afvalverwerking. In de gevoeligheidsanalyse is onderzocht of een analyse exclusief verpakking de rangorde in klimaatimpact van de geconsumeerde producten sterk verandert.

In de onzekerheidsanalyse is kwalitatief onderzocht met welke mate van zekerheid de resultaten van deze studie geïnterpreteerd moeten worden. Data uit representatieve steekproeven van de sector en interviews met bedrijven uit de sector zelf kennen een hoge mate van zekerheid. Data uit literatuur en LCA-databases kennen vaak een grotere mate van onzekerheid, wanneer ze niet representatief zijn voor de Nederlandse ketens en/of enigszins gedateerd.

3.3 Impactanalyse: klimaatimpact in kg CO_2-eq van voedselproducten uit zee en van land

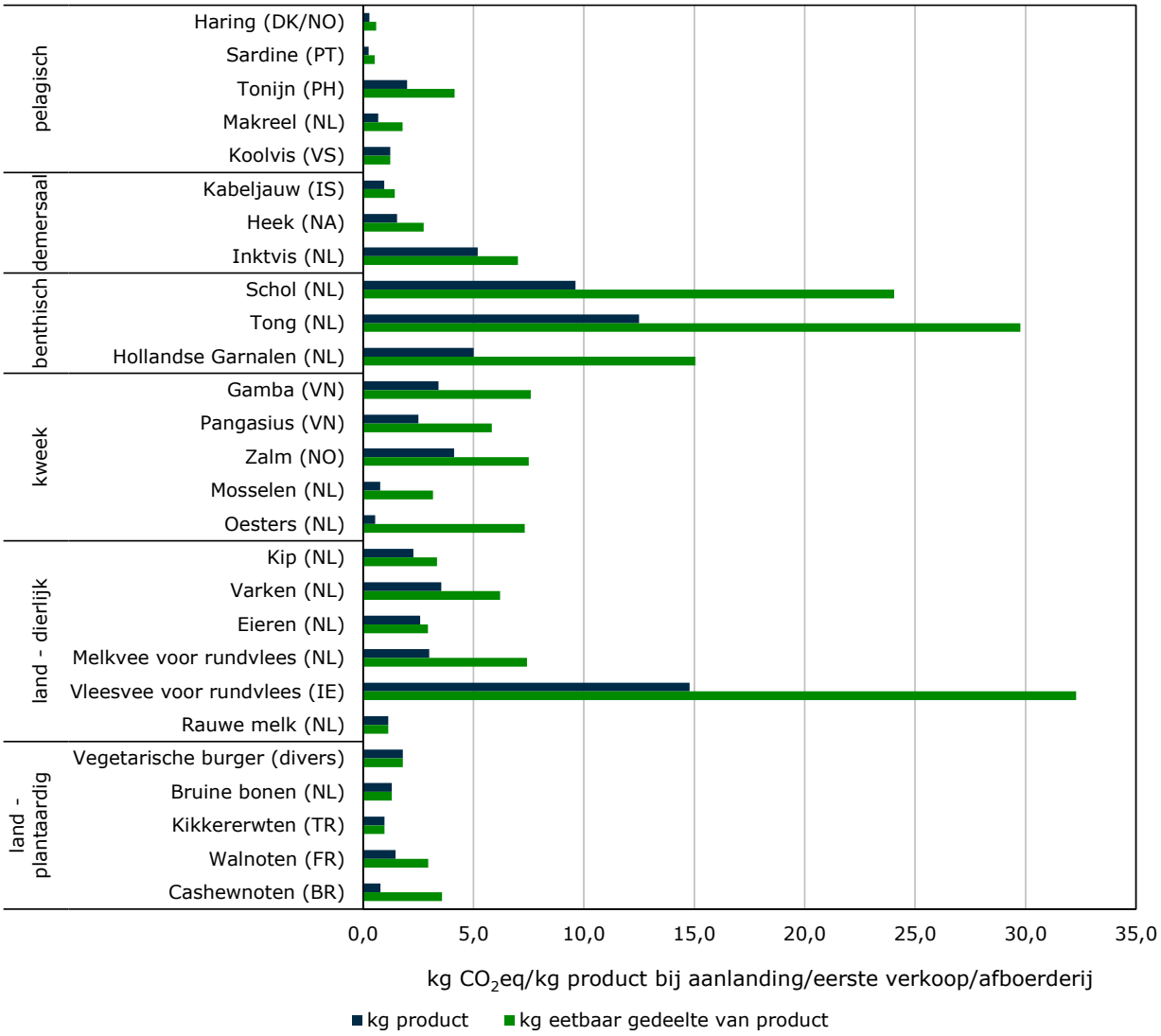
3.3.1 Klimaatimpact tot en met aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij

In tabel 3.7 en figuur 3.2 is de klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg product (blauw) en per kg eetbaar gedeelte van het product (rood) op moment van aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij weergegeven. In tabel 3.7 zijn ook de eetbare fracties weergegeven van de producten waarmee deze laatste is berekend. Van de vissoorten die door Nederlands gevlagde schepen zijn aangeland wijkt de CO_2-uitstoot in sommige gevallen af van de CO_2-uitstoot zoals gerapporteerd in hoofdstuk 2. Dit komt doordat in de analyse van dit hoofdstuk ook de emissie van koelvloeistoffen is meegenomen, waar in de analyse van hoofdstuk 2 koelvloeistoffen niet zijn meegenomen. Ook is de analyse in dit hoofdstuk gebaseerd op het gewogen gemiddelde van métiers, terwijl de analyse in hoofdstuk 2 onderscheid maakt tussen métiers.

Tabel 3.7 *Klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg product en per kg eetbaar gedeelte van het product en eetbaar deel van product bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij*

Categorie	Product	kg CO_2-eq per ...		
		kg product bij eerste verkoop a)	kg eetbaar gedeelte van product bij eerste verkoop b)	Percentage eetbaar gedeelte
pelagisch	Makreel a)	0,7	1,8	39
	Haring	0,3	0,6	49
	Sardine (in blik)	0,3	0,5	48
	Tonijn (in blik)	2,0	4,1	48
	Koolvis	1,2	1,2	100
demersaal	Kabeljauw	0,9	1,4	67
	Heek	1,5	2,8	56
	Inktvis a)	5,2	7,0	74
Benthisch	Schol a)	9,6	24,1	40
	Tong a)	12,5	29,8	42
	Hollandse Garnalen a)	5,0	15,1	33
Kweek	Mosselen a)	0,8	3,2	25
	Oesters a)	0,5	7,3	8
	Gamba	3,4	7,6	45
	Pangasius	2,5	5,8	43
	Zalm	4,1	7,5	55
land - dierlijk	Kipa	2,3	3,3	68
	Varken a)	3,5	6,2	57
	Melkvee voor rundvlees a)	3,0	7,4	40
	Vleesvee voor rundvlees	14,8	32,3	46
	Eieren a)	2,6	2,9	88
	Rauwe melk a)	1,1	1,1	100
land - plantaardig	Vegetarische burger c)	1,8	1,8	100
	Bruine bonen	1,3	1,3	100
	Kikkererwten	1,0	1,0	100
	Walnoten	1,5	2,9	50
	Cashewnoten	0,8	3,6	22

a) Voor producten uit zee: gevangen/geteeld door Nederlandse vissers; voor producten van land: afkomstig van Nederlandse boerderijen; b) met eerste verkoop wordt moment van aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij bedoeld; c) de klimaatimpact van de vegetarische burger is weergeven op moment van verlaten productiefabriek; de vegetarische burger bevat verschillende ingrediënten met verschillende klimaatimpact per kg product af-boerderij.



Figuur 3.2 *Klimaatimpact per kg aangeland product (blauw) en per kg eetbaar gedeelte van product (rood) bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij. Tussen haakjes de landcodes[33] van herkomstland: voor producten uit zee betekent NL dat de vis aangeland is door Nederlands gevlagde vaartuigen, voor producten van land betekent NL dat de veehouderij of teelt plaatsvond in Nederland. Herkomstlanden zijn gebaseerd op meest voorkomende herkomstland in Nederlandse consumptiemix en/of landen waar representatieve data beschikbaar van was*

NB: In figuur is bij de vegetarische burger de klimaatimpact op moment van verwerking tot vegetarische burger weergegeven. De klimaatimpact van de vegetarische burger af-boerderij kan niet worden weergegeven, omdat de vegetarische burger uit diverse ingrediënten bestaat die sterk verschillen in hun klimaatimpact per kg product af-boerderij (variërend van 0,1 kg CO_2-eq/kg voor ui tot en met 4,5 kg CO_2-eq/kg voor sojabonen uit Brazilië).

Uit tabel 3.7 en figuur 3.2 blijkt dat bij de dierlijke voedselproducten uit zee de pelagische soorten, demersale soorten (met uitzondering van inktvis), mosselen en oesters een relatief lage klimaatimpact hebben per kg product bij aanlanding of eerste verkoop (<2,0 kg CO_2-eq/kg). Bij de producten van land hebben rauwe melk en alle geanalyseerde plantaardige producten een relatief lage klimaatimpact per kg af-boerderij of af-fabriek product (<2,0 kg CO_2-eq/kg).

[33] NL = Nederland, DK = Denemarken, NO = Noorwegen, PT = Portugal, PH = Filipijnen, VS = Verenigde Staten (Alaska), IS = Ijsland, NA = Namibië, VN = Vietnam, IE = Ierland, TR = Turkije, FR = Frankrijk, BR = Brazilië.

De klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte van de producten bij aanlanding, eerste verkoop, of af-boerderij is voor de meeste producten hoger dan de klimaatimpact van het hele product (bestaande uit de eetbare en niet-eetbare delen), omdat bij de meeste producten maar een gedeelte van de producten eetbaar is. De laagste klimaatimpact (<2,0 kg CO_2-eq/kg) hebben makreel, haring, sardine, koolvis, kabeljauw, rauwe melk, vegetarische burger, bruine bonen en kikkererwten. Van de producten uit zee hebben tong en schol de hoogste klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte (>24 kg CO_2-eq/kg). Van de producten van land hebben vleesrunderen de hoogste klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte af-boerderij (>30 kg CO_2-eq/kg). Hollandse garnalen hebben met een klimaatimpact van 15 kg CO_2-eq/kg eetbaar gedeelte op moment van aanlanding ook een relatief hoge klimaatimpact.

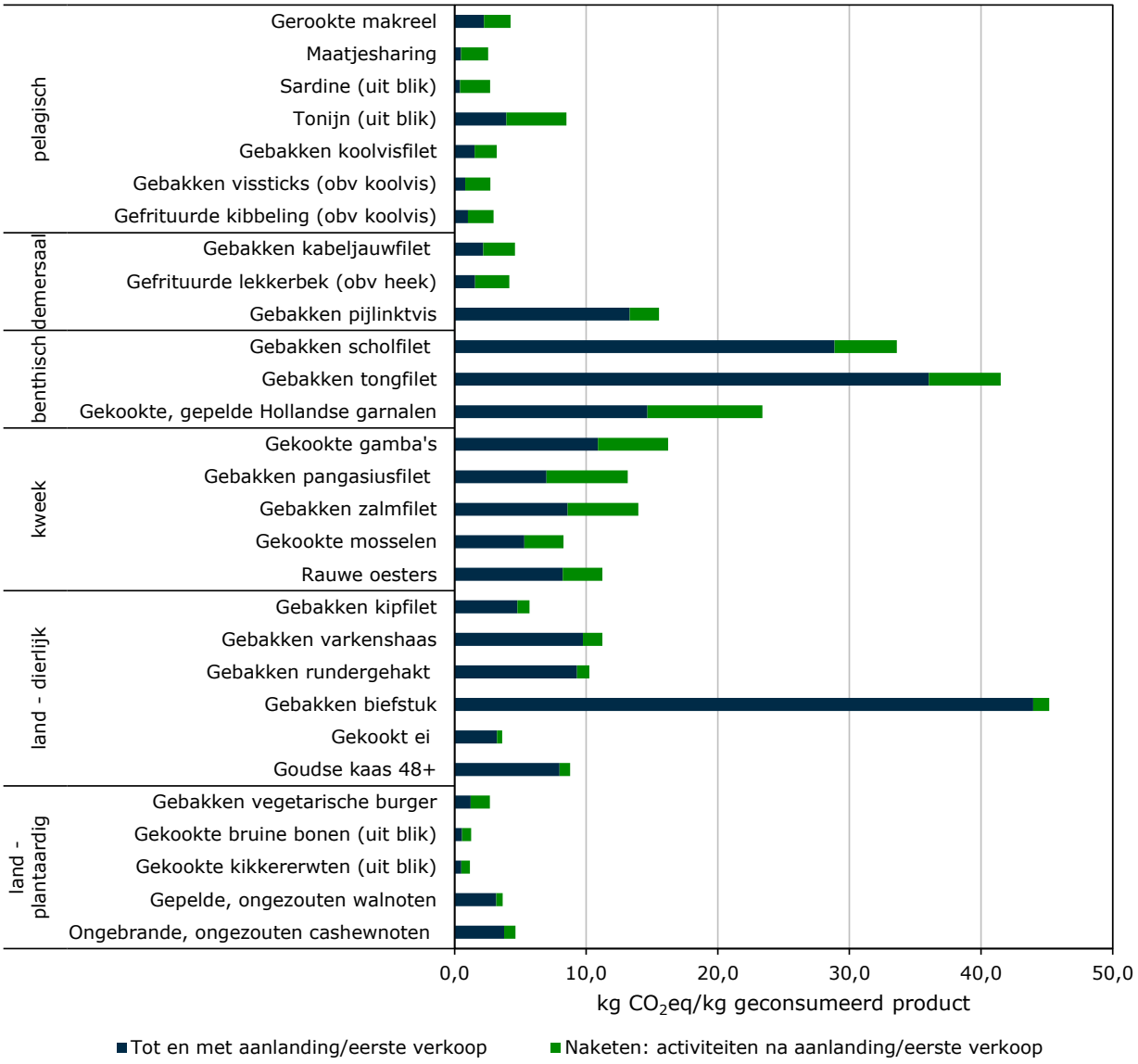
3.3.2 Klimaatimpact tot en met consumptie

Vanaf aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij worden de producten verder verwerkt, verpakt, vervoerd, bereid en deels weggegooid. In tabel 3.8 is de klimaatimpact per kilogram geconsumeerd product weergegeven in de gehele keten van visserij/kweek/landbouw tot en met consumptie en afvalverwerking. In figuur 3.3 is onderscheid gemaakt tussen de klimaatimpact van de activiteiten tot aan aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij (blauw) en de klimaatimpact van de activiteiten in de naketen.

Tabel 3.8 *Klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product (hele keten)*

Categorie	Product	Afzetkanaal	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product
Pelagisch	Gerookte makreel a)	Visspeciaalzaak/viskraam	4,3
	Maatjesharing	Visspeciaalzaak/viskraam	2,6
	Sardine (uit blik)	Supermarkt	2,7
	Tonijn (uit blik)	Supermarkt	8,5
	Gebakken koolvisfilet	Supermarkt	3,2
	Gebakken vissticks (op basis van koolvis)	Supermarkt	2,7
	Gefrituurde kibbeling (op basis van koolvis)	Visspeciaalzaak/viskraam	3,0
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	4,6
	Gefrituurde lekkerbek (op basis van heek)	Visspeciaalzaak/viskraam	4,2
	Gebakken pijlinktvis a)	Horeca	15,5
Benthisch	Gebakken scholfilet a)	Visspeciaalzaak/viskraam	33,6
	Gebakken tongfilet a)	Visspeciaalzaak/viskraam	41,5
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen a)	Visspeciaalzaak/viskraam	23,4
Kweek	Gekookte mosselen a)	Visspeciaalzaak/viskraam	8,3
	Rauwe oesters a)	Horeca	11,2
	Gekookte gamba's	Supermarkt	16,2
	Gebakken pangasiusfilet	Supermarkt	13,2
	Gebakken zalmfilet	Supermarkt	14,0
land - dierlijk	Gebakken kipfilet a)	Supermarkt	5,7
	Gebakken varkenshaas a)	Supermarkt	11,2
	Gebakken rundergehakt a)	Supermarkt	10,2
	Gebakken biefstuk	Supermarkt	45,2
	Gekookt ei a)	Supermarkt	3,6
	Goudse kaas a)	Supermarkt	8,8
land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	Supermarkt	2,7
	Gekookte bruine bonen (uit blik)	Supermarkt	1,3
	Gekookte kikkererwten (uit blik)	Supermarkt	1,2
	Gepelde, ongezouten walnoten	Supermarkt	3,7
	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	Supermarkt	4,6

a) Voor producten uit zee: gevangen/geteeld door Nederlandse vissers; voor producten van land: afkomstig van Nederlandse boerderijen.



Figuur 3.3 *Klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product (blauw: ketenactiviteiten tot en met aanlanding, eerste verkoop, af-boerderij; rood: ketenactiviteiten na aanlanding, eerste verkoop, af-boerderij tot en met consumptie)*

Uit tabel 3.8 en figuur 3.3 blijkt dat van de producten uit zee gebakken tongfilet (41,5 kg CO_2-eq/kg) en gebakken scholfilet (33,6 kg CO_2-eq/kg), beide verkocht via de visspeciaalzaak/viskraam, de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben. Ook gekookte, gepelde Hollandse garnalen, verkocht via visspeciaalzaak/viskraam, hebben met ruim 23 kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product een hoge klimaatimpact. Bij de producten van land heeft gebakken biefstuk (van vleesrunderen) de hoogste klimaatimpact (45 kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product).

De meeste producten uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en demersale visserij (met uitzondering van gebakken pijlinktvis), alle geanalyseerde plantaardige producten en gekookt ei hebben per kg geconsumeerd product een relatief lage klimaatimpact (<5,0 kg CO_2-eq/kg).

Biogene CO_2-emissie bij verbranding mossel- en oesterschelpen
In dit onderzoek volgden we de PEF en PEFCR Marine Fish en hebben we biogene CO_2-emissie niet meegenomen in de klimaatimpact (uitgedrukt in CO_2-eq). Er is echter wetenschappelijk debat of deze methodologische keuze terecht is voor producten uit zee die hun biogene CO_2 niet direct uit de atmosfeer hebben opgenomen, maar uit de zeebodem en waterkolom. Daarom geven we hier de additionele biogene

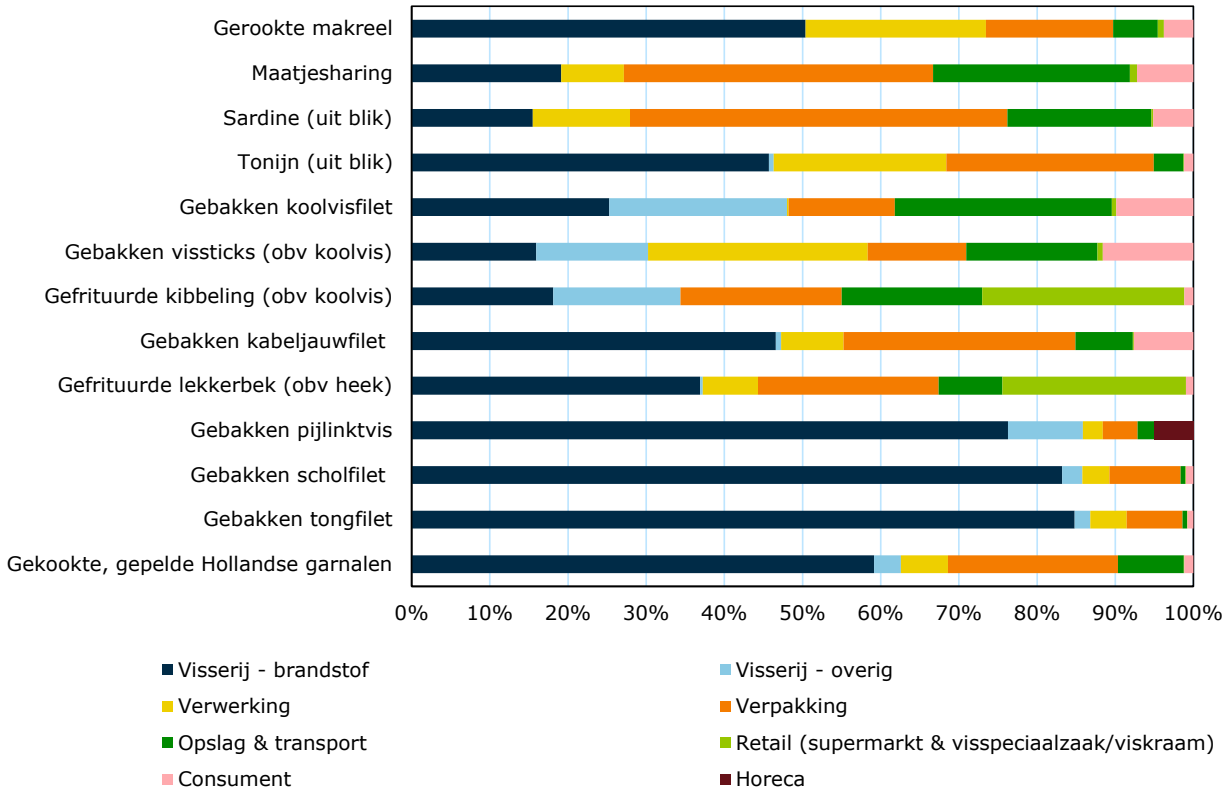
CO_2-emissie die vrijkomt bij het verbranden van de mossel- (ongeveer 20% extra) en oesterschelpen (ongeveer 80% extra) na consumptie van het vlees (tabel 3.9).

Tabel 3.9 *Klimaatimpact (in kg CO_2-eq) per kg geconsumeerde gekookte mosselen en rauwe oesters en de additionele biogene CO_2-emissie door verbranding van mossel- en oesterschelpen*

Geconsumeerd product	**Klimaatimpact in kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product**	**Additionele biogene CO_2-emissie door verbranding van schelpen in kg CO_2 per kg geconsumeerd product**
Gekookte mosselen	8,3	1,7
Rauwe oesters	11,2	8,8

3.3.3 Hotspotanalyse voedselproducten uit zee

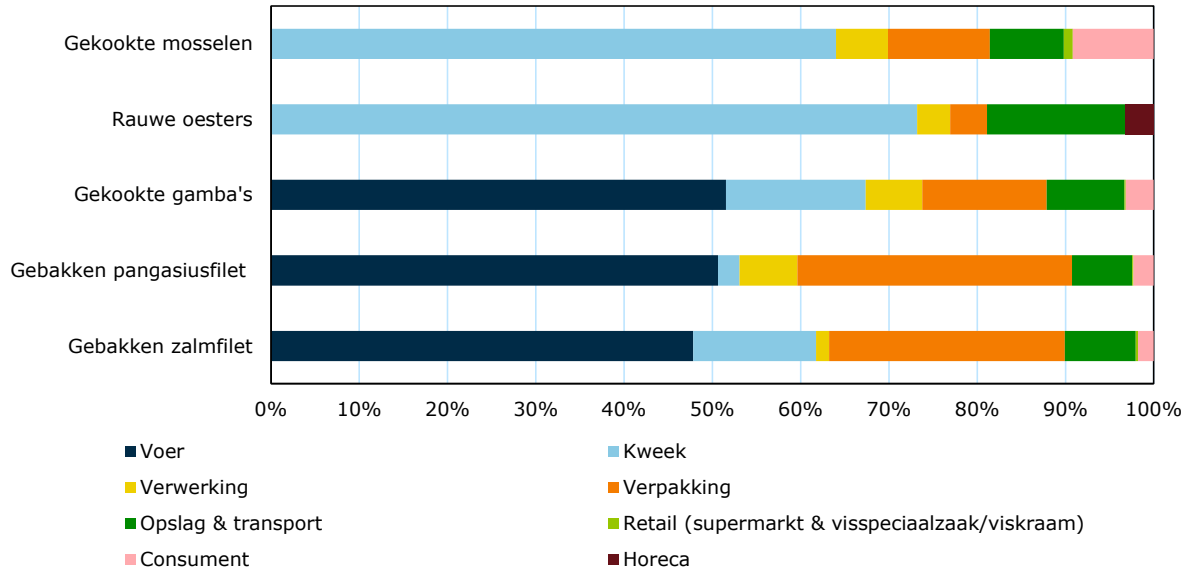
Een hotspotanalyse geeft inzicht in de bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde voedselproducten uit zee. De resultaten van de hotspotanalyse van de producten uit zee zijn weergegeven in figuur 3.4 en tabel 3.10 (wilde vangst) en figuur 3.5 en tabel 3.11 (aquacultuur).



Figuur 3.4 *Relatieve bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde wild gevangen producten*

Tabel 3.10 *Absolute bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde wild gevangen producten*

Categorie	Product	Afzetkanaal	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product	Visserij - brandstof	Visserij - overig	Verwerking	Verpakking	Opslag & transport	Retail (supermarkt & visspeciaalzaak/ viskraam)	Consument	Horeca
Pelagisch	Gerookte makreel	Visspeciaalzaak/ viskraam	4,3	2,2	0,0	1,0	0,7	0,2	0,0	0,2	n.v.t.
	Maatjesharing	Visspeciaalzaak/ viskraam	2,6	0,5	0,0	0,2	1,0	0,6	0,0	0,2	n.v.t.
	Sardine (uit blik, in olijfolie)	Supermarkt	2,7	0,4	0,0	0,3	1,3	0,5	0,0	0,1	n.v.t.
	Tonijn (uit blik, in zonnebloemolie)	Supermarkt	8,5	3,9	0,1	1,9	2,3	0,3	0,0	0,1	n.v.t.
	Gebakken koolvisfilet	Supermarkt	3,2	0,8	0,7	0,0	0,4	0,9	0,0	0,3	n.v.t.
	Gebakken vissticks (op basis van koolvis)	Supermarkt	2,7	0,4	0,4	0,8	0,3	0,5	0,0	0,3	n.v.t.
	Gefrituurde kibbeling (op basis van koolvis)	Visspeciaalzaak/ viskraam	3,0	0,5	0,5	0,0	0,6	0,5	0,8	0,0	n.v.t.
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	4,6	2,1	0,0	0,4	1,4	0,3	0,0	0,3	n.v.t.
	Gefrituurde lekkerbek (op basis van heek)	Visspeciaalzaak/ viskraam	4,2	1,5	0,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,0	n.v.t.
	Gebakken pijlinktvis	Horeca	15,5	11,9	1,5	0,4	0,7	0,3	n.v.t.	n.v.t.	0,8
Benthisch	Gebakken scholfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	33,6	28,0	0,9	1,2	3,1	0,2	0,0	0,3	n.v.t.
	Gebakken tongfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	41,5	35,2	0,8	1,9	3,0	0,3	0,0	0,3	n.v.t.
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	Visspeciaalzaak/ viskraam	23,4	13,8	0,8	1,4	5,1	2,0	0,0	0,3	n.v.t.



Figuur 3.5 *Relatieve bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde producten uit de aquacultuur*

Tabel 3.11 *Absolute bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde producten uit de aquacultuur*

Categorie	Product	Afzetkanaal	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product	Voer	Kweek	Verwerking	Verpakking	Opslag & transport	Retail (supermarkt & visspeciaalzaak/ viskraam)	Consument	Horeca
Kweek	Gekookte mosselen	Visspeciaalzaak/ viskraam	8,3	n.v.t.	5,3	0,5	1,0	0,7	0,1	0,8	n.v.t.
	Rauwe oesters	Horeca	11,2	n.v.t.	8,2	0,4	0,5	1,8	n.v.t.	n.v.t.	0,4
	Gekookte gamba’s	Supermarkt	16,2	8,4	2,6	1,0	2,3	1,4	0,02	0,5	n.v.t.
	Gebakken pangasiusfilet	Supermarkt	13,2	6,7	0,3	0,9	4,1	0,9	0,02	0,3	n.v.t.
	Gebakken zalmfilet	Supermarkt	14,0	6,7	1,9	0,2	3,7	1,1	0,04	0,3	n.v.t.

Bijdrage activiteiten tot en met aanlanding of eerste verkoop aan totale klimaatimpact
Uit figuur 3.4 en tabel 3.10 blijkt dat de bijdrage van brandstofverbruik in de visserij aan de totale klimaatimpact sterk verschilt per product. Bij producten afkomstig uit de benthische visserij en gebakken pijlinktvis is de brandstofbijdrage circa 60-85%. Ook in absolute zin is de klimaatimpact door brandstofverbruik in de visserij van deze producten het hoogst is (12-35 kg CO_2-eq/kg geconsumeerde vis). Brandstofverbruik in de visserij draagt zowel in relatieve als in absolute zin beperkt bij aan de klimaatimpact van geconsumeerde voedselproducten maatjesharing, sardine uit blik en de op koolvis gebaseerde producten (filet, vissticks en kibbeling).

Naast brandstofverbruik dragen andere activiteiten aan boord, met name de lekkage van koelvloeistoffen, bij aan de klimaatimpact in de visserij. Bij de op koolvis gebaseerde producten zijn koelvloeistoffen verantwoordelijk voor circa 15-20% van de totale klimaatimpact van de geconsumeerde producten. Voor de overige producten uit de visserij is de bijdrage 0-10%.

Uit figuur 3.5 en tabel 3.11 blijkt dat in de aquacultuur de productie van voer (met name de op sojabonen gebaseerde ingrediënten) een grote bijdrage kan hebben aan de totale klimaatimpact per geconsumeerd product. Bij gekookte gamba's, gebakken pangasiusfilet en gebakken zalm bepaalt voer circa de helft van de klimaatimpact per kg geconsumeerd product. Het energiegebruik tijdens kweek bepaalt 2-16% van de klimaatimpact van deze producten.

Bij mosselen en oesters is er geen bijdrage van voer. Het brandstofverbruik van de kotters heeft de grootste bijdrage aan de klimaatimpact (64% respectievelijk 73%). Vooral voor de kweek van oesters is relatief veel brandstof nodig ten opzichte van de andere kweekproducten. Dit heeft met name te maken met de lage eetbare fractie (8%) ten opzicht van het aangelande gewicht (vlees, schelp en tarra).

Bijdrage activiteiten na aanlanding of eerste verkoop aan totale klimaatimpact

Verwerking
Een hoge bijdrage van de activiteiten in de verwerkingsfase hebben gerookte makreel (m.n. energieverbruik van het rookproces), tonijn uit blik (met name de productie van zonnebloemolie en het elektriciteitsgebruik) en gebakken vissticks (met name productie van bloem en zonnebloemolie en het elektriciteitsgebruik). Voor de overige producten uit zee draagt verwerking circa 10% of minder bij aan de totale klimaatimpact.

Verpakking
De bijdrage van verpakking (transport- en consumentenverpakking) verschilt sterk tussen de producten, zowel in hun relatieve bijdrage als in hun absolute bijdrage. In tabel 3.12 is een meer gedetailleerd overzicht gegeven van de bijdrage van verpakking. In absolute zin veroorzaakt de verpakking van scholfilet, tongfilet scholfilet, gekookte, gepelde Hollandse garnalen, pangasiusfilet en zalmfilet de grootste klimaatimpact door verpakking. Bij tong- en scholfilet is de relatieve bijdrage van verpakking desondanks laag, omdat het brandstofverbruik in de visserijfase een hoge klimaatimpact veroorzaakt. De relatieve bijdrage van verpakking is het hoogst bij sardine uit blik, dat voor een groot deel veroorzaakt wordt door de productie van het blikje. Verpakking heeft de laagste (absolute en relatieve) bijdrage bij pijlinktvis en oesters. De gebakken pijlinktvis en rauwe oesters worden in de horeca geconsumeerd, waardoor er alleen transportverpakking nodig is en geen consumentenverpakking.

Tabel 3.12 *Relatieve en absolute bijdrage van verpakkingsmateriaal aan totale klimaatimpact geconsumeerd voedingsproduct*

Geconsumeerd product	Verkoopkanaal	Relatieve bijdrage verpakking (in %)	Absolute bijdrage verpakking (in kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product)	Materia(a)l(en) met hoogste bijdrage(n) aan klimaatimpact verpakking a)
Gerookte makreel	Visspeciaalzaak/ viskraam	16	0,7	50% (transport) en 50% (bak)papier (consument)
Maatjesharing	Visspeciaalzaak/ viskraam	40	1,0	65% Geëxpandeerd polystyreen (transport); 35% (bak)papier (consument)
Sardine (uit blik, in olijfolie)	Supermarkt	48	1,3	60% staal voor blik (consument); 37% karton (transport)
Tonijn (uit blik, in zonnebloemolie)	Supermarkt	27	2,3	70% Staal voor blik (consument); 30% karton (transport)
Gebakken koolvisfilet	Supermarkt	14	0,4	76% Karton (transport en consument); 24% polyethyleen (transport)
Gebakken vissticks (obv koolvis)	Supermarkt	13	0,3	80% karton (transport en consument); 20% polyethyleen (transport en consument)
Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	Visspeciaalzaak/ viskraam	21	0,6	30% polystyreen (consument); 30% papier (consument); 35% karton (transport)
Gebakken kabeljauwfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	30	1,4	35% geëxpandeerd polystyreen (transport); 30% karton (transport); 20% (bak)papier
Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	Visspeciaalzaak/ viskraam	23	1,0	24% polystyreen (consument); 16% papier (consument); 46% karton (transport)
Gebakken pijlinktvis	Horeca	4	0,7	100% karton (transport)
Gebakken scholfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	9	3,1	95% geëxpandeerd polystyreen (transport)
Gebakken tongfilet	Visspeciaalzaak/ viskraam	7	3,0	95% geëxpandeerd polystyreen (transport)
Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	Visspeciaalzaak/ viskraam	22	5,1	65% karton (transport); 35% polyethyleen (transport en consument)
Gekookte mosselen	Visspeciaalzaak/ viskraam	12	1,0	100% polyethyleen (consument)
Rauwe oesters	Horeca	4	0,5	Hout (transport)
Gekookte gamba's	Supermarkt	14	2,3	75% karton (transport); 10% polyethyleen (transport en consument)
Gebakken pangasiusfilet	Supermarkt	31	4,1	45% polyethyleen (consument); 35% geëxpandeerd polystyreen (transport); 20% karton (transport)
Gebakken zalmfilet	Supermarkt	27	3,7	50% polyethyleen (consument); 40% geëxpandeerd polystyreen (transport); 9% karton (transport)

a) tussen haakjes staat vermeld of het materiaal wordt toegepast in de transportverpakking of de consumentenverpakking; indien percentages niet optellen tot 100% wordt het resterende deel van de klimaatimpact bepaald door verpakkingsmaterialen met een cumulatieve bijdrage van minder dan 5%.

Opslag en transport

De bijdrage van opslag en transport aan de totale klimaatimpact van de geconsumeerde voedselproducten uit zee is het hoogst voor oesters en de producten die lange transportafstanden hebben afgelegd. Met name wanneer deze transportafstanden over de weg worden afgelegd, veroorzaakt dat per kg geconsumeerd

product een hoge klimaatimpact vergeleken bij producten die per boot of over korte afstanden worden getransporteerd. De Hollandse garnalen die in Marokko gepeld worden hebben de hoogste klimaatimpact door transport. Ook maatjesharing en sardine worden over langere afstanden over de weg getransporteerd, waardoor de klimaatimpact door opslag en transport relatief hoog is. Bij de op koolvis gebaseerde producten (filet, lekkerbek en vissticks) is met name het zeetransport van Alaska naar Nederland bepalend voor de klimaatimpact van opslag en transport. Ook het gebruik van koelmiddelen tijdens de relatief lange opslagperiode van bevroren koolvis draagt bij aan de relatief hoge klimaatimpact tijdens opslag en transport. De wild gevangen producten die door de Nederlandse visserij worden aangeland en in Nederland verwerkt, verpakt, verkocht en geconsumeerd worden (gerookte makreel, gebakken inktvis, gebakken scholfilet en gebakken tongfilet) hebben een lage klimaatimpact door opslag en transport. De bijdrage van opslag en transport is voor de in Nederland aangelande, verwerkte, verpakte en geconsumeerde kweekproducten mosselen en oesters wel relatief hoog vergeleken bij de wilde gevangen producten uit de Nederlandse visserij. De impact wordt met name veroorzaakt door de verschillende transporttrajecten vanaf aanlanding tot en met consumptie.

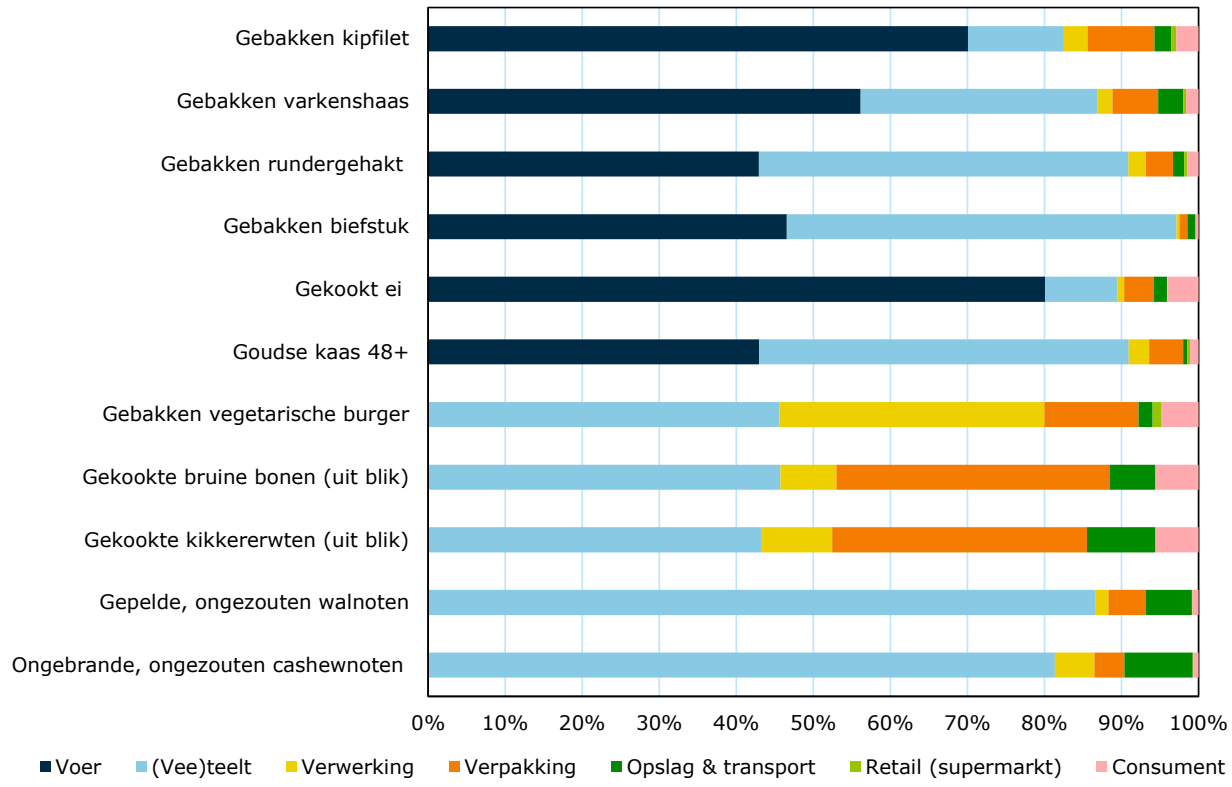
Retail (supermarkt en visspeciaalzaak/viskraam)
De bijdrage van retail (supermarkt en visspeciaalzaak/viskraam) is marginaal, met uitzondering van kibbeling en lekkerbek. Deze producten worden bij de visspeciaalzaak/viskraam bereid. De productie van het beslag en het elektriciteitsgebruik voor frituren bepalen circa 95% van de klimaatimpact in de retail.

Consument
Vervoer van de consument naar de winkel en het energiegebruik voor opslag en bereiding dragen voor het grootste deel bij aan de klimaatimpact van de consument. Bij sardine en tonijn uit blik is deze bijdrage lager, omdat deze producten ongekoeld worden bewaard en niet opgewarmd worden. De producten die gekoeld of bevroren bewaard worden en daarna gebakken worden hebben een hogere klimaatimpact door de consument. Voor schol- en tongfilet is de relatieve bijdrage aan de totale klimaatimpact alsnog beperkt (circa 1%), omdat het brandstofverbruik in de visserijfase een hoge klimaatimpact veroorzaakt. Bij mosselen is de klimaatimpact door gekoeld bewaren en koken hoog vergeleken met de andere voedselproducten uit zee. Dit komt doordat mosselen in de schelp gekookt worden en het gekookte eetbare deel laag is.

Horeca
Tot slot is er bij gebakken pijlinktvis en rauwe oesters klimaatimpact door activiteiten in de horeca. Met name het energiegebruik voor gekoelde opslag van beide producten en bij inktvis ook het bereiden en de productie van beslag en olie veroorzaken deze klimaatimpact. Het vervoer van de horeca bezoeker naar de horecalocatie is niet meegenomen in de analyse (zie paragraaf 3.2.1)

3.3.4 Hotspotanalyse eiwitrijke producten van land

Figuur 3.6 en tabel 3.13 geven inzicht in de bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de totale klimaatimpact van de geconsumeerde voedingsproducten van land.



Figuur 3.6 *Relatieve bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde eiwitrijke producten van land*

Tabel 3.13 *Absolute bijdrage van de verschillende ketenstappen aan de klimaatimpact van de geconsumeerde eiwitrijke producten van land*

Categorie	Product	Afzetkanaal	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product	Voer	(Vee)teelt	Verwerking	Verpakking	Opslag & transport	Retail (supermarkt)	Consument
land - dierlijk	Gebakken kipfilet	Supermarkt	5,7	4,1	0,7	0,2	0,5	0,1	0,0	0,2
	Gebakken varkenshaas	Supermarkt	11,2	6,3	3,5	0,2	0,7	0,4	0,0	0,2
	Gebakken rundergehakt	Supermarkt	10,2	4,4	4,9	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1
	Gebakken biefstuk	Supermarkt	45,2	21,1	22,9	0,2	0,5	0,5	0,0	0,2
	Gekookt ei	Supermarkt	3,6	2,9	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
	Goudse kaas 48+	Supermarkt	8,8	3,8	4,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,1
land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	Supermarkt	2,7	n.v.t.	1,2	0,9	0,3	0,0	0,0	0,1
	Gekookte bruine bonen (uit blik)	Supermarkt	1,3	n.v.t.	0,6	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1
	Gekookte kikkererwten (uit blik)	Supermarkt	1,2	n.v.t.	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1
	Gepelde, ongezouten walnoten	Supermarkt	3,7	n.v.t.	3,2	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0
	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	Supermarkt	4,6	n.v.t.	3,8	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0
	Gebakken vegetarische burger	Supermarkt	2,7	n.v.t.	1,2	0,9	0,3	0,0	0,0	0,1

Bijdrage activiteiten tot af-boerderij aan totale klimaatimpact

Voer
Uit figuur 3.6 en tabel 3.13 blijkt dat bij de dierlijke producten van land de productie van voer 40-80% van de klimaatimpact van de totale klimaatimpact in de keten bepaalt. Bij eieren en kipfilet wordt dit met name veroorzaakt door soja in het voer. Ook bij varkenshaas bepalen de op soja gebaseerde ingrediënten circa 30% van de klimaatimpact van het varkensvoer. De overige klimaatimpact van varkensvoer wordt veroorzaakt door de teelt van ingrediënten als tarwe, gerst en palmolie, en het energiegebruik van de voerfabriek. Bij biefstuk, rundergehakt en kaas zijn met name de directe emissies door grasland management (zoals bemesting) verantwoordelijk voor de impact van het voer.

(Vee)teelt
Bij de dierlijke voedselproducten, met uitzondering van gekookt ei en gebakken kipfilet, bepalen de activiteiten op de boerderij circa 30-50% van de klimaatimpact van de hele keten.

Bij biefstuk, rundergehakt en kaas wordt dit met name veroorzaakt door pensfermentatie van de runderen en mestmanagement. De absolute klimaatimpact van de veeteeltfase bij biefstuk is circa 5 keer zo hoog als die van gehakt en kaas, omdat alle klimaatbelastende activiteiten in het veeteeltsysteem bij biefstuk volledig op conto van rundvlees komen, terwijl deze bij kaas en gehakt worden verdeeld over vlees en melk. Bij varkenshaas wordt de klimaatimpact op de boerderij veroorzaakt door energiegebruik op de boerderij en emissies uit mest.

Bij eieren en kipfilet wordt circa 10% van de klimaatimpact in de hele keten veroorzaakt door activiteiten op de boerderij. Ook bij deze producten wordt de klimaatimpact op de boerderij veroorzaakt door energiegebruik op de boerderij en emissies uit mest.

Bij de plantaardige producten wordt circa 45 tot 85% van de klimaatimpact in de keten bepaalt door de teeltactiviteiten. Vergeleken bij de andere eiwitrijke producten van land kennen de activiteiten op de boerderij bij bruine bonen uit Nederland en kikkererwten uit Turkije de laagste klimaatimpact in de (vee)teeltfase.

Bij de vegetarische burger verschilt de klimaatimpact door activiteiten in de teeltfase per ingrediënt van circa 0,1 kg CO_2-eq/kg voor ui tot en met 4,5 kg CO_2-eq/kg voor sojabonen uit Brazilië.

Bijdrage activiteiten na af-boerderij aan totale klimaatimpact

Verwerking
Voor de meeste voedselproducten van land is de bijdrage van de verwerkingsfase aan de totale klimaatimpact van de hele keten beperkt (minder dan 5%). Bij bruine bonen en kikkererwten is de absolute bijdrage van verwerking ook laag, maar de relatieve bijdrage wel hoger (7-9%) doordat de totale klimaatimpact in de hele keten laag is.

Bij de vegetarische burger is de klimaatimpact van de verwerking zowel in absolute als relatieve zin hoog (34%), omdat dit een sterk bewerkt product is. Het energiegebruik in de verwerkingsfase heeft een hoge bijdrage aan de totale klimaatimpact.

Verpakking
De bijdrage van verpakking verschilt sterk tussen de producten, zowel in hun relatieve bijdrage als in hun absolute bijdrage. In tabel 3.14 is een meer gedetailleerd overzicht gegeven van de bijdrage van verpakking.

Tabel 3.14 *Relatieve en absolute bijdrage van verpakkingsmateriaal aan totale klimaatimpact geconsumeerd voedingsproduct*

Geconsumeerd product	Verkoopkanaal	Relatieve bijdrage verpakking (in %)	Absolute bijdrage verpakking (in kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product)	Materia(a)l(en) met hoogste bijdrage(n) aan klimaatimpact verpakking[a]
Gebakken kipfilet	Supermarkt	9	0,5	Polyethyleen (MAP)
Gebakken varkenshaas	Supermarkt	6	0,7	Polyethyleen (MAP) en Polyethyleentereftalaat (PET)
Gebakken rundergehakt	Supermarkt	4	0,4	Polyethyleen (MAP)
Gebakken biefstuk	Supermarkt	1	0,5	Polyethyleen (MAP)
Gekookt ei	Supermarkt	4	0,1	Karton
Goudse kaas 48+	Supermarkt	4	0,4	Polyethyleen
Gebakken vegetarische burger	Supermarkt	12	0,3	Polyethyleen
Gekookte bruine bonen (uit blik)	Supermarkt	35	0,4	Staal voor blik
Gekookte kikkererwten (uit blik)	Supermarkt	33	0,4	Staal voor blik
Gepelde, ongezouten walnoten	Supermarkt	5	0,2	Polyethyleentereftalaat (PET)
Ongebrande, ongezouten cashewnoten	Supermarkt	4	0,2	Polyethyleentereftalaat (PET)

In absolute zin veroorzaakt de verpakking varkenshaas de grootste klimaatimpact door verpakking. Dit komt omdat varkenshaas om voedselveiligheidsredenen dubbel verpakt is.

Bij de voorgekookte bonen uit blik is de relatieve bijdrage van verpakking het hoogst (circa 35%). Dit komt met name doordat de absolute klimaatimpact van de hele keten laag is, waardoor verpakking een relatief groot aandeel heeft.

Verpakking heeft de laagste absolute bijdrage bij eieren, waarbij is uitgegaan van een kartonnen doosje. Verpakking heeft de laagste relatieve bijdrage bij biefstuk. Dit komt met name doordat de absolute klimaatimpact van de hele keten hoog is, waardoor verpakking een relatief klein aandeel heeft.

Opslag en transport
De bijdrage van opslag en transport aan de totale klimaatimpact van de geconsumeerde eiwitrijke producten van land is het hoogst voor producten die lange transportafstanden hebben afgelegd. Met name wanneer deze transportafstanden over de weg worden afgelegd veroorzaakt dat per kg geconsumeerd product een hoge klimaatimpact vergeleken bij producten die per boot of over korte afstanden worden getransporteerd. Biefstuk van runderen uit Ierland hebben de hoogste klimaatimpact door transport. Omdat de klimaatimpact van de activiteiten tot af-boerderij erg hoog is, is de relatieve bijdrage van opslag en transport van biefstuk toch laag. Bij kikkererwten en cashewnoten is de relatieve bijdrage van opslag en transport het hoogst (9%). Deze producten worden over langere trajecten vervoerd (uit Turkije respectievelijk Brazilië) waarvan het grootste deel over zee. Vervoer over zee is per getransporteerde kg minder klimaatbelastend dan vervoer over de weg. De relatief hoge bijdrage van opslag en transport bij kikkererwten komt vooral door de lage totale impact van de hele keten, waardoor opslag en transport ondanks de lage absolute klimaatimpact toch relatief zwaar bijdraagt. Bij cashewnoten is de absolute impact hoger, omdat de transportafstand lang is.

Retail (supermarkt)
De bijdrage van retail (supermarkt) is voor alle producten marginaal (<1%).

Consument
Het energiegebruik voor gekoelde opslag en bereiding en de afvalverwerking van de afgedankte verpakking dragen voor het grootste deel bij aan de klimaatimpact van de consument. De walnoten en cashewnoten hebben de laagste klimaatimpact in de consumentenfase, omdat de noten ongekoeld bewaard en niet bereid

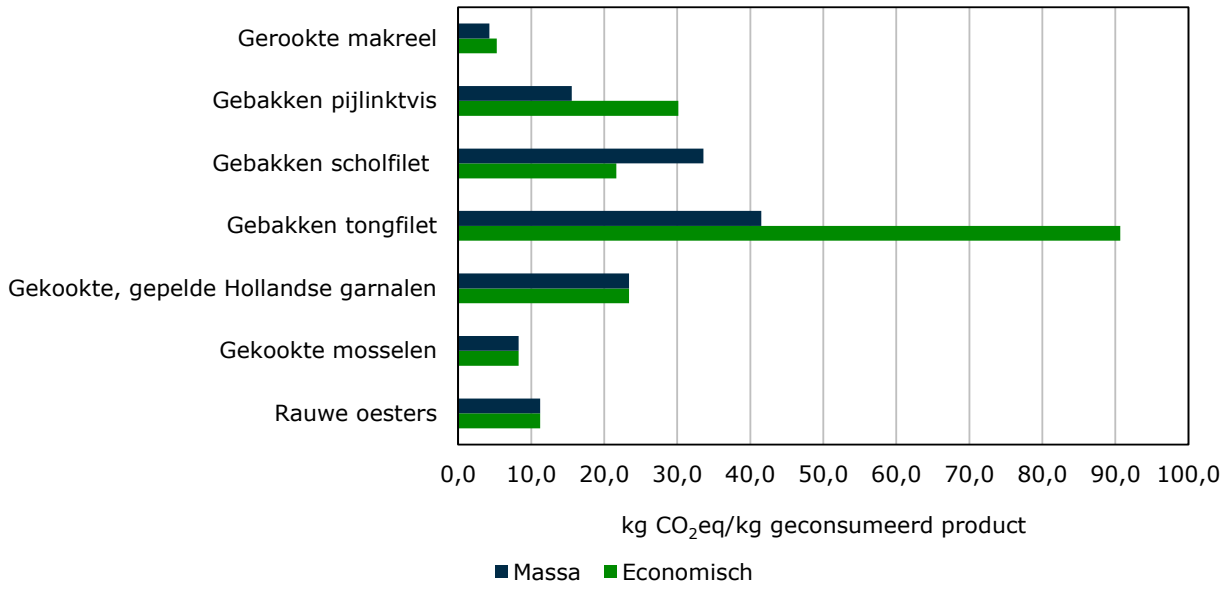
worden. Ook is er vanuit gegaan dat de helft van de verpakking gerecycled wordt (RecyclingVakBeurs, 2025).

De relatieve bijdrage van de Consument is het hoogst bij de vegetarische burger. Dit product wordt gekoeld bewaard en bereid en heeft een relatief lage klimaatimpact over de hele keten, waardoor de Consumentfase relatief zwaar bijdraagt.

3.4 Interpretatie: keuze allocatiemethode verandert resultaten; wel/niet meenemen verpakking geen effect op rangorde producten; resultaten kennen redelijk tot grote mate van zekerheid

Gevoeligheidsanalyse
Om de klimaatimpact van de dierlijke voedselproducten uit zee en de dierlijke en plantaardige eiwitrijke producten van land te bepalen, zijn methodologische keuzes gemaakt. In deze gevoeligheidsanalyse is het effect van deze keuzes op de resultaten onderzocht.

Gevoeligheid allocatie methode
In deze studie is zo veel mogelijk aangesloten bij de allocatieregels van de PEF en PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a). Een uitzondering vormt de allocatiemethode in de visserij. Hier is massa-allocatie in plaats van economische allocatie toegepast. In deze gevoeligheidsanalyse is voor de producten uit de Nederlandse visserij onderzocht wat het effect van de allocatiekeuze is op de berekende klimaatimpact per kg geconsumeerd product. Voor de importproducten was dit niet mogelijk, omdat van deze producten alleen brandstofdata op basis van massa-allocatie bekend zijn. Figuur 3.7 geeft van de producten uit de Nederlandse visserijsector de klimaatimpact per kg geconsumeerd product bij toepassing van massa-allocatie versus economische allocatie in de visserijfase.



Figuur 3.7 *Verschil in berekende klimaatimpact per kg geconsumeerd product tussen toepassen van economische allocatie en massa-allocatie bij verdeling brandstofverbruik visserij over de aangelande producten*

Uit figuur 3.7 blijkt dat de keuze voor een specifieke allocatiemethode in de visserijfase alleen invloed heeft op de berekende klimaatimpact per kg geconsumeerde gebakken pijlinktvis, gerookte makreel, gebakken scholfilet en gebakken tongfilet. Bij de kweek/vangst van mosselen, oesters en Hollandse garnalen worden geen andere vissoorten aangeland, waardoor allocatie van brandstof over verschillende aangelande producten niet nodig was.

Bij gebakken pijlinktvis en gebakken tongfilet is de klimaatimpact per kg geconsumeerde vis circa twee keer hoger wanneer economische allocatie wordt toegepast dan wanneer massa-allocatie wordt toegepast. De reden is dat inktvis en tong een hogere prijs per aangelande kg hebben dan de andere visproducten waarmee ze tegelijk worden aangeland. Hierdoor wordt naar verhouding meer brandstof aan inktvis en tong toegewezen dan aan de aangelande bijvangst die een lagere waarde per kg heeft. Bij makreel is het prijsverschil per aangelande kg beperkt, maar wel iets hoger dan de overige aangelande producten. Daardoor is bij het toepassen van economische allocatie van de brandstof in de visserij de klimaatimpact 20% hoger per kg geconsumeerde gerookte makreel dan wanneer massa-allocatie wordt toegepast.

Bij schol is dit precies andersom: de berekende klimaatimpact per kg geconsumeerde gebakken scholfilet is circa een derde lager bij economische allocatie dan bij massa-allocatie. Dit komt doordat schol een relatief lage waarde per kg aangeland product heeft ten opzichte van de aangelande bijvangst. De andere belangrijke soort in deze visserij is tong die, zoals eerder vermeld, een hoge prijs heeft.

Gevoeligheid verpakking
In dit onderzoek is ervan uitgegaan dat alle voedselproducten die verkocht worden via de supermarkt en visspeciaalzaak/viskraam verpakt zijn in consumentenverpakking. Om de impact van deze verpakkingen op de klimaatimpact van de onderzochte producten te analyseren, is in een gevoeligheidsanalyse onderzocht of een analyse exclusief deze verpakkingen de rangorde in klimaatimpact van de geconsumeerde producten verandert ten opzichte van met de verpakkingen (tabel 3.15).

Tabel 3.15 *Verschil in berekende klimaatimpact per kg geconsumeerd product inclusief en exclusief verpakking*

Categorie	Product	Afzetkanaal	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product Inclusief verpakking	kg CO_2-eq/kg geconsumeerd product Exclusief verpakking
pelagisch	Gerookte makreel	Visspeciaalzaak/viskraam	4,3	3,6
	Maatjesharing	Visspeciaalzaak/viskraam	2,6	1,5
	Sardine (uit blik)	Supermarkt	2,7	1,4
	Tonijn (uit blik)	Supermarkt	8,5	6,3
	Gebakken koolvisfilet	Supermarkt	3,2	2,8
	Gebakken vissticks (obv koolvis)	Supermarkt	2,7	2,4
	Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	Visspeciaalzaak/viskraam	3,0	2,4
demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	4,6	3,2
	Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	Visspeciaalzaak/viskraam	4,2	3,2
	Gebakken pijlinktvis	Horeca	15,5	14,9
benthisch	Gebakken scholfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	33,6	33,8
	Gebakken tongfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	41,5	35,0
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	Visspeciaalzaak/viskraam	23,4	18,3
kweek	Gekookte mosselen	Visspeciaalzaak/viskraam	8,3	7,3
	Rauwe oesters	Horeca	11,2	10,8
	Gekookte gamba's	Supermarkt	16,2	13,9
	Gebakken pangasiusfilet	Supermarkt	13,2	9,1
	Gebakken zalmfilet	Supermarkt	14,0	10,2
land - dierlijk	Gebakken kipfilet	Supermarkt	5,7	5,3
	Gebakken varkenshaas	Supermarkt	11,2	10,6
	Gebakken rundergehakt	Supermarkt	10,2	9,9
	Gebakken biefstuk	Supermarkt	45,2	44,8
	Gekookt ei	Supermarkt	3,6	3,5
	Goudse kaas 48+	Supermarkt	8,8	8,4
land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	Supermarkt	2,7	2,4
	Gekookte bruine bonen (uit blik)	Supermarkt	1,3	0,8
	Gekookte kikkererwten (uit blik)	Supermarkt	1,2	0,8
	Gepelde, ongezouten walnoten	Supermarkt	3,7	3,5
	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	Supermarkt	4,6	4,5

Uit tabel 3.15 blijkt dat de rangorde in de klimaatimpact van de producten weinig verandert wanneer verpakking niet wordt meegenomen in de analyse. Gebakken biefstuk, gebakken tongfilet en gebakken scholfilet hebben ook zonder het meenemen van verpakking de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product, de producten afkomstig uit de pelagische en demersale visserij (met uitzondering van tonijn en inktvis), de plantaardige producten en gekookt ei de laagste. Het verschil in klimaatimpact per kg geconsumeerd product tussen de analyse inclusief verpakking en de analyse exclusief verpakking is bij de producten uit zee gemiddeld 20% en bij de producten van land gemiddeld 10%. Dit verschil (20 versus 10%) kan te verklaren zijn doordat waarschijnlijk transportverpakking niet is meegenomen in de analyse van de producten van land, waar dit in de analyse van de producten uit zee wel is gedaan.

Onzekerheidsanalyse

In dit onderzoek zijn de in Nederland meest geconsumeerde dierlijke voedselproducten uit zee geanalyseerd, verkocht via de meest gangbare verkoopkanalen en bereid volgens veel voorkomende bereidingswijze. De producten uit zee zijn vergeleken met veel geconsumeerde dierlijke en plantaardige eiwitrijke voedselproducten van land, verkocht via de supermarkt en bereid volgens veel voorkomende bereidingswijze. Resultaten uit deze studie zijn niet representatief voor consumptie in andere landen dan

Nederland, andere afzetkanalen, andere verpakkingsmaterialen en andere bereidingswijze. In deze alinea gaan we in op de mate van onzekerheid die de resultaten van deze studie bevat.

Onzekerheid klimaatimpact consumptie voedselproducten uit Nederlandse visserij/aquacultuur
De klimaatimpact van de consumptie van inktvis (verkocht via horeca), tong- en scholfilet (verkocht via visspeciaalzaak/viskraam) is met een grote zekerheid te geven. Van de klimaatimpact van deze visproducten wordt 80-85% bepaald door het brandstofgebruik in de visserij. De brandstofdata zijn gebaseerd op primaire data uit representatieve steekproeven uit de sector en kennen daarom een hoge mate van zekerheid. Wel zijn er onzekerheden in de klimaatcijfers per geconsumeerd product door het gebruik van secundaire data voor het gebruik van koelmiddelen aan boord en voor de activiteiten na aanlanding. Ook zijn inschattingen gemaakt van de verliezen die plaatsvinden tijdens verwerking, distributie, retail/horeca en consument, die van invloed zijn op de uiteindelijke klimaatcijfers: als de verliezen in de keten hoger of lager zijn, zal de klimaatimpact per kg geconsumeerde vis ook hoger of lager zijn. Tot slot is er een beperkte mate van onzekerheid door variatie in het percentage eetbaar gedeelte met de seizoenen. Door de variatie in eetbaar gedeelte zal ook de klimaatimpact per kg geconsumeerde vis per seizoen variëren. Een kwantitatieve analyse van deze variatie valt buiten de scope van het onderzoek.

De klimaatimpact van de consumptie van gerookte makreelfilet en Hollandse garnalen (verkocht via visspeciaalzaak/viskraam) is met een redelijk grote mate van zekerheid te geven. 51% respectievelijk 59% van de klimaatimpact van deze producten wordt bepaald door het brandstofgebruik in de visserij. Ook deze brandstofdata zijn gebaseerd op primaire data uit representatieve steekproeven uit de sector en kennen daarom een hoge mate van zekerheid. De 49% respectievelijk 41% van de klimaatimpact die bepaald wordt door gebruik van koelvloeistoffen en de activiteiten na aanlanding zijn gebaseerd op secundaire data en kennen een grotere mate van onzekerheid. Tot slot is er een beperkte mate van zekerheid door variatie in het percentage eetbaar gedeelte met de seizoenen. Door de variatie in eetbaar gedeelte zal ook de klimaatimpact per kg geconsumeerd product per seizoen variëren. Een kwantitatieve analyse van deze variatie valt buiten de scope van het onderzoek.

De klimaatimpact van de consumptie van mosselen en oesters kent een redelijke mate van zekerheid. 64% respectievelijk 73% van de klimaatimpact van mosselen en oesters wordt bepaald door het brandstofverbruik. Omdat alleen brandstofkosten en niet het absolute brandstofverbruik bekend zijn van de mossel- en oesterkotters is een inschatting van het brandstofverbruik gemaakt. Voor mosselen is de inschatting van brandstofverbruik gemaakt door de brandstofkosten te delen door de gemiddelde marine gasolieprijs per jaar bekend voor Nederlandse kotters. Voor de oesterkweek is dezelfde rekenwijze gehanteerd maar daarbij ook gecorrigeerd voor de inspanning (aantal zeedagen) omdat er slechts voor vier jaar (2014 en 2021-2022) in het afgelopen decennium brandstofkosten bekend waren. Overige onzekerheden worden met name veroorzaakt door een inschatting van de hoeveelheid tarra per schelp, eetbare gedeeltes (die per seizoen kunnen variëren), verpakkingsmateriaal en verliezen in de keten.

Onzekerheid klimaatimpact consumptie importproducten
De klimaatimpact van de geïmporteerde producten uit zee kent een redelijke mate van zekerheid.
Van de importproducten zijn data gebaseerd op literatuur en LCA-databases. Voor de verwerkingsstappen zijn interviews met de visverwerkende industrie gehouden.

Onzekerheid klimaatimpact consumptie eiwitrijke producten van land
De klimaatimpact van de dierlijke producten uit de Nederlandse veeteelt, verkocht via de supermarkt en bereid volgens een veelvoorkomende bereidingswijze, kennen een grote mate van zekerheid. 84-90% van de klimaatimpact van deze producten wordt bepaald door de activiteiten tot en met het verlaten van de boerderij. Data van de veehouderij zijn gebaseerd op primaire data uit de sector zoals gerapporteerd in Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN) 2020-2021 (KWIN, 2020), en verwerkt in de LCA-database Agri-footprint 6.3, die in dit onderzoek gebruikt is voor de modellering van de dierlijke producten van land. Onzekerheid in de gerapporteerde klimaatimpact per kg geconsumeerd product ontstaat doordat data van de activiteiten in de naketen gebaseerd zijn op secundaire data uit de Franse database Agribalyse 3.2, literatuur en aannames.

De klimaatimpact van biefstuk kent een redelijke mate van zekerheid. Van de klimaatimpact wordt 97% bepaald door de activiteiten tot en met het verlaten van de boerderij. Data van de primaire sector zijn afkomstig uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 die gebruikmaakt van data uit een enigszins gedateerde studie uit 2006 van de Ierse veehouderij (Casey en Holden, 2006). De grotere onzekerheid die data van activiteiten in de naketen kennen hebben weinig effect op de onzekerheid in de klimaatimpact per kg geconsumeerde biefstuk, omdat deze activiteiten slechts 3% van de totale klimaatimpact per kg geconsumeerd product bepalen. Variatie in de rauw-tot-bereidratio die verschilt voor 'rode' biefstuk, 'medium' doorbakken of 'well done' zorgen voor variatie in de klimaatimpact per kg geconsumeerd product. In deze studie zijn we uitgegaan van medium doorbakken biefstuk. De klimaatimpact per kg geconsumeerd product zal lager zijn voor rood vlees en hoger voor doorbakken biefstuk.

De klimaatimpact van de plantaardige producten van land, verkocht via de supermarkt, kennen een redelijke mate van zekerheid. Data zijn gebaseerd op data uit Blonk Consultants (2023), de LCA-database Agribalyse 3.2 en literatuur. Bij de noten wordt meer dan 80% van de klimaatimpact per kg geconsumeerd product bepaald door de activiteiten tot en met verlaten boerderij. Voor deze producten is herkomstland en teeltmethode sterk bepalend voor de totale klimaatimpact. Bij de vegetarische burger en de bonen wordt circa de helft van de totale klimaatimpact bepaald door activiteiten tot en met verlaten boerderij. De activiteiten in de naketen waarvan de data een hogere mate van onzekerheid kennen hebben daarmee een grotere invloed op de onzekerheid van de totale klimaatimpact per kg geconsumeerde bonen.

Opvallend is dat verpakking een relatief lage klimaatimpact heeft bij de producten van land vergeleken bij de producten uit zee. Mogelijk zijn in de geraadpleegde databases transportverpakkingen niet meegenomen. In vervolgonderzoek zou nader onderzocht moeten worden in hoeverre dit de resultaten beïnvloedt.

Onzekerheid vergelijking klimaatimpact consumptie producten uit zee onderling en met eiwitrijke producten van land
Omdat in deze studie een zeer consistente werkwijze van het in kaart brengen van ketenstappen, dataverzameling en aannames is uitgevoerd, zijn de resultaten van de consumptie van de verschillende voedselproducten uit zee met een grote mate van zekerheid een op een te vergelijken. Voor een vergelijking met producten van land is zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze van de producten uit zee. Er zijn voor deze producten echter geen interviews gehouden met experts uit de verwerkende industrie. Resultaten van de consumptie van producten van land zijn met een redelijke mate van zekerheid te vergelijken met de resultaten van de consumptie van de producten uit zee.

3.5 Vergelijking klimaatcijfers in dit onderzoek en klimaatcijfers RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (2024)

In dit hoofdstuk worden de CO_2-cijfers (in kg CO_2-eq) per kg geconsumeerde vis uit hoofdstuk 3.3.2 vergeleken met de klimaatcijfers uit de Milieubelasting van voedingsmiddelen database (hierna RIVM LCA-database) (RIVM, 2024). Het RIVM brengt in opdracht van het ministerie van LVVN in de RIVM LCA-database gegevens samen om de milieubelasting van de Nederlandse voedselconsumptie te kunnen berekenen en te blijven monitoren. De voedingsmiddelen, dus ook visproducten, die in de database zijn opgenomen, zijn geselecteerd omdat ze een groot deel van de dagelijkse milieubelasting door voedselconsumptie dekken: ze worden veel geconsumeerd en/of hebben een relatief hoge milieubelasting, en/of waren specifiek interessant voor onderzoeksdoeleinden. Er zijn drie sets gegevens op basis van verschillende systeemgrenzen: tot en met consumptie, tot en met distributie en tot en met retail. De data in de database is sinds 2012 in batches aangevraagd. In 2024 zijn de data voor het laatst geactualiseerd. Een volledige methodebeschrijving is te vinden in Van Paassen et al. (2023). In de *Voedselvisie 2050 Voedsel uit Zee en Grote Wateren* van LVVN worden de CO_2-cijfers uit de RIVM-LCA-database van 2019 gehanteerd (Ministerie van LVVN, 2024). Voor meer informatie zie bijlage 13.

3.5.1 Vergelijking van methodologie

Tabel 3.16 en tabel 3.17 bieden een gedetailleerd overzicht van de methodologische verschilpunten tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database. Deze tabellen illustreren de uiteenlopende benaderingen die de onderlinge resultaten hebben beïnvloed.

In dit onderzoek zijn 18 dierlijke voedselproducten uit zee onderzocht, terwijl de RIVM LCA-database 26 visproducten omvat. Er zijn 13 overlappende vissoorten. In dit onderzoek is gekozen voor specifieke distributiekanalen zoals supermarkten, visspeciaalzaken/viskramen en horeca, waarbij per product het meest voorkomende kanaal wordt gekozen. De RIVM-LCA-database gaat ervan uit dat alle producten via supermarkten worden gedistribueerd.

Wat betreft allocatiemethoden, gebruikt dit onderzoek economische allocatie voor aquacultuur, voerproductie en verwerking, en massa-allocatie voor visserij (brandstof) en transport. De RIVM-LCA-database gebruikt economische allocatie als voorkeursmethode, met uitzondering van de cijfers voor visserij (brandstof). Deze cijfers zijn gebaseerd op studies waarin, als allocatie nodig was, massa- of biofysische-allocatie wordt toegepast.

Bij impactevaluatie is er ook verschil tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database: in dit onderzoek is de klimaatimpact bepaald aan de hand van de Europese methode EFv3.1 (op basis van IPCC 2021), terwijl de RIVM-database ReCiPe 2016 (op basis van IPCC 2013) toepast. Daarnaast zijn in de RIVM-LCA-database vijf extra milieueffecten berekend: landgebruik, waterconsumptie, verzuring en vermesting van zoutwater en zoetwater.

Op het gebied van data zijn de verschillen in brandstofgegevens van belang. Dit onderzoek gebruikt voor het inschatten van de klimaatimpact van de Nederlandse visserij gedetailleerde sectorgegevens: de hoeveelheid getankte liters en het type brandstof over de periode 2019-2023 (zie hoofdstuk 2). Brandstofgegevens van geïmporteerde vis zijn gebaseerd op literatuur (Teyders, 2025; Hilmarsdóttir et al., 2025; Ziegler et al., 2025; Zhang et al., 2025; Atagao et al., 2022; Sintef, 2022; Nhu et al., 2016; Al Eissa et al., 2022). De RIVM-LCA-database is voornamelijk gebaseerd op literatuur, waaronder studies van Cashion et al. (2017) en Tyedmers (2004). Verschillen in brandstofverbruik tussen verschillende gegevensbronnen variëren van ongeveer 70 tot 450%. Vooral bij wild gevangen vis hebben verschillende brandstofdata een groot effect op de uiteindelijke impactcijfers.

Een andere verklaring voor de verschillen tussen de cijfers in dit onderzoek en die uit de RIVM-LCA-database kan worden gevonden in de verschillen in de cijfers voor eetbare gedeelten van de vissoorten. Zowel in de bewerkingsfase (bijvoorbeeld van hele vis naar filet) als in de consumptiefase (bijvoorbeeld van hele mossel naar mosselvlees) moet rekening gehouden worden met het verlies van niet-eetbare delen. De consumptiedata zijn gelijk voor beide datasets (Voedingscentrum, 2023). De gegevens over eetbare gedeelten in de bewerkingsfase verschillen. De eetbare gedeelten in de bewerkingsfase die gebruikt zijn in de RIVM-LCA-database zijn gebaseerd op literatuur (FAO, 1989). In dit onderzoek zijn de eetbare gedeelten bepaald aan de hand van EUMOFA (2021), de UK Government MMO, FAO uFISH (FAO, 2016) en andere literatuur. Dit leidt tot lagere eetbare fracties in dit onderzoek en hogere waarden voor wat betreft de CO_2-eq-uitstoot per kg eetbaar deel van de vis.

Dit onderzoek veronderstelt grotere verschillen in afstanden tussen verwerking en distributie (200 km versus 20 km bij supermarktproducten)[34] en tussen distributie en retail (75 km versus 50 km voor supermarktproducten),[35] wat de resultaten kan beïnvloeden. Daarnaast veronderstelt de RIVM-LCA-database dat er geen koelmiddelverliezen zijn bij koeling en/of bevriezing tijdens transport en retail.

Verder zijn in dit onderzoek verpakkingsgegevens uit verschillende bronnen gebruikt en specificeert het een verpakkingstype per vissoort. Daarentegen gaat de RIVM-LCA-database uit van dezelfde verpakking voor alle soorten. Dit onderzoek houdt rekening met verpakking tijdens transport, maar de RIVM-LCA-database doet

[34] Bij visspeciaalzaken/viskramen en horeca is in dit onderzoek uitgegaan van 100 km. Deze afzetkanalen zijn niet meegenomen in de RIVM-LCA-database.

[35] Bij visspeciaalzaken/viskramen en horeca is in dit onderzoek uitgegaan van 100 km. Deze afzetkanalen zijn niet meegenomen in de RIVM-LCA-database.

dat niet. Daarnaast maakt de RIVM-LCA-database gebruik van de Circulair Footprint Formula (CFF) volgens PEF.

Ondanks de methodologische verschillen biedt de vergelijking tussen de twee benaderingen waardevolle inzichten. Dit gezamenlijke onderzoek verhoogt de transparantie en het begrip van de milieu-impact van voedselproducten uit zee, identificeert aandachtspunten voor de toekomst, en vormt een stap voorwaarts.

Tabel 3.16 *Overzicht van belangrijkste verschillen tussen methoden en assumpties in dit onderzoek en die in de RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM LCA-database) (RIVM, 2024)*

Aspect	Dit onderzoek	RIVM LCA-database
Doel & reikwijdte	• Inzicht in klimaatimpact van meest geconsumeerde voedselproducten uit zee in NL, vergelijking met eiwitrijke landproducten, ter ondersteuning van beleid. • 18 producten uit zee (vis, schaal- en schelpdieren, Nederlands & import) en 11 eiwitrijke landproducten (dierlijk & plantaardig).	• Inzicht in de milieubelasting van voedingsmiddelen die veel worden geconsumeerd in Nederland, of die relevant zijn voor onderzoek • 411 voedingsmiddelen, waaronder 26 visproducten
Selectie producten	• Selectiecriteria op basis van mate van consumptie in Nederland, mate van productie door Nederlandse visserij en databeschikbaarheid (zie bijlage 5) • Producten gespecificeerd naar herkomstland.	• Producten geselecteerd o.b.v. consumptie in Nederland, onderzoeksbelang
Functionele eenheid	• 1 kg product op moment van aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij • 1 kg eetbaar deel van product op moment van aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij • (gecorrigeerd voor niet-eetbare delen) • 1 kg geconsumeerd product	• 1 kg geconsumeerde vis bij consument • 1 kg geconsumeerde vis bij retail • 1 kg geconsumeerde vis bij distributie
Systeemgrenzen	Twee benaderingen: • Grondstofwinning tot en met aanlanding/1e verkoop of af-boerderij (niet volledige keten). • Grondstofwinning tot en met consumptie & afvalverwerking (volledige keten)	Drie benaderingen: • Grondstofwinning tot en met distributie • Grondstofwinning tot en met retail • Grondstofwinning tot en met consument
Afzetkanaal	• 3 afzetkanalen (supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam, horeca) -> per product uit zee meest voorkomende afzetkanaal gekozen, voor producten van land standaard supermarkt gekozen als afzetkanaal	• 1 afzetkanaal: supermarkt/retail
Allocatie	• Economische allocatie bij co-producten (bijv. visfilet, visolie en vismeel). • Massa-allocatie bij brandstofgebruik in visserijfase en transport	• Economische allocatie als voorkeursmethode • Massa- of biofysische allocatie bij brandstofgebruik in visserijfase • Transport wordt behandeld als een single-output proces waarvoor geen allocatie nodig is
Impactanalyse	• Alleen klimaatimpact, overige milieueffecten buiten scope. Klimaatimpact (broeikasgasemissies) volgens EF v3.1-methode, die gebaseerd is op GWP100 (IPCC, 2021)	• Zes milieu-impact categorieën (broeikasgasemissies, landgebruik, waterconsumptie, eutrofiering, zoetwater vermesting, zoutwatervermesting) via methode ReCiPe 2016 (IPCC, 2013)
Uitsluitingen (cut-off)	• Kapitaalgoederen, dienstreizen, tijdelijke/permanente CO_2-opslag, uitgestelde emissies uitgesloten. • Cut-offbandering gekozen voor afvalverwerking. • Vervoer van retail (supermarkt en visspeciaalzaak/viskraam) naar consument meegenomen op basis van standaardwaarden PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a)	• Kapitaalgoederen, dienstreizen, tijdelijke/permanente CO_2-opslag en uitgestelde emissies, koelmiddelen • Vervoer tussen supermarkt/retail en consument (vanwege gebrek aan gegevens) • Voor afvalverwerking wordt de Circular Footprint Formula (CFF) volgens de PEF gebruikt

Tabel 3.17 *Overzicht van verschillen tussen dit onderzoek en de RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (RIVM LCA-database) (RIVM, 2024) per levenscyclusfase*

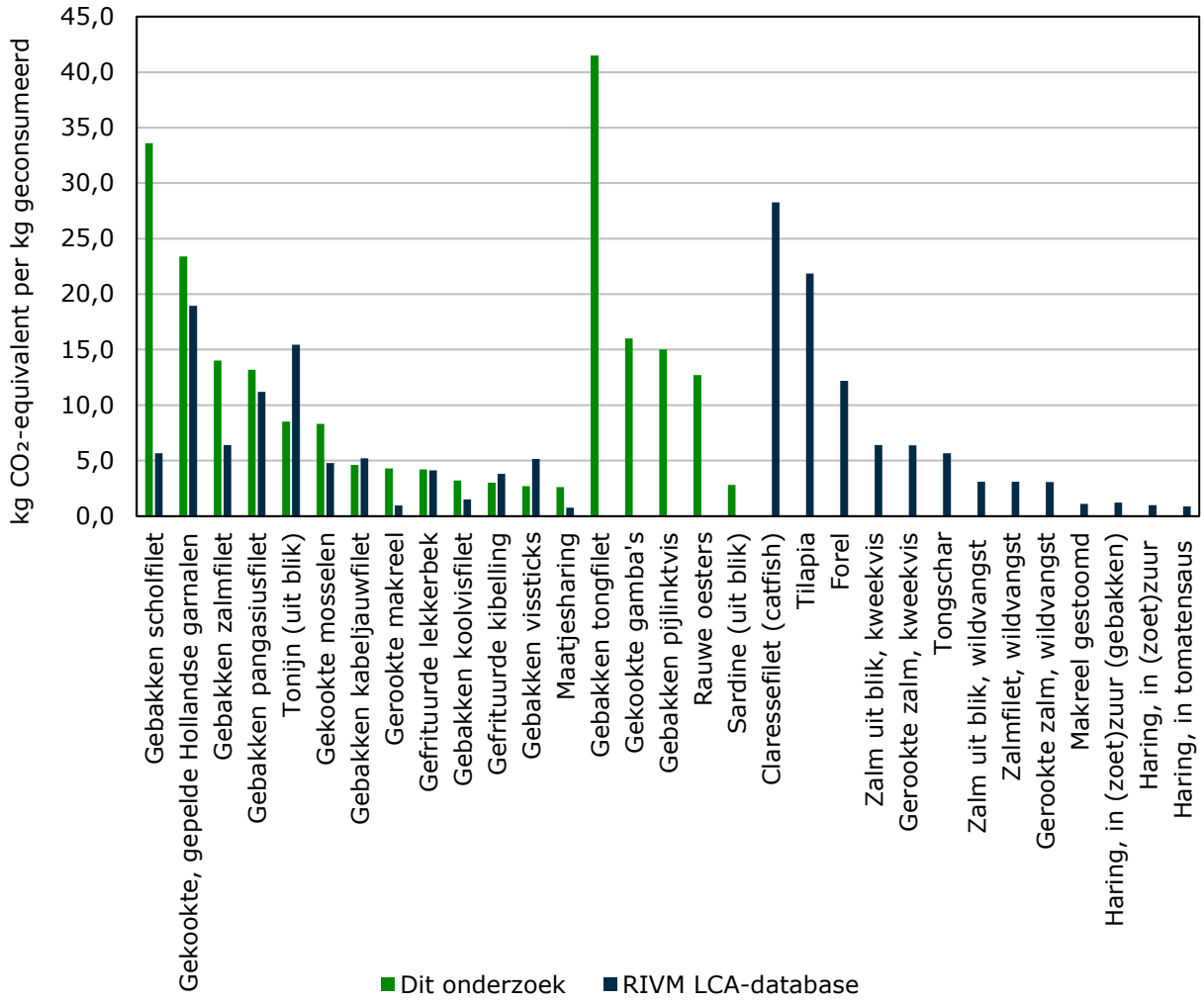
Levenscyclusfase	Dit onderzoek	RIVM LCA-database
Grondstofwinning tot en met aanlanding	• Wildvis: Brandstofdata van de producten die door NL visserij zijn aangeland zijn verkregen uit de enquêtes uit de kleine zeevisserij en de boekhoudgegevens uit het Bedrijfsinformatienet (Bedrijveninformatienet, z.d.) van Wageningen Social & Economic Research, over de periode 2019 – 2023 in combinatie met de logboekgegevens (VIRIS) (zie hoofdstuk 2); Brandstofdata van niet-Nederlandse producten uit zee is verkregen uit literatuur (Ziegler et al., 2022; Zhang et al., 2021; Tyedmers en Donovan, 2025; Hilmarsdóttir et al., 2025; Aragão et al., 2022). • Kweekvis: Voer-gerelateerde data (energie, grondstoffengebruik, emissies en afval bij teelt) zijn gebaseerd op literatuur Voor pangasius, gamba en zalm is data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval tijdens de kweek gebaseerd op data uit literatuur (Sintef, 2022; Nhu et al., 2016; Al Eissa et al., 2022). Voor mosselen en oesters: brandstofdata op basis van economische gegevens uit het Bedrijveninformatienet van Wageningen Social & Economic Research over 2019-2023 (zie hoofdstuk 2).	• Wildvis: Brandstofdata is verkregen uit literatuur (Tyedmers, 2004; Thrane, 2004; Cashion et al., 2017) • Kweekvis: Bij kweekvis is de voergerelateerde data verkregen uit Agri-footprint 6.3, en de brandstofdata is afkomstig uit verschillende literatuurbronnen.
Verwerking	• Eetbare delen volgens EUMOFA (of UK Government MMO, FAO uFISH 2016 of literatuur) • Sommige visproducten worden verwerkt als product met een beslaglaag (bijvoorbeeld vissticks). Data voor productie van het beslag zijn gebaseerd op desk research (ingrediëntendeclaratie en gegevens van Vázquez-Rowe et al., 2013).	• Eetbare delen per vissoort volgens FAO statistics (FAO, 2013b). • De samenstellingen van vissticks, lekkerbek en kibbeling zijn afgeleid uit ingrediëntendeclaraties op de verpakking en gegevens van Vázquez-Rowe et al. (2013).
Distributie	• Voor supermarktproducten is een transportafstand van 200 km van verwerkingslocatie naar het distributiecentrum aangenomen, en een transportafstand van 75 km van distributiecentrum naar retail (op basis van expert judgement WR en interviews met sector). NB: Voor visspeciaalzaken en horeca zijn de afstanden van deze trajecten 100 km per traject geschat. • Verliezen distributie: PEFCR Marine Fish voor producten uit zee (4%), met uitzondering van vis in blik (FAO, 2019)	• Een transportafstand van 20 km naar het distributiecentrum wordt aangenomen, evenals een transportafstand van 50 km van distributiecentrum naar retail (Broekema et al., 2015; Van Paassen et al., 2017). • Geen verliezen tijdens distributie • Koelmiddelverliezen bij koeling en/of bevriezing zijn out of scope
Verpakking	• Data van verpakkingen zijn gebaseerd op data uit literatuur, eigen metingen door onderzoeker (consumentenverpakking) en de RP study. - Onderscheid gemaakt tussen verpakking tijdens transport van aanlanding/eerste verkoop tot en met verwerking, en consumentenverpakking. • Cut-offbandering gekozen voor afvalverwerking.	• Met uitzondering van tonijn, vissticks wordt aangenomen dat alle visproducten vleesverpakking conform de PEF-pilotstudie voor vlees (2015) hebben, bestaande uit 25 gram PP en 2,5 gram papier (Van Paassen et al., 2023). Tonijn wordt verondersteld verpakt te zijn in een blik, vissticks in kartonnen doosje. • Uitsluitend consumentenverpakking wordt in beschouwing genomen; voor transport wordt geen specifieke verpakking verondersteld • Circular Footprint Formula (CFF) toegepast volgens PEF.
Retail	• Verliezen in de retailfase worden geschat op 4% volgens PEFCR Marine Fish met uitzondering van vis in blik (FAO, 2019)	• Verliezen in de retailfase voor vissen worden geschat op 9% volgens FAO (2011) • Koelmiddelverliezen bij koeling en/of bevriezing zijn out of scope
Bereiding en consumptie	• Raw-to-cooked (rauw-tot-bereid)ratio's van RIVM (2025) voor bereiding consument; verliezen bij consument volgens Voedingscentrum (2023)	• Raw-to-cooked (rauw-tot-bereid)ratio's van RIVM (2025) voor bereiding consument; verliezen bij consument volgens Voedingscentrum (2023)

3.5.2 Vergelijking impactcijfers

In het huidige onderzoek zijn cijfers beschikbaar voor 18 vissoorten met een variatie van 2,6 kg CO_2-eq tot 38,0 kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product (figuur 3.8, groen). De RIVM-LCA-database bevat cijfers voor 26 vissoorten met een variatie van 0,8 kg CO_2-eq tot 21,8 CO_2-eq per kg geconsumeerd product (figuur 3.8, blauw). In beide datasets komen 13 vissoorten overeen (bijlage 14, figuur 3.8 groen en blauw). Er zijn verschillen tussen de klimaatimpactcijfers voor de 13 overlappende vissoorten. Bij vijf visproducten (gekookte, gepelde Hollandse garnalen, gebakken kabeljauwfilet, gebakken pangasiusfilet, gefrituurde lekkerbek en gefrituurde kibbeling) zijn de afwijkingen tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database beperkt (minder dan 30%). Voor de overige acht producten zijn de verschillen groter. Bij zes van de producten (gekookte mosselen, gebakken koolvisfilet, gebakken zalmfilet, maatjesharing, gerookte makreel en gebakken scholfilet) rapporteert de RIVM-LCA-database lagere waarden, met relatieve verschillen van 42% tot 83% lager ten opzichte van de cijfers uit dit onderzoek. Specifiek vallen gebakken scholfilet, gerookte makreel en maatjesharing op, waarbij de RIVM-LCA-database cijfers respectievelijk 83%, 78% en 70% lager zijn. Bij twee visproducten liggen de cijfers uit dit onderzoek substantieel hoger dan in de RIVM-LCA-database: tonijn (82%) en vissticks (91%). In totaal zijn de cijfers in de RIVM-LCA-database voor 8 van de 13 producten lager dan die in dit onderzoek.

Naast de absolute verschillen komen de verschillen in impactcijfers ook tot uiting in de rangorde (van hoogste naar laagste impact). Van de overlappende producten zijn in dit onderzoek gebakken scholfilet, gekookte, gepelde Hollandse garnalen en gebakken zalmfilet de vissen met de hoogste impact, en gefrituurde kibbeling, gebakken vissticks en maatjesharing die met de laagste klimaatimpact. In de RIVM-LCA-database zijn van de 13 overlappende producten gekookte, gepelde Hollandse garnalen, tonijn (uit blik) en gebakken pangasiusfilet de vissen met de hoogste klimaatimpact en hebben gebakken koolvisfilet, gerookte makreel en maatjesharing de laagste klimaatimpact.

Grote verschuivingen in rangorde zijn zichtbaar voor gebakken scholfilet (1 in dit onderzoek naar 5 in de RIVM-LCA-database), tonijn (uit blik) (5 naar 2), gebakken vissticks (12 naar 7) en gerookte makreel (8 naar 12). Voor de andere producten verandert de volgorde beperkt: gekookte mosselen (6 naar 8), gebakken kabeljauwfilet (7 naar 6), gebakken koolvisfilet (10 naar 11), gebakken zalmfilet (3 naar 4) en gebakken pangasiusfilet (4 naar 3). Gefrituurde lekkerbek blijft op 9 en maatjesharing op de laatste plaats, 13. Dit laat zien dat de methodologische verschillen tussen dit onderzoek en die van de RIVM-LCA-database niet alleen invloed hebben op de absolute waarden, maar ook op de relatieve impact ten opzichte van andere vissen.



Figuur 3.8 *Vergelijking van klimaatimpact (kg CO_2-eq per kg geconsumeerd product) voor de 13 overlappende visproducten en klimaatimpact voor de niet-overlappende producten tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database*

3.5.3 Verklaring van grootste verschillen

Verschillen in de klimaatimpact tussen dit onderzoek en die van de RIVM-LCA-database kunnen worden verklaard door verschillen in methode, aannames en databronnen. De hoofdlijnen van de methodeverschillen zijn te vinden in hoofdstuk 3.5.1. Verklaringen voor een aantal vissoorten die de grootste verschillen vertoonden worden hieronder beschreven.

Gebakken scholfilet, tonijn (uit blik), gerookte makreel en maatjesharing
De visserijfase is een belangrijke fase in de levenscyclus van visproducten voor wat betreft de klimaatimpact. Met name het brandstofgebruik levert de grootste bijdrage voor de een aantal visproducten, waaronder gebakken scholfilet, tonijn, gerookte makreel en maatjesharing. Echter, zijn er verschillen in brandstofgebruik data tussen deze studie en de RIVM-LCA-database, wat uiteindelijk invloed heeft op het uiteindelijke impactcijfer en leidt tot verschillende resultaten. Voor gebakken scholfilet, gerookte makreel en maatjesharing waren de brandstofwaarden per kg aangelande vis hoger in dit onderzoek dan in de RIVM-LCA-database, wat resulteerde in een hogere klimaatimpact voor deze soorten. Voor tonijn was het tegenovergestelde het geval, wat leidde tot een lagere impact. Voor de wildvangsoorten wordt dit vooral bepaald door de vangsten per uur/dag vissen, die door de jaren heen aanzienlijk kunnen verschillen. De laatste jaren zijn de vangsten van tong en schol per dag vissen aanzienlijk lager dan in de jaren ervoor.

Voor schol wordt in dit onderzoek uitgegaan van een gewogen gemiddelde van métiers in de Nederlandse visserij over de jaren 2019-2023, namelijk boomkor, SumWing en twinrig. In de RIVM-LCA-database is het

brandstofverbruik afgeleid van data uit Deense gegevens, waarbij 29% met de Deense zegen (seine) methode gebeurt, een methode met lager brandstofgebruik. De overige gebruikte data betreft bodemtrawl (42%), boomkor (15%) en staandwant (12%) (Thrane, 2004). Voor makreel is in dit onderzoek uitgegaan van Nederlandse pelagische trawl, terwijl de RIVM-LCA-database uitgaat van het brandstofverbruik van de purse seine (ringzegen) methode, waarbij gebruik wordt gemaakt van brandstofdata uit de late jaren negentig (Tyedmers, 2004).

Daarnaast worden de vangstwaarden voor de wildvangsoorten vooral bepaald door de vangsten per uur/dag vissen. Deze kunnen door de jaren en seizoenen heen aanzienlijk verschillen (zie hoofdstuk 2.5). Sinds 2016 is voor de grotere kotters een dalende trend te zien in vangsten schol per zeedag. Ter vergelijking, in 2016 werd gemiddeld zo'n 5.300 kilogram schol per zeedag gevangen met boomkor en SumWing door grote kotters terwijl dit met afgerond 2.500 kg/zeedag minder dan de helft nog was in 2024 (Visserij in Cijfers/Agrimatie, 2026b). Voor tong is dit beeld anders en is meer fluctuatie zichtbaar, al geldt dat er de laatste 10 jaar steeds minder platvis in absolute zin wordt gevangen en aangeland door de krimpende kottervloot in Nederland.

Hollandse garnalen
Bij Hollandse garnalen is er een fundamenteel verschil in de modellering: de RIVM-LCA-database gaat uit van gekweekte garnalen, terwijl in dit onderzoek is uitgegaan van Hollandse garnalen, gevangen door de Nederlandse visserij. Hierdoor is een directe vergelijking van de data niet mogelijk.

Gebakken zalmfilet (kweek), gebakken pangasiusfilet
De voerfase heeft de grootste invloed op de klimaatimpact voor gekweekte vis zoals zalm en pangasiusfilet (figuur 3.5). Factoren, zoals voersamenstelling en voerconversieratio's, kunnen leiden tot verschillen die de uiteenlopende resultaten tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database kunnen verklaren.

Vissticks
Vissticks, gemaakt van koolvis, hebben een klimaatimpact die onder andere afhangt van het brandstofverbruik tijdens de vangst. Daarnaast spelen ook factoren zoals het beslag en het proces van voorfrituren een rol. Verschillen in klimaatimpact kunnen ontstaan door verschillende aannames over deze aspecten.

3.6 Discussie: resultaten representatief voor specifieke ketens, methodologische keuzes en onzekerheid in data hebben invloed op klimaatcijfers

Dit onderzoek geeft inzicht in de klimaatimpact van de in Nederland meest gegeten voedselproducten uit zee en veel gegeten eiwitrijke producten van land. De gerapporteerde klimaatcijfers zijn representatief voor specifieke afzetkanalen, specifieke verpakkingen en specifieke bereidingswijzen. Ook methodologische keuzes zijn bepalend voor de resultaten. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste kanttekeningen van deze studie besproken.

Deze studie heeft de klimaatimpact van 18 dierlijke voedselproducten uit zee en elf eiwitrijke (dierlijke en plantaardige) voedselproducten van land onderzocht. Andere milieu-effecten zoals land-/zeebodemgebruik, watergebruik en verlies van biodiversiteit zijn niet meegenomen in deze studie. Wanneer het gewenst is een rangschikking te maken van de meest milieuvriendelijke voedingsproducten, zouden naast klimaatimpact ook andere milieu-effecten in kaart gebracht moeten worden. Wanneer een vergelijking van een breed duurzaamheidsprofiel gewenst is, zouden ook sociale en economische effecten meegenomen moeten worden.

De klimaatcijfers in deze studie zijn niet representatief voor voedingsproducten geconsumeerd in andere landen dan Nederland, andere afzetkanalen, andere verpakkingen en andere bereidingswijzen. Wanneer de visserij/(vee)teelt het grootste deel van de klimaatimpact bepaalt zal verkoop via andere afzetkanalen niet veel verschil maken, maar wanneer activiteiten in de naketen een groot deel van de klimaatimpact bepalen kunnen cijfers niet zonder meer gebruikt worden voor vergelijkingen van andere afzetkanalen, andere

verpakkingsmaterialen en andere bereidingswijzen. Daarnaast kan ook het eetbare deel van sommige producten in andere landen/culturen verschillen. Een aantal activiteiten in de naketen zijn niet meegenomen in de analyse, omdat zij naar schatting cumulatief minder dan 3% van de klimaatimpact bepalen (bijvoorbeeld productie en onderhoud van infrastructuur en kapitaalgoederen), er geen methode is om de klimaatimpact te kwantificeren (bijvoorbeeld bij lozing van slib op rivierwater) of omdat gekozen is om de klimaatimpact een bepaalde activiteit niet aan het voedingsproduct toe te schrijven (bijvoorbeeld vervoer van horeca-bezoeker naar horeca-locatie). Waarschijnlijk zijn bij producten van land transportverpakkingen niet opgenomen in de geraadpleegde databases. Dit heeft waarschijnlijk geen of zeer beperkte invloed is op de rangorde van de producten.

Zoals in de gevoeligheidsanalyse (paragraaf 3.4) vermeld is voor een aantal producten uit zee de keuze van allocatiemethode bepalend voor de klimaatimpact per kg product. Dit geldt niet alleen voor producten uit zee, maar ook voor producten van land wanneer een productiesysteem meerdere co-producten levert. Zo wordt de klimaatimpact van kaas mede bepaald door de allocatiemethode die is toegepast om de impact van de melkveehouderij te verdelen over de rauwe melk, kalfsvlees en het vlees van de uitgemolken koeien. In deze studie is voor de producten van land economische allocatie gehanteerd. Massa-allocatie is met producten met zeer verschillende gehaltes aan droge stof (zoals melk en vlees) een zeer onlogische keuze. Wanneer een andere allocatiekeuze toegepast zou worden, zal de analyse tot andere klimaatcijfers leiden.

Zoals in de onzekerheidsanalyse (paragraaf 3.4) vermeld kan het eetbaar deel van de aangelande producten met de seizoenen variëren. Dit maakt dat ook de klimaatimpact over de seizoenen kan variëren.

In deze studie is conform PEF de klimaatimpact berekend op basis van het klimaateffect over een tijdshorizon van 100 jaar (GWP100). Biogene CO_2-emissie is hierin niet meegenomen, omdat biogene CO_2 over het algemeen kortcyclisch is: een cyclus van opnemen en uitstoten van biogene CO_2 vindt binnen de tijdshorizon van 100 jaar plaats en heeft daarmee netto nul effect. Voor biogene CO_2-emissie die vrijkomt bij de verbranding van mossel- en oesterschelpen is er discussie over deze benadering. De CO_2 die in de schelpen is vastgelegd is afkomstig uit carbonaationen uit zeewater. Door het calcificatieproces wordt de oplosbaarheid van CO_2 verlaagd. Het gaat bij schelpvorming dus niet om CO_2 die direct uit de atmosfeer is vastgelegd. Omdat er geen wetenschappelijke consensus is over de benadering van CO_2 vastlegging en verbrandingsemissie van schelpen, is in deze studie uitgegaan van de PEF-richtlijn die biogene CO_2 buiten beschouwing laat in het berekenen van de klimaatimpact. Wanneer er een andere benadering wordt gekozen en de verbrandingsemissie van schelpen wel als nettotoevoeging aan de atmosfeer gezien wordt, zal de klimaatimpact per kg geconsumeerde mosselen en schelpen tussen 20 en 80% hoger zijn dan in deze studie gerapporteerd (tabel 3.9).

3.7 Conclusie: grote variatie in klimaatimpact per kg voedselproduct, zowel uit zee als van land

De klimaatimpact van de in Nederland meest geconsumeerde voedselproducten uit zee en veel gegeten eiwitrijke producten van land verschilt sterk. Er is geen eenduidige uitspraak te doen dat ofwel de producten uit zee ofwel de producten van land een lagere klimaatimpact hebben. De laagste klimaatimpact hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik), de demersale visserij (met uitzondering van gebakken pijlinktvis), de plantaardige producten van land en gekookt ei. Gebakken schol- en tongfilet en gebakken biefstuk hebben de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben. Ook gekookte, gepelde Hollandse garnalen hebben een relatief hoge klimaatimpact per kg geconsumeerd product.

Klimaatimpact tot en met aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij
De pelagische soorten, demersale soorten (met uitzondering van inktvis), mosselen en oesters, rauwe melk, vegetarische burger, bonen en noten hebben een lage klimaatimpact per kg product bij aanlanding, eerste verkoop of af-boerderij, schol, tong en vleesvee voor rundvlees de hoogste. Ditzelfde geldt per kg eetbaar gedeelte. De klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte is voor de meeste producten hoger dan per kg product (tot wel 13 keer hoger voor oesters), omdat slechts een deel van de producten bij aanlanding/eerste

verkoop/af-boerderij eetbaar is. De klimaatimpact van de producten tot en met aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij kent een relatief grote mate van zekerheid.

Klimaatimpact tot en met consumptie
De laagste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale visserij (met uitzondering van gebakken inktvis), de plantaardige producten en gekookt ei. De hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben gebakken schol- en tongfilet, gebakken biefstuk en gekookte, gepelde Hollandse garnalen. De klimaatimpact voor de activiteiten in de naketen kennen een lagere mate van zekerheid dan die tot en met aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij als gevolg van extra aannames die gedaan moesten worden. Voor de producten waar de activiteiten in de naketen het grootste deel van de klimaatimpact bepalen is de onzekerheid groter dan voor de producten waar de activiteiten in de naketen een beperkt deel van de totale klimaatimpact bepalen.

De bijdrage van activiteiten tijdens de verwerkingsfase is relatief groot bij de consumptie van gerookte makreel (met name energiegebruik roken), gebakken vissticks (met name productie beslag en voorfrituren) en de gebakken vegetarische burger (met name energiegebruik verwerkingsfabriek).
De bijdrage van verpakking heeft geen doorslaggevend effect op de rangorde in klimaatimpact van de producten, ondanks dat de bijdrage van verpakking sterk verschilt tussen de producten vanwege verschillen in type verpakkingsmateriaal en afvalverwerkingsroute. Bij de producten uit blik (sardine, tonijn, bruine bonen en kikkererwten) heeft verpakking een relatief grote bijdrage. Bij de producten uit zee hebben de transportverpakkingen een significante bijdrage aan de klimaatimpact van verpakking.
De bijdrage van opslag en transport is relatief hoog bij producten die over langere trajecten vervoerd worden, vooral wanneer dit vervoer over de weg plaatsvindt.

De bijdrage van retail is voor de producten die bij de visspeciaalzaak/viskraam bereid worden (kibbeling en lekkerbek) hoog (circa 25%) door productie van het beslag en het energiegebruik voor frituren, en marginaal (<2%) voor de rest.

De bijdrage van de consument is voor de meeste producten laag. De laagste bijdrage van de consument is te zien bij producten die niet gekoeld bewaard worden en niet bereid worden. Gekookte mosselen kennen de hoogste klimaatimpact in de consumentfase, omdat de mossel inclusief schelp gekookt wordt en het gekookte eetbare deel laag is.
Tot slot zijn er twee producten die via de horeca verkocht worden: gebakken pijlinktvis en rauwe oesters. De bijdrage van de horeca aan de totale klimaatimpact is beperkt (5% respectievelijk 3%), omdat er minder verpakkingsmateriaal nodig is en de klimaatimpact van het vervoer van de horecabezoeker naar de horecalocatie is toegeschreven aan recreatie en niet aan de consumptie van het product.

De klimaatcijfers in dit onderzoek wijken voor sommige visproducten af met die uit de RIVM-LCA-database Milieubelasting Voedingsmiddelen. Van de 13 vissoorten uit dit onderzoek die ook in de RIVM-LCA-database staan, hebben er vijf (gekookte, gepelde Hollandse garnalen, gebakken kabeljauwfilet, gebakken pangasiusfilet, gefrituurde lekkerbek, gefrituurde kibbeling) een vergelijkbare klimaatimpact (minder dan 30% afwijking), zes (gekookte mosselen, gebakken koolvisfilet, gebakken zalmfilet, maatjesharing, gerookte makreel en gebakken scholfilet) een substantieel lagere klimaatimpact in de RIVM-LCA-database dan in deze studie (van 42% tot 83% lager dan in deze studie), en twee (tonijn en vissticks) een substantieel hogere klimaatimpact (82% en 91%, respectievelijk). Ook verschilt de rangorde van de producten van hoogste naar laagste klimaatimpact tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database, met name voor gebakken scholfilet, tonijn (uit blik), gebakken vissticks en gerookte makreel. De oorzaken van de verschillen zijn voor elk product anders, en ontstaan door methodologische en dataverschillen. Voor wildgevangen vis zijn deze verschillen gerelateerd aan de afwijkingen in de brandstofcijfers die in dit onderzoek en de RIVM-LCA-database zijn gebruikt.

4 Voedingswaarde van vis ten opzichte van eiwitrijke voedingsmiddelen van land

4.1 Inzicht in voedingswaarde van in Nederland veel geconsumeerde voedselproducten uit zee en eiwitrijke alternatieven van land gewenst

Het voedsel dat we produceren en consumeren heeft zowel impact op het klimaat en milieu als op de volksgezondheid. Dit geldt voor vis maar ook voor andere voedingsmiddelen, zoals vlees, ei, zuivel of plantaardig voedsel. De richtlijn goede voeding van de Gezondheidsraad (2025) adviseert consumptie van 100 gram duurzame vis, bij voorkeur van een vette vissoort, per week. Dat is ongeveer 14 gram per dag. Ongeveer 48% van de Nederlandse volwassen bevolking (18-79 jaar) eet minstens één keer per week vis, waarvan 30% één keer per week en 18% minstens twee keer per week vis consumeerde (Rossum et al., 2023; RIVM, 2023a; 2023b). De gemiddelde consumptie van vis in Nederland (inclusief niet-viseters) is dagelijks 16 gram vis, schaal- en schelpdieren (schaaldieren, weekdieren) en visproducten (waarvan 11 gram vis). Ongeveer 38% van de geconsumeerde vis betreft vette vis. Op de dagen dat vis wordt gegeten, is de gemiddelde consumptie van vis 110 gram per dag.

Vette vissoorten zijn een belangrijke bron van de essentiële vetzuren eicosapentaeenzuur (EPA) en docosahexaeenzuur (DHA). Andere gunstige voedingsstoffen in vis, schaal- en schelpdieren zijn onder meer jodium, selenium, vitamine B12 en vitamine D. Schaal- en schelpdieren bevatten daarnaast de voor de gezondheid minder gunstige stof voedingscholesterol (Rossum et al., 2023). Vlees (en vleesvervangers) leveren 96% van de inname van heam-ijzer en zijn daarnaast belangrijk voor de inname van selenium, zink en natrium (≥20%). Zuivel en zuivelvervangers zijn vooral belangrijk voor de inname van calcium, fosfor, jodium en zink (bijdrage >20%). De zoutinname is te hoog in Nederland. Een lager zoutgehalte van ons eetpatroon zou gunstig zijn voor de volksgezondheid. Zout (natrium) is van nature aanwezig en wordt toegevoegd bij het bewerken en consumeren van voedsel. Verschillende bewerkings- en bereidingsstappen bepalen daarnaast de voedingswaarde (energie, vet, zout) van het eindproduct, zoals het toevoegen van zout (gerookte zalm of worst) of vet (tonijn in olie).

Het ministerie van LVVN wil graag inzicht in de vergelijking van de voedingswaarde van aquatische voedingsmiddelen uit zee met die van eiwitrijke voedingsmiddelen van land. In dit hoofdstuk zal de volgende onderzoeksvraag beantwoord worden:

- Hoe verhouden voedingsmiddelen uit zee zich in voedingskundig opzicht tot eiwitrijke voedingsmiddelen van land?

Voor de voedingskundige vergelijking richten we ons op een selectie aan voedingsstoffen uit vis en eiwitrijke voedingsmiddelen van land, met name vlees. De schadelijke stoffen in vis, zoals zware metalen, dioxines en PFAS worden niet verder onderzocht, maar zijn niet minder belangrijk (Gezondheidsraad, 2025). Het gehalte is onder andere afhankelijk van de vissoort.

4.2 Methode: nevocodes en standaard portiegroottes gebruikt om voedingswaarde te bepalen

Voor de vergelijking van voedingsmiddelen is gebruikgemaakt van de selectie van 29 voedingsmiddelen vanuit de zee en van het land, zoals eerder gespecificeerd in dit rapport (zie hoofdstuk 3.1.1 en bijlage 5 en 6). Om inzicht te geven in de voedingswaarde van vis en alternatieven is een breed scala aan voedingsstoffen in kaart gebracht en een selectie daarvan voor vis en vervangers beschreven. De selectie is gebaseerd op de bijdrage aan de dagelijkse inname (vis is een belangrijke bron) in combinatie met de gehalten. De bijdrage van type voedingsmiddel aan de inname gaat uit van www.wateetnederland.nl.

In de analyse nemen we energie, macronutriënten, mineralen, en vitaminen mee.

De voedingsmiddelen in deze studie zijn gekoppeld aan nevocodes uit het Nederlands Voedingstoffenbestand (NEVO)-online 2023 (NEVO-online, 2023), zodat de bijbehorende voedingswaarde per voedingsmiddel inzichtelijk gemaakt konden worden. De nutriënten zijn overgenomen uit NEVO (NEVO-online, 2023). Voor voedingsmiddelen waarvoor geen nevocode beschikbaar was (bijvoorbeeld pijlvis/inktvis, vegetarische schijf), is een vergelijkbaar voedingsmiddel geselecteerd op basis van samenstelling.

We analyseren de nutriëntensamenstelling per 100 g product om te zien welke voedingsmiddelen relatief rijk zijn aan bepaalde voedingsstoffen, los van de portiegrootte die in de praktijk wordt gegeten. Daarnaast analyseren we de nutriëntensamenstelling per portiegrootte, wat weergeeft hoeveel mensen binnen krijgen. De standaardportiegroottes zijn overgenomen uit Portie Online (Portie-online, 2026) of de Schijf van Vijf (Voedingscentrum, 2026). De gehanteerde porties (Portie-online, 2026) zijn weergegeven in bijlage 15. Voor meer uitleg over de voedingsstoffen en hun functie in het lichaam verwijzen we naar Voedingsstoffen van het Voedingscentrum (Voedingscentrum, z.d.). Voor meer uitleg over de consumptie van een voedingsstof en de bijdrage van een bepaalde voedingsstof aan de dagelijkse inname verwijzen we naar Wat eet Nederland? (RIVM, z.d.).

4.3 Resultaten: Alle visproducten en eiwitrijke producten van land zijn bronnen van energie, vet en eiwitten en essentiële voedingstoffen, maar variatie is groot

Tabel 4.1 geeft de resultaten voor de voedingswaarde van vis en eiwitrijke voedingsmiddelen van het land per 100 g. De intensiteit van de kleur geeft de hoogte van de waarden weer: hoe donkerder de kleur, hoe hoger de waarde. Witte cellen betekenen een waarde van 0.

Eiwit
Vis is een eiwitrijk voedingsmiddel (meestal 15-27 g per 100 g) waarvan tonijn en zalm (25-27 g) het hoogste eiwitgehalte hebben. Oesters zijn laag in eiwit (6 g). Het eiwitgehalte van dierlijke voedingsmiddelen van het land zoals gehakt, biefstuk en kipfilet ligt tussen 25-31 gram per 100 g. Plantaardige burgers, walnoten en cashewnoten leveren 16-21 g eiwit, kikkererwten 7-8 g eiwit per 100 g. Het eiwitgehalte van schol, sardine, kabeljauw, makreel en garnalen is vergelijkbaar met dat van kaas, cashewnoten en vegetarische burgers, met 20-23 g eiwit per 100 g. Producten zoals kibbeling, lekkerbek, pangasiusfilet, haring, mosselen, vissticks en gamba's bevatten 12-19 g eiwit per 100 g, vergelijkbaar met walnoten en ei.

Vezels
Plantaardige eiwitrijke producten, zoals peulvruchten of noten, zijn rijk aan vezels, dierlijke producten bevatten niet of nauwelijks vezels.

Vetten en vetzuren EPA/DHA
Vette vissoorten worden aanbevolen in Richtlijnen Goede Voeding vanwege gunstige vetzuren (EPA en DHA). Makreel, sardine, zalm zijn vetrijk met een hoog gehalte aan EPA en DHA. Tonijn en pijlinktvis hebben een laag gehalte DHA met respectievelijk 0,06 en 0,01 g per 100 g. Andere vissoorten zoals gefrituurde kibbeling, kabeljauwfilet, lekkerbek, pijlinktvis/(gefrituurde) inktvis en schol bevatten nauwelijks EPA en/of DHA. Ook dierlijke voedingsmiddelen van het land en plantaardige voedingsmiddelen van het land bevatten geen EPA/DHA. Noten zijn zeer vetrijk (walnoten 68 g, cashewnoten 49 g), met een hoog aandeel aan andere gunstige meervoudig onverzadigde vetzuren.

Natrium (zout)
Maatjesharing, gerookte makreel en kaas bevatten veel zout (600-1.000 mg natrium per 100 g). Bij vis hebben vooral gerookte of geconserveerde producten een hoog zoutgehalte, zoals maatjesharing (1097 mg) en gerookte makreel (746 mg). Dierlijke voedingsmiddelen van het land zoals kaas (670 mg) vallen ook in deze categorie. Zalm, biefstuk, kipfilet en ongezouten noten hebben een laag zoutgehalte (<50 mg per 100 g).

Ijzer
Vis (producten) zoals sardines, mosselen en oesters bevatten >3 mg ijzer per 100 gram. Dit is ongeveer vergelijkbaar met dierlijke voedingsmiddelen van het land zoals varkenshaas (3,2 mg), rundergehakt (2,8 mg), biefstuk (2,4 mg) en enkele plantaardige voedingsmiddelen zoals walnoten (3,4 mg), vegetarische burger (2,7 mg) en cashewnoten (6,7 mg). Andere visproducten zoals haring (1,4 mg) en tonijn (1,6 mg) hebben een lager ijzergehalte. Er is variatie in gehalten en de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Heemijzer is het beste beschikbaar voor het lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering na, een hoog heemijzergehalte. Het ijzer in plantaardige producten (non-heem) wordt minder goed opgenomen in het menselijk lichaam.

Jodium
Vis (vooral kabeljauw, koolvis en mosselen) bevat veel jodium per 100 g, waarvan kabeljauw (243 µg), mosselen (125 µg), koolvis (100-120 µg) de hoogste gehaltes hebben. In andere visproducten is het jodiumgehalte lager zoals tonijn, tong of zalm. Dierlijke en plantaardige voedingsmiddelen van het land bevatten minder jodium bijvoorbeeld kipfilet, varkenshaas, rundergehakt (1-3 µg), ei (35,5 µg) en kaas (21 µg).

Selenium
Het seleniumgehalte van vis is redelijk tot hoog, bijvoorbeeld tonijn (90 µg), gerookte makreel (59 µg) en tong (51 µg). Dierlijke voedingsmiddelen van het land hebben een lager seleniumgehalte bijvoorbeeld kip (18 µg), varkenshaas (16 µg), ei (20 µg) en kaas (12 µg). Het seleniumgehalte van plantaardige voedingsmiddelen van het land is ook laag, met uitzondering van cashewnoten (37 µg).

Vitamine D
Gerookte makreel (8,2 µg), tong (8,0 µg) en haring (6,2 µg), bevatten het hoogste gehalte aan vitamine D van de visproducten in deze studie. Dierlijke voedingsmiddelen van het land bevatten minder vitamine D zoals rundergehakt (1,9 µg) en ei (1,8 µg). Plantaardige voedingsmiddelen van het land bevatten geen vitamine D.

Vitamine B12
Mosselen (19,2 µg), garnalen (16,8 µg), oesters (16,2 µg) en sardines (15,0 µg) zijn rijk aan vitamine B12 per 100 g. De andere vissen zoals koolvis of kabeljauw zijn relatief laag in vitamine B12. Gemiddeld zijn de vitamine B12-gehalten voor dierlijke voedingsmiddelen van het land vaak lager dan in vis per 100 gram zoals rundergehakt 3,0 en kaas 2,0 µg. Plantaardige voedingsmiddelen van het land bevatten geen vitamine B12.

Tabel 4.1 *Energie, macronutriënten, mineralen, en vitaminen per 100 gram – Kleuren geven de hoogte van de waarden weer: hoe donkerder de kleur, hoe hoger de waarde. Witte cellen betekenen een waarde van 0, nb niet beschikbaar (geen data)*

Categorie	Product	Energie	Eiwitten	Vet	Verzadigd vetzuur	Meervoudig onverzadigd vetzuur	Enkelvoudig onverzadigd vetzuur	Omega-3 vetzuren	Omega-6 vetzuren	Linolzuur (omega-6)	Alfa-linoleenzuur (omega-3)	Eicosapentaeenzuur (EPA, omega-3)	Docosahexaeenzuur (DHA, omega-3)	Voedingsvezel	Natrium	IJzer	Jodium	Fosfor	Selenium	Beta-caroteen totaal	Retinol	Vitamine A (retinolactiviteit)	Vitamine D	Riboflavine (vitamine B2)	Vitamine B6	Vitamine B12
		kcal	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	µg	mg	µg	µg	µg	µg	µg	mg	mg	µg
pelagisch	Gerookte makreel	301	21	24	5,2	5,9	10,0	4,3	1,6	0,44	0,37	1,46	2,44		746	1,2	50	237	59		36	36	8,2	0,37	0,28	10,2
pelagisch	Maatjesharing	172	18	10	2,4	1,4	5,1	1,1	0,2	0,13	0,09	0,33	0,42		1097	1,4	28,9	297	46		26	26	6,2	0,18	0,34	9,3
pelagisch	Sardine (uit blik)	231	22	16	3,6	7,4	4,0	3,0	4,5	4,34	0,50	1,14	1,04		458	3,1	23	520	49	nb	7	7	3,3	0,29	0,18	15,0
pelagisch	Tonijn (uit blik)	206	27	11	1,4	5,8	2,2	0,6	5,2	5,20	0,49		0,06	0,1	393	1,6	14	200	90		6	6	2,1	0,12	0,51	5,0
pelagisch	Gebakken koolvisfilet	108	25	1	0,3	0,5	0,2	0,4		0,01		0,10	0,33		134	0,5	100	383	32		6	6	0,6	0,17	0,24	4,4
pelagisch	Gebakken vissticks (obv koolvis)	239	16	13	2,0	5,7	4,1	0,5	5,1	5,11	0,16	0,09	0,18	0,4	380	0,9	120	120	13		69	69	1,4	0,07	0,15	2,0
pelagisch	Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	210	19	11	2,2	3,6	4,9	0,4	3,3	3,26	0,37			0,2	400	0,7	99	125	48		10	10	1,4	0,11	0,08	0,9
demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	118	22	3	0,8	0,6	0,4	0,2	0,4						108	0,2	243	200	37		18	18	nb	nb	nb	2,0
demersaal	Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	210	19	11	2,2	3,6	4,9	0,4	3,3	3,26	0,37			0,2	400	0,7	99	125	48		10	10	1,4	0,11	0,08	0,9
demersaal	Gebakken pijlinktvis	440	26	31	6,0	10,1	13,7	1,0	9,0	9,02	1,01		0,01	0,2	185	1	19	143	nb		46	46	nb		nb	2,0
benthisch	Gebakken scholfilet	194	22	11	3,3	2,3	1,6	0,6	1,6						110	0,9	31	125	48		8	8	1,1	0,11	0,08	2,0
benthisch	Gebakken tongfilet	116	25	2	0,5	0,5	0,5	0,4	0,1	0,02	0,01	0,14	0,16		120	0,4	16	156	51		30	30	8	0,11	0,23	1,0
benthisch	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	94	20	2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,1	0,03	0,01	0,23	0,16		953	0,2	55	139	31	7		1	0,1	0,34	0,04	16,8
kweek	Gekookte mosselen	125	17	3	1,0	0,9	0,9	0,7	0,1	0,03	0,03	0,39	0,26		387	3,9	125	231	49	5	124	125		0,24	0,06	19,2
kweek	Rauwe oesters	57	6	2	0,8	0,1	0,6	0,1		0,01	0,01	0,03	0,01		500	7	60	175	36		75	75	1	0,2	0,00	16,2
kweek	Gekookte gamba's	70	15	1	0,2	0,3	0,2	0,2		0,01		0,14	0,10		588	1	13	127	30					0,05	0,03	2,3
kweek	Gebakken pangasiusfilet	89	19	2	0,3	0,6	0,4	0,5	0,1	0,02	0,01	0,25	0,14		241	0,1	6	192	12	26		3	0,1	0,05	0,10	0,4
kweek	Gebakken zalmfilet	220	25	13	2,7	3,3	6,2	2,7	0,5	0,44	0,12	0,74	1,33		53	0,3	8	347	22	1	12	12	4,6	0,09	0,40	4,0
land - dierlijk	Gebakken kipfilet	158	31	4	1,4	0,8	1,0	0,1	0,8	0,51	0,09				53	0,7	8	335	18		18	18	0,2	0,08	0,67	0,3
land - dierlijk	Gebakken varkenshaas	142	29	3	0,8	0,8	1,0		0,8	0,77	0,03			0,1	103	0,9	1,1	291	16		14	14	0,4	0,24	0,50	0,5

Categorie	Product	Energie	Eiwitten	Vet	Verzadigd vetzuur	Meervoudig onverzadigd vetzuur	Enkelvoudig onverzadigd vetzuur	Omega-3 vetzuren	Omega-6 vetzuren	Linolzuur (omega-6)	Alfa-linoleenzuur (omega-3)	Eicosapentaeenzuur (EPA, omega-3)	Docosahexaeenzuur (DHA, omega-3)	Voedingsvezel	Natrium	IJzer	Jodium	Fosfor	Selenium	Beta-caroteen totaal	Retinol	Vitamine A (retinolactiviteit)	Vitamine D	Riboflavine (vitamine B2)	Vitamine B6	Vitamine B12
		kcal	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	µg	mg	µg	µg	µg	µg	µg	mg	mg	µg
land - dierlijk	Gebakken rundergehakt	331	30	23	6,6	5,8	8,6	0,3	5,5	5,45	0,29				182	3,2	2,9	268	12	27	110	112	1,9	0,21	0,23	3,0
land - dierlijk	Gebakken biefstuk	146	29	3	0,9	0,6	1,3		0,6	0,56					53	2,8	2,5	273	14	27	23	25	0,5	0,19	0,45	1,7
land - dierlijk	Gekookt ei	128	12	9	2,9	0,7	3,6	0,1	0,6	0,56	0,01	0,03			149	2,4	35,5	247	20		215	215	1,8	0,35	0,11	1,5
land - dierlijk	Goudse kaas	370	23	31	19,9	0,9	6,5	0,4	0,5	0,50	0,40				670	0,2	21	542	12	155	320	333	0,3	0,28	0,04	2,0
land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	177	20	8	0,8	4,3	2,1		4,3	4,29	0,01			6,0	480	2,7	nb	170	8	95		8		0,08	0,12	
land - plantaardig	Gekookte bruine bonen (uit blik)	120	7	1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,2	0,15	0,21			7,9	119	1,6	0,6	100	1					0,04	0,02	
land - plantaardig	Gekookte kikkererwten (uit blik)	140	8	3	0,3	1,1	0,6	0,1	1,0	1,01	0,05	nb	nb	7,2	110	1,7	0,7	115	3	25		2		0,02	0,02	
land - plantaardig	Gepelde, ongezouten walnoten	706	16	68	6,8	43,8	12,8	6,9	36,8	36,71	6,54			4,6		3,4	2,5	521	12	16		2		0,11	0,42	
land - plantaardig	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	615	21	49	8,4	8,0	30,6		8,0	7,98	0,05			3,8	10	6,7	2,5	607	37	9		1		0,13	0,20	

Tabel 4.2 *Energie, macronutriënten, mineralen, vitaminen per portie – Kleuren geven de hoogte van de waarden weer: hoe donkerder de kleur, hoe hoger de waarde. Witte cellen betekenen een waarde van 0, nb niet beschikbaar (geen data). Portiegroottes zijn in bijlage 15 weergegeven*

		Energie	Eiwitten	Vet	Verzadigd vetzuur	Meervoudig onverzadigd vetzuur	Enkelvoudig onverzadigd vetzuur	Omega-3 vetzuren	Omega-6 vetzuren	Linolzuur (omega-6)	Alfa-linoleenzuur (omega-3)	Eicosapentaeenzuur (EPA, omega-3)	Docosahexaeenzuur (DHA, omega-3)	Voedingsvezel		Natrium	IJzer	Jodium	Fosfor	Selenium	Beta-caroteen totaal	Retinol	Vitamine A (retinolactiviteit)	Vitamine D	Riboflavine (vitamine B2)	Vitamine B6	Vitamine B12
Categorie	**Product**	kcal	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		mg	mg	µg	mg	µg	µg	µg	µg	µg	mg	mg	µg
pelagisch	Gerookte makreel	301	21	24	5,2	5,9	10,0	4,3	1,6	0,44	0,37	1,46	2,44			746	1,2	50	237	59		36	36,0	8,2	0,4	0,3	10,2
pelagisch	Maatjesharing	129	13	8	1,8	1,1	3,8	0,8	0,2	0,10	0,07	0,25	0,32			823	1,1	22	223	35		20	19,5	4,7	0,1	0,3	6,9
pelagisch	Sardine (uit blik)	196	18	14	3,1	6,3	3,4	2,6	3,8	3,69	0,43	0,97	0,88			389	2,6	20	442	42	nb	6	6,0	2,8	0,2	0,2	12,8
pelagisch	Tonijn (uit blik)	288	38	15	2,0	8,1	3,1	0,8	7,3	7,28	0,69		0,08	0,1		550	2,2	20	280	126		8	8,4	2,9	0,2	0,7	7,0
pelagisch	Gebakken koolvisfilet	108	25	1	0,3	0,5	0,2	0,4		0,01		0,10	0,33			134	0,5	100	383	32		6	6,0	0,6	0,2	0,2	4,4
pelagisch	Gebakken vissticks (obv koolvis)	239	16	13	2,0	5,7	4,1	0,5	5,1	5,11	0,16	0,09	0,18	0,4		380	0,9	120	120	13		69	69,0	1,4	0,1	0,2	2,0
pelagisch	Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	305	28	16	3,2	5,2	7,1	0,6	4,8	4,73	0,54			0,3		580	1,0	144	181	70		15	14,5	2,0	0,2	0,1	1,3
demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	118	22	3	0,8	0,6	0,4	0,2	0,4							108	0,2	243	200	37		18	18,0	nb	nb	nb	2,0
demersaal	Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	305	28	16	3,2	5,2	7,1	0,6	4,8	4,73	0,54			0,3		580	1,0	144	181	70		15	14,5	2,0	0,2	0,1	1,3
demersaal	Gebakken pijlinktvis	440	26	31	6,0	10,1	13,7	1,0	9,0	9,02	1,01		0,01	0,2		185	1,0	19	143	nb		46	46,0	nb		nb	2,0
benthisch	Gebakken scholfilet	194	22	11	3,3	2,3	1,6	0,6	1,6							110	0,9	31	125	48		8	8,0	1,1	0,1	0,1	2,0
benthisch	Gebakken tongfilet	116	25	2	0,5	0,5	0,5	0,4	0,1	0,02	0,01	0,14	0,16			120	0,4	16	156	51		30	30,0	8,0	0,1	0,2	1,0
benthisch	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	94	20	2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,1	0,03	0,01	0,23	0,16			953	0,2	55	139	31	7		1,0	0,1	0,3		16,8
kweek	Gekookte mosselen	125	17	3	1,0	0,9	0,9	0,7	0,1	0,03	0,03	0,39	0,26			387	3,9	125	231	49	5	124	125,0		0,2	0,1	19,2
kweek	Rauwe oesters	57	6	2	0,8	0,1	0,6	0,1		0,01	0,01	0,03	0,01			500	7,0	60	175	36		75	75,0	1,0	0,2		16,2
kweek	Gekookte gamba's	70	15	1	0,2	0,3	0,2	0,2		0,01		0,14	0,10			588	1,0	13	127	30					0,1		2,3
kweek	Gebakken pangasiusfilet	89	19	2	0,3	0,6	0,4	0,5	0,1	0,02	0,01	0,25	0,14			241	0,1	6	192	12	26		3,0	0,1	0,1	0,1	0,4
kweek	Gebakken zalmfilet	220	25	13	2,7	3,3	6,2	2,7	0,5	0,44	0,12	0,74	1,33			53	0,3	8	347	22	1	12	12,0	4,6	0,1	0,4	4,0
land - dierlijk	Gebakken kipfilet	158	31	4	1,4	0,8	1,0	0,1	0,8	0,51	0,09					53	0,7	8	335	18		18	18,0	0,2	0,1	0,7	0,3
land - dierlijk	Gebakken varkenshaas	142	29	3	0,8	0,8	1,0		0,8	0,77	0,03			0,1		103	0,9	1	291	16		14	14,0	0,4	0,2	0,5	0,5

Categorie	Product	Energie	Eiwitten	Vet	Verzadigd vetzuur	Meervoudig onverzadigd vetzuur	Enkelvoudig onverzadigd vetzuur	Omega-3 vetzuren	Omega-6 vetzuren	Linolzuur (omega-6)	Alfa-linoleenzuur (omega-3)	Eicosapentaeenzuur (EPA, omega-3)	Docosahexaeenzuur (DHA, omega-3)	Voedingsvezel	Natrium	IJzer	Jodium	Fosfor	Selenium	Beta-caroteen totaal	Retinol	Vitamine A (retinolactiviteit)	Vitamine D	Riboflavine (vitamine B2)	Vitamine B6	Vitamine B12
		kcal	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	µg	mg	µg	µg	µg	µg	µg	mg	mg	µg
land - dierlijk	Gebakken rundergehakt	331	30	23	6,6	5,8	8,6	0,3	5,5	5,45	0,29				182	3,2	3	268	12	27	110	112,0	1,9	0,2	0,2	3,0
land - dierlijk	Gebakken biefstuk	146	29	3	0,9	0,6	1,3		0,6	0,56					53	2,8	3	273	14	27	23	25,0	0,5	0,2	0,5	1,7
land - dierlijk	Gekookt ei	64	6	4	1,5	0,4	1,8	0,1	0,3	0,28	0,01	0,02			75	1,2	18	124	10		108	107,5	0,9	0,2	0,1	0,8
land - dierlijk	Goudse kaas	148	9	12	8,0	0,4	2,6	0,2	0,2	0,20	0,16				268	0,1	8	217	5	62	128	133,2	0,1	0,1		0,8
land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	177	20	8	0,8	4,3	2,1		4,3	4,29	0,01			6,0	480	2,7	nb	170	8	95		8,0		0,1	0,1	
land - plantaardig	Gekookte bruine bonen (uit blik)	180	10	1	0,2	0,6	0,2	0,3	0,3	0,23	0,32			11,9	179	2,4	1	150	2					0,1		
land - plantaardig	Gekookte kikkererwten (uit blik)	210	12	4	0,5	1,7	0,9	0,2	1,5	1,52	0,08	nb	nb	10,8	165	2,6	1	173	5	38		3,0				
land - plantaardig	Gepelde, ongezouten walnoten	177	4	17	1,7	11,0	3,2	1,7	9,2	9,18	1,64			1,2		0,9	1	130	3	4		0,5			0,1	
land - plantaardig	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	154	5	12	2,1	2,0	7,7		2,0	2,00	0,01			1,0	3	1,7	1	152	9	2		0,3				

Per portie
Als de voedingskundige analyse per portie wordt uitgevoerd (tabel 4.2), dan verschuift het perspectief, met name voor voedingsmiddelen waar we kleinere hoeveelheden van eten zoals kaas, ei en noten ten opzichte van porties vis en vlees. De standaardportie van vis of vlees ligt doorgaans rond de 100 g (of hoger dan 100 g voor specifieke visproducten zoals tonijn en lekkerbek), terwijl een portie kaas vaak een portie van 40 g is, en noten meestal een handje van 25 g. Het eiwitgehalte van de producten is niet heel anders per portie; alleen voor noten is het eiwitgehalte wat lager, peulvruchten wat hoger, en voor kaas en ei wat lager dan gemiddeld in vis of vlees. Over het algemeen zien we dat de voedingsstofgehalten in noten, ei en kaas wat lager uitvallen omdat de porties kleiner zijn. Daarentegen zijn de gehalten in peulvruchten hoger omdat porties wat groter zijn. Verder zijn de conclusies vergelijkbaar, met name voor de vergelijking tussen vis en vlees.

4.4 Conclusie: Dierlijke voedselproducten uit zee en plantaardige en dierlijke eiwitrijke producten van land zijn belangrijke bronnen van energie, vet, eiwitten en essentiële voedingstoffen

Eiwitrijke producten uit zee en van land leveren naast eiwit en energie een scala aan andere voedingsstoffen. Het geheel aan voedingsstoffen in een voedingspatroon bepaalt uiteindelijk de gezondheid, waardoor niet voor een specifiek product gezegd kan worden of het gezond is of niet. Vette vis is een unieke bron van de essentiële vetzuren EPA en DHA. Vis is een goede bron jodium en selenium. Eiwitrijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering, na lagere gehalten jodium en selenium. Eiwitrijke producten (zowel van land als uit zee) kunnen rijk zijn aan ijzer en vitamine D. Het gehalte varieert evenals de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering na, ijzer met goede beschikbaarheid. Dierlijke producten uit zee en van land bevatten vitamine B12, het gehalte varieert. Plantaardige eiwitrijke producten zijn rijk aan vezel, dierlijke producten niet of nauwelijks.

5 Conclusie: Grote verschillen in klimaatimpact en voedingswaarde tussen voedselproducten uit zee en van land

De klimaatimpact van producten uit zee verschilt sterk per vissoort door diversiteit in vangstmethode (métier), scheeps- en motorkenmerken, vangst- of kweekkenmerken (vistuig, passief- of sleepnetvisserij, locatie, snel of langzaam varen, vangstsamenstelling, seizoen etc.) en de verdere verwerkings-, verpakkings- en bereidingsstappen die veel producten na aanlanding ondergaan. In de Nederlandse visserij is de CO_2-uitstoot door brandstofverbruik in de mosselkweek en de pelagische visserij het laagst per kg aangeland product en het hoogst bij tong, gevolgd door schol en tarbot.

Tussen 2019 en 2023 varieerde de totale CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de Nederlandse visserij tussen 395.900 ton en 613.500 ton CO_2-eq. Brandstofverbruik bepaalt naar schatting 91% van de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) van de hele sector.

Binnen het Nederlands voedselpatroon kent de consumptie van (deels Nederlandse en deels geïmporteerde) voedselproducten uit zee per kg geconsumeerd product een grote variatie in klimaatimpact tussen de verschillende producten. De laagste klimaatimpact hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale visserij (met uitzondering van gebakken pijlinktvis). De klimaatimpact is vergelijkbaar met die van de plantaardige producten van land (noten, bonen) en gekookt ei. Gebakken schol- en tongfilet hebben de hoogste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben. De klimaatimpact is vergelijkbaar met die van gebakken biefstuk. Ook gekookte, gepelde Hollandse garnalen hebben een relatief hoge klimaatimpact per kg geconsumeerd product.

Behalve een verschil in klimaatimpact kennen de voedselproducten uit zee en alternatieven van land ook verschillen in hun voedingskundige waarde. Vette vis is een unieke bron van de essentiële vetzuren EPA en DHA. Vis is een goede bron jodium en selenium. Eiwitrijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering, na lagere gehalten jodium en selenium. Eiwitrijke producten (zowel van land als uit zee) kunnen rijk zijn aan ijzer en vitamine D. Het gehalte varieert evenals de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op enkele uitzonderingen na, ijzer met goede beschikbaarheid. Dierlijke producten uit zee en van land bevatten vitamine B12; het gehalte varieert.

Klimaatimpact van door Nederlandse visserij aangelande voedselproducten

Klimaatimpact per kg aangeland product en per kg eetbaar aangeland product
Per kilogram aangeland product veroorzaakt het brandstofverbruik in de mossel- en oesterkweek en in de pelagische visserij de laagste CO_2-eq-uitstoot. De hoogste CO_2-eq-uitstoot per kg aangeland product wordt veroorzaakt door de visserij op tong, gevolgd door schol en tarbot. De métiers boomkor en SumWing tonen over het algemeen een hogere uitstoot, terwijl de métiers staande netten en (hand)lijnen, flyshoot en pulskor (niet meer toegestaan sinds juli 2021) een lagere uitstoot per kg aangelande vis geven.

Ook per kg eetbaar gewicht bij aanlanding is de CO_2-uitstoot (in CO_2-eq) het laagst bij mosselkweek en de vissoorten uit de pelagische visserij en het hoogst bij platvissoorten zoals tong (boomkor), schol (SumWing) en tarbot (boomkor/SumWing).

Als schepen meerdere vissoorten aanlanden is het brandstofverbruik over de verschillende vissoorten verdeeld op basis van hun verhouding in aangeland gewicht (massa-allocatie). Als economische allocatie (verhouding in aangelande waarde) in plaats van massa-allocatie wordt toegepast, dan is de klimaatimpact door brandstofverbruik per kg aangeland product hoger voor vissoorten met een relatief hoge kiloprijs (zoals tong en pijlinktvis) en lager voor vissoorten met een relatief lage kiloprijs (zoals schol), terwijl het nauwelijks invloed heeft op vissoorten met zeer beperkte bijvangst (zoals vissoorten uit de pelagische visserij). Ook bij economische allocatie heeft tong de hoogste impact per kg en hebben mosselkweek en producten uit de

pelagische visserij de laagste impact per kg. Bij economische allocatie verandert de impact per kg schol echter van relatief hoge impact ten opzichte van de andere vissoorten naar middelmatige impact, terwijl die van pijlinktvis juist van middelmatige impact naar hoge impact verandert. Dit heeft alles te maken met hoge marktprijzen voor tong en pijlinktvis tegenover een veel lagere gemiddelde marktprijs voor de platvissoort schol.

Klimaatimpact Nederlandse visserij
De CO_2-uitstoot door brandstofverbruik van scheepsmotoren in de Nederlandse visserij varieerde in de periode 2019-2023 tussen 385.900 ton tot 610.500 ton CO_2-eq per jaar. De dalende uitstoot (in CO_2-eq) na 2021 kan vooral verklaard worden door een dalende inspanning in zeedagen van de Nederlandse visserij vanwege een krimp van het aantal visserijvaartuigen in de Nederlandse vloot. Daarbij komt ook dat vooral grotere kotters (met zware motoren) minder zijn gaan vissen. Op basis van mondiale gemiddelden wordt ingeschat dat brandstof voor het grootste deel (91%) van de klimaatimpact in de visserij zorgt. Op basis van deze schatting zou de klimaatimpact van de Nederlandse visserij in totaal tussen 2019-2023 circa 425.400 ton tot 673.100 ton CO_2-eq per jaar zijn geweest.

Factoren van invloed op brandstofverbruik Nederlandse visserij
Het brandstofverbruik van scheepsmotoren en daarmee de klimaatimpact kan sterk variëren per jaar en per métier. Bepalende factoren die het brandstofverbruik beïnvloeden zijn leeftijd, conditie of onderhoudsstaat en type scheepsmotor, lengte en massa van het visserijvaartuig, weersomstandigheden, vaar- en vissnelheid en vangstsucces.

Klimaatimpact van in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee en van land

Klimaatimpact tot en met aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij
Per kg product en per kg eetbaar deel hebben de pelagische soorten, demersale soorten (met uitzondering van inktvis), mosselen en oesters, rauwe melk, vegetarische burger, bonen en noten de laagste klimaatimpact en schol, tong en vleesvee voor rundvlees de hoogste. De klimaatimpact per kg eetbaar gedeelte is voor de meeste producten hoger dan per kg product (tot wel 13 keer bij oesters), omdat slechts een deel van de producten daadwerkelijk eetbaar is. De klimaatimpact van de producten tot en met aanlanding, eerste verkoop en af-boerderij kent een relatief grote mate van zekerheid.

Klimaatimpact tot en met consumptie
Er is geen eenduidige uitspraak te doen dat ofwel voedselproducten uit zee ofwel producten van land een lagere klimaatimpact hebben. De laagste klimaatimpact per kg geconsumeerd product hebben de producten afkomstig uit de pelagische visserij (met uitzondering van tonijn uit blik) en de demersale visserij (met uitzondering van gebakken inktvis), de plantaardige producten en gekookt ei, terwijl gebakken schol- en tongfilet, gebakken biefstuk en gekookte, gepelde Hollandse garnalen de hoogste hebben. De klimaatimpact van de producten tot en met consumptie kent een lagere mate van zekerheid als gevolg van de extra aannames over de activiteiten in de naketen na aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij.

De bijdrage aan de klimaatimpact van activiteiten tijdens de verwerkingsfase is relatief groot bij de consumptie van gerookte makreel (energiegebruik roken), gebakken vissticks (productie beslag en voorfrituren) en de gebakken vegetarische burger (energiegebruik verwerkingsfabriek). De bijdrage van verpakking is zeer afhankelijk van het type verpakkingsmateriaal en de afvalverwerkingsroute. Bij de producten uit blik (sardine, tonijn, bruine bonen en kikkererwten) heeft verpakking een relatief grote bijdrage. Bij de producten uit zee hebben de transportverpakkingen een substantiële bijdrage. De bijdrage van opslag en transport is relatief hoog bij producten die over langere afstand vervoerd worden, met name bij transport over de weg. De bijdrage van retail is voor de meeste voedingsproducten marginaal (<2%), alleen bij de producten die in de visspeciaalzaak/viskraam bereid worden (kibbeling en lekkerbek) is de bijdrage hoog (circa 25%) door de productie van het beslag en het energiegebruik voor frituren. De bijdrage van de consument is voor de meeste producten laag (<10%). Gekookte mosselen kennen de hoogste klimaatimpact in de consumentfase, omdat de mossel inclusief schelp gekookt wordt en het eetbare deel laag is. De mate waarin consumentenafval gescheiden wordt ingeleverd bepaalt mede de klimaatimpact in de consumentenfase. De bijdrage van de horeca aan de klimaatimpact van de twee producten die via de horeca verkocht worden gebakken pijlinktvis en rauwe oesters is beperkt (5% respectievelijk 3%), omdat er minder verpakkingsmateriaal voor deze producten

nodig is en de klimaatimpact van het vervoer van de horecabezoeker naar de horecalocatie is toegeschreven aan recreatie en niet aan de consumptie van het product.

Vergelijking klimaatimpact in dit onderzoek met die uit de RIVM-LCA-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
Van de 13 vissoorten uit dit onderzoek die ook in de RIVM-LCA-database staan, hebben er vijf (gekookte, gepelde Hollandse garnalen, gebakken kabeljauwfilet, gebakken pangasiusfilet, gefrituurde lekkerbek, gefrituurde kibbeling) een vergelijkbare klimaatimpact beperkt (minder dan 30% afwijking), zes (gekookte mosselen, gebakken koolvisfilet, gebakken zalmfilet, maatjesharing, gerookte makreel en gebakken scholfilet) een substantieel lagere klimaatimpact in de RIVM-LCA-database dan in deze studie (van 42% tot 83% lager dan in deze studie), en twee (tonijn en vissticks) een substantieel hogere klimaatimpact (82% en 91%, respectievelijk). Ook verschilt de rangorde van de producten van hoogste naar laagste klimaatimpact tussen dit onderzoek en de RIVM-LCA-database, met name voor gebakken scholfilet, tonijn (uit blik), gebakken vissticks en gerookte makreel. De oorzaken van de verschillen zijn voor elk product anders, en ontstaan door methodologische en dataverschillen. Voor wildgevangen vis zijn deze verschillen gerelateerd aan de afwijkingen in de brandstofcijfers die in dit onderzoek en de RIVM-LCA-database zijn gebruikt.

Voedingskundige vergelijking van de producten uit zee en eiwitrijke producten van land
Vette vis is een unieke bron van de essentiële vetzuren EPA en DHA. Vis is een goede bron jodium en selenium. Eiwitrijke producten van land bevatten, op een enkele uitzondering, na lagere gehalten jodium en selenium. Eiwitrijke producten (zowel van land als uit zee) kunnen rijk zijn aan ijzer en vitamine D. Het gehalte varieert evenals de mate van beschikbaarheid van ijzer voor het menselijk lichaam. Dierlijke producten van land bevatten, op enkele uitzonderingen na, goed opneembaar ijzer. Dierlijke producten uit zee en van land bevatten vitamine B12; het gehalte varieert.

Bronnen en literatuur

Actrol (z.d.). Prime Refrigerant R507 (HFC) 57 kg. Geraadpleegd van https://www.actrol.com.au/product/prime-refrigerant-r507-hfc-57kg-2800038

ADEME (2022). AGRIBALYSE 3.2® documentation. Geraadpleegd van https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agrimatie (2025a, Retrieved 31 July 2025). Visaanvoer. Geraadpleegd van https://agrimatie.nl/visserij/onderwerpen/visaanvoer/

Agrimatie (2025b, Retrieved 15 December 2025). Visserij in cijfers 2025. Geraadpleegd van https://agrimatie.nl/visserij/visserij-in-cijfers-2025/

Al Eissa, A., Chen, P., Brown, P.B. en Huang, J.-Y. (2022). Effects of feed formula and farming system on the environmental performance of shrimp production chain from a life cycle perspective. Journal of Industrial Ecology, 26(6), 2006–2019. doi: https://doi.org/10.1111/jiec.13370

Aragão, G.M., Saralegui-Díez, P., Villasante, S., López-López, L., Aguilera, E. en Moranta, J. (2022). The carbon footprint of the hake supply chain in Spain: Accounting for fisheries, international transportation and domestic distribution. Journal of Cleaner Production, 360, 131979. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131979

B. O. C. Australia. (z.d.). R404A Refrigerant. Geraadpleegd van https://www.boc.com.au/shop/en/au/r404a?srsltid=AfmBOooarA-9hWY7k4vhczMLd8xRLXkH6BdDIZ1z847apDSA4wcW9aTi#product

Bedrijveninformatienet (z.d., Retrieved 15 December 2025). Bedrijveninformatienet, Wageningen Social & Economic Research. Geraadpleegd van https://www.wur.nl/nl/over-wur/ons-onderzoek/wageningen-social-economic-research/bedrijveninformatienet

Blonk Consultants. (2023). Blonk Food Database.

Broekema, R., Kuling, L. en Scholten, J. (2015). Life Cycle Inventories of dairy and animal products consumed in the Netherlands. Guidance document. Blonk Consultants, Gouda.

Casey, J.W. en Holden, N.M. (2006). Greenhouse gas emissions from conventional, agri-environmental scheme, and organic Irish suckler-beef units. Journal of environmental quality, 35(1), 231–239.

Cashion, T., Tyedmers, P. en Parker, R.W.R. (2017). Global reduction fisheries and their products in the context of sustainable limits. Fish and Fisheries, 18(6), 1026–1037. doi: 10.1111/faf.12222

CE Delft. (2021). STREAM goederenvervoer 2020: emissies van modaliteiten in het goederenvervoer. Klein, Anne Ce, Oplossingen voor milieu economie en technologie Topsector, Logistiek(Versie 2 ed.). Geraadpleegd van https://CO_2emissiefactoren.nl/media/sources/CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2_KJclt9f.pdf

Council Regulation (EC) No 1005/2009. (2009). Regulation (EC) No 1005/2009 of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 on substances that deplete the ozone layer (Text with EEA relevance).

Council Regulation (EU) 2024/573. (2024). Regulation (EU) 2024/573 of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014 (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union, L 2024/573, 1–87. Geraadpleegd van https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32024R0573.

Deetman, B., Oostenbrugge, H. van, Hoekstra, G. en Klok, A. (2022). Mogelijke inkomenseffecten van de oorlog in Oekraïne voor bedrijven in het Nederlandse viscluster: een eerste verkenning [1 online resource (PDF, 31 pages): illustrations]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/569857

Emissieregistratie (2025, Retrieved 15 December 2025). Overzicht broeikasgassen. Geraadpleegd van https://www.emissieregistratie.nl/data/overzichtstabellen-lucht/broeikasgassen

EUMOFA (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Geraadpleegd van Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

EUMOFA (2021). Frozen cod fillet in the EU – Price structure in the supply chain focus on Belgium, France and the Netherlands. Geraadpleegd van https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a420a0e2-482e-11ec-91ac-01aa75ed71a1/language-en?utm_source=chatgpt.com

European Commission (2009). Commission Regulation (EC) No 409/2009 of 18 May 2009 establishing Community conversion factors and presentation codes used to convert fish processed weight into fish live weight, and amending Commission Regulation (EEC) No. 2807/83.

European Commission. (2011). Commission Implementing Regulation (EU) No. 404/2011 of 8 April 2011 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 1224/2009 establishing a Community control system for ensuring compliance with the rules of the Common Fisheries Policy. OFFICIAL JOURNAL- EUROPEAN UNION LEGISLATION L, 54(112), 1–153.

European Commission (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union. Geraadpleegd van https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

European Commission (2025a). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Geraadpleegd van https://www.marinefishpefcr.eu/_files/ugd/2c010a_921a5c3f804347a0ad08b2bfd6cc20a1.pdf

European Commission (2025b). Product Environmental Footprint Representative Product (RP study for the Marine Fish PEFCR development. Geraadpleegd van https://www.marinefishpefcr.eu/_files/ugd/2c010a_b3c0b101f38f466a85edce2170c298d5.pdf

FAO (1981). Handling and Processing Oysters (Torry Advisory Note No. 84). Geraadpleegd van Rome: https://www.fao.org/4/x5954e/x5954e00.htm#Contents

FAO (1989). Yield and nutritional value of the commercially more important fish species. Geraadpleegd van Rome: https://www.fao.org/4/T0219E/T0219E00.htm

FAO (2000). Conversion factors: landed weight to live weight (Revision 1 ed.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2001). Handling and processing shrimp (Torry Advisory Note No. 54). Geraadpleegd van Rome: https://www.fao.org/4/x5931e/x5931e00.htm#Contents

FAO (2016). FAO/INFOODS Global Food Composition Database for Fish and Shellfish Version 1.0 - uFiSh1.0. Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Geraadpleegd van https://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/uFiSh1.0.xlsx

FAO (2017). FAO/INFOODS Global food composition database for pulses. Version 1.0 - uPulses 1.0. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2019). The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. Geraadpleegd van Rome, Italy: https://doi.org/10.4060/CA6030EN

FAO (z.d.). Conversion factors. Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). CWP Handbook of fishery statistics: General concepts. Geraadpleegd van https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/general-concepts/conversionfactors/en/

Gephart, J.A., Henriksson, P.J.G., Parker, R.W.R., Shepon, A., Gorospe, K.D., Bergman, K., . . . Troell, M. (2021). Environmental performance of blue foods. Nature, 597(7876), 360–365. doi:10.1038/s41586-021-03889-2

Gezondheidsraad. (2025). Richtlijnen goede voeding: Eiwitbronnen en voedingspatronen 2025. Geraadpleegd van https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/2025/12/04/advies-richtlijnen-goede-voeding-eiwitbronnen-en-voedingspatronen-2025

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk).

Havion Freeze Dry Technology. (2025). Havion Freeze Dry. Geraadpleegd van https://havionfreezedry.com

Hilmarsdóttir, G.S., Viðarsson, J.R., Smárason, B.Ö., Elíasson, S. en Ögmundarson, Ó. (2025). The effects of the Icelandic demersal trawling fleet renewal on product carbon footprint / Áhrif endurnýjunar fiskiskipaflotans á kolefnisspor afurða. Geraadpleegd van https://doi.org/10.5281/zenodo.15527821

Hoekstra, G. (2021). Consumentengedrag in relatie tot eiwittransitie. Geraadpleegd van https://edepot.wur.nl/542283.

Hoekstra, F.F., Deetman, B., Putten, I.E. van, Bleeker, K., Hamon, K.G., Robert, M., Pol, L. van de, Wijk, D.J. van en Kraan, M. (2025). TCA Brexit Dutch fisheries Insights and facts for scenarios with renegotiations TCA in 2026; Add_scenario-analyse TCA Visserij 2026, BO-43-119.01-077. Wageningen, Wageningen Social & Economic Research, Report 2025-084. 112 pp.; 37 fig.; 42 tab.; 35 ref.

Hognes, E., Winther, U., Ellingsen, H., Ziegler, F., Emanuelsson, A. en Sund, V. (2011). Carbon footprint and energy use of Norwegian fisheries and seafood products. In Sustainable Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources (pp. 1031–1036).

Horeca World. (2025). Visbakfriteuse kopen? | Horeca World. Geraadpleegd van https://www.horecaworld.nl/koken-bakken/bakken-grillen-frituren/friteuses/visbakfriteuse

IMO (z.d., Retrieved 15 December 2025). Sulphur oxides (SOx) – Regulation 14. International Maritime Organization (IMO). Geraadpleegd van https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/sulphur-oxides-(sox)-%E2%80%93-regulation-14.aspx

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

IPCC (2021). Climate change 2021: the physical science basis: Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [1 online resource: illustrations (chiefly color), color maps]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.1017/9781009157896

IPCC (2013). Climate change 2013: the physical science basis: final draft underlying scientific-technical assessment: Working Group I contribution to the IPCC fifth assessment report. Geneva: WMO, IPCC Secretariat.

ISO 14040:2006. NEN-EN-ISO 14040 (en): Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006.IDT). Nederlands Normalisatie-instituut (NEN). Geraadpleegd van https://www.nen.nl/nen-en-iso-14040-2006-en-109085

ISO 14044:2006. NEN-EN-ISO 14044 (en): Environmental management, life cycle assessment, requirements and guidelines (ISO 14044:2006.IDT). Nederlands Normalisatie-instituut (NEN). Delft.

Kulkarni, B.N. (2020). Environmental sustainability assessment of land disposal of municipal solid waste generated in Indian cities – A review. Environmental Development, 33, 100490. doi: https://doi.org/10.1016/j.envdev.2019.100490

KWIN (2020). Kwantitatieve informatie veehouderij (KWIN) 2020-2021. Wageningen: Livestock Research.

Merieux Nutri Sciences en Blonk (2022). Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3). Geraadpleegd van https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

Milieu Centraal (z.d., Retrieved 15 December 2025). Vlees en de impact op het klimaat. Geraadpleegd van https://www.milieucentraal.nl/eten-en-drinken/milieubewust-eten/de-milieu-impact-van-vlees/

Ministerie van Landbouw, N. e. V. (2024). Voedsel uit zee en grote wateren: Visie voor voedselwinning op weg naar 2050. Geraadpleegd van https://edepot.wur.nl/651946

Neitzel, S. en Molenaar, P. (2018). Longline visserij op schol: een pilot onderzoek naar effectiviteit van longlines voor de visserij op schol [1 online resource (PDF, 29 pages): illustrations]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/468150

Neitzel, S.M., Jurrius, L.H., Deetman, B., Serraris, J.-J., Taal, K., Rozemeijer, M.J.C. en Graeff, P. de (2023). Stand van zaken kleinschalige, passieve visserij in windparken op zee: een bundeling van bestaande kennis en een verkenning naar de mogelijkheden voor kleinschalige, passieve visserij in windparken [1 online resource (PDF, 101 pages): illustrations.]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/637589

NEVO-online. (2023). Nederlands Voedingstoffenbestand (NEVO)-online versie 2023/8.0. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Geraadpleegd van https://nevo-online.rivm.nl/

Nguyen, T.D.T. en Nakakubo, T. (2025). Characteristics of solid waste landfills in Vietnam and selection of prioritized measures based on land use-focused assessment. Journal of Material Cycles and Waste Management, 27(6), 4285–4300. doi: 10.1007/s10163-025-02358-6

Nhu, T.T., Schaubroeck, T., De Meester, S., Duyvejonck, M., Sorgeloos, P. en Dewulf, J. (2016). Environmental impact of non-certified versus certified (ASC) intensive Pangasius aquaculture in Vietnam, a comparison based on a statistically supported LCA. Environmental Pollution, 219, 156–165. doi: 10.1016/j.envpol.2016.10.006

NVKL. (2024). Infoblad: Verbod op R22. Nederlandse Vereniging voor Klimaatbeheersing. Geraadpleegd van https://www.nvkl.nl/wp-content/uploads/2024/06/NVKL-Infoblad-Verbod-op-R22.pdf

Oostenbrugge, J.A.E. van, Hoekstra, F.F., Mol, A., Klok, A.J. en Roskam, J.L. (2022). Methodological report for the Dutch economic data collection programme on fisheries and aquaculture: evaluation of the 2020 collection programme [1 online resource (PDF, 59 pages): illustrations]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/570634

Paassen, M. van, Koukouna, E. en Scholten, J. (2017). Life Cycle Inventories of Food Consumed in the Netherlands – Products with High Water Footprint: Guidance Document for RIVM.

Paassen, M. van, Steeghs, G., Tyszler, M., Dirksen, P., Kampen, M. van en Carillo Diaz, C. (2023). Documentation Update of the RIVM database: Version 3.0. Life cycle inventories of food products consumed in the Netherlands. RIVM database 3.0 (22-12-2023) Final. Geraadpleegd van https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/0053eac5-6513-4be7-bfcd-ac262a3ad8ec/Documentation%20RIVM%20database%203.0%20(22-12-2023)%20Final.pdf

Poelman, M. en Smith, S.R. (2018). LCA overzicht Nederlandse Mossel Carbon footprint inventarisatie.

Portie-online (2026). Portie-online (Version 2.0). Geraadpleegd van https://portie-online.rivm.nl/

Poore, J. en Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science, 360(6392), 987–992. doi: doi:10.1126/science.aaq0216

Poos, J.J., Turenhout, M.N.J., Oostenbrugge, H.A.E. van en Rijnsdorp, A.D. (2013). Adaptive response of beam trawl fishers to rising fuel cost. ICES Journal of Marine Science, 70(3), 675–684. doi: 10.1093/icesjms/fss196.

RecyclingVakBeurs. (2025). Hoeveel plastic wordt er jaarlijks gerecycled in Nederland? Geraadpleegd van https://www.recyclingvakbeurs.nl/hoeveel-plastic-wordt-er-jaarlijks-gerecycled-in-nederland/

Ritchie, H. (2021). How much of global greenhouse gas emissions come from food? Our World in Data. Geraadpleegd van https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions-food

RIVM (2023a). RIVM Statline Dataset 50110NED: Dutch National Food Consumption Survey 2019-2021: Consumption. Geraadpleegd van https://statline.rivm.nl/#/RIVM/nl/dataset/50110NED/table?ts=1729150543224

RIVM (2023b). Wat eet Nederland - Vis, schaal- en schelpdieren. Geraadpleegd van https://www.wateetnederland.nl/resultaten/voedingsmiddelen/vis

RIVM (2024). Database Milieubelasting Voedingsmiddelen, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). RIVM. Geraadpleegd van https://www.rivm.nl/voedsel-en-voeding/duurzaam-voedsel/database-milieubelasting-voedingsmiddelen

RIVM (2025). Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2026). Voedingseenheden en -maten. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Geraadpleegd van https://www.rivm.nl/voedingseenheden-en-maten

RIVM (z.d.). Wat eet Nederland? Geraadpleegd van https://www.wateetnederland.nl/

Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S.J., Abrams, J.F., Andersen, L.S., . . . Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. Nature, 619(7968), 102–111. doi:10.1038/s41586-023-06083-8

Rossum, C.T.M. van, Sanderman-Nawijn, E.L., Brants, H.A.M., Dinnissen, C.S., Jansen-van der Vliet, M., Beukers, M.H. en Ocké, M.C. (2023). The diet of the Dutch: results of the Dutch National Food Consumption Survey 2019-2021 on food consumption and evaluation with dietary guidelines [1 online resource (PDF, 190 pages): illustrations.]. Geraadpleegd van https://edepot.wur.nl/641584

RVO (2025, Retrieved 15 December 2025). Aanlandplicht. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Geraadpleegd van https://www.rvo.nl/onderwerpen/aanlandplicht

Sakschewski, B., Caesar, L., Andersen, L.S., Bechthold, M., Bergfeld, L., Beusen, A., . . . Rockström, J. (2025). Planetary Health Check: A Scientific Assessment of the State of the Planet. Geraadpleegd van https://www.ufz.de/index.php?en=20939&ufzPublicationIdentifier=31360

Sea-Distances.org (Retrieved 15 December 2025). Sea distances calculator. Geraadpleegd van https://sea-distances.org/

SINTEF (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian salmon products. Geraadpleegd van https://www.sintef.no/en/publications/publication/2106677/

Thrane, M. (2004). Environmental impacts from Danish fish products: hot spots and environmental policies. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

Tyedmers, P. (2004). Fisheries and Energy Use. Encyclopedia of Energy, 2. doi: 10.1016/B0-12-176480-X/00204-7.

Tyedmers, P. en Donovan, S. (2025). Fuel Consumption And Greenhouse Gas Emissions From Global Tuna Fisheries: 2024 Updated Report. Geraadpleegd van Pittsburgh, PA, USA

Tiano, J.C. (2025). The potential for CO_2 emissions from bottom trawled North Sea sediments: expert opinion [1 online resource (PDF, 26 pages): illustrations]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/686484

UK Government – Marine Management Organization. Geraadpleegd van https://www.gov.uk/government/organisations/marine-management-organization

UK Government – Marine Management Organization. (2024, Retrieved 4 August 2025). Statutory guidance: Conversion factors. Geraadpleegd van https://www.gov.uk/guidance/conversion-factors

Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Mallo, J., De la Cerda, J.J., Moreira, M.T. en Feijoo, G. (2013). Carbon footprint of a multi-ingredient seafood product from a business-to-business perspective. Journal of Cleaner Production, 44, 200–210. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.049

Vellinga, R.E., Kamp, M. van de, Toxopeus, I.B., Rossum, C.T.M. van, Valk, E. de, Biesbroek, S., . . . en Temme, E.H.M. (2019). Greenhouse Gas Emissions and Blue Water Use of Dutch Diets and Its Association with Health. Sustainability, 11(21), 6027. Geraadpleegd van https://www.mdpi.com/2071-1050/11/21/6027.

Visserij in Cijfers/Agrimatie (2026a). Vlootinzet in de kottervisserij. Geraadpleegd op 3 maart 2026: https://agrimatie.nl/visserij/atotz/vlootinzet-in-de-kottervisserij/.

Visserij in Cijfers/Agrimatie (2026b). Aanvoer en besomming in de kottervisserij. Aanvoer per zeedag. Geraadpleegd op 3 maart 2026: https://agrimatie.nl/visserij/atotz/aanvoer-en-besomming-in-de-kottervisserij/#Boomkor%20%3E=%20100%20mm,%20%3E%20300%20pk_19028.

Vistikhetmaar (z.d.). Visserij met borden. Bijgewerkt op 23 augustus 2024. Geraadpleegd op 6 februari 2026: https://vistikhetmaar.nl/onderwijs/lesmodules/visserij-met-borden/.

Voedingscentrum (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Geraadpleegd van www.voedingscentrum.nl

Voedingscentrum (2026). Voedingscentrum - Gezond eten met de Schijf van Vijf. Geraadpleegd van https://www.voedingscentrum.nl/nl/gezond-eten-met-de-schijf-van-vijf.aspx

Voedingscentrum (z.d.). Voedingscentrum Encyclopedie. Voedingscentrum. Geraadpleegd van https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie.aspx

Wageningen Marine Research (2026). ICES-advies 2026 toont robuuste visbestanden; tong en kabeljauw nog onder beoordeling. Geraadpleegd op 3 maart 2026: https://www.wur.nl/nl/nieuws/ices-advies-2026-toont-robuuste-visbestanden-tong-en-kabeljauw-nog-onder-beoordeling.

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E. en Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21(9), 1218–1230. doi: 10.1007/s11367-016-1087-8

Wijsman, J. (2017). Poweranalyse van de vleespercentages van mosselen aan de veiling: onderzoek naar de mogelijkheden om eventuele effecten van de Roggenplaatsuppletie op de mosselkweek aan te tonen aan de hand van de veilingdata [1 online resource (PDF, 34 pages): illustrations]. Geraadpleegd van https://doi.org/10.18174/430128

World Economic Forum. (2017, 2017/06/21). Landfill mining: Is this the next big thing in recycling? Geraadpleegd van https://www.weforum.org/stories/2017/06/landfill-mining-recycling-eurelco/

Yuen, V.L., Nguyen, B.G., Le, T.M.D., Vu, T.N. en Thai, H.T.N. (2024). Integrating a multi-criteria decision-making model in selecting the most optimal waste treatment methods. In: 2024 International Conference on Logistics and Industrial Engineering (ICLIE) (pp. 1–8).

Zhang, X., Kotin, A. en Zgola, M. (2021). Life Cycle Assessment of Wild Alaska Pollock: Final ISO LCA Report. Geraadpleegd van Boston, MA: https://www.alaskapollock.org/media/2246/final-report.pdf

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E.S. en Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. Journal of Industrial Ecology, 26, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

Bijlage 1 Begrippenlijst

Aangeland gewicht – De hoeveelheid (in gewicht) vis, schaal- en schelpdieren (ook weekdieren zoals pijlinktvis) die vers of bevroren (eventueel na be- of verwerking aan boord) wordt aangeland in havens door visserijvaartuigen. Het gaat om het dood gewicht met uitzondering van schelpdieren zoals mosselen en oesters en meeste schaaldieren zoals Europese kreeft.

Aanlanding – Het lossen van de visvangst door vissers bij binnenkomst in de haven. Binnen de EU is het verplicht om aanlandingen van commercieel gevangen vis te registreren in logboeken en de overheidsinstanties. Vaak is het vereist om de aangelande vis te wegen aan wal of soms is het toegestaan om aan boord al te wegen met weegschalen om zodoende de benutting van vangstquota en daarmee het visserijbeheer te kunnen monitoring.

Afboerderij – Moment waarop een dier of gewas de boerderij verlaat voor verdere verwerking.

Agribalyse – LCA-database met referentiedata van circa 2.500 in Frankrijk geconsumeerde voedselproducten.

Agri-footprint – LCA-database met referentiedata van circa 5.000 (half)fabrikaten en voedselproducten, voornamelijk gericht op teelt en veehouderij.

Allocatie – Verdelen van klimaatimpact van een productiesysteem over meerdere co-producten die het systeem oplevert. Wanneer een schip bijvoorbeeld twee soorten vis aanlandt, kan met behulp van allocatie de klimaatimpact door het brandstofgebruik van het schip verdeeld worden over de twee vissoorten. Er zijn verschillende methodologische benaderingen om deze allocatie uit te voeren: bijvoorbeeld massa-allocatie (verdeling op basis van gewichtsverhouding) of economische allocatie (verdeling op basis van economische waarde verhouding).

Aquatische voedselproducten – voedselproductie die hun oorsprong kennen in zee. Het kan gaan om vis, schelp- en schaaldieren. De dieren zijn uit zee gehaald door wildvangst of door kweek.

Bedrijveninformatienet – Het Bedrijveninformatienet is een netwerk van ongeveer 1.500 land- en tuinbouwbedrijven, 100 vissers en 150 bosbouwbedrijven. Samen vormen zij een representatieve steekproef van de Nederlandse agrarische sector. Technisch administratief medewerkers bij Wageningen Social & Economic Research verzamelen en registreren financiële gegevens van deelnemende bedrijven aan het Informatienet, vaak via boekhoudingen. Het Informatienet bevat naast financiële ook veel technische kengetallen zoals brandstofverbruik in de visserij. Meer informatie is te vinden via: https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/social-economic-research/bedrijveninformatienet.htm.

Benthische vissoort – vissoort die direct op of in de bodem van een waterlichaam (zee, meer, rivier) leeft.

Biogene CO_2 – Kooldioxide (CO_2) die onderdeel is van de biogene koolstofcyclus, zoals CO_2 afkomstig van planten, bomen, dieren, voedsel, mest, hout en andere biomassa, zoals schelpen. Wanneer een plant of (schelp)dier groeit wordt CO_2 uit de atmosfeer of uit de waterkolom opgenomen, die weer vrij komt in de atmosfeer, als de biomassa verbrand wordt (bijvoorbeeld de verbranding van mossel/oesterschelpen). Omdat biogene CO_2 over het algemeen binnen de 100 jaar tijdhorizon (die PEF en vele andere standaarden hanteren voor het inschatten van klimaatimpact) de koolstofcyclus doorloopt, wordt biogene CO_2 niet gezien als klimaatbelastende uitstoot. In de Europese Footprint (EF) methode wordt biogene CO_2 uitstoot niet meegerekend in de CO_2-voetafdruk.

Buitenlandse vlagschepen – Vissersvaartuigen die onder de vlag van een ander land dan Nederland geregistreerd staan en varen (bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk of België). In Nederlandse havens landen wekelijks vaak dezelfde buitenlandse vlagkotters- en pelagische diepvriestrawlers hun visvangst aan doordat deze vaartuigen ondanks hun registratie in buitenland in eigendom zijn van in Nederland gevestigde visserijbedrijven. In het verleden zijn deze vaartuigen vaak vanwege beschikbaar vangstquota in buitenland onder een andere vlagstaat dan de Nederlandse geregistreerd.

Circular Footprint Formula (CFF) – Formule, voorgeschreven in de Product Environmental Footprint (PEF)-standaard van de Europese Commissie, om de milieuwinst van gerecyclede materialen te verdelen tussen de producent die gerecycled materiaal gebruikt en de afdanker die materiaal gescheiden inlevert voor recycling. Omdat gebruik van gerecycled materiaal alleen een rol speelt bij de verpakking van de voedselproducten en daar veel aannames gedaan moesten worden, en omdat de focus van de studie ligt op de voedselproducten zelf en niet het verpakkingsmateriaal, is in deze studie om niet de complexe CFF toe te passen, maar de meer conventionele cut-off methode. In de cut-offmethode wordt de milieuwinst van recycling volledig toegekend aan de gebruiker van gerecycled materiaal.

Co-producten – Wanneer een productiesysteem (bijvoorbeeld een visverwerkingsfabriek) meerdere producten maakt, worden dit co-producten genoemd. Zo levert een visverwerker naast de filets ook vaak visolie en vismeel op, dat verder verwerkt kan worden in veevoer. Visolie en vismeel zijn dan de co-producten bij de productie van visfilet.

CO_2 – Meest uitgestoten broeikasgas koolstofdioxide.

CO_2-equivalenten/CO_2-eq – Eenheid om klimaatimpact uit te drukken. Verschillende broeikasgassen hebben een ander effect op het klimaat. Zo is het klimaateffect van methaan (CH_4) over een periode van 100 jaar gemeten circa 30 keer zo sterk als dat van CO_2 (IPCC, 2021), wat wil zeggen dat als er nu 1 kg CH_4 wordt uitgestoten de aarde over 100 jaar 30 keer meer is opgewarmd ten opzichte van als er nu 1 kg CO_2 wordt uitgestoten. Om de klimaatimpact van de verschillende broeikasgassen toch in 1 cijfer uit te drukken wordt hun impact omgerekend naar CO_2-equivalenten (CO_2-eq). Over een periode van 100 jaar is de klimaatimpact van 1 kg CH_4 dus 30 kg CO_2-equivalenten.

CO_2-voetafdruk – Een maat voor de totale hoeveelheid broeikasgassen (uitgedrukt in CO_2-equivalenten), die wordt uitgestoten door alle activiteiten in het productieproces van de voedingsmiddelen uit zee of van land. De CO_2-voetafdruk geeft inzicht in de mate waarin deze activiteiten bijdragen aan klimaatverandering.

Cut-offbenadering – Benadering waarin de milieuwinst van recycling volledig wordt toegekend aan de gebruiker van gerecycled materiaal.

Demersaal – Demersaal is afgeleid van het Latijnse woord demergere, wat zinken betekent. Demersale vissoorten zijn vissoorten die in de waterlaag direct boven de zeebodem (demersale zone) leven. Demersale vissoorten zijn sterk afhankelijk van de bodem voor voedsel.

Demersale visserij – Visserij met enig vistuig geschikt voor visserij op of nabij de zeebodem, aangegeven met de drieletter vistuigcodes. Veel gebruikte vistuigcodes voor de demersale visserij op de Nederlandse vloot van toepassing: OTB, OTT, PUL (pulskor tot half 2021 toegestaan via ontheffingen), QUA, SSC, TBB, SUM, TBS en FPO.

Doelsoort – Vissoort waarop het vissersvaartuig zich tijdens een visreis richt. Vaak wordt bepaald dat deze doelsoort ten minste 10% gewicht van de totale vangstsamenstelling van de commerciële visreis moet uitmaken (Hoekstra et al., 2025).

Doodgewicht – In dit rapport gaat het bij doodgewicht om de vis die aangeland is in de haven door de visserij of geoogst in geval van aquacultuur waarbij het gewicht is berekend van levend naar dood. De vis die aangeland of geoogst is voor eerste verkoop aan de na-keten is vaak dood. Uitzonderingen hierop zijn schelpdieren als mosselen en oesters en in veel gevallen schaaldieren zoals krab, die vaak nog levend zijn tot aan bereiding. In veel gevallen is het verschil tussen levend gevangen of geoogst gewicht en doodgewicht

enkel het verlies in gewicht door het ontdoen van ingewanden en door lijkstijfheid (rigor mortis). Het betreft veelal 5-10% van het levend gewicht.

Economische allocatie – Methode om milieu impact te verdelen wanneer een systeem meerdere co-producten levert. In geval van economische allocatie wordt de verhouding in economische waarde tussen de co-producten gebruikt als verdeelsleutel.

Eerste verkoop – Het moment waarop de gevangen of geoogste vis door de vissers of kwekers verkocht wordt aan kopers (vaak verwerkende- of visgroothandelsbedrijven of visimporteurs) en daarmee van eigendom wisselt.

Eetbaar gedeelte – Deel van product dat geschikt is voor humane consumptie. In deze studie gaan we uit van consumptie in Nederland. Over het algemeen worden kop, staart, ingewanden, huid en graten van vis niet gegeten in Nederland en valt alleen het (onbereide) visvlees onder het eetbaar gedeelte. In andere continenten wordt vis geregeld als geheel (met kop, graat en staart) gegeten. Voor schaal- en schelpdieren gaat het om het vlees exclusief schaal of schelp en exclusief tarra.

Environmental Footprint (EF) 3.1 – De EF3.1 is de in PEF voorgeschreven methode om de potentiële milieu impact op basis van 16 milieueffecten te bepalen. Een van deze 16 effecten is de klimaatimpact, waar deze studie zich op richt. De EF3.1-methode baseert zich voor het bepalen van de klimaatimpact op de GWP100-factoren van IPCC 2021 (IPCC, 2021).

Eiwitrijke voedselproducten van land – Voedselproducten die op land geproduceerd zijn en waarvan ten minste 20% van de totale energiewaarde uit eiwitten bestaat. Voorbeelden zijn vlees, eieren, peulvruchten.

Flyshoot – De vistechniek die ook bekend staat als Schotse of Deense zegens of snurrevaad. Omvat alle visserijactiviteiten die in de logboeken zijn geregistreerd met de vistuigcode SSC of SDN. Flyshootvisserij is een vorm van zegenvissen. Hierbij wordt een ruitvormig gebied omsloten met verzwaarde zegenlijnen met in het midden een net. Na het uitzetten van de zegenlijnen worden deze over de bodem naar elkaar toe getrokken en wordt de vis voor de lijnen uit gejaagd. Als de vis zich tussen de lijnen voor het net bevindt, wordt het net steeds sneller binnengehaald waardoor de vis gevangen wordt. Meer informatie en een visualisatie: https://www.wur.nl/nl/project/flyshoot-in-beeld.htm.

Functionele eenheid – De kwantitatieve beschrijving van de functie van het product die als referentie dient voor alle input- en outputstromen in de LCA (bijvoorbeeld 1 kg zalmfilet geschikt voor humane consumptie).

GWP100 – GWP staat voor Global Warming Potential. GWP100 is een indicator die de bijdrage van een broeikasgas aan de opwarming van de aarde vergelijkt met die van CO_2 over een periode van 100 jaar.

Impactanalyse – Stap binnen LCA-studie, waarin de benodigde grondstoffen, energie, emissies en afval worden vertaald naar potentiële milieueffecten door middel karakterisatiefactoren. Voor meer informatie zie Levenscyclusanalyse (LCA).

IPCC 2021 – Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is een orgaan van de Verenigde Naties dat wereldwijd wetenschappelijke kennis over klimaatverandering beoordeelt. IPCC 2021 verwijst naar het Sixth Assessment Report (AR6) uit 2021, getiteld Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Hierin staan de meest recente karakterisatiefactoren van broeikasgassen (IPCC, 2021).

Klimaatimpact – De druk op het klimaat door de uitstoot van broeikasgassen. Wordt vaak door elkaar gebruikt met klimaatimpact.

Klimaatimpact – De gevolgen van de klimaatimpact op het klimaat en de omgeving (bijvoorbeeld temperatuurstijging, zeespiegelstijging, extreme weersomstandigheden). Wordt vaak door elkaar gebruikt met klimaatimpact.

Kotters – Onderdeel van de Nederlandse visserijvloot die bestaat uit visserijvaartuigen met een maximale lengte van 46 meter die op commerciële basis met actieve vistuigen vissen op demersale soorten. Van dit onderdeel van de vloot worden gedetailleerde economische gegevens verzameld door Wageningen Social & Economic Research. Als algemene regel geldt dat de totale vangst (aangevoerde waarde, ook wel bekend als besomming cq. inkomsten uit de visserij) minimaal € 50.000 per jaar moet bedragen om als professioneel/commercieel volwaardig vissersvaartuig te worden beschouwd (Visserij in Cijfers, 2025). Kotters met een jaaropbrengst van minder dan € 50.000 worden benaderd als niet-actief in dat kalenderjaar. Deze visserijvaartuigen hebben vaak geen normaal activiteitenpatroon (zeer weinig visserijinspanning/gering aantal zeedagen) in dat kalenderjaar en daarom worden deze schepen ingedeeld bij de overige kleine kustvisserij. Ook vaartuigen kleiner dan 12 meter (als de omzet in een kalenderjaar minder dan € 50.000 bedraagt) en vaartuigen die met passief vistuig vissen worden uitgesloten van de kottervloot.

Kweekvis – Vis, schaal- en schelpdieren afkomstig uit de aquacultuur, oftewel viskweek. Dit kan op land of op zee. De kweek op zee wordt ook wel mariene aquacultuur genoemd. Aquacultuur op land wordt ook landgeboden aquacultuur of visteelt op land genoemd.

Levend gewicht – In dit rapport gaat het bij levend gewicht om het gewicht van vis zoals deze uit het water is onttrokken zonder enige bewerking of verwerking. Met name bij wildvangst (visserij) wordt levend gewicht in logboeken geregistreerd om de benutting van vangstquota te monitoren. Vanuit visserijmanagement, dus het duurzaam beheren van visbestanden, is het belangrijk om te weten hoeveel biomassa van een vispopulatie onttrokken wordt door visserij.

Levenscyclusanalyse (LCA) – Levenscyclusanalyse (LCA) is een kwantitatieve methode om de potentiële milieubelasting van een product, proces of dienst in te schatten over de hele levenscyclus (of een deel daarvan): van winning van de benodigde grondstoffen, productie, transport, gebruik tot afvalverwerking. LCA wordt om verschillende redenen ingezet: van het maken van een hotspotanalyse (waar zit de grootste milieu impact) tot het communiceren van de milieuprestaties van een product aan het grote publiek. Met een LCA kan worden bepaald welke milieuthema's het meest relevant zijn voor elk product en kunnen afwentelingen (trade-offs) worden geïdentificeerd tussen de verschillende milieueffecten.

Logboekdata – Gegevens uit het officiële EU-logboek dat door vissers wordt ingevuld met gegevens zoals aanvoer per vissersvaartuig, inclusief identificatie van het vaartuig, gebruikte vistuig en soorten vis, schaaldieren en/of weekdieren die zijn gevangen.

LVVN – Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur in Nederland.

Massa allocatie – Methode om milieu-impact te verdelen wanneer een systeem meerdere co-producten levert. In geval van massa allocatie wordt de gewichtsverhouding tussen de co-producten gebruikt als verdeelsleutel.

Métier – Binnen de Nederlandse demersale visserij worden verschillende métiers onderscheiden, waarbij wordt gekeken naar het vistuig, de doelsoorten en het motorvermogen. Deze métiers zijn conform de definities gebruikt door de Europese Unie (EU Council Regulation 409/2009) (European Commission, 2009). Een voorbeeld van een métier is TBB_DEF_70-99mm_>300hp: boomkorren met een maaswijdte tussen de 70 en 99 mm en een motorvermogen groter dan 300 hp (afkorting van het Engelse 'horsepower' oftewel paardenkracht). In dit onderzoek zijn niet alleen de visserijsegmenten als métier gerekend maar voor het lezersgemak en overzicht ook de mosselen- en oestercultuur (ook wel mariene aquacultuur of kweek).

Nederlands gevlagde schepen – In dit rapport zijn dat visserijvaartuigen die in de Nederlands Register van Vissersvaartuigen geregistreerd staan met vlagstaat Nederland.

NH_3 (koudemiddel) – Ammoniak als koudemiddel wordt gebruikt in industriële koelinstallaties. Het is een kleurloos gas met een sterke geur en heeft uitstekende thermodynamische eigenschappen, waardoor het zeer efficiënt is voor koeling en warmteoverdracht. NH_3 is geen broeikasgas: de emissie van NH_3 heeft daarom geen klimaatimpact. Voor de productie en de afvalverwerking van het koudemiddel is energie nodig,

dat vaak opgewekt wordt met fossiele brandstoffen en daarmee klimaatbelastend is. NH_3 is giftig en kan bij lekkage leiden tot gezondheidsrisico's voor mens en ecosysteem.

Overige kleine zeevisserijen – De overige kleine zeevisserij is het deel van de Nederlandse vissersvloot dat niet behoort tot de commerciële demersale kottervloot of de pelagische trawlervloot. Deze groep omvat een brede variatie aan vaartuigen met verschillende vistuigen en doelsoorten, actief in de Nederlandse kustwateren. In het algemeen gaat het om onder Nederlandse vlag varende vaartuigen kleiner dan 12 meter die actief vissen; vaartuigen die met passieve en statische vistuigen demersale en pelagische vissoorten bevissen. Ook schelpdier vissersvaartuigen vallen binnen deze groep, zoals vaartuigen gericht op mesheften. Deze specifieke schelpdier vaartuigen (anders dan mosselteelt of oestervaartuigen) zijn vaak langer dan 12 meter. Vaartuigen (mogelijk kotters) die met demersale netten vissen maar een lage economische activiteit hebben (minder dan € 50.000 opbrengst per jaar) worden eveneens tot deze vloot gerekend. Typisch voor deze vaartuigen, gecategoriseerd als overige kleinschalige kustvisserij, is dat zij voornamelijk binnen de 12-mijlszone opereren.

Passieve visserij – Vissen met vast vistuig dat niet actief wordt voortbewogen door visserijvaartuigen. Passieve vistuigen waaronder netten worden afgekort met de codes zoals GN, GNS, GNC, GTN, GTR, GEN en GNF. Korven en vallen behoren ook tot passieve vistuigen en aangeduid met de codes FPO, FYK en FIX.

Pelagisch – Pelagisch is afgeleid van het Griekse woord voor zee (pelagos). Het betreft vissen die leven in de midden- of hogere lagen van de zee. Ze bevinden zich in de diepe zee, verwijderd van bodem en kust.

Pelagische visserij – Visserij met enig vistuig geschikt voor visserij in de waterkolom (het pelagiaal) aangegeven met de drieletter vistuigcodes OTM (pelagische bordentrawl) en PTM (pelagische pairtrawl). De Nederlandse pelagische (diepvries)trawlers vissen met name op haring, makreel, blauwe wijting en horsmakreel.

Product Environmental Footprint (PEF) – gestandaardiseerde LCA-methode om de potentiële milieu-impact van een product te kwantificeren en evalueren. De methode is ontwikkeld in opdracht van de Europese Commissie (European Commission, 2021).

Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) – sector specifieke uitwerking van de PEF. Voor vis is in 2025 de PEFCR for Unprocessed Marine Fish Products (European Commission, 2025a) gepubliceerd. Als in deze rapportage naar de 'PEFCR Marine Fish' wordt gerefereerd, dan wordt deze PEFCR bedoeld.

Product Environmental Footprint Representative Product (RP) study – LCA-studie van virtueel of bestaand product die helpt om de regels van een in ontwikkeling zijnde PEFCR te testen en aan te scherpen. In 2025 is de Product Environmental Footprint Representative Product study for the Marine Fish PEFCR development (European Commission, 2025b) gepubliceerd, waarin zowel een virtueel wilde vis product als een virtueel kweekvis product geanalyseerd is. In deze rapportage refereren we naar deze studie als de RP study.

Referentie-eenheid – de kwantitatieve meeteenheid van die als referentie dient voor alle input- en outputstromen in een LCA studie (bijvoorbeeld 1 kg zalmfilet geschikt voor humane consumptie).

RP study – zie 'Product Environmental Footprint Representative Product (RP) study'.

R22 (koudemiddel) – Het is een halogeenhoudend koolwaterstof dat lange tijd werd gebruikt als koelmiddel in koelkasten en airconditioningsystemen. R22 heeft een hoge GWP en de emissie van R22 is daarom zeer belastend voor het klimaat. R22 bevat chloor, dat bijdraagt aan de afbraak van de ozonlaag. Om deze reden is het gebruik ervan per 1 januari 2015 in Europa verboden (verordening Ozonlaagafbrekende stoffen – EG 1005/2009) (Council Regulation (EC) No 1005/2009, 2009).

R507(koudemiddel) – Het is een HFK-koelmiddel (Hydrofluorkoolwaterstof) dat wordt gebruikt in commerciële en industriële koeltoepassingen, zoals diepvriesinstallaties en transportkoeling. R507 heeft een

hoge GWP en de emissie van R507 is daarom zeer belastend voor het klimaat. In de Europese F-gassenwetgeving (F-gas Regulation (EU) 2024/573) wordt R507 versneld uitgefaseerd (Council Regulation (EU) 2024/573, 2024). Sinds 1 januari 2020 mag R507 in Europa alleen nog gebruikt worden voor het bijvullen met gerecycled en/of geregenereerd R507. Per 1 januari 2030 is het gebruik van R507 geheel verboden in Europa.

SumWing – Vistuig als variant op de traditionele boomkor waarbij de boom van de boomkor vervangen is door een vleugel, de SumWing. In tegenstelling tot de boomkor heeft de SumWing geen sloffen meer. De SumWing is daardoor lichter en heeft minder weerstand. Door de vleugelvorm zweeft het tuig als het ware over de zeebodem. In tegenstelling tot de boomkor heeft de SumWing nauwelijks contact met de zeebodem. De SumWing is ontwikkeld om brandstof te besparen. In de tijd van ontheffingen voor de pulskor, werd de pulskor vaak gecombineerd met de SumWing dat pulswing werd genoemd.

Systeemgrenzen – Afbakening van welke ketenstappen en welke activiteiten binnen die ketenstappen worden meegenomen worden in een LCA-studie en welke activiteiten er buiten vallen.

Tarra – Het gewicht van zeepokken, baarden en benthos in of aan de schelp van mosselen en oesters gegroeid.

Trawler – Internationaal worden trawlers en kotters regelmatig beiden gebruikt om zowel pelagische en demersale visserijvaartuigen aan te duiden. In de demersale visserij kunnen kotters die met bordentrawl of flyshoot vissen als kotter of als hektrawler worden beschouwd. In dit rapport worden met trawlers met name de pelagische trawlers bedoeld. Het gaat in de Nederlandse vloot om visserijvaartuigen die langer dan 45 meter zijn en op pelagische vissoorten zoals haring, makreel, blauwe wijting en horsmakreel vissen met de vistuigcodes (pelagische bordentrawl) OTM en PTM (pelagische pairtrawl).

Twinrig – De naam zegt het al, ‘twin’ is twee. De twinrig is een aangepaste versie van de klassieke bodemtrawl. Hierbij is een horizontale netopening door het gebruik van visborden. Bij de twinrig zijn twee bodemtrawlnetten via een centrumgewicht aan elkaar gekoppeld (Vistikhetmaar, z.d.).

VIRIS – Ook wel logboekgegevens, waarbij VIRIS de afkorting is voor Vis Informatie Registratie Systeem, Het is een elektronisch logboek voor visserijvaartuigen vanaf 12 meter dat gebruikt wordt in de EU visserijsector. Het is verplicht voor vissers om hun vangsten, inclusief de hoeveelheid en soort vis, elektronisch te registreren en te melden bij het bevoegde gezag.

Vissoorten – In dit rapport worden onder vissoorten ook schaal- en weekdieren verstaan. Het gaat dan om zowel soorten die op de Noordzee (kust- en deltawateren) en Waddenzee worden gevangen of geoogst, als de geïmporteerde vissoorten binnen of buiten Europa.

Visverwerking en -bewerking – In dit rapport wordt met visverwerking zowel de verwerking en bewerking samengenomen. In feite is er verschil tussen verwerking en bewerking. De Nederlandse Voedsel & Waren Autoriteit (NVWA) definieert ‘visverwerking’ als complexere processen en handelingen die het oorspronkelijke product ingrijpend wijzigen (onder andere verhitten en roken) waardoor het vaak niet of nauwelijks herleidbaar is naar de oorspronkelijke vissoort. ‘Bewerking’ van vis betreft de eenvoudige activiteiten die het oorspronkelijk visproduct minder ingrijpend of nauwelijks de structuur daarvan doen veranderen. Denk aan koelen, diepvriezen, in stukken snijden (fileren en portioneren), verdelen, malen en pellen.

Wilde vis – Wilde vis groeit en leeft van eitje tot vis in het natuurlijke ecosysteem (binnenwateren, kust- en of zee). In geval van ‘rewilding’ waarbij vis deels is opgekweekt of opgegroeid in een gecontroleerde (kweek)systeemomgeving en uitgezet in het natuurlijke ecosysteem, is er nog steeds wilde vis als deze door de visserij wordt gevangen en aangeland voor verkoop.

Bijlage 2 Selectie vissoort-métiercombinaties

Tijdens een workshop met het ministerie van LVVN op 5 december 2024 zijn aan de hand van onderstaande multi-criteriatabel 22 vissoort-métiercombinaties geselecteerd.

- Criterium 1: Beschikbaarheid data van brandstofverbruik
- Criterium 2: Beschikbaarheid data van aanlandhoeveelheid (in gewicht)
- Criterium 3: privacy-garantie (geen herleidbaarheid naar individuele bedrijven doordat er minder dan vijf bedrijven actief zijn in een métier)
- Criterium 4: Economisch belang voor de Nederlandse visserij in termen van aangelande hoeveelheid (in gewicht) in 2023
- Criterium 5: Doelsoort van de Nederlandse visserij voor met name de ICES-gebieden IV en VII
- Criterium 6: kent de vissoort-métiercombinatie een aanlandcontingent
- Criterium 7: Heterogeniteit: minimaal één combinatie met een schelpdier en één combinatie van passieve visserij vanuit de eiwittransitie. Zodat er diversiteit is in het type visserij (kleinschalig/passief, kotters, pelagisch).

Voorafgaand aan de workshop hebben de opdrachtgever en -nemer voor het onderzoek bepaald om maximaal 22 combinaties mee te nemen in het onderzoek. Van de 31 mogelijke vissoort-métiercombinaties zijn 22 combinaties met score 6 of hoger meegenomen in het onderzoek, aangegeven met de groen gearceerde regels in de laatste kolom van tabel B2.1. De opdrachtgever (LVVN) heeft uiteindelijk aangegeven welke vissoortmétiers wel en niet de voorkeur genoten.

Tabel B2.1 *Multi-criteriatabel selectie van vissoort-métier combinaties*

	Vissoort	Metier	Beschikbaarheid data brandstofverbruik	Beschikbaarheid data aanlandvolumes	Check: privacy garantie (geen herleidbaar individuele bedrijven door <5 bedrijven of te kleine groep)	Hoeveelheid aangelande vis (2023) in ton	Doelsoort Noordzee?	Aanland-contingent	Subtotaal (groen = 2, oranje = 1, rood = 0)
1	Tong	Grote kotters Boomkor	ja	ja	ja		ja	ja	10
2	Tong	Grote kotters Sumwing	ja	ja	Nader te bepalen (uiterlijk 28 jan)		ja	ja	10
3	~~Tong~~	~~Grote kotters Twinrig~~	~~?~~	~~?~~			~~?~~	~~?~~	10
4	Tong	Grote kotters Puls	<2021	<2021	ja		<2021	<2021	10
5	Schol	Grote kotters Boomkor	ja	ja	ja		ja	ja	10
6	Schol	Grote kotters Sumwing	ja	ja	Nader te bepalen (uiterlijk 28 jan)		ja	ja	10
7	Schol	Grote kotters Twinrig	ja	ja	ja		ja	ja	10
8	Haring	Pelagisch	ja	ja	ja	74.200	ja	ja	10
9	Makreel	Pelagisch	ja	ja	ja	19.500	ja	ja	10
10	Horsmakreel	Pelagisch	ja	ja	ja	8.600	ja	ja	10
11	Blauwe wijting	Pelagisch	ja	ja	ja	85.000	ja	ja	10
12	Noorse kreeft (Langoustine)	Kleine kotters (quad-rig)	ja	ja	ja	400	ja	ja	9
13	Garnalen	Garnalenkotter	ja	ja	ja	7.400	ja	nee	8
14	Schol	Kleine kotters (twin-rig)	ja	ja	Nader te bepalen (uiterlijk 28 jan)	300	ja	ja	8
15	Tong	Kleine kotters Boomkor	ja	ja	ja		ja	ja	8
16	Tong	Kleine kotters Twin-rig	ja	ja	ja		ja	ja	
17	Mul	Flyshoot	ja	ja	ja	1.500	ja	nee	8
18	Inktvis	Flyshoot	ja	ja	ja	1.400	ja	nee	8
19	Inktvis	Twinrig	ja	ja	ja		Ja	nee	
20	Tarbot	Grote kotters (boomkor/SumWing)	ja	ja	ja	600	soms	ja	8
21	Sardine	Pelagisch	ja	ja	ja	10.300	nee (mn Marokkaanse wateren)	ja	8
22	Rode poon	Kleine kotters (flyshoot)	ja	ja	ja	700	ja	nee	7
23	Makreel	Kleine kotters (flyshoot)	ja	ja	ja	1.000	nee (alleen bij pelagisch doelsoort, niet bij flyshoot)	ja	7
24	Griet	Grote kotters (boomkor/SumWing)	ja	ja	ja	200	soms	ja	7
25	Mosselen	Mariene aquacultuur	alleen euro's	ja	ja	32.500	ja	nee	7
26	Mesheften	(Overige (kleine) kustvisserij)	ja	ja	Nee (tenzij goedkeuring BIN-	12.700	ja	nee	7
27	Wijting	Grote kotters (boomkor/SumWing)	ja	ja	ja	100	nee	ja	6
28	(Divers)	(Passieve visserij (geen sleepnet))	ja	ja	ja	18.400	ja	ja	6
29	Schar	Grote kotters (boomkor/SumWing)	ja	ja	ja	300	nee	niet meer	4
30	Bot	Grote kotters (boomkor/SumWing)	ja	ja	ja	300	nee	niet meer	4
31	Oesters	Mariene aquacultuur	alleen euro's	alleen # oesters	ja	ca 2800-3600	ja	nee	6

Bijlage 3 Toelichting CO_2-emissiefactoren brandstof

In de visserij worden de brandstoffen mariene gasolie (diesel EN590), zware stookolie en benzine gebruikt. In deze studie zijn hiervoor de volgende emissiefactoren gehanteerd:

Mariene gasolie
Gemodelleerd op basis van:
- het Ecoinvent 3 proces: Diesel, burned in fishing vessel {GLO}| diesel, burned in fishing vessel | Cut-off, S
- 42,8 MJ/kg (Ecoinvent 3 - (Wernet et al., 2016))
- 0,84 kg/liter ((CE Delft, 2021); CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2, tabel 68)
- EF-methode, die gebaseerd is op IPCC 2021 (IPCC, 2021): 0,0942 kg CO_2-eq/MJ
- 0,0942 x 42,8 x 0,84 = **3,387 kg CO_2-eq/liter brandstof**

Zware stookolie
Gemodelleerd op basis van:
- het Ecoinvent 3 proces: Heavy fuel oil, burned in refinery furnace {GLO}| market for heavy fuel oil, burned in refinery furnace | Cut-off, S (NB: betere proxy is niet beschikbaar in LCA databases)
- 41,2 MJ/kg (Ecoinvent 3 - (Wernet et al., 2016))
- 0,97 kg/liter ((CE Delft, 2021); CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2, tabel 68)
- EF-methode, die gebaseerd is op IPCC 2021 (IPCC, 2021): 0,0916 kg CO_2-eq/MJ
- 0,0916 x 41,2 x 0,97 = **3,661 kg CO_2-eq/liter brandstof**
- NB: CO_2-emissiefactoren.nl geeft iets hoger cijfer (3,767 kg CO_2-eq/liter brandstof)
- In verband met consistentie, is gekozen om ook voor zware stookolie Ecoinvent als bron te gebruiken.

Benzine
Gemodelleerd op basis van:
- het Ecoinvent 3 proces: Petrol, unleaded, burned in machinery {GLO}| market for petrol, unleaded, burned in machinery | Cut-off, S
- 45,2 MJ/kg (Ecoinvent 3 - (Wernet et al., 2016))
- 0,750 kg/liter ((CE Delft, 2021); CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2, tabel 69)
- EF-methode, die gebaseerd is op IPCC 2021 (IPCC, 2021): 0,0915 kg CO_2-eq/MJ
- 0,0915 x 45,2 x 0,750 = **3,102 kg CO_2-eq/liter brandstof**

Bijlage 4 Eetbare gedeeltes producten Nederlandse visserij bij aanlanding

Tabel B4.1 *Eetbare gedeelte producten bij aanlanding*

Aquatisch product	% eetbare deel van levend gewicht (A)	Conversiefactor a) van levend gewicht naar dood gewicht (B)	% eetbare deel van totaal aangelande gewicht (=A/B)	Bron
Tong	40	0.96	42	(UK Government – Marine Management Organization)
Schol	38	0.95	40	(EUMOFA, 2021)
Haring	49	1	49	(EUMOFA, 2021)
Makreel	39	1	39	(EUMOFA, 2021)
Horsmakreel	46	1	46	(FAO, 2000)
Blauwe wijting	35,7	1	35.7	(EUMOFA, 2021)(op basis van Frozen fillets of Whiting 'Merlangius merlandgus' CN-8 code 03047930
Noorse kreeft (Langoustine)	41,7	1	41.7	(EUMOFA, 2021)
Hollandse garnalen	40	1.18 (garnalen worden aan boord gekookt)	33	(FAO, 2001); RIVM, 2025
Mul	35	0.89	39	(EUMOFA, 2021)(op basis van kabeljauw)
Inktvis	74	0.99	74	(EUMOFA, 2021)
Tarbot	37	0.92	40	(UK Government – Marine Management Organization)
Mosselen	25% (inclusief tarra); 32% (exclusief tarra) à exclusief tarra gekozen bij aanlanding hier	1	25% (inclusief tarra); 32% (exclusief tarra) à exclusief tarra gekozen bij aanlanding hier	(Poelman en Smith, 2018); (RIVM, 2025)
Zeebaars	35	0.89	39	(EUMOFA, 2021)(op basis van kabeljauw)
Harder	35	0.89	39	(EUMOFA, 2021)(op basis van kabeljauw)
Japanse oester (Crassostrea gigas & Magallana gigas)	8% (inclusief tarra); 10% (exclusief tarra) à exclusief tarra gekozen bij aanlanding in deze studie	1	8% (inclusief tarra); 10% (exclusief tarra) à exclusief tarra gekozen bij aanlanding in deze studie	(FAO, 1981)

a) Bronnen: Bron 1 (default): EU-omrekenfactoren voor verse en bevroren vis (bijlage XIII, vanaf p.102) (European Commission, 2011); Bron 2 (alternatief om bron 1 default te checken) (FAO, z.d.).

Bijlage 5 Selectie veel gegeten voedselproducten uit zee

Tijdens een workshop met het ministerie van LVVN op 10 december 2024 zijn aan de hand van onderstaande multi-criteriatabel 18 voedselproducten uit zee geselecteerd (tabel B5.1).

- Criterium 1: Mate van consumptie in Nederland (op basis van cijfers Voedselconsumptiepeiling 2016-2019; consumptiedata op vissoort niveau worden in nieuwste VCP (2019-2021) niet publiek gerapporteerd)
- Criterium 2: Mate van productie door Nederlandse visserij
- Criterium 3: Databeschikbaarheid

Tabel B5.1 *Multi-criteriatabel selectie voedselproducten uit zee*

	Score			*veel gegeten (> 0,6) = 2 matig (0,3-0,6) = 1 nauwelijks (<0,3) = 0*	*veel productie NL (<5000) = 2 weinig productie NL (<5000) = 1 geen productie NL = 0*	*BIN = 2, literatuur = 1*	
	Product	**Herkomst vis**	**Consumptieproduct**	**gem. consumptie (g/dag) (VCP 2012-2016)***	**Productie NL (ton) (BIN 2023)**	**Databeschik-baarheid**	**Sub-totaal**
1	Zalm - kweek	Noorwegen	gebakken zalmfilet	3,6	0	literatuurstudie	3
2	Tonijn	Pacific	tonijn uit blik	1,3	0	literatuurstudie	3
3	Kabeljauw	Ijsland	gebakken kabeljauwfilet	1,0	beperkt	literatuurstudie	4
4	Haring - gevangen door niet-NL visserij	Noorwegen/Denemarken	Maatjesharing	1,1**	0	literatuurstudie	3
	Witvis n.s.	x	x	0,9	-	-	2
5	Pangasius	Azië	gebakken pangasiusfilet	0,7	0	literatuurstudie	3
6	Vissticks (koolvis)	Verenigde Staten (Alaska)	Gebakken visstick	0,7	0	literatuurstudie	3
7	Kibbeling (koolvis)	Verenigde Staten (Alaska)	Gefrituurde kibbeling	0,6	0	literatuurstudie	2
8	Lekkerbek (heek)	Namibië	Gefrituurde lekkerbek	0,6	0	literatuurstudie	2
9	Gamba / Witpootgarnaal (Vannamei)	Vietnam	gekookte gamba's (Aziatische kweekgarnaal)	0,6	0	literatuurstudie	2
10	Koolvis	Verenigde Staten (Alaska)	gebakken koolvisfilet	0,5	0	literatuurstudie	2
11	Makreel	Nederland	gerookte makreelfilet NL vangst	0,5	20.600	ja, BIN	5
12	Mosselen	Nederland	gekookte mosselen (excl. schelp)	0,3	30.000	ja, BIN	6
14	Garnalen (niet Hollandse)	niet-NL	x	0,3	0	literatuurstudie	1
13	Tong	Nederland	gebakken tongfilet	0,3	3.000	ja, BIN	4
14	Gewone pijlinktvis (Loligo spec.)	Nederland	gebakken inktvisringen / calamaris	0,2	2.300	ja, BIN	3
15	Schol (Noordzee, Pleuronectes platessa)	Nederland	gebakken scholfilet	0,2	7.700	ja, BIN	4
	... (diverse geïmporteerde soorten)	x	x	0,1-0,2	0	literatuurstudie	1
16	Hollandse garnalen	Nederland	gekookte garnalen en gepeld	0,1	7.500	ja, BIN	4
17	Sardine	Portugal	sardines uit blik	0,1	10.300	literatuurstudie	3
18	Oesters	Nederland	rauwe oesters	<0,1	ca 2800-3600	# in BIN	3

*consumptiedata op vissoort niveau worden in nieuwste VCP (2019-2021) niet publiek gerapporteerd.

**er is geen onderscheid in consumptiecijfers gerapporteerd tussen NL haring en geïmporteerde haring (naar schatting circa 90% import; NL haring wordt voornamelijk geëxporteerd).

Van de 20 voedselproducten uit zee zijn de producten met score 2 of hoger meegenomen in de selectie. Uitzondering hierop is witvis n.s. die ook 2 punten scoort, omdat onbekend welke vissoort met witvis n.s. bedoeld wordt en het waarschijnlijk gaat om witvissoorten die ook apart zijn gespecificeerd (zoals kabeljauw, pangasius, koolvis).

Bijlage 6 Selectie eiwitrijke producten van land

Tijdens een workshop met het ministerie van LVVN op 10 december 2024 zijn de in tabel B5.1 aangegeven eiwitrijke producten van land geselecteerd om te vergelijken met de producten uit zee.

Tabel B6.1 *Geselecteerde eiwitrijke producten van land*

Product	Herkomstland	Gekozen consumptieproduct	gem. consumptie product (g/dag) (VCP 2012-2016)	Productie NL (ton) (Bedrijveninformatienet 2023)	Databeschikbaarheid
Kip	Nederland	gebakken kipfilet	16,6	ja	ja, KWIN 2020-2021[c]
Vleesvee voor rundvlees	Ierland	gebakken biefstuk	11,6[a]	nee[b]	Literatuurstudie/LCA database
Melkvee voor rundvlees	Nederland	gebakken rundergehakt		ja	ja, KWIN 2020-2021 [c]
Varkensvlees	Nederland	gebakken varkenshaas	9,0	ja	ja, K WIN 2020-2021 [c]
Kaas Goudse 48+ (rauwe melk afboerderij)	Nederland	kaas Goudse 48+ (broodbeleg)	34,1 (kaas totaal)	ja	ja, KWIN 2020-2021[c]
Eieren	Nederland	gekookt ei	16,7	ja	ja, KWIN 2020-2021 [c]
Bruine bonen	Nederland	bruine bonen uit blik - gekookt	6,7 (peulvruchten totaal)	ja	Literatuurstudie/LCA database
Kikkererwten	Turkije	kikkererwten uit blik - gekookt		nee	Literatuurstudie/LCA database
Walnoten	Frankrijk	Gepelde, ongezouten walnoten	2,5 (totaal noten)	nee	Literatuurstudie/LCA database
Cashewnoten	Brazilië	ongebrande, ongezouten cashewnoten		nee	Literatuurstudie/LCA database
Vegetarische burger	Ingrediënten geïmporteerd uit diverse landen	gebakken vegetarische burger	5 (totaal vleesvervangers)	?	Literatuurstudie/LCA database

a) er is geen onderscheid in consumptiecijfers gerapporteerd tussen rundvlees van melkkoeien en rundvlees van vleesrunderen; b) er wordt in Nederland runvlees van vleesrunderen geproduceerd, maar de sector is klein en er zijn geen representatieve data beschikbaar. Daarom is er gekozen om voor rundvlees van vleesrunderen Iers rundvlees te selecteren. Hiervan zijn representatieve data beschikbaar; c) data uit Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN) 2020-2021 (KWIN, 2020) zijn verwerkt in Agri-footprint 6.3 modellen, die voor de keten tot en met slacht gebruikt zijn in de modellering van de klimaatimpact van deze producten.

Bijlage 7 Eetbare gedeeltes van veel in Nederland geconsumeerde voedselproducten uit zee

Product	% eetbaar product ten opzichte van levend gewicht	Bron	% eetbaar product ten opzichte van aangeland gewicht a)	Toelichting	Bron
Zalm (Salmo salar)	55	(Interview visverwerker Nederland, 2025)	55	Hele vis wordt aangeland	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Tonijn (Thunnus albacares)	48	(EUMOFA, 2021)	48	Hele vis wordt aangeland	(EUMOFA, 2021)
Kabeljauw (Gadu morhua)	35	(EUMOFA, 2021)	67	Kabeljauw wordt 'headed and gutted' aangeland	(EUMOFA, 2021)
Haring (Clupea harengus)	49	(EUMOFA, 2021)	49	Haring wordt niet bewerkt aan boord; levend gewicht = aangeland gewicht	Wageningen Research, 2025
Pangasius (Pangasianodon hypophthalmus)	43	(EUMOFA, 2021)	43	Hele vis wordt 'aangeland' (geoogst)	(EUMOFA, 2021)
Gamba/witpootgarnaal (Penaeus species)	45	(FAO, 2001); 20-45%: bovenwaarde gekozen omdat gamba reuzegarnaal is	45	Hele garnaal wordt 'aangeland' (geoogst)	(FAO, 2001); 20-45%: bovenwaarde gekozen omdat gamba reuzegarnaal is
Heek (Merluccius capensis & Merluccius paradoxus)	44	(EUMOFA, 2021)	56	2.25 kg levende vis voor 1 kg filet; 1.46 kg levende vis voor 1 kg aangelande vis[b]	(EUMOFA, 2021)
Koolvis (Gadus chalcogramma & Theragra chalcogramma)	34	(EUMOFA, 2021)	100	Koolvis wordt als bevroren filet aangeland (aan boord al verwerkt), dus 100% eetbaar	(Interview visverwerker Nederland, 2025); (Zhang et al., 2021)
Makreel (Scomber scombrus)	39	(EUMOFA, 2021); (Interview visverwerker Nederland, 2025)	39	Hele vis wordt aangeland	(EUMOFA, 2021); (Interview visverwerker Nederland, 2025)
Mosselen (Mytilus edulis)	25 (inclusief tarra); 32 (exclusief tarra) à inclusief tarra gekozen bij aanlanding hier	(Poelman en Smith, 2018)	25	Hele schelp inclusief tarra wordt aangeland	(Poelman en Smith, 2018); (RIVM, 2025)
Tong (Solea solea)	40	(UK Government – Marine Management Organization)	42	4% snijverlies aan boord	Wageningen Research, (EUMOFA, 2021)
Schol (Pleuronectes platessa)	38	(EUMOFA, 2021)	40	5% snijverlies aan boord	Wageningen Research, (EUMOFA, 2021)
Gewone pijlinktvis (Loligo species)	74	(EUMOFA, 2021)	74	Hele vis wordt aangeland	(EUMOFA, 2021)
Hollandse garnalen (Crangon crangon)	40	(FAO, 2001)	33	Ongepelde garnalen worden aan boord gekookt	(RIVM, 2025)

Product	% eetbaar product ten opzichte van levend gewicht	Bron	% eetbaar product ten opzichte van aangeland gewicht a)	Toelichting	Bron
Sardine (Sardina pilchardus)	48	(EUMOFA, 2021)	48	Hele vis wordt aangeland	(EUMOFA, 2021)
Japanse oester (Crassostrea gigas & Magallana gigas)	8 (inclusief tarra); 10% (exclusief tarra) à inclusief tarra gekozen bij aanlanding hier	Diverse bronnen, zie ketenbeschrijving oesters in bijlage 10.15	8	Hele schelp inclusief tarra wordt aangeland	Wageningen Research

a) Het gaat om het deel eetbare vis ten opzichte van aangeland (=dood) gewicht. Indien de hele vis (inclusief ingewanden, kop en staart) wordt aangeland, is het eetbare gedeelte ten opzichte van het aangelande gewicht gelijk aan het eetbare gedeelte ten opzichte van het levende gewicht;
b) Berekening % eetbaar gewicht ten opzichte van levend gewicht heek.

Levend gewicht (kg)	Aangeland gewicht (kg)	Filet (kg)
2,25	Filet (=1) - Hoofd + Graat = ?	1
1,46	1 (= Filet + graat = levend - hoofd)	Filet

2,25 – Hoofd - Graat = Filet = 1
1,46 – Hoofd = Filet + Graat = 1

Hoofd = 1,46 – 1 = 0,46
Graat = 2,25 – Hoofd – 1 = 2,25 – 0,46 – 1 = 0,79
Aangeland gewicht = filet + graat = 1 + 0,79 = 1,79
Dus: Filet (= eetbaar)/aangeland gewicht = 1/1,79 = 56%

Bijlage 8 Meest voorkomende verkoopkanalen van de voedselproducten uit zee

Categorie	Voedselproduct	Afzetkanaal	Bron
Pelagisch	Gerookte makreel	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Maatjesharing	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Sardine (uit blik)	Supermarkt	Expert judgement Wageningen Research
	Tonijn (uit blik)	Supermarkt	Expert judgement Wageningen Research
	Gebakken koolvisfilet	Supermarkt	(GfK, 2023)
	Gebakken vissticks	Supermarkt	(GfK, 2023)
	Gefrituurde kibbeling	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Gefrituurde lekkerbek	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Gebakken pijlinktvis a)	Horeca	Expert judgement Wageningen Research
Benthisch	Gebakken scholfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Gebakken tongfilet	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Gekookte, gepelde garnalen	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
Kweek	Gebakken zalmfilet	Supermarkt	Expert judgement Wageningen Research
	Gebakken pangasiusfilet	Supermarkt	(GfK, 2023)
	Gekookte gamba’s	Supermarkt	(GfK, 2023)
	Gekookte mosselen	Visspeciaalzaak/viskraam	(GfK, 2023)
	Rauwe oesters	Horeca	Expert judgement Wageningen Research

a) De inktvisringen in de supermarkt zijn over het algemeen afkomstig van Aziatische inktvis (Loligo chinensis of Loligo bleekeri). In deze studie hebben we ons gericht op inktvisproduct gemaakt van gewone pijlinktvis (Loligo vulgaris) gevangen door Nederlands gevlagde vissersschepen.

Bijlage 9 Dataverzameling

De klimaatimpact van de 18 veel in Nederland consumeerde voedselproducten uit zee is bepaald aan de hand van data uit de Nederlandse vissector en data uit literatuur, LCA databases en standaardwaarden uit de PEF (European Commission, 2021) en PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a). De klimaatimpact van de elf eiwitrijke alternatieven van land is ingeschat aan de hand van data uit LCA databases en literatuur.

In deze bijlage worden de meest relevante databronnen, standaardwaarden en aannames beschreven. In bijlage 10 worden de product specifieke data en aannames beschreven.

Grondstofwinning tot en met aanlanding, eerste verkoop, af-boerderij

Wilde vis

Brandstofgebruik
Voor Nederlandse vis zijn primaire data uit de VIRIS-logboeken, enquêtes onder kleinschalige zeevissers en het bedrijfsinformatienet (Bedrijveninformatienet, z.d.) van Wageningen Social & Economic Research over de periode 2019-2023[36] gebruikt (zie hoofdstuk 2.2). In geval van aanlanding van meerdere vissoorten per vloot is het brandstofverbruik op basis van massa-allocatie verdeeld over de aangelande visproducten. Brandstofdata van niet-Nederlandse vis zijn gebaseerd op secundaire data uit literatuur (zie bijlage 10 voor data per visproduct). In tabel B9.1 is een overzicht gegeven van de databronnen per type visproduct.

Gebruik koelmiddelen
Voor de productie, lekkage en afvalverwerking van koelmiddelen zijn secundaire data gebruikt, gebaseerd op de data uit de RP study table 3-2. Voor vis die gevangen is buiten Europese wateren zijn de volgende data gebruikt: 33,3% CO_2, 33,3% NH_3, 33,3% R22. Voor vis die gevangen is in Europese wateren zijn deze data aangepast, omdat R22 sinds 2015 wettelijk verboden is in de EU (NVKL, 2024):
- EU vis pelagisch: 50% CO_2, 50% NH_3
- EU vis kotters 100% R507.

Tabel B9.1 *Overzicht databronnen per type visproduct*

Nederlandse visserij/ niet-Nederlandse visserij	wel/niet EU	Brandstofverbruik	Koelmiddelen	Infrastructuur en kapitaalgoederen
Nederlandse visserij	Niet van toepassing	Primaire data (2019-2023), zie hoofdstuk 2.2	PEFCR RP study, aangepast aan de hand van expert judgement Wageningen Social & Economic Research	Verwaarloosbaar
niet-Nederlandse visserij	wel EU	Literatuur	PEFCR RP study, aangepast aan de hand van EU regelgeving en expert judgement Wageningen Social & Economic Research	Verwaarloosbaar
niet-Nederlandse visserij	Niet-EU	Literatuur	PEFCR RP study	Verwaarloosbaar

[36] Voor pulsvisserij zijn brandstofdata over 2019-2021 verzameld, omdat pulsvisserij vanaf juli 2021 Europees wettelijk verboden werd.

Kweekvis

Voer
Data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval bij de teelt, transport en verwerking van voer zijn gebaseerd op data uit literatuur en LCA-databases (zie bijlage 10 voor data per visproduct). Data van transport (afstand en modaliteit) van de voerfabriek naar de kweeklocatie zijn geschat op basis van literatuur en expert judgement van Wageningen Marine Research en Wageningen Social & Economic Research.

Kweek
Voor Nederlandse mosselen en oesters zijn economische data van het brandstofverbruik van Wageningen Social & Economic Research over de periode 2019-2023 gebruikt (zie hoofdstuk 2.2). Er worden geen koelvloeistoffen gebruikt.

Data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval tijdens de kweek van gamba's, pangasius en zalm, en voerconversiefactoren zijn gebaseerd op data uit literatuur. Zie bijlage 10 voor data per visproduct. Voor afvalstromen uit het kweeksysteem is aangenomen dat:

- al het visafval naar het restafval gaat:
  - binnen de EU is uitgegaan van landspecifieke restafvalscenario's (verbranding versus stort) zoals beschreven in Annex C van de PEF
  - buiten de EU zijn afvalscenario's gebaseerd op literatuur.
- biogene methaanemissies vrijkomen door slibverwerking (waardes overgenomen uit PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a)).

Eiwitrijke producten van land
Data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval tijdens teelt (bonen, noten, ingrediënten vegetarische burger en ingrediënten veevoer) zijn gebaseerd op data uit LCA databases Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences en Blonk, 2022) en Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022) en data uit literatuur. Data van de samenstelling van de vegetarische burger zijn verkregen van Blonk Sustainability (Blonk Consultants, 2023). Data van de veehouderij zijn verkregen uit LCA databases Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences en Blonk, 2022). In tabel B9.2 is een overzicht gegeven van de databronnen per productcategorie (zie bijlage 10 voor data per product).

Tabel B9.2 *Overzicht databronnen per type voedselproduct van land*

Product categorie	Teelt	Veehouderij
Bonen	Agri-footprint 6.3	n.v.t.
Noten	Agribalyse 3.2 (walnoten) Literatuur (cashewnoten)	n.v.t.
Vegetarische burger	Blonk Food Database, 2023 Agri-footprint 6.3	n.v.t.
Vlees	Agri-footprint 6.3	Agri-footprint 6.3
Eieren	Agri-footprint 6.3	Agri-footprint 6.3
Kaas (rauwe melk)	Agri-footprint 6.3	Agri-footprint 6.3

Vanaf aanlanding/eerste verkoop/af-boerderij tot en met afvalverwerking consument

Wilde vis en kweekvis
Data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval na aanlanding en eerste verkoop zijn gebaseerd op secundaire data uit literatuur, marktonderzoek en standaardwaarden zoals gepubliceerd in de PEF en PEFCR Marine fish. Daarnaast zijn interviews met de visverwerkende sector gehouden om ketenstappen te verifiëren. Voor elk afzonderlijk voedselproduct zijn databronnen weergegeven in de ketenbeschrijvingen per product in bijlage 10.

Verwerking
Data van activiteiten die plaatsvinden tijdens de verwerking van de aangelande vis tot het product dat geschikt is voor verkoop aan supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam of horeca zijn gebaseerd op literatuuronderzoek, interviews met de visverwerkende sector, databases met conversiefactoren van levend gewicht tot verwerkt product (EUMOFA, 2019) en data uit de RP study (data co-producten) (European Commission, 2025b).

Sommige visproducten worden verwerkt als product met een beslaglaag (bijvoorbeeld vissticks). Data voor productie van het beslag zijn gebaseerd op desk research (bronnen zijn weergegeven in de ketenbeschrijvingen van de specifieke visproducten in bijlage 10).

Verpakken
Type en hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn gebaseerd op data uit literatuur, eigen metingen door onderzoeker (consumentenverpakking) en de RP study (European Commission, 2025b). Voor verpakking is onderscheid gemaakt tussen:
- verpakking tijdens transport in de keten van aanlanding/eerste verkoop tot en met verwerking, en
- consumentenverpakking.

In deze studie is aangenomen dat alle producten die afgezet worden via supermarkten op de verwerkingslocatie verpakt worden in de consumentenverpakking. Type en hoeveelheid verpakking variëren afhankelijk van type product (bv vissticks in kartonnen doosje, tonijn in blik). In bijlage 9 staat per product gerapporteerd welk verpakkingsmateriaal is meegenomen in deze studie.

Voor de visspeciaalzaak/viskraam wordt aangenomen dat verpakking plaatsvindt. De visproducten (met uitzondering van mosselen, Hollandse garnalen, kibbeling en lekkerbek) worden bij de visspeciaalzaak/viskraam verpakt in 50 gram bakpapier (95% papier, 5% siliconenlaag) en 100 gram zak per kg visfilet (eigen meting onderzoeker). Voor mosselen en Hollandse garnalen is aangenomen dat deze in polyethyleen (PE) verpakking verpakt worden. Voor kibbeling en lekkerbek is aangenomen dat deze in polystyreen bakjes in een papieren zak verpakt worden (meting eigen onderzoeker).

Voor het afzetkanaal horeca is aangenomen dat er geen consumentenverpakking gebruikt wordt. Voor het transport van de verpakkingsproductielocatie naar de verpakkingslocatie zijn de standaardwaarden uit de PEF gebruikt.
Aangenomen is dat de klimaatimpact door de productie van het materiaal volledig wordt toegeschreven aan het visproduct, ook als het verpakkingsmateriaal tijdens afvalverwerking gerecycled wordt en daarna door een volgende gebruiker gebruikt wordt (zie paragraaf 3.2.1 – afvalverwerking).

Distributie
Voor het energie- en grondstoffengebruik en eventuele emissies van koelmiddelen in de distributiecentra/groothandel is uitgegaan van de standaard waarden van de PEFCR Marine Fish (European Commission, 2025a). Voor koolvis producten is hiervan afgeweken op basis van informatie uit interviews met de sector en een opslag duur van 50 dagen bij het distributiecentrum aangehouden. Voor verliezen tijdens distributie is uitgegaan van de standaardwaarde van 4% uit de PEFCR Marine Fish. Voor vis in blik is afgeweken van de standaardwaarde en is 2% (FAO, 2019) aangehouden.

Transport
Data van transportafstanden en modaliteit tot en met verwerking zijn gebaseerd op afstanden van haven of kweeklocatie tot aan de verwerkingslocatie zoals gemeten via google.maps en Sea-Distances.org. Hierbij is er per visproduct onderscheid gemaakt tussen ongekoeld, gekoeld en bevroren transport.
Transportafstanden van verpakkingsmaterialen naar de verpakkingslocatie voor zowel binnen de EU als buiten de EU zijn gebaseerd op de standaardwaarden uit de PEF, welke de volgende afstanden aanhoudt:
- Vrachtwagen: 230 kilometer
- Trein: 280 kilometer
- Binnenvaartschip: 360 kilometer

Transportafstanden en modaliteit van verwerkingsfabriek tot aan afzetkanaal (supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam of horeca) zijn ingeschat op basis van expert judgement Wageningen Marine Research en interviews met de sector. In tabel B9.3 is per afzetkanaal aangegeven met welke standaard waarden voor transport we in deze studie gerekend hebben.

Tabel B9.3 *Standaardtransportafstanden van verwerkingsfabriek tot en met afzetkanaal*

Afzetkanaal	Transporttraject	Afstand enkele reis (in km)	Modaliteit
Supermarkt	Verwerking a) (inclusief verpakken) tot en met distributiecentrum	200	Grote vrachtwagen b)
	Distributiecentrum tot en met supermarkt	75	Grote vrachtwagen b)
Visspeciaalzaak/viskraam	Verwerking a) (inclusief verpakken) tot en met groothandel	100	Grote vrachtwagen b)
	Groothandel tot en met visspeciaalzaak / viskraam	100	Kleine vrachtwagen c)
Horeca	Verwerking a) (inclusief verpakken) tot en met groothandel	100	Grote vrachtwagen c)
	Groothandel tot en met horecalocatie	100	Kleine vrachtwagen c)

a) Indien de verwerkingsfabriek buiten Nederland staat is de afstand van de fabriek tot aan de Nederlandse grens opgeteld bij de standaard transportafstand die vermeld is in deze tabel; b) Ongekoeld: vrachtwagen >32t, EURO4, Gekoeld/bevroren: Vrachtwagen met koel- en/of vriesinstallaties, gewogen gemiddelde van verschillende gewichtklasses en emissieklasses; c Ongekoeld: Vrachtwagen 3,5-7,5t, EURO3, Gekoeld/bevroren: vrachtwagen 3,5-7,5t, EURO3 (koel-/vriesinstallaties met R134a koelmiddel). Het gaat hier zowel om vervoer van leveranciers die een visspeciaalzaak bevoorraden als om vervoer van een mobiele viskraam wanneer deze zelf de vis bij de veiling/groothandel ophaalt en naar de verkooplocatie rijdt.

Afzetkanaal: supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam, horeca
Data van energiegebruik en eventuele emissies van koelmiddelen in de supermarkt zijn gebaseerd op de standaardwaarden uit de PEFCR Marine Fish. Voor de afzetkanalen visspeciaalzaak en horeca is aangenomen dat het energiegebruik en eventuele emissies koelmiddelen tijdens opslag/bewaring op deze locaties gelijk is als in de supermarkt. Hierin is onderscheid gemaakt tussen ongekoelde, gekoelde en bevroren opslag en een gemiddelde duur van 6 dagen aangenomen.

Data van energiegebruik voor het bakken en frituren van visproducten die bij visspeciaalzaken bereid worden (bijvoorbeeld kibbeling) en die in de horeca bereid worden (inktvis) zijn gebaseerd op deskstudy (websites horeca apparatuur, Horeca World (2025)). Data voor het bereiden van het beslag van visproducten die gefrituurd worden in beslaglaag (bijvoorbeeld kibbeling) zijn gebaseerd op deskstudy (receptenwebsites en website bedrijf in vriesdroogtechologie, Havion Freeze Dry Technology (2025)). Aangenomen is dat het beslag als gevriesdroogd poeder wordt aangeleverd en door de viskraam-/horecaondernemer weer wordt aangemengd met water. Data voor vochtverlies tijdens bereiding zijn afkomstig van RIVM (2025), zie bijlage 11.

Voor verliezen in de supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam en horeca is uitgegaan van de standaardwaarde voor supermarkt van 4% uit de PEFCR Marine Fish. Voor vis in blik is afgeweken van de standaardwaarde en is 2% (FAO, 2019) aangehouden.

Consument
In deze studie is aangenomen dat de visproducten die gekocht zijn in de supermarkt of visspeciaalzaak/viskraam door de consument naar huis worden vervoerd om thuis geconsumeerd te worden. Data van energiegebruik voor dit vervoer zijn gebaseerd op de standaardwaarden uit de PEFCR Marine Fish. Voor de visproducten die in de horeca geconsumeerd worden is het vervoer van de consument naar de horecalocatie niet meegenomen: we hebben aangenomen dat dit vervoer gealloceerd wordt aan 'recreatie' en niet aan consumptie van het visproduct (zie paragraaf 3.2.1).

Data van het energiegebruik voor bewaring (gekoeld, bevroren), bereiding en afwassen bij de consument thuis zijn gebaseerd op de standaardwaarden van de PEFCR Marine fish en PEF. Aangenomen is dat het energiegebruik voor koken (van bijvoorbeeld mosselen) gelijk is aan de standaard waarden die de PEFCR Marine Fish geeft voor het bakken van vis. Data voor vochtverlies tijdens bereiding (rauw-tot-bereidratio's) zijn afkomstig van RIVM (2025), zie bijlage 11.

Voor verliezen (van eetbare delen) bij de consument is uitgegaan van het Nederlandse percentage van 3,5% (Voedingscentrum, 2023). We wijken hier dus af van de standaardwaarde die de PEFCR Marine Fish (11%) rapporteert, omdat we Nederland specifieke data hebben. Voor de verliezen van niet-eetbare delen (bijvoorbeeld schelpen van mosselen) zijn data verzameld uit literatuur.

Afvalverwerking
In de hele keten kunnen afvalstromen ontstaan van vismateriaal en verpakkingsmateriaal. In deze studie is zoveel mogelijk aangesloten bij de standaardverwerkingsroutes van de PEF en de PEFCR Marine Fish. Indien deze niet aansloten bij de Nederlandse situatie is hiervan afgeweken. In tabel B9.4 zijn de afvalscenario's zoals in deze studie gebruikt weergegeven.

Tabel B9.4 *Afvalscenario's keten visproducten*

Ketenstap	Verwerkingsmethode	Bron	Transportafstand in km van afvallocatie naar verwerkingslocatie
Visafval			
Visserij	Visafval over boord	Expert judgement Wageningen Research	n.v.t.
	Afval koelmiddelen -> verbrand als gevaarlijk afval (hazardous waste)	RP study	100
Kweek	Vietnam: Verbranding (22%) Noorwegen: Verbranding (97%)	PEF/PEFCR Marine Fish; Yuen et al. (2024)	100
	Vietnam: Stort (78%) Noorwegen: Stort (3%)		100
Visverwerker	Verschillend per land (verbranding en stort)	Voor Europese landen percentages zoals gerapporteerd door PEF; Voor niet Europese landen gebaseerd op (proxies uit) literatuur	100
Distributie NL	Restafval (50%) - Verbranding (97%) - Stort (3%)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Anaerobe vergisting (25%)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Compostering (25%)	PEF/PEFCR Marine Fish	30
Supermarkt, visspeciaalzaak/ viskraam, horeca[a]	Restafval (50%) - Verbranding (97%) - Stort (3%)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Anaerobe vergisting (25%) a)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Compostering (25%)	PEF/PEFCR Marine Fish	30
Consument[a]	Restafval (50%) - Verbranding (97%) - Stort (3%)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Anaerobe vergisting (25%) a)	PEF/PEFCR Marine Fish	100
	Compostering (25%)	PEF/PEFCR Marine Fish	30
Verpakkingsmateriaal			
Verwerking, distributie, verkoop, consument	Divers: voorkeursverwerkingsmethodes van Eco-invent processen aangehouden	Eco-invent 3 (cut-off by classification)	100

a) Voor de afvalverwerking van de niet-eetbare delen van schelpdieren wordt op basis van expert judgement afgeweken: aangenomen is dat de schelpen niet naar anaerobe vergisting gaan. De waardes voor restafval en compost zijn naar rato herberekend, wat betekent dat de aanname is dat 67% naar restafval (waarvan 97% verbrand en 3% gestort) gaat en 33% naar compostering.

Eiwitrijke producten van land
Data van energie- en grondstoffengebruik, emissies en afval na verlaten boerderij zijn gebaseerd op data uit LCA databases (voorkeur: Agri-footprint 6, anders Agribalyse 3.2), literatuur en standaardwaarden zoals gepubliceerd in de PEF. Voor elk afzonderlijk voedselproduct zijn databronnen weergegeven in de ketenbeschrijvingen per product in bijlage 10.

Slacht/Verwerking
Data van energiegebruik, grondstoffengebruik, emissies en afval die plaatsvinden tijdens slacht (in geval van vleesproducten) en verwerking (bijvoorbeeld pellen en drogen van noten en uitbenen van vlees) tot het product dat geschikt is voor verkoop aan supermarkt zijn gebaseerd op data uit LCA databases Agri-footprint 6 en Agribalyse 3.2, literatuur en informatie van websites van technische installaties.

Verpakken
Type en hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn gebaseerd op LCI-data uit LCA-database Agribalyse 3.2 en eigen metingen door onderzoeker (consumentenverpakking). In deze studie is aangenomen dat alle producten op de verwerkingslocatie verpakt worden. Voor verpakking is onderscheid gemaakt tussen:
- verpakking tijdens transport in de keten van verlaten boerderij tot en met verwerking, en
- consumentenverpakking.

Type en hoeveelheid verpakking variëren afhankelijk van type product (bijvoorbeeld bonen in blik, eieren in kartonnen doosje). In bijlage 10 staat per product gerapporteerd welk verpakkingsmateriaal is meegenomen in deze studie.

Voor het transport van de verpakkingsproductielocatie naar de verpakkingslocatie zijn de standaardwaarden uit de PEF gebruikt. Aangenomen is dat de klimaatimpact door de productie van het materiaal volledig wordt toegeschreven aan het voedselproduct, ook als het verpakkingsmateriaal tijdens afvalverwerking gerecycled wordt en daarna door een volgende gebruiker gebruikt wordt (zie hoofdstuk 3.2.1 – afvalverwerking).

Distributie
Voor producten van land zijn data van energie- en grondstoffengebruik en eventuele emissies van koelmiddelen in de distributiecentra gebaseerd op de standaard waarden van de PEFCR Marine Fish. Aangenomen is dat deze voor de distributie van producten van land gelijk zijn aan die van vis. Er is onderscheid gemaakt tussen ongekoelde en gekoelde opslag in de distributiefase. Voor verliezen tijdens distributie is uitgegaan van de volgende standaardwaarden uit de PEF (annex C):
- vlees, vegetarische burger: 4 massa-%
- kaas: 0,5 massa-%
- bonen, noten en eieren: massa-1% (op basis van 'other foods')

Transport
Data van transportafstanden en modaliteit tot en met verwerking zijn gebaseerd op afstanden van boerderij tot en met verwerkingslocatie zoals gemeten via google.maps en Sea-Distances.org. Hierbij hebben we per product onderscheid gemaakt tussen ongekoeld en gekoeld transport.

Voor afstanden en modaliteit van verwerkingsfabriek tot afzetkanaal (supermarkt) zijn dezelfde aannames gedaan als voor de producten die via supermarkt verkocht worden (tabel B9.5).

Tabel B9.5 *Standaardtransportafstanden van verwerkingsfabriek tot en met supermarkt*

Afzetkanaal	Transporttraject	Afstand enkele reis (in km)	Modaliteit
Supermarkt	Verwerking (inclusief verpakken) tot en met distributiecentrum	200	Grote vrachtwagen a)
	Distributiecentrum tot en met supermarkt	75	Grote vrachtwagen a)

a Ongekoeld: vrachtwagen >32t, EURO4, Gekoeld: Vrachtwagen met koel- en/of vriesinstallaties, gewogen gemiddelde van verschillende gewichtklasses en emissieklasses.

Transportafstanden van verpakkingsmaterialen naar de verpakkingslocatie voor zowel binnen de EU als buiten de EU zijn gebaseerd op de standaardwaarden uit de PEF, welke de volgende afstanden aanhoudt:
- Vrachtwagen: 230 kilometer
- Trein: 280 kilometer
- Binnenvaartschip: 360 kilometer

Afzetkanaal: supermarkt
Voor de producten van land is aangenomen dat energiegebruik en emissies van koelmiddelen in de supermarkt hetzelfde zijn als die van visproducten (gebaseerd op PEF en PEFCR Marine Fish). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen ongekoelde en gekoelde opslag. Voor verliezen in de supermarkt is uitgegaan van de volgende standaardwaarden uit de PEF (annex C):
- vlees, vegetarische burger: 4 massa-%
- kaas: massa-0,5%
- bonen, noten en eieren: 1 massa-% (op basis van "other foods")

Consument
Data van energiegebruik voor vervoer van supermarkt naar consument thuis zijn gebaseerd op de standaardwaarden uit de PEF.

Aangenomen is dat energiegebruik voor bewaring (ongekoeld, gekoeld), eventuele bereiding (koken, bakken) en afwassen bij de consument thuis gelijk zijn aan die van visproducten (gebaseerd op PEF en PEFCR Marine fish). Data voor vochtverlies tijdens bereiding (rauw-tot-bereid ratio's) zijn afkomstig van RIVM (2025), zie bijlage 11.

Voor verliezen (van eetbare delen) bij de consument is uitgegaan van de volgende percentages (Voedingscentrum, 2023):
- vlees en vegetarische burger: 7,5 massa-%
- kaas: 10,1 massa-%
- eieren: 7,9 massa-%
- bonen en noten: 3,9 massa-% (op basis van 'overige producten')

Voor de verliezen van oneetbare delen (alleen bij bonen en kaas) zijn data gebaseerd op:
- bonen: FAO uPulses 1.0 (FAO, 2017), waarbij aangenomen is dat alle vocht in blik oneetbaar verlies is
- kaas: meting eigen onderzoeker: circa 5% van kaas is korst en harde delen aan korst die niet gegeten worden
- eieren: meting eigen onderzoeker: circa 12% van een gekookt ei bestaat uit schaal

Afvalverwerking
In de hele keten kunnen afvalstromen ontstaan van eetbare en oneetbare delen van de voedselproducten en verpakkingsmateriaal. In deze studie zijn we voor de producten van land voor:
- afvalscenario's tijdens teelt/veehouderij uitgegaan van de afvalverwerkingsscenario's zoals gerapporteerd in de LCA databases Agri-footprint 6.3 (vlees, kaas, eieren, vegetarische burger, bonen), Agribalyse 3.2 (walnoten) en literatuur (cashewnoten)
- alle ketenstappen vanaf de verwerkingsfabriek/slachthuis uitgegaan van dezelfde afvalscenario's als bij vis (zie tabel B9.4)

Bijlage 10 Ketenbeschrijvingen geconsumeerde voedselproducten

B10.1 Ketenbeschrijving Gerookte Makreel

Beschrijving product
De Nederlandse makreelketen begint bij de vangst van deze pelagische soort in de noordoostelijke Atlantische Oceaan en de Noordzee, voornamelijk uitgevoerd door moderne diepvriestrawlers. Na vangst wordt de makreel (Scomber scombrus) direct aan boord verwerkt, gesorteerd en in blokken ingevroren om kwaliteit en versheid te waarborgen. Deze diepgevroren blokken worden aangeland in Nederlandse zeehavens en opgeslagen in vriesfaciliteiten. Vanuit deze opslagplaatsen gaat de vis naar gespecialiseerde verwerkingsbedrijven, waar fileren, portioneren en roken plaatsvinden. Warm gerookte makreel vormt het kernproduct voor de Nederlandse detailhandel, verkrijgbaar als hele vis, filets, porties en soms als kant-en-klare maaltijdcomponent. Naast het rookkanaal bestaan er alternatieve verwerkingsroutes, waaronder diepvriesproducten, ingeblikte makreel en halffabricaten voor de voedselindustrie. Ook zijn er verschillende consumptiekanalen, variërend van supermarkt en foodservice tot exportmarkten. Parallel aan de diepgevroren keten bestaat een beperkte verse keten, waarbij makreel na aanlanding gekoeld wordt gedistribueerd naar visafslagen, ambulante handel en horecagebruik. Deze verse producten worden vaak als hele vis of filet aangeboden en vragen snelle logistiek vanwege de relatief korte houdbaarheid. De warme rookketen vereist daarentegen gestroomlijnde thermische processen om smaak, structuur en microbiologische veiligheid te borgen. De uiteindelijke producten bereiken de consument via supermarkten, speciaalzaken en horeca.

Product: In deze studie is het eindproduct gerookte makreelfilet. Het product is in een verwerkingsfaciliteit gefileerd en gerookt.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste makreel afgezet via de visspeciaalzaak/viskraam (GfK, 2023).

In tabel B10.1.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.1.1 *Overzicht ketenstappen gerookte makreel*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output	kg co-product[a] / afval	Bron
Visserij (Noordzee / N-Atlantische Oceaan)	Hele makreel	1	1	Bijvangst <5%	
Aanlanding (Nederlandse havens)	Hele gekoelde makreel	1	1		(Pelagic Freezer Trawler Association, 2025)
Verwerking 1 (opslag vrieshuis)	Bevroren makreel	1	1		(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Verwerking 2 (roken, drogen, vacuümverpakking)	Gerookte makreel	1	0,31	0,62 (snijafval) + 20% gewichtsverlies door roken)	(EUMOFA, 2019)
Distributie	Gekoeld transport naar visspeciaalzaak/ viskraam	0,31	0,30	0,01	(PEFCR, 2025)
Visspeciaalzaak/viskraam	Gerookte makreel in verpakking	0,30	0,28	0,01	(GfK, 2023)
Consumptie thuis	Bereide gerookte makreelfilet	0,28	0,27	0,01	(Voedingscentrum, 2023)

[a] Voor de verdeling van de klimaatbelasting over de verschillende hoofd- en co-producten is conform PEF economische allocatie toegepast (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De Nederlandse pelagische vloot, waaronder trawlers uit onder meer IJmuiden en Scheveningen, vangt makreel met pelagische trawls in de Noordzee, de westelijke Schotse wateren en de noordoostelijke Atlantische Oceaan. Aan boord wordt de vis direct verwerkt en snel ingevroren tot onder –18 °C om kwaliteit en versheid te borgen. Door de inzet van geavanceerde vangsttechnologie is de bijvangst doorgaans beperkt (<5%) en is de brandstofintensiteit beperkt (tabel B10.1.2). Na terugkeer in Nederlandse havens, zoals IJmuiden, Scheveningen en Vlissingen, wordt de makreel gelost en getransporteerd naar vrieshuizen voor tijdelijke opslag. Vanuit deze opslagfaciliteiten wordt de vis gedistribueerd naar gespecialiseerde verwerkingslocaties, onder andere in Urk, Scheveningen, Katwijk en IJmuiden.

Tabel B10.1.2 *Energie- en emissiefactoren makreelvisserij tot aanlanding*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron	Opmerking
Dieselverbruik visserij	0,188	Liter/kg vis	WSER, 2025	Zie hoofdstuk 2
Ruw stookolie verbruik visserij	0,014	Liter/kg vis	WSER, 2025	Zie hoofdstuk 2

Toelichting keten aanlanding t/m consument
Na aanlanding wordt de makreel in Nederlandse vrieshuizen opgeslagen, waarna deze naar verwerkingsbedrijven wordt getransporteerd. Hier vindt de verwerking, fileren (in deze voor het rookproces) en het rookproces plaats.
1. Ontdooien (indien ingevroren),
2. Onthoofden, verwijderen ingewanden en pekelen,
3. Roken in continue ovens of kamerrokerijen (90–110 °C, ca. 1–2 uur),
4. Afkoelen en vacuüm verpakken

Tabel B10.1.3 *Energie- en emissiefactoren aanlanding tot verwerking*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron	Opmerking
Elektriciteitsverbruik verwerking	0,115	kWh/kg vis	(Nwakuba, 2016); (Cleland & Earle, 1980); (FAO, 2015)	Fileren, zouten, koelen, roken (aanname 90% aardgas, 10% elektrisch)
Aardgasverbruik verwerking	0,117	m^3/kg vis		
Rendement na roken	80	%	(Nwakuba, 2016); (EUMOFA, 2019) (annex C)	Waterverlies 20%

De gerookte makreelfilet wordt gekoeld gedistribueerd naar de visdetailhandel.
Binnenlandse transportafstanden zijn gemiddeld 200 km.

Voor de verliezen tijdens distributie en bij de visspeciaalzaak/viskraam is conform PEFCR Marine Fish 4% per ketenstap aangehouden (PEFCR, 2025).

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van de makreelfilet is eetbaar). In deze studie is aangenomen dat de gerookte makreelfilet direct uit de verpakking geconsumeerd wordt (rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025).

De transport- en de consumentenverpakking wordt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.1.4 *Transportafstanden en modaliteiten makreelketen*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Haven → vrieshuis (Urk, Scheveningen, Vlissingen) → verwerkingsbedrijf (Urk, Volendam)	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Binnenlands transport
Verwerking → groothandel/distributiecentrum	Vrachtwagen (Gekoeld 0–4 °C)	100	Standaard afstand verwerker -> groothandel visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum→ Visspeciaalzaak/viskraam	Bestelbus (Gekoeld 0–4 °C)	100	Standaardafstand zoals aangehouden in deze studie (zie bijlage 9)

Tabel B10.1.5 *Samenstelling verpakking*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Kartonnen transport verpakking	0,072	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	Voor gekoelde distributie
Plastic liner transport verpakking	0,008	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	
Papier consumentenverpakking	0,15	kg/kg product		Aanname: Verpakking visspeciaalzaak: 50 gram bakpapier (95% papier, 5% siliconenlaag) en 100 gram papieren zak per kg visfilet
Siliconenlaag consument verpakking	0,0025	kg/kg product		

Referenties

Cleland, A. C., & Earle, M. D. (1980). *Energy use in the fish-processing industry*. Retrieved from https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/8140555

EUMOFA. (2019). *Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA)*. Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

FAO. (2015). *Fuel and energy use in the fisheries sector – Approaches, inventories and strategic implications* (978-92-5-108934-7). Retrieved from Rome: https://openknowledge.fao.org/bitstreams/9577eca1-4d13-4964-81f1-e294da4e6df9/download

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

Nwakuba, N. (2016). DEVELOPMENT OF A HYBRID FISH SMOKER. *FUTO Journal Series, volume 2*, 34–45.

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Pelagic Freezer Trawler Association. (2025). Pelagic Freezer Trawler Association. Retrieved from https://www.pelagicfish.eu/

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.2 Ketenbeschrijving Maatjesharing

Beschrijving product
In deze studie is uitgegaan van Maatjesharing, gevangen op de Noordzee, aangeland en gepekeld in Noorwegen en Denemarken, gefileerd in Nederland en als "butterfly" product (filet met staart) verkocht aan consument.

Product: het eindproduct betreft rauwe Maatjesharing, die via de visspeciaalzaak of viskraam verkocht wordt en bij de consument thuis geconsumeerd wordt.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste Maatjesharing afgezet via de visspeciaalzaak/ viskraam (GfK, 2023);(Interview visverwerker, 2025).

In tabel B10.2.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.2.1 *Overzicht ketenstappen haring*

Hoofd proces	Product	kg vis input	kg vis output[a]	kg co-product en afval	Bron
Visserij (Noorwegen/Denemarken)	Haring – als hele vis aangeland	1	1	0	(Interview visverwerker, 2025)
Verwerking 1 (Noorwegen/Denemarken)	Gekaakte, gepekelde haring	1	0,75 (85%)	0,25	(Interview visverwerker, 2025; Laub-Ekgreen, 2018)
Verwerking 2	Gefileerde haring met staart (butterfly)	0,75	0,52 (85%)	0,23	(EUMOFA, 2019) (annex 7)
Transport-verpakking	EPS box (met ijs)				(PEFCR, 2025)
Consumenten-verpakking	Bakpapier en papieren zak				Eigen meting onderzoekers
Distributie	Noorwegen/Denemarken -> Nederland: over weg (+ overtocht zee vanuit NO); Transport binnen NL: over weg	0,52	0,50	0,02	(PEFCR, 2025)
Visspeciaalzaak/ viskraam	Ontdooide, in beslag gedipte, gefrituurde visstukjes	0,50	0,48	0,02	(GfK, 2023) (afzetkanaal)
Consumptie thuis	Product zoals verkocht bij visspeciaalzaak/ viskraam	0,48	0,43	0,02 (eetbaar verlies) + 0,03 (niet eetbaar verlies)	(Voedingscentrum, 2023); (EUMOFA, 2019) (annex 7)

[a] Tussen haakjes percentage van milieu impact van hele ketenstap dat gealloceerd wordt aan hoofdproduct (op basis van economische allocatie). Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De meeste maatjesharing die in Nederland gegeten wordt gevangen in de wateren voor Noorwegen en Denemarken (Quirijns et al., 2023). De haring wordt als hele vis aangeland (Quirijns et al., 2023); (Interview visverwerker, 2025).

Tabel B10.2.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	0,086	Liter/kg aangelande vis	(Ziegler, Jafarzadeh, Hognes, & Winther, 2022) (SINTEF, 2021)	
Benzine	0	Liter/kg aangelande vis		
Stookolie	0	Liter/kg aangelande vis		
Electricity	0	kWh/aangelande vis	(Ziegler et al., 2022) (SINTEF, 2021)	
Emissie koelmiddelen	0	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaard waarden Pelagic trawlers
Afval koelmiddelen	0,01 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaard waarden Pelagic trawlers

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
De haring wordt direct na aanlanding gekaakt en gepekeld (Laub-Ekgreen, 2018);(Quirijns et al., 2023). Er wordt circa 1 liter pekelwater gebruikt per kg haring (Laub-Ekgreen, 2018). Co-producten worden verwerkt tot vismeel en visolie (Ziegler et al., 2022); (Quirijns et al., 2023).

Van de verwerkingslocaties nabij de havens in Noorwegen en Denemarken gaan de gepekelde en gekaakte haringen per vrachtwagen (en voor Noorwegen inclusief overtocht over zee van Noorwegen naar Denemarken) naar de visverwerkers in Katwijk en Spakenburg (Interview visverwerker, 2025). Daar worden de haringen gefileerd en verwerkt tot "butterfly" product (haringfilet met staart er nog aan). Co-producten worden verwerkt tot vismeel en visolie (Ziegler et al., 2022); (Quirijns et al., 2023). Daarna worden de gefileerde haringen (inclusief staart) per vrachtwagen naar de groothandel van de visverkoper getransporteerd, en vervolgens per bestelbus naar de visverkoper zelf (Interview visverwerker, 2025). In tabel B10.2.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en visspeciaalzaak/ viskraam zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (4%) (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.2.3 *Transportafstanden en modaliteiten haring*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Noorwegen -> Nederland	Vrachtwagen (Bevroren)	1.200	Egersund-Katwijk
	Zeeschip (Bevroren)	100	Overtocht Noorwegen -> Denemarken
Denemarken -> Nederland	Vrachtwagen (Bevroren)	1.000	Skagen-Spakenburg
Verwerkingsfabriek Nederland -> groothandel visspeciaalzaak	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaard afstand verwerker -> groothandel visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak	Kleine vrachtwagen/Bestelbus (Bevroren)	100	Standaard afstand groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

De haring wordt tijdens transport verpakt in EPS-boxen met ijs. Gewichten per materiaal zijn overgenomen uit de PEFCR (2025)[37].

Bij de visverkoper (viskraam/visspeciaalzaak) wordt de haring ontdooid. Aangenomen is dat de haring voor thuisconsumptie wordt ingepakt in bakpapier en in papieren zak (veldwerk onderzoekers). De haringfilet wordt thuis rauw geconsumeerd, de staart wordt weggegooid.

[37] "1 box of 600 g holds 20 kg fish and 5 kg ice." (PEFCR, 2025).

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen (staart) is ca 6% van het butterfly product (EUMOFA, 2019).

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Referenties

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk). Retrieved from

Interview visverwerker (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

Laub-Ekgreen, M. H. (2018). Optimization of pickled herring production – Approaches for process and quality control. Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark. Retrieved from https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/162533538/PHD_Maria_Helbo_Laub_Ekgreen.pdf

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Quirijns, F. J., Feary, D. A., Hoekstra, F. F., Cardoso, C., Broeze, J., Metz, S., . . . van den Burg, S. W. K. (2023). Adapting postharvest activities in the value chain of fisheries and aquaculture to the effects of climate change and mitigating their climate footprint through the reduction of greenhouse gas emissions: Annexes. Retrieved from https://doi.org/10.2826/233553

SINTEF. (2021). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017. Retrieved from

Voedingscentrum. (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E. S., & Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. Journal of Industrial Ecology, 26, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

B10.3 Ketenbeschrijving Sardine uit blik

Beschrijving product
De productieketen van sardine begint bij de vangst van de Europese sardine (Sardina pilchardus) in de kustwateren van Portugal, met name langs de Atlantische kust van de Algarve en Centraal-Portugal. De visserij maakt gebruik van ringzegennetten (purse seine), waarbij de sardines in scholen worden gevangen en snel aan land gebracht om de versheid te behouden. Na aankomst in de haven worden de sardines gesorteerd op grootte en kwaliteit. Een deel van de vangst wordt direct afgezet via de verse vismarkt en geleverd aan restaurants, viswinkels en supermarkten. Een ander deel gaat naar verwerkingsfabrieken, waar de sardines worden schoongemaakt, voorgekookt en ingeblikt in olie, saus of pekel. Portugal staat internationaal bekend om zijn hoogwaardige ingeblikte sardines, die wereldwijd worden geëxporteerd. Tijdens de verwerking worden bijproducten, zoals koppen en graten, benut voor vismeel en diervoeding. De verse en ingeblikte kanalen vullen elkaar aan en zorgen voor een continue afzet van de vangst gedurende het jaar. De keten combineert traditionele vangstmethoden met moderne verwerkings- en verpakkingsprocessen om kwaliteit en herkomst te waarborgen (Almeida, Vaz, & Ziegler, 2015); (Quirijns et al., 2023).

Product: het eindproduct in deze studie betreft ingeblikte sardine in olijfolie.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt ingeblikte sardine hoofdzakelijk afgezet via supermarkt (conservenafdeling) (GfK, 2023).

In tabel B10.3.1 is een overzicht van de ketenstappen weergegeven.

Tabel B10.3.1 *Overzicht ketenstappen sardine (uit blik)*

Hoofdproces	Product	kg vis-invoer	kg vis output[a]	kg co-product / afval	Bron
Visserij (Portugal)	Hele sardine, aan boord	1	1	0	
Verwerking 1 – Ontdooien, schoonmaken, koken, inblikken met olie (Portugal)	Gekookte, ingeblikte sardine	1	0,68	0,32	(EUMOFA, 2019) + toevoeging olijfolie (0.20)
Distributie binnen Nederland	Vrachtwagen (Rotterdam → distributie supermarkt)	0,68	0,65	0,03	(PEFCR, 2025) verlies bij distributie default (4%)
Supermarkt	Ingeblikte sardine in olie	0,65	0,64	0,01	(FAO, 2019) 2% verlies in de detailhandel voor ingeblikte producten
Consumptie thuis	Geopend blik, bereide sardine	0,64	0,50	Afval olijfolie 0,13 en 0,01 eetbaar verlies (2%)	(FAO, 2019) 2% voedselverlies voor ingeblikte producten in de consumentenfase

[a] Voor voedselverliezen tijdens distributie, is 4% verlies als standaard genomen op basis van PEFCR (2025). Voor voedselverliezen in supermarkt en van eetbare delen bij consument is in deze studie uitgegaan van 2%, specifiek voor conserven in blikken (FAO, 2019). Omdat er geen verder koken nodig is voor ingeblikte vis is in deze studie aangenomen dat de sardine een rauw tot bereid ratio van 1 hebben (RIVM, 2025).

Tabel B10.3.2 *Energie- en emissiefactoren sardine (vangst t/m aanlanding) en verwerking fase in Portugal*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg aangelande vis	Bron	Opmerking
Diesel (Visserij)	0,075	Liter/kg vis	(PEFCR, 2025)	Tabel 3.1: Pelagische trawlers
Benzine (Visserij)	0			
Stookolie (Visserij)	0			
Electricity (Visserij)	0			
Emissie koelmiddelen (Visserij)	0	kg/kg vis.	(PEFCR, 2025)	Lekkage uit vriesinstallaties
Afval koelmiddelen (Visserij)	$0{,}01 \times 10^{-3}$	kg/kg vis.	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarden Pelagic trawlers
Diesel (Verwerking 1)	0,0013	Liter/kg vis	PEFCR 2025	
Electriciteit (Verwerking 1)	0,216	kWh/kg vis	PEFCR 2025	

Na de vangst wordt de sardine opgeslagen in gekoelde containers of direct doorgevoerd naar de verwerkingslijnen. De sardines worden in gekoelde vrachtwagens naar de verwerkingscentra vervoerd om te worden gestript, gesneden en gekookt (Almeida et al., 2015). Co-producten (koppen, ingewanden, staart) worden opgevangen voor verwerking tot vismeel, en diervoeders (Almeida et al., 2015).

Na het koken worden de sardines samen met olijfolie ingeblikt. De primaire verpakking is het aluminium blik. Extra verpakkingen voor het transport van het product worden gemaakt door golfkartonnendozen en folie van polyethyleen met lage dichtheid (LDPE) om de trays in te pakken (Almeida et al., 2015).

Tabel B10.3.3 *Samenstelling verpakking en co-productstromen*

Bestanddeel	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron
Verpakking voor transport (Golfkartonnendoos/karton)	0,15	Kg/kg product	(Almeida et al., 2015)
Verpakking voor transport (LDPE)	0.,004	Kg/kg product	
Consumentenverpakking Aluminium blik	0,.3	kg/kg product	

Het product wordt in de Portugal ingeblikt en vervolgens per vrachtwagen naar Nederland getransporteerd en verder verspreid via groothandel en supermarkt. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

Tabel B10.3.4 *Transportafstanden en modaliteiten sardine*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Portugal> Nederland	Vrachtwagen (Ongekoeld)	2.400	Totale transportafstand tussen verwerking en distributiecentra in Portugal + transport van Portugal naar distributiecentra in Nederland
Nederland -> supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	75	Standaard afstand verwerker -> verkoopkanaal supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is 2% voedselverlies voor ingeblikte producten in de consumentenfase: (FAO, 2019). Verlies van oneetbare delen (olijfolie) is 0,12 kg/kg vis in blik (Almedia, 2022).

Referenties

Almeida, C., Vaz, S., & Ziegler, F. (2015). Environmental Life Cycle Assessment of a Canned Sardine Product from Portugal. *Journal of Industrial Ecology, 19*(4), 607–617. doi:10.1111/jiec.12219

EUMOFA. (2019). *Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA)*. Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. Retrieved from Rome, Italy: https://doi.org/10.4060/CA6030EN

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Quirijns, F. J., Feary, D. A., Hoekstra, F. F., Cardoso, C., Broeze, J., Metz, S., . . . van den Burg, S. W. K. (2023). *Adapting postharvest activities in the value chain of fisheries and aquaculture to the effects of climate change and mitigating their climate footprint through the reduction of greenhouse gas emissions: Annexes*. Retrieved from https://doi.org/10.2826/233553

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

B10.4 Ketenbeschrijving Tonijn uit blik

Beschrijving product
De vangst van tonijn gebeurt met methoden zoals hengelen, ringzetten en speciale fuiken om bijvangst te minimaliseren. Voor ingeblikte tonijn worden voornamelijk skipjack (Katsuwonus pelamis) en geelvintonijn (Thunnus albacares) gebruikt, vanwege hun stevige textuur en goede smaakbehoud tijdens het verwerkingsproces. Geelvin tonijn (Thunnus albacares) is een tropische tonijnsoort, gevangen in de westelijke en centrale Grote Oceaan. In deze studie zijn we uitgegaan van aanlanding op de Filipijnen. Direct na de vangst wordt de tonijn gekoeld of ingevroren om kwaliteit en versheid te behouden. In verwerkingsfaciliteiten wordt de vis gesorteerd op soort, gewicht en kwaliteit voordat het verder wordt verwerkt. Een groot deel van de tonijn wordt ingeblikt, waarbij hij wordt gekookt en verpakt in olie, water of saus voor internationale afzetmarkten. Naast ingeblikte producten wordt tonijn ook verwerkt tot steaks, sashimi of diepvriesproducten voor de supermarkt en horeca. Alternatieve producten zoals tonijnburgers, snacks en maaltijden vergroten de marktwaarde en benutten ook kleinere of minder esthetische vissoorten. Distributiecentra zorgen voor efficiënte levering aan supermarkten, groothandels en horecaketens wereldwijd. Zo ontstaat een volledige waardeketen van vangst tot consument, waarbij zowel ingeblikte als verse en bewerkte tonijnproducten worden beheerd.

Product: het eindproduct betreft ingeblikte Geelvintonijn (70%) in zonnebloemolie (30%) (gemiddelde samenstelling van tonijn in blik).

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt ingeblikte tonijn hoofdzakelijk afgezet via supermarkt (conservenafdeling) (GfK, 2023).

Het product wordt in de Filipijnen ingeblikt (rond General Santos) en vervolgens per zeeschip naar Nederland getransporteerd en verder verspreid via groothandel en supermarkt.

In tabel B10.4.1 is een overzicht van de ketenstappen weergegeven.

Tabel B10.4.1 *Overzicht ketenstappen geelvintonijn (uit blik)*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output[a]	kg co-product / afval	Bron
Visserij (Pacific Ocean)	Hele tonijn, aan boord ingevroren	1	1		(Tyedmers & Donovan, 2025)
Verwerking 1 – Ontdooien, schoonmaken, koken, inblikken (Filipijnen)	Gekookte, ingeblikte tonijn (zonder olie)	1	0,48	0,52 (afval, (vismeel) co-product)	(EUMOFA, 2019)
Verwerking 1 inblikken met olie	Gekookte ingeblikte tonijn met olie	0,48	0,69	Toevoeging 0,21 zonnebloemolie	(EUMOFA, 2019)
Distributie binnen Nederland	Vrachtwagen (Rotterdam → Distributiecentra supermarkt)	0,69	0,67	0,02	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Ingeblikte tonijn in olie	0,67	0,66	0,01	(FAO, 2019)
Consumptie thuis	Geopend blik, bereide tonijn	0,66	0,452	Afval zonnebloemolie 0,1	(FAO, 2019)

[a] Allocatie conform PEF-methodiek op basis van economische waarde van tonijnvlees t.o.v. vismeel/visolie-co-producten (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
Geelvin tonijn (Thunnus albacares) wordt gevangen met purse seine-schepen in de Grote en stille oceaan. Direct na de vangst wordt de vis aan boord ingevroren bij een temperatuur van –40 °C om de versheid en kwaliteit te waarborgen. Ongeveer de helft van de vloot landt de vangst aan via reefer-schepen (transshipment), terwijl de overige schepen direct in de haven lossen. De gemiddelde brandstofintensiteit van deze visserij bedraagt circa 0,58 liter diesel per kilogram aangelande vis. Voor koelmiddelen emissies en

afval is geen data beschikbaar. Hierom wordt gebruik gemaakt van de RP-referentie waarden voor pelagic fishing (hetgeen de purse seine en transshipment qua volume en productie combineert) (PEFCR, 2025).

De aanlanding vindt plaats in de haven van General Santos in de Filipijnen, op ongeveer 10 kilometer afstand van de verwerkingsfaciliteiten. Na aankomst wordt de tonijn opgeslagen in gekoelde containers of direct doorgevoerd naar de verwerkingslijnen, afhankelijk van de operationele planning. Het gehele logistieke proces van vangst tot fabriek is gericht op het behouden van versheid, het optimaliseren van energiegebruik.

Tabel B10.4.2 *Energie- en emissie geelvintonijn (vangst t/m verwerking)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg aangelande vis	Bron	Opmerking
Brandstof verbruik Visserij	0,58	Liter / kg vis	(Tyedmers & Donovan, 2025)	
Emissie koelmiddelen	0,04 x10^{-3}	kg/kg vis	(PEFCR, 2025) Pelagic Fishing	Lekkage uit vriesinstallaties (CO_2, NH_3, R22) (Lobnig, 2012)
Afval koelmiddelen	0,02 × 10^{-3}	kg/kg vis	(PEFCR, 2025)	
Elektriciteit (verwerking)	0,38	kWh/kg vis	(Hospido & Tyedmers, 2005)	

Toelichting keten aanlanding t/m consument
Het verwerkingsproces van tonijn verloopt in meerdere stappen. Eerst wordt de vis ontdooid en grondig gewassen. Vervolgens wordt de vis gesneden en worden kop, ingewanden en andere niet-eetbare delen verwijderd. Daarna wordt de tonijn gekookt en afgekoeld. In een volgende stap vindt het (handmatige) schoonmaken plaats, waarbij huid en graat worden verwijderd. De vis wordt vervolgens verpakt in blikken met olie, waarna deze blikken worden gesloten, gesteriliseerd in een autoclaaf en voorzien van een etiket. Het rendement aan eetbare tonijn na deze verwerking bedraagt ongeveer 48% (EUMOFA, 2019). Na verwerking worden de ingeblikte tonijnproducten verpakt in aluminium blikjes (ca. 200 g netto), vervolgens in kartonnen dozen (24 blikken/doos) voor export.

Voor voedselverliezen tijdens distributie hebben we 4% verlies toegepast als standaard referentie van PEFCR voor vis (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen in supermarkt en van eetbare delen bij consument is uitgegaan van 2%, specifiek voor conserven in blikken (FAO, 2019). Omdat er geen verder koken nodig is voor ingeblikte vis, is de rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025).

Tabel B10.4.3 *Energiegebruik en grondstoffen/ingrediënten*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Zonnebloemolie	0,21 (30% op product basis)	Kg / kg product	(European Commission, 1992) (WELMEC, 2020)	
Energie verbruik verwerking	0,385	kWh / kg product	(Hospido & Tyedmers, 2005)	
Processing water	9	Liter / kg product	(Hospido & Tyedmers, 2005)	Impact processing water <1%

Tabel B10.4.4 *Samenstelling verpakking en co-productstromen*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Aluminium blik - consumentenverpakking	0,346	kg/kg product	(Hospido & Tyedmers, 2005)	Gemiddeld 200 g blik per 1 kg tonijn (4 × 200g blikken)
Karton-transportverpakking	0,139	Kg / kg product	(Hospido & Tyedmers, 2005)	

Transport verloopt per containerschip van de haven van General Santos naar Rotterdam (afstand ca. 11.000 km) en 200 km naar het distributiecentrum. Daarna volgt ongekoeld wegtransport naar distributiecentra en supermarkten. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.4.5 *Transport afstanden*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
General Santos → Rotterdam	Zeeschip (Ongekoeld)	11.000	Standaard containerroute (duur ±30 dagen)
	Vrachtwagen (Ongekoeld)	20	
Rotterdam → Distributiecentra supermarkt Nederland	Vrachtwagen (Ongekoeld)	200	Distributie naar supermarktketen
Distributiecentra supermarkt → Supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	75	Standaardwaarde voor binnenlandse distributie

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (2%) (FAO, 2019). In deze studie is de toegevoegde zonnebloemolie als oneetbaar aangemerkt.
De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

Referenties

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

European Commission. (1992). Council Regulation (EEC) No 1536/92 of 9 June 1992 laying down common marketing standards for preserved tuna and bonito. European Communities Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/1992/1536/oj/eng

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. Retrieved from Rome, Italy: https://doi.org/10.4060/CA6030EN

Hospido, A., & Tyedmers, P. (2005). Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. Fisheries Research, 76(2), 174–186. doi:https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.05.016

Lobnig, S. (2012). The perfect catch for the fishery cold chain: ammonia refrigeration. Retrieved from https://archive.ammonia21.com/articles/2084/the_perfect_catch_for_the_fishery_cold_chain_ammonia_refrigeration

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Tyedmers, P., & Donovan, S. (2025). Fuel Consumption And Greenhouse Gas Emissions From Global Tuna Fisheries: 2024 Updated Report. Retrieved from Pittsburgh, PA, USA:

WELMEC. (2020). WELMEC Guide 6.8: Guide on the verification of drained weight, drained washed weight and deglazed weight. Retrieved from https://www.welmec.org/welmec/documents/guides/6.8/2020/WELMEC_Guide_6.8_v2020.pdf

B10.5 Ketenbeschrijving gebakken koolvisfilet

Beschrijving product
De productieketen van koolvisfilet voor de Nederlandse supermarkt begint bij de vangst van Alaska pollack (Theragra chalcogramma) in de noordelijke Stille Oceaan, voornamelijk rond Alaska. De visserij maakt gebruik van moderne sleepnetten. Na de vangst wordt de koolvis direct aan boord of in kustfabrieken gefileerd en diepgevroren om de versheid te waarborgen. Een deel van de vangst wordt verwerkt tot surimi, terwijl bijproducten zoals graten en koppen worden benut voor vismeel en visolie. De diepgevroren filets worden vervolgens geëxporteerd naar Nederland, waar ze worden gecontroleerd en herverpakt. Via distributiecentra worden de filets geleverd aan supermarkten en verkocht als diepgevroren of gekoelde koolvisfilet.

Product: het eindproduct betreft gebakken koolvisfilet.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste koolvisfilet afgezet via de supermarkten (GfK, 2023).

In tabel B10.5.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.5.1 *Overzicht ketenstappen koolvisfilet*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output[a]	kg co-product en afval	Bron
Visserij (Alaska)	Koolvis – aan boord verwerkt tot grote bevroren filetblokken	3,95	1	2,95	(EUMOFA, 2019) (annex 7)
Verwerking 1	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Verwerking 2	Kleiner gesneden bevroren filetblokken	1	1 (100%)	0	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Transport-verpakking	Kartonnen boxen met plastic laagje				(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Consumenten-verpakking	Karton				Eigen meting onderzoekers
Distributie (zie ook tabel B9.5.3)	Alaska -> Nederland: over zee; Transport binnen Nederland: over weg	1	0,96	0,04	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Bevroren filet	0,96	0,92	0,04	(GfK, 2023) (afzetkanaal); (PEFCR, 2025) (verlies)
Consumptie thuis	Gebakken koolvisfilet	0,92	0,80 (eetbaar verlies + rauw tot bereid ratio: 0,9)	0,03 (eetbaar verlies)	(Voedingscentrum, 2023) (eetbaar verlies); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio)

[a] Tussen haakjes percentage van milieu impact van hele ketenstap dat gealloceerd wordt aan hoofdproduct (op basis van economische allocatie). Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De vangst van koolvis kent minimale bijvangst van andere soorten (Zhang, Kotin, & Zgola, 2021). In de studie van Zhang, Kotin, & Zgola (2021) is brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen op basis van aantal zeedagen gealloceerd aan de verschillende soorten. Hier wijken we dus af van de massa-allocatie

benadering in de visserij, die we voor de andere vissoorten toepassen. Omdat er geen betere data is, en omdat de bijvangst minimaal is, schatten we de invloed hiervan op de resultaten als zeer beperkt in.

De koolvis wordt direct aan boord van de trawlers verwerkt tot bevroren filetblokken en co-producten (Zhang, Kotin, & Zgola, 2021); (Interview visverwerker Nederland, 2025). Verwerking vindt dus nog voor aanlanding plaats. Om aan te sluiten bij de allocatiebenadering van de andere vissoorten tijdens verwerking van de vis tot hoofd- en co-producten, is gekozen om voor de verdeling van door brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen tijdens verwerking van koolvis aan boord tot filetblokken en co-producten economische allocatie toe te passen (Zhang, Kotin, & Zgola, 2021)[38].

Tabel B10.5.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	0,18	Liter/kg aangelande vis	(Zhang, Kotin, & Zgola, 2021)	
Benzine	8,8 x 10-3	Liter/kg aangelande vis		
Stookolie	0	Liter/kg aangelande vis		
Emissie koelmiddelen	0,02 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025; Zhang, Kotin, & Zgola, 2021)	
Elektriciteit	0,03	kWh/kg aangelande vis	(Zhang, Kotin, & Zgola, 2021)	
Afval koelmiddelen	0,05 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarden. Pelagic fishing (>30cm)

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
De bevroren koolvisfiletblokken worden per schip van Alaska naar Rotterdam getransporteerd. Van Rotterdam gaan de filetblokken per truck via de groothandel (zoals IJmuiden en Urk) naar de distributiecentra van de supermarkten en vervolgens naar de supermarkten (Interview visverwerker Nederland, 2025). Door het seizoensgebonden karakter van de visserij wordt pollack in voorkomende gevallen 2 tot 4 maanden opgeslagen voor de verwerking/distributie (aanbod en vraag loopt hier niet parallel). In deze studie is uitgegaan van gemiddeld 50 dagen.

In tabel B10.5.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt (4% verlies in elke fase) zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025).

Tabel B10.5.3 *Transportafstanden en modaliteiten koolvisfilet*

Traject	Modaliteit	Afstand (km)	Opmerking
Alaska-Rotterdam	Zeeschip (Bevroren)	20.000	Via Panamakanaal is standaardroute in vangstseizoen
Rotterdam -> Ijmuiden -> Urk	Vrachtwagen (Bevroren)	200	
Urk -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Bevroren)	75	Standaard afstand distributiecentrum -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

[38] Zhang, Kotin, & Zgola (2021) rapporteert de LCI data en resultaten van de koolvisfilet en co-producten op basis van massa-allocatie. In de gevoeligheidsanalyse worden resultaten op basis van economische allocatie gerapporteerd. In deze studie zijn de op massa-allocatie gebaseerde LCI data van filet omgerekend naar LCI data op basis van economische allocatie, zoals gerapporteerd in de onzekerheidsanalyse.

De koolvisblokken worden tijdens transport verpakt in kartonnen boxen met plastic laagje (Interview visverwerker Nederland, 2025). Gewichten per materiaal zijn overgenomen uit de PEFCR RP studie (PEFCR, 2025)[39]. De koolvisfilet wordt voor verkoop in kartonnen doosjes verpakt. De koolvisfilet ligt in het vriesschap van de supermarkt.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van de koolvisfilet is eetbaar). In deze studie is aangenomen dat de koolvisfilet in de pan gebakken is (rauw tot bereid ratio 0,9 (RIVM, 2025).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

Referenties

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk). Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Zhang, X., Kotin, A., & Zgola, M. (2021). Life Cycle Assessment of Wild Alaska Pollock: Final ISO LCA Report. Retrieved from Boston, MA: https://www.alaskapollock.org/media/2246/final-report.pdf

[39] "1 box that weighs 2 kg can carry 25 kg fish. The cardboard box is only used for frozen products and ice is not included. The cardboard box is composed of 1,8 kg cardboard and 0,2 kg plastic liner" (PEFCR, 2025).

B10.6 Ketenbeschrijving Gebakken vissticks

Beschrijving product
Vissticks bestaat uit in stukken gesneden filetblokken van witvis, die gepaneerd en voorgebakken of gefrituurd zijn en meestal als diepvriesproduct in de supermarkt verkocht worden. In deze studie zijn we uitgegaan van filetblokken van koolvis (Alaska Pollack).

De productieketen van vissticks begint bij de vangst van Alaska pollack (Theragra chalcogramma) in de noordelijke Stille Oceaan, voornamelijk rond Alaska. De vis wordt daar met moderne sleepnetten gevangen en direct na de vangst gefileerd en diepgevroren om de kwaliteit te behouden. Een deel van de vangst wordt tevens verwerkt tot surimi voor andere visproducten, terwijl reststromen zoals graten en koppen worden gebruikt voor vismeel en visolie. De diepgevroren pollackfilets worden geëxporteerd naar Nederland, waar ze worden ontdooid en verwerkt tot rechthoekige porties. Deze stukken vis worden vervolgens gepaneerd en voorgebakken om hun kenmerkende goudbruine kleur en krokante structuur te verkrijgen. Na het bakken worden de vissticks snel gekoeld of diepgevroren en verpakt voor distributie. De producten worden geleverd aan supermarkten en foodservicebedrijven in binnen- en buitenland. In de supermarkt worden vissticks meestal verkocht als diepvriesproduct voor bereiding in oven, pan of airfryer. De keten is gericht op efficiënte verwerking en behoud van smaak en textuur van de vis.

Product: het eindproduct betreft gebakken vissticks van 63% koolvis, 37% beslag (gemiddelde van samenstelling visstickproducten Iglo, AH en Jumbo). Aangenomen is dat de vissticks verpakt worden in kartonnen doosjes en bij de consument thuis gebakken en geconsumeerd worden.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland worden de meeste vissticks afgezet via de supermarkt (GfK, 2023).

In tabel B10.6.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.6.1 *Overzicht ketenstappen gebakken vissticks*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output [a]	kg co-product en afval	Bron
Visserij (Alaska)	Koolvis – aan boord verwerkt tot grote bevroren filetblokken	3,95	1	2,95	(EUMOFA, 2019) (annex 7)
Verwerking 1	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Verwerking 2	Gepaneerde en voorgebakken/gefrituurde, bevroren vissticks	1 (+0,92 beslag)	1,79 (vis + beslag) (96%)	0,13	(Vázquez-Rowe et al., 2013)
Transport-verpakking	Kartonnen boxen met plastic laagje				(Vázquez-Rowe et al., 2013)
Consumenten-verpakking	Kartonnen doosje				(Vázquez-Rowe et al., 2013)
Distributie	Alaska -> Nederland: over zee; Transport binnen Nederland: over weg	1,79	1,72	0,07	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Bevroren vissticks	1,72	1,64	0,06	(GfK, 2023) afzetkanaal
Consumptie thuis	Product zoals verkocht bij supermarkt	1,64	1,43 (rauw tot bereid ratio: 0,9)	0,06	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio)

[a] Tussen haakjes percentage van milieu impact van hele ketenstap dat gealloceerd wordt aan hoofdproduct (op basis van economische allocatie). Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De meeste vissticks die in Nederland gegeten wordt is gemaakt van koolvis, gevangen in de wateren bij Alaska (Interview visverwerker Nederland, 2025). De vangst kent minimale bijvangst va andere soorten (Zhang et al., 2021). Brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen is op basis van aantal zeedagen gealloceerd aan de verschillende soorten. Hier wijken we dus af van de massa-allocatie benadering in de visserij, die we voor de andere vissoorten toepassen. Omdat er geen betere data is en omdat de bijvangst minimaal is, gaan we er vanuit dat de invloed hiervan op de resultaten zeer beperkt is.

De koolvis wordt direct aan boord van de trawlers verwerkt tot bevroren filetblokken en co-producten (Zhang et al., 2021); (Interview visverwerker Nederland, 2025). Verwerking vindt dus nog voor aanlanding plaats. Om aan te sluiten bij de allocatiebenadering van de andere vissoorten tijdens verwerking van de vis tot hoofd- en co-producten, is gekozen om voor de verdeling van door brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen tijdens verwerking van koolvis aan boord tot filetblokken en co-producten economische allocatie toe te passen (Zhang et al., 2021)[40].

Tabel B10.6.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	0,18	Liter/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021)	
Benzine	8,8 x 10-3	Liter/kg aangelande vis		
Stookolie	0	Liter/kg aangelande vis		
Emissie koelmiddelen	0,02 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021); PEFCR (PEFCR, 2025)	
Elektriciteit	0,03	kWh/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021)	
Afval koelmiddelen	0,05 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarden

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
De bevroren koolvisfiletblokken worden per schip van Alaska naar Rotterdam getransporteerd. Van Rotterdam gaan de visblokken per vrachtwagen via IJmuiden (groothandel) naar de visverwerker op Urk (Interview visverwerker Nederland, 2025). Door het seizoensgebonden karakter van de visserij wordt pollack in voorkomende gevallen 2 tot 4 maanden opgeslagen voor de verwerking/distributie (aanbod en vraag loopt hier niet parallel). In deze studie is uitgegaan van gemiddeld 50 dagen.

Op Urk worden de blokken in kleinere blokken gesneden, gepaneerd en voorgebakken of gefrituurd. Aangenomen is dat er twee keer zoveel olie voor het frituren gebruikt worden als de standaardwaarden voor oliegebruik bij bereiding van visproduct in de PEFCR (2025).

In tabel B10.6.3 is de samenstelling van het paneerbeslag weergegeven.

Tabel B10.6.3 *Samenstelling beslag vissticks*

Ingrediënt	Hoeveelheid (g/kg beslag)	Bron	Opmerking
Tarwebloem	878	(Vázquez-Rowe et al., 2013)	
Zetmeel	16		
Zout	23		
Zonnebloemolie als ingrediënt	29		
Mais dextrose	16		
Water als ingrediënt	39		Netto hoeveelheid water in beslag

[40] Zhang et al. (2021) rapporteert de LCI data en resultaten van de koolvisfilet en co-producten op basis van massa-allocatie. In de gevoeligheidsanalyse worden resultaten op basis van economische allocatie gerapporteerd. In deze studie zijn de op massa-allocatie gebaseerde LCI data van filet omgerekend naar LCI data op basis van economische allocatie, zoals gerapporteerd in de gevoeligheidsanalyse.

De bevroren vissticks worden per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkt getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkten. In tabel B10.6.4 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025).

Tabel B10.6.4 *Transportafstanden en modaliteiten vissticks*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Alaska-Rotterdam	Zeeschip (Bevroren)	20.000	Via Panamakanaal is standaardroute in vangstseizoen
Rotterdam -> Ijmuiden -> Urk	Vrachtwagen (Bevroren)	200	
Urk -> distributiecentrum	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum -> supermarkt	Vrachtwagen (Bevroren)	75	Standaard afstand distributiecentrum -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Transportverpakking bestaat uit kartonnen dozen en PE (Vázquez-Rowe et al., 2013). Consumentenverpakking bestaat uit kartonnen doosjes (Vázquez-Rowe et al., 2013); eigen meting onderzoekers). De vissticks liggen in het vriesschap van de supermarkt.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van vissticks is eetbaar).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

Referenties

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk). Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Mallo, J., De la Cerda, J. J., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2013). Carbon footprint of a multi-ingredient seafood product from a business-to-business perspective. Journal of Cleaner Production, 44, 200–210. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.049

Voedingscentrum. (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Zhang, X., Kotin, A., & Zgola, M. (2021). Life Cycle Assessment of Wild Alaska Pollock: Final ISO LCA Report. Retrieved from Boston, MA: https://www.alaskapollock.org/media/2246/final-report.pdf

B10.7 Ketenbeschrijving product kibbeling

Beschrijving product
Kibbeling bestaat uit in beslag gefrituurde witvisstukjes. De productieketen van kibbeling begint bij de visserij op Alaska pollack (Theragra chalcogramma) in de noordelijke Stille Oceaan, voornamelijk voor de kust van Alaska. De vis wordt daar met moderne sleepnetten gevangen. Na de vangst wordt de pollack direct aan boord of in nabijgelegen verwerkingsfabrieken gefileerd en diepgevroren om de versheid te behouden. De bijproducten, zoals koppen, graten en ingewanden, worden verwerkt tot vismeel en visolie voor diervoeding en industriële toepassingen. Een deel van de vangst wordt verwerkt tot surimi. De diepgevroren filets worden vervolgens geëxporteerd naar Nederland, waar ze door verwerkende bedrijven worden ontdooid, in stukken gesneden, gepaneerd en voorgebakken tot kibbeling. Ook wordt bevroren pollackfilet geleverd aan visspeciaalzaken, waar ze vers worden gepaneerd en afgebakken voor directe consumptie. Daarnaast vindt distributie plaats via het supermarktkanaal, waar consumenten voorgebakken of diepgevroren kibbeling kunnen aanschaffen.

Product: In deze studie is het eindproduct gefrituurde kibbeling van 67% koolvis en 33% beslag (gemiddelde van samenstelling kibbelingproducten Iglo, AH en Jumbo). Aangenomen is dat de kibbeling verpakt wordt in een plastic bakje in een papieren zak en mee naar de consument thuis gaat om daar geconsumeerd te worden.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland worden de meeste kibbeling afgezet via visspeciaalzaak/viskraam (GfK, 2023); (Interview visverwerker Nederland, 2025).

In tabel B10.7.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.7.1 *Overzicht ketenstappen gefrituurde kibbeling*

Hoofd proces	Product	kg vis input	kg vis output	kg co-product[a] en afval	Bron
Visserij (Alaska)	Koolvis – aan boord verwerkt tot grote bevroren filetblokken	3,95	1	2,95	(EUMOFA, 2019) (annex 7) (Zhang, Kotin, & Zgola, 2021)
Verwerking 1	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(aan boord, zie visserij)	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Verwerking 2	Kleiner gesneden bevroren filetblokken	1	1	0	(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Transport-verpakking	Kartonnen boxen met plastic laagje				(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Consumenten-verpakking	Plastic (PS) bakje in papieren zak				Eigen meting onderzoeker
Distributie	Alaska -> Nederland: over zee; Transport binnen Nederland: over weg	1	0,96	0,04	(PEFCR, 2025)
Visspeciaalzaak/ viskraam	Ontdooide, in beslag gedipte, gefrituurde visstukjes	0,96 (+0,50 beslag)	1,25 (rauw tot bereid ratio: 0,9)	0,06	(GfK, 2023) (afzetkanaal); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio)
Consumptie thuis	Product zoals verkocht bij visspeciaalzaak/viskraam	1,25	1,21	0,05	(Voedingscentrum, 2023)

[a] op basis van economische allocatie.

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De meeste kibbeling die in Nederland gegeten wordt is gemaakt van koolvis, gevangen in de wateren bij Alaska (Interview visverwerker Nederland, 2025). De vangst kent minimale bijvangst van andere soorten (Zhang et al., 2021). In de studie van Zhang et al. (2021) is brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen op basis van aantal zeedagen gealloceerd aan de verschillende soorten. Hier wordt afgeweken van de massa-allocatie benadering in de visserij, die we voor de andere vissoorten toepassen. Omdat er geen betere data is, en omdat de bijvangst minimaal is, schatten we in dat de invloed hiervan op de resultaten zeer beperkt is.

De koolvis wordt direct aan boord van de trawlers verwerkt tot bevroren filetblokken en co-producten (Zhang et al., 2021); (Interview visverwerker Nederland, 2025). Verwerking vindt nog voor aanlanding plaats. Om aan te sluiten bij de allocatiebenadering van de andere vissoorten tijdens verwerking van de vis tot hoofd- en co-producten, is gekozen om voor de verdeling van door brandstofverbruik en het gebruik van koelmiddelen tijdens verwerking van koolvis aan boord tot filetblokken en co-producten economische allocatie toe te passen (Zhang et al., 2021)[41].

Tabel B10.7.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	0,18	Liter/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021)	
Benzine	8,8 x 10-3	Liter/kg aangelande vis		
Stookolie	0	Liter/kg aangelande vis		
Emissie koelmiddelen	0,02 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021); (PEFCR, 2025)	
Elektriciteit	0,03	kWh/kg aangelande vis	(Zhang et al., 2021)	
Afval koelmiddelen	0,05 x 10^{-3}	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaard waarden

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
De bevroren koolvisfiletblokken worden per schip van Alaska naar Rotterdam getransporteerd. Van Rotterdam gaan de visblokken per vrachtwagen via IJmuiden (groothandel) naar de visverwerker op Urk (Interview visverwerker Nederland, 2025). Gemiddeld liggen de visfilets 2 tot 4 maanden opgeslagen in Ijmuiden, omdat het vangstseizoen beperkt is. In deze studie zijn we uitgegaan van 50 dagen. Op Urk worden de blokken in kleinere blokken gesneden. Daarna worden de kleinere bevroren blokken per vrachtwagen naar de groothandel van de visverkoper getransporteerd, en vervolgens per bestelbus of kleine vrachtwagen (3.5 – 7.5 ton) naar de visverkoper zelf (Interview visverwerker Nederland, 2025).

In tabel B10.7.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en visspeciaalzaak/viskraam zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

[41] Zhang et al. (2021) rapporteert de LCI data en resultaten van de koolvisfilet en co-producten op basis van massa-allocatie. In de gevoeligheidsanalyse worden resultaten op basis van economische allocatie gerapporteerd. In deze studie zijn de op massa-allocatie gebaseerde LCI data van filet omgerekend naar LCI data op basis van economische allocatie, zoals gerapporteerd in de onzekerheidsanalyse.

Tabel B10.7.3 *Transportafstanden en modaliteiten kibbeling*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Alaska-Rotterdam	Zeeschip (Bevroren)	20.000	Via Panamakanaal is standaardroute in vangstseizoen
Rotterdam -> Ijmuiden -> Urk	Vrachtwagen (Bevroren)	200	
Urk -> groothandel visspeciaalzaak	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaard afstand verwerker -> groothandel visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaard afstand groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

De koolvisblokken worden tijdens transport verpakt in kartonnen boxen met plastic laagje (Interview visverwerker Nederland, 2025). Gewichten per materiaal zijn overgenomen uit de RP study (PEFCR, 2025)[42].

Bij de visverkoper (viskraam/visspeciaalzaak) worden de koolvisblokken ontdooid en in beslag gedipt. Het beslag wordt over het algemeen als gevriesdroogde poeder aan de visverkoper aangeleverd (Interview visverwerker Nederland, 2025). Het energiegebruik voor het vriesdrogen is geschat op 1,43 kWh/kg beslag (Havion Freeze Dry Technology, 2025). In tabel B10.7.4 is de samenstelling van het natte beslag weergegeven. Aangenomen is dat beslagpoeder ca 40 gewicht-% van het natte beslag heeft (schatting op basis van som gewicht van droge ingrediënten). Bij de visverkoper wordt het beslagpoeder weer aangemengd met water. Aangenomen is dat er twee keer zoveel olie voor het frituren gebruikt worden als de standaardwaarden voor oliegebruik bij bereiding van visproduct in de PEFCR (PEFCR, 2025).

Tabel B10.7.4 *Samenstelling beslag kibbeling*

Ingrediënt	Hoeveelheid (g/kg beslag)	Bron	Opmerking
Tarwebloem	386	(Lekker Tafelen, 2025a)	
Eieren	87		2 eierdooiers (a 17 gram)
Zout	13		Obv 1 theelepel a 5 gram
Water	514		

De in beslag gedipte koolvisblokjes worden gefrituurd in de visspeciaalzaak. Voor het energiegebruik voor frituren is uitgegaan van een friteuse van gemiddeld 8 kW met 15-30 liter inhoud, 5 minuten frituren en 6 porties a 200 gram tegelijk (Horeca World, 2025).

In deze studie is ervan uitgegaan dat de kibbeling verpakt wordt in polystyreen bakje (10 gram bakje per 200 gram kibbeling) (Alles voor Verswinkels, 2025) en in een papieren zak wordt meegegeven aan consument, die ze thuis consumeert.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van kibbeling is eetbaar).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

[42] "1 box that weighs 2 kg can carry 25 kg fish. The cardboard box is only used for frozen products and ice is not included. The cardboard box is composed of 1,8 kg cardboard and 0,2 kg plastic liner" ((PEFCR, 2025).

Referenties

Alles voor Verswinkels. (2025). Kibbelingbakjes blauw C71. Retrieved from https://www.allesvoorverswinkels.nl/kibbelingbakjes-blauw-C71

EUMOFA. (2019). *Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA)*. Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Havion Freeze Dry Technology. (2025). Havion Freeze Dry. Retrieved from https://havionfreezedry.com

Horeca World. (2025). Visbakfriteuse kopen? | Horeca World. Retrieved from https://www.horecaworld.nl/koken-bakken/bakken-grillen-frituren/friteuses/visbakfriteuse

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

Lekker Tafelen. (2025a). Kibbeling zelf maken; gebakken vis naar jouw eigen smaak. Retrieved from https://lekkertafelen.nl/recept/tussendoortje/kibbeling-zelf-maken/

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Zhang, X., Kotin, A., & Zgola, M. (2021). *Life Cycle Assessment of Wild Alaska Pollock: Final ISO LCA Report*. Retrieved from Boston, MA: https://www.alaskapollock.org/media/2246/final-report.pdf

B10.8 Ketenbeschrijving Gebakken kabeljauwfilet

Productomschrijving
De productieketen van kabeljauw begint bij de vangst in de wateren rond IJsland, waar kabeljauw (Gadus morhua) met lijn- of trawlvisserij wordt gevangen. Na de vangst wordt de vis aan boord gekoeld of direct aan land gebracht voor verwerking tot filet, loins of gezouten producten. Ook worden reststromen benut voor vismeel, visolie en dierlijke eiwittoepassingen (Hilmarsdóttir, Viðarsson, Smárason, Elíasson, & Ögmundarson, 2025). De vis wordt vervolgens diepgevroren of gekoeld getransporteerd naar Nederland, voor visverwerking en -distributie in Europa. In Nederlandse verwerkingsbedrijven worden de filets verder gesorteerd, ontveld en verpakt voor verschillende marktsegmenten. Een deel van de kabeljauw wordt verwerkt tot verse filet voor verkoop bij visspeciaalzaken/viskraam en supermarkten. Andere delen worden gebruikt voor diepvriesproducten zoals kibbeling, vissticks of gepaneerde porties. De producten vinden hun weg via supermarkt-, horeca- en exportkanalen naar consumenten in binnen- en buitenland. In Nederland worden de meeste kabeljauwfilets via de visspeciaalzaken/viskraam verkocht, gevolgd door de supermarkt (GfK, 2023).

Deze studie is gebaseerd op Kabeljauw, gevangen in de Noordzee. De vis wordt aan boord van IJslandse trawlers onthoofd en gestript (Hilmarsdóttir et al., 2025). De kabeljauw wordt vervolgens naar Nederland getransporteerd om daar te worden gefileerd.

Product: het eindproduct betreft gebakken kabeljauwfilet. Alternatieve verwerkingsvormen zoals kabeljauwburgers of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse. Aangenomen is dat de kabeljauw via de visspeciaalzaak/viskraam verkocht wordt, daar verpakt wordt en mee naar de consument thuis gaat om daar bereid en geconsumeerd te worden.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt kabeljauw hoofdzakelijk afgezet via visspeciaalzaak/ viskraam (GfK, 2023).

Tabel B10.8.1 geeft een overzicht van de ketenstappen.

Tabel B10.8.1 *Overzicht ketenstappen gebakken kabeljauwfilet*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output[a]	kg co-product en afval	Bron
Visserij (IJsland)	Kabeljauw aangeland zonder kop en gestript (aan boord)	1	0,67	0,33	(EUMOFA, 2021)
Verwerking 1	Aan boord	Aan boord	Aan boord	Aan boord	
Verwerking 2	Gefileerde Kabeljauw	0,67	0,35	0,32	(EUMOFA, 2021)
Verpakking voor transport	kartonnen dozen en EPS (geen ijs)				(Hilmarsdóttir et al., 2025); (PEFCR, 2025)
Consumenten verpakkingen	Bakpapier en papieren zak				Eigen meting onderzoekers
Distributie	Transport IJsland>NL: over zee. Transport binnen NL: over de weg	0,35	0,33	0,02	(PEFCR, 2025)
Visspeciaalzaak/ viskraam	Bevroren filets	0,33	0,32	0,01	(PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Gebakken Kabeljauwfilet	0,32	0,28 (verhouding rauw tot bereid: 0,9)	0,04	(Voedingscentrum, 2023);(EUMOFA, 2021) en (RIVM, 2025)

[a]Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Voor verliezen tijdens distributie en in de retail zijn standaard PEFCR-waarden toegepast; in elke fase wordt 4% verlies toegepast (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). De verhouding rauw tot bereid in de consumentenfase is 0,9 (RIVM (2025)).

Uitleg van de keten grondstofwinning tot en met aanvoer
De meeste kabeljauw die in Nederland wordt gegeten, wordt gevangen in de wateren in IJsland (EUMOFA, 2021). De kabeljauw wordt zonder kop en gestript aangeland (Hilmarsdóttir et al., 2025).

Tabel B10.8.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase in Ijsland (grondstofwinning t/m aanlanding) en verwerking in Nederland*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel (Visserij)	0,28	l/kg aangelande vis	(Hilmarsdóttir et al., 2025)	
Benzine (Visserij)	0			
Stookolie (Visserij)	0			
Emissie koudemiddelen (Visserij)	0,00002	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	RP study – tabel 3-2, standaard waarden voor high sea demersal trawlers
Afvalkoelmiddelen (Visserij)	0,00005	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	RP study – tabel 3-2, standaard waarden voor high sea demersal trawlers
Electriciteit (Verwerking in Nederland)	0,24321	KWh/kg vis	PEFCR, 2025	
Diesel (Verwerking in Nederland)	8,71E-05	l/kg vis	PEFCR, 2025	

Uitleg van de keten landing naar consument (incl. afvalverwerking)
De kabeljauw wordt meestal aan boord onthoofd en gestript. Bijproducten worden verwerkt tot vismeel, visolie, collageenmateriaal of farmaceutisch gebruik (Ziegler, Jafarzadeh, Hognes, & Winther, 2022); (Hilmarsdóttir et al., 2025).

Na de aanlanding wordt de kabeljauw in de buurt van de havens in IJsland verpakt en per schip vervoerd, meestal diepgevroren, naar de visverwerkers in Nederland. Daar wordt de kabeljauw ontdooid en gefileerd. De gefileerde kabeljauw wordt opnieuw bevroren en verpakt in consumentenverpakkingen en vanuit het distributiecentrum naar de detailhandel gestuurd. Tabel B10.8.3 geeft een overzicht van de modaliteit en de afstand van de transportroutes. De kabeljauw is tijdens transport verpakt in kartonnen boxen met plastic (Interview visverwerker Nederland, 2025). Gewichten per materiaal zijn overgenomen uit de PEFCR RP studie (PEFCR, 2025).

Bij de visspeciaalzaak wordt de visfilet ontdooid. Voor de verliezen tijdens distributie en bij de visspeciaalzaak/viskraam is conform PEFCR Marine Fish (2025) 4% per ketenstap aangehouden (PEFCR, 2025).

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van de kabeljauwfilet is eetbaar). In deze studie is aangenomen dat de filet in de pan gebakken is (rauw tot bereid ratio 0,9 (RIVM, 2025)).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.8.3 *Transportafstanden en modaliteit kabeljauw*

Route	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Aanlandingshaven Ijsland naar haven voor transport overzee richting NL	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Gemiddelde afstand tussen de aanlandingsplaats van IJslandse kabeljauwtrawlers en de havens om naar overzeese havens te vervoeren
IJsland > Nederland	Zeeschip (Bevroren)	2.200	Haven in IJsland naar de haven van Rotterdam.
Verwerkingsfabriek Nederland > Distributiecentra	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaardwaarden van verwerkingsfabriek naar Distributiecentrum (zie hoofdstuk 3.3)
Distributiecentra >Visspeciaalzaak/ viskraam	Bestelbus/Kleine vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaardwaarden van Distributiecentra en Visspeciaalzaak/viskraam

Referenties

EUMOFA. (2021). *Frozen cod fillet in the EU – Price structure in the supply chain focus on Belgium, France and the Netherlands*. Retrieved from https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a420a0e2-482e-11ec-91ac-01aa75ed71a1/language-en?utm_source=chatgpt.com

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Hilmarsdóttir, G. S., Viðarsson, J. R., Smárason, B. Ö., Elíasson, S., & Ögmundarson, Ó. (2025). *The effects of the Icelandic demersal trawling fleet renewal on product carbon footprint / Áhrif endurnýjunar fiskiskipaflotans á kolefnisspor afurða*. Retrieved from https://doi.org/10.5281/zenodo.15527821

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E. S., & Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology, 26*, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

B10.9 Ketenbeschrijving gefrituurde lekkerbek

Beschrijving product
De productie van lekkerbek uit heek begint bij de visserij op **Cape hake (Merluccius capensis en Merluccius paradoxus)** voor de kust van Namibië, waar met trawlmethoden wordt gevist. Na de vangst wordt de vis direct aan boord gesorteerd, gekoeld en opgeslagen om de versheid te behouden. Vervolgens wordt de heek bij aankomst aan land gelost en vervoerd naar verwerkingsfaciliteiten. Hier wordt de vis vooral gefileerd, ontgraat en soms geportioneerd, waarna de filets worden ingevroren en geëxporteerd als halfproduct (meestal IQF: *individually quick frozen*).

Het paneren en voorbakken (voor de viskraam/visspeciaalzaak keten) gebeurt doorgaans in Nederland of elders in Europa, waar gespecialiseerde verwerkingsbedrijven de heek verder bewerken tot het eindproduct lekkerbek. Dit maakt het mogelijk om aan te sluiten op lokale recepturen, consumentenvoorkeuren en kwaliteitsnormen voor de Nederlandse markt.

Tot slot worden de lekkerbekken verpakt en gedistribueerd naar de Europese markt, waar zij als kant-en-klaar product verder worden verwerkt of direct worden geconsumeerd. Een tweede consumptielijn is de visdetailhandel, waar ingevroren heekporties worden aangeleverd en ontdooid, waarna het paneren of batteren en bakken van de visfilets plaatsvindt.

Product: In deze studie betreft het eindproduct gefrituurde lekkerbek van 67% heek en 33% beslag (gemiddelde van samenstelling lekkerbekproducten AH, Jumbo). Aangenomen is dat de lekkerbek verpakt wordt in een plastic bakje in een papieren zak en mee naar de consument thuis gaat om daar geconsumeerd te worden.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste lekkerbek afgezet via de visspeciaalzaak/ viskraam (GfK, 2023); (Interview visverwerker Nederland, 2025).

In tabel B10.9.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van de lekkerbek in deze studie.

Tabel B10.9.1 *Overzicht ketenstappen lekkerbek*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output	kg co-product[a] en afval	Bron
Visserij (Namibië)	Heek – head off, gutted	1,46	1	0,46	(EUMOFA, 2019) (annex 7)
Verwerking	Heekfilet	1	0,80 (96%)	0,20 (4%)	(EUMOFA, 2019) (annex 7)
Transport-verpakking	Kartonnen boxen met plastic laagje				(Interview visverwerker Nederland, 2025)
Consumenten-verpakking	Plastic (PS) bakje in papieren zak				Eigen meting onderzoeker
Distributie	Namibië -> Nederland: over zee; Transport binnen Nederland: over weg	0,80	0,77	0,03	(PEFCR, 2025)
Visspeciaalzaak/ viskraam)	Ontdooide, in beslag gelegde, gefrituurde visfilets	0,76 (+0,38 beslag)	0,98 (rauw tot bereid ratio: 0,9)	0,05	(GfK, 2023) (afzetkanaal); RIVM, 2025 (rauw tot bereid ratio)
Consumptie thuis	Product zoals verkocht bij viskraam/visspeciaalzaak	0,98	0,95	0,03	Voedingscentrum, 2023

[a] Tussen haakjes percentage van milieu impact van hele ketenstap dat gealloceerd wordt aan hoofdproduct (op basis van economische allocatie). Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten Grondstofwinning t/m aanlanding
De meeste lekkerbek die in Nederland gegeten wordt is gemaakt van heek, gevangen in de wateren bij Namibië (Interview visverwerker Nederland, 2025). De heek wordt aan boord verwerkt tot 'head-off & gutted' product (Aragão et al., 2022); (Interview visverwerker Nederland, 2025).

Tabel B10.9.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	449	Liter/kg aangelande vis	(Aragão et al., 2022)	
Benzine	0	Liter/kg aangelande vis		
Stookolie	0	Liter/kg aangelande vis		
Emissie koelmiddelen	$0{,}02 \times 10^{-3}$	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarden
Afval koelmiddelen	$0{,}05 \times 10^{-3}$	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	

Toelichting keten Aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
De bevroren 'head-off & gutted' heek wordt direct aan land gefileerd (Interview visverwerker Nederland, 2025). Hierbij is gerekend met een energie input van 0,363 kWh / kg product (PEFCR, 2025). De heekfilet wordt als bevroren product per schip van Namibië naar Rotterdam getransporteerd. Van Rotterdam gaat de bevroren heekfilet per vrachtwagen via IJmuiden (groothandel) naar de visverwerker op Urk (Interview visverwerker Nederland, 2025). Vanaf Urk wordt de heek per vrachtwagen naar de groothandel van de visverkoper getransporteerd, en vervolgens per bestelbus of kleinen vrachtwagen (3.5 – 7.5t) naar de visverkoper zelf (Interview visverwerker Nederland, 2025). In tabel B10.9.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en retail zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.9.3 *Transportafstanden en modaliteiten lekkerbek*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Namibië-Rotterdam	Zeeschip (Bevroren)	12.000	
Rotterdam -> Ijmuiden -> Urk	Vrachtwagen (Bevroren)	200	
Urk -> groothandel visspeciaalzaak	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaard afstand verwerker -> groothandel visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaard afstand groothandel visspeciaalzaak -> visspeciaalzaak, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

De bevroren heekfilet wordt tijdens transport verpakt in kartonnen boxen met plastic laagje (Interview visverwerker Nederland, 2025). Gewichten per materiaal zijn overgenomen uit de PEFCR RP studie (PEFCR, 2025)[43].

Bij de visverkoper (viskraam/visspeciaalzaak) wordt de heekfilet ontdooid en door beslag gehaald. Het beslag wordt over het algemeen als gevriesdroogde poeder aan de visverkoper aangeleverd (Interview visverwerker Nederland, 2025). Het energiegebruik voor het vriesdrogen is geschat op 1,43 kWh/kg beslag (Havion Freeze Dry Technology, 2025). In tabel B10.9.4 is de samenstelling van het natte beslag weergegeven. Aangenomen is dat beslagpoeder ca 50 gewicht-% van het natte beslag heeft (schatting op basis van som gewicht van droge ingrediënten). Bij de visverkoper wordt het beslagpoeder weer

[43] "1 box that weighs 2 kg can carry 25 kg fish. The cardboard box is only used for frozen products and ice is not included. The cardboard box is composed of 1,8 kg cardboard and 0,2 kg plastic liner" (PEFCR, 2025).

aangemengd met water. Aangenomen is dat er twee keer zoveel olie voor het frituren gebruikt worden als de standaardwaarden voor oliegebruik bij bereiding van visproduct in de PEFCR (2025).

Tabel B10.9.4 *Samenstelling beslag lekkerbek*

Ingrediënt	Hoeveelheid (g/kg beslag)	Bron	Opmerking
Tarwebloem	386	(Lekker Tafelen, 2025b)	
Eieren	163		2 eieren (a 50 gram eetbaar gedeelte) per 615 gram beslag
Zetmeel	163		
Bakpoeder	16		
Zout	8		Obv 1 theelepel a 5 gram per 615 gram beslag
Water	325		

De door beslag gehaalde heekfilet wordt gefrituurd in de visspeciaalzaak. Voor het energiegebruik voor frituren is uitgegaan van een friteuse van gemiddeld 8 kW met 15-30 liter inhoud, 5 minuten frituren en 6 porties a 200 gram tegelijk (Horeca World, 2025).

In deze studie is ervan uitgegaan dat de lekkerbek verpakt wordt in polystyreen bakje (10 gram bakje per 200 gram lekkerbek) (Alles voor Verswinkels, 2025) en in papieren zak meegegeven aan consument, die ze thuis consumeert.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2022). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van lekkerbek is eetbaar).

De transport- en de consumentenverpakking worden verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish (PEFCR, 2025).

Referenties:

Alles voor Verswinkels. (2025). Kibbelingbakjes blauw C71. Retrieved from https://www.allesvoorverswinkels.nl/kibbelingbakjes-blauw-C71

Aragão, G. M., Saralegui-Díez, P., Villasante, S., López-López, L., Aguilera, E., & Moranta, J. (2022). The carbon footprint of the hake supply chain in Spain: Accounting for fisheries, international transportation and domestic distribution. *Journal of Cleaner Production, 360*, 131979. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131979

EUMOFA. (2019). *Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA)*. Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Havion Freeze Dry Technology. (2025). Havion Freeze Dry. Retrieved from https://havionfreezedry.com

Horeca World. (2025). Visbakfriteuse kopen? | Horeca World. Retrieved from https://www.horecaworld.nl/koken-bakken/bakken-grillen-frituren/friteuses/visbakfriteuse

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

Lekker Tafelen. (2025b). Lekkerbek zelf maken doe je zo. Retrieved from https://lekkertafelen.nl/recept/hoofdgerecht/visgerechten/lekkerbek-zelf-maken-doe-je-zo/

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

B10.10 Ketenbeschrijving Gebakken pijlinktvis

Beschrijving product
De meeste inktvis die in Nederland gegeten wordt, is inktvis die geïmporteerd is uit China. Inktvis (gewone pijlinktvis), die door Nederlandse gevlagde schepen gevangen is, wordt in Nederland vooral in de horeca verkocht. De gewone pijlinktvis wordt voornamelijk gevangen in de Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee. De vangst vindt plaats met gespecialiseerde sleepnetten en lichte hengelmethode. Direct na het vangen wordt de inktvis gekoeld of ingevroren aan boord om versheid te waarborgen. In de verwerkingsfaciliteiten wordt de inktvis gesorteerd, gereinigd en gecontroleerd op kwaliteit en grootte. Verse inktvis voor de horeca wordt gekoeld vervoerd. In de horeca wordt het lijf van de inktvis in ringen gesneden en worden de tentakels eveneens gesneden, door beslag gehaald en gefrituurd.

Product: In deze studie is uitgegaan van gefrituurde pijlinktvis gevangen door Nederlands gevlagde vissersschepen. Het eindproduct is gefrituurde inktvis (ringen en tentakels), die in de horeca wordt geconsumeerd.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste inktvis afgezet via de horeca (Expert beoordeling 2024).

In tabel B10.10.1: is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.10.1 *Overzicht ketenstappen pijlinktvis*

Hoofdproces	Product	kg vis-invoer	kg ten opzichte van output[a]	kg co-product en afval	Bron
Visserij (Noordzee)	Hele inktvis	1	1		
Verwerking (Nederland)	Schoon-gemaakte inktvis	1	0,74	0.26	(EUMOFA, 2019) (Interview visverwerker België, 2025)
Transport-verpakking	Inktvis wordt vervoerd in EPS boxes				Visverwerker Neerlandia Urk
Consumenten-verpakking	NVT (geconsumeerd in horeca)				
Distributie	NL: Transport binnen NL: over weg	0.74	0.71	0.03	(PEFCR, 2025)
Horeca	Gesneden and in beslag gelegde, gefrituurde inktvis	0.71	0.78 (+ 0,1 beslag-verlies bij horeca+verlies bij horeca)		(GfK, 2023) afzetkanaal
Consumptie thuis	Product zoals geconsumeerd bij horeca gefrituurde inktvis (ringen en tentakels)	0.78	0.37 (verhouding rauw tot bereid ratio: 0,5+eetbare verliezen)		(Voedingscentrum, 2023). (RIVM, 2025)(verhouding rauw tot bereid ratio)

[a] Voor verliezen tijdens distributie en opslag en bereiding in horeca is de standaard PEFCR-waarde van 4% toegepast (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument (op horecalocatie, verliezen op bord na consumptie) is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). De verhouding rauw tot gaar bij bereiding van de inktvis is 0,5 (RIVM, 2025).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding en verwerking fase

Tabel B10.10.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	1,360	Liters/kg aangevoerde vis	(WSER, 2025). Gegevensbestand RQ1	Zie hoofdstuk 2
Benzine	0	Liters/kg aangevoerde vis		
Stookolie	0	Liters/kg aangevoerde vis		
Emissie koelmiddelen	0,0012	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	RP study tabel 3-2, aangepast voor kotters 100% R507
Afval koelmiddelen	0,00023	Kg/kg aangelande vis	(PEFCR, 2025)	
Electriciteit (Verwerking)	0,363	kWh/kg vis	(PEFCR, 2025)	RP Study: Reference for pelagic fish

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
Inktvis wordt direct na de vangst gekoeld om de versheid, structuur en voedingswaarde te behouden. (Source: Visverwerker interview uit België). Na aanlanding wordt de vis per gekoelde vrachtwagen vervoerd naar de verwerkingsfaciliteiten op Urk over een afstand van circa 50 kilometer. Na verwerking wordt de inktvis van de groothandel naar de horecalocatie vervoerd. Voor transport van verwerkingslocatie via groothandel naar horecalocatie zijn de standaard afstanden en modaliteiten van deze studie gebruikt (zie tabel B10.10.2 en bijlage 9).

Tabel B10.10.2 *Transportafstanden en modaliteiten pijlinktvis*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand	Opmerking
Van aanlanding tot verwerking in Urk	Vrachtwagen (Gekoeld)	50	
Verwerking Urk naar Groothandel	Vrachtwagen (Gekoeld)	100	Default transportafstanden in dit project voor dit verkoopkanaal (zie bijlage 9)
Groothandel naar Horeca	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Gekoeld)	100	Default transportafstanden in dit project voor dit verkoopkanaal (zie bijlage 9)

De transportverpakking wordt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

In de horeca wordt de inktvis in ringen gesneden en worden de tentakels eveneens gesneden, door beslag gehaald en gebakken voor consumptie, waarbij verschillende verwerkingsmogelijkheden worden toegepast om de kwaliteit te behouden.

Tabel B10.10.3 *Samenstelling beslag*

Ingrediënt	Hoeveelheid (in gram)	Bron	Opmerking
Tarwebloem	0,13	Alleen de hoeveelheid bloem is als referentie genomen, op basis van proxy lekkerbekbeslag. (0,1kg/0.74kg vis)	
Frituurolie (zonnebloem)	0,001	Aanname 2x zoveel olie nodig dan default PEFCR consumentenbereiding olie. (0.00741kg/0.77kg vis+beslag)	Geen ingrediënt van beslag, wel nodig voor frituren

Tabel B10.10.4 *Samenstelling verpakking*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron
Kartonnen transport verpakking	0,13	Kg/kg product	(Neerlandia, 2025) Industrie gemiddelde Neerlendia-Urk verwerkingsfaciliteit.
PE transport verpakking	0,002	Kg/kg product	

Referenties

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk). Retrieved from

Interview visverwerker België (2025, 2025). [Visverwerker interview uit België].

Neerlandia. (2025). Inktvis. Retrieved from https://neerlandia.com/producten/inktvis/

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.11 Ketenbeschrijving Gebakken scholfilet

Beschrijving product
Nederland is met circa 29.000 ton per jaar de grootste producent van Europese schol en vormt het centrum van vangst, verwerking en handel binnen de EU. Schol wordt uitsluitend uit zeevisserij verkregen, voornamelijk in de Noordzee en het Kanaal. De verwerking richt zich op verse en bevroren filets. Verse schol wordt grotendeels lokaal verkocht en naar Duitsland geëxporteerd, terwijl bevroren filets hoofdzakelijk hun weg vinden naar Italië. De keten begint met aanvoer via visafslagen (o.a. Urk, IJmuiden en Scheveningen), gevolgd door sorteren, fileren, invriezen of koelen, verpakking en distributie naar binnen- en buitenlandse afnemers (Quirijns et al., 2023); (EUMOFA, 2016).

Nederland importeert beperkt verse schol, vooral hele vis uit het Verenigd Koninkrijk voor verwerking. De exportvolumes zijn aanzienlijk groter: het merendeel van de gefileerde schol (vers en bevroren) gaat naar Italië, Duitsland en België. Italië is de grootste afzetmarkt voor bevroren filets, terwijl Duitsland een belangrijke bestemming is voor verse schol en kleinere filets. Binnen de EU vertegenwoordigen deze drie landen samen ruim 60% van de totale scholconsumptie. De Nederlandse verwerkende sector combineert een hoge exportoriëntatie met groeiende binnenlandse verkoop via supermarkten en viswinkels.

Ongeveer 55–60% van de totale verwerkte schol betreft verse schol. Deze wordt vooral als verse filet of hele vis afgezet op de Nederlandse, Duitse en Belgische markt. Verkoopkanalen zijn primair supermarkten, viswinkels en horeca. Bevroren schol betreft 40–45% van de verwerkte schol en voornamelijk filets van grotere exemplaren, verpakt voor industriële of horecadoeleinden. De verhouding kan per jaar iets verschuiven afhankelijk van aanvoer en exportvraag, maar Nederland blijft sterk exportgericht op bevroren scholproducten. Het product wordt ingevroren bij de verwerker en verpakt in kartonnen doos met kunststof binnenlaag.

Product: het eindproduct betreft gebakken (ongepaneerd) scholfilet (zonder huid). Alternatieve verwerkingsvormen zoals scholburgers of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt schol hoofdzakelijk afgezet via visdetailhandel/viskraam (GfK, 2023).

In tabel B10.11.1 is een overzicht van de ketenstappen gegeven.

Tabel B10.11.1 *Overzicht ketenstappen scholfilet*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output[a]	kg co-product/ afval	Bron
Visserij (Noordzee)	Hele schol, gestript (ingewanden) aan boord gekoeld	x	1		(Quirijns et al., 2023)
Verwerking 1, veiling	Gesorteerde vis voor verkoop via veiling	1	1	0	(Quirijns et al., 2023)
Verwerking 2 (Nederland)	Onthuid, gefileerd, diepgevroren	1	0,4 (30% glazing toegevoegd)	0,6 (kop, graat, huid) (exl glazing)	(UK Marine Management Organization); (Quirijns et al., 2023)
Distributie naar visdetailhandel/viskraam	Ijs bij ontdooistap eraf	0,4	0,38	0,02	(Quirijns et al., 2023); (PEFCR, 2025)
Visdetailhandel/viskraam	Refreshed filetproduct	0,38	0,36	0,02	(Voedingscentrum, 2023); (PEFCR, 2025) default loss 4% at viskraam)
Consumptie thuis	Gebakken scholfilet	0,36	0,32 (edible loss+ rauw tot bereid ratio 0.9)	0,04	

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek toegepast over co-producten (European Commission, 2021).

Voor verliezen tijdens de visdetailhandel/viskraam- en distributiefase werden standaard PEFCR-waarden van 4% toegepast (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van scholfilet is eetbaar).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De scholvisserij in de Noordzee maakt gebruik van verschillende visserijtechnieken (zie hoofdstuk 2). Het gewogen gemiddeld brandstofverbruik is 2,76 liter diesel per kg vis aanlanding (WSER, 2025) (zie hoofdstuk 2). Aan boord wordt de vis gekoeld op ijs en binnen 5 dagen gelost in de haven.

Tabel B10.11.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	2,76	Liter/kg aangelande vis	WSER, 2025	Gewogen gemiddelde métiers
Emissie koelmiddelen	$0{,}06 \times 10^{-3}$	kg/kg vis	(PEFCR, 2025)	Gekoelde opslag aan boord
Afval koelmiddelen	$0{,}012 \times 10^{-3}$	kg/kg vis	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarde kottervloot

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
Na aanlanding wordt schol gesorteerd op maat en kwaliteit en geveild. Vanuit de veiling wordt de schol getransporteerd naar een verwerkingsbedrijf. Eventuele aanvullende distributiefasen zijn buiten beschouwing gelaten. In het verwerkend bedrijf wordt de schol gefileerd en verpakt. Bijproducten (graat, huidstripafval, etc.) gaan naar vismeel of diervoeder (60% default vanuit PEFCR (2025)). De vis wordt deels direct verhandeld als hele vis, deels verwerkt tot filet op locaties zoals o.a. Urk als kern. Bij filet als eindproduct vindt glazing (30%ijslaag) plaats om de kwaliteit optimaal te houden gedurende een opslag periode van 3 maanden.

Vanaf de verwerking wordt de scholfilet per vrachtwagen naar de groothandel van de visverkoper getransporteerd, en vervolgens per bestelbus naar de visdetailhandel /viskraam zelf (Interview visverwerker Nederland, 2025). De filets worden ingevroren vervoerd naar de visdetailhandel /viskraam. In tabel B10.11.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

In deze studie is standaard aangenomen dat verpakking in de visspeciaalzaak/viskraam bestaat uit 50 gram bakpapier (95% papier, 5% siliconenlaag) en 100 gram zak per kg visfilet (eigen meting onderzoeker). De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Tabel B10.11.3 *Transportafstanden en modaliteiten schol (aanlanding t/m visdetailhandel/viskraam)*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Aanlandingshaven → Veiling	Vrachtwagen (Gekoeld 0–2 °C)	50	Binnenlands vervoer
Veiling → Visverwerker	Vrachtwagen (Gekoeld 0–2 °C)	50	Binnenlands vervoer
Visverwerker → Distributiecentra	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaardwaarden gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam (zie bijlage 9)
Distributiecentra → Visdetailhandel/viskraam	Kleine vrachtwagen (Gekoeld)	100	Standaardwaarden gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam (zie bijlage 9)

Tabel B10.11.3 *Energiegebruik en emissies verwerkingsfase (aanlanding t/m verwerking)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Elektriciteitsverbruik verwerking 1	0,107	kWh/kg vis	(Ziegler, Jafarzadeh, Hognes, & Winther, 2022)	Veiling
Elektriciteitsverbruik verwerking 2	0,51	kWh/kg vis	(PEFCR, 2025) inclusief 20 dagen opslag	Fileren, invriezen

Tabel B10.11.4 *Samenstelling verpakking*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Plastic (EPS) transport verpakking (transport verwerking)	0,06	kg/kg product	Quirijns (2023), o.b.v. tong	Bevat geen data van schol; aangenomen dat zelfde is als tong
Consument verpakking (Siliconenlaag van bakpapier)	0,0025	kg/kg product	Standaard verpakking gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam	
Consumentenverpakking papier in bakpapier en papieren zak	0,15	kg/kg product		

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Referenties

EUMOFA. (2016). *Prijsstructuur in de toeleveringsketen van schol in Nederland*. Retrieved from https://eumofa.eu/documents/20124/74250/Prijsstructuur+schol+Nederland.pdf/e806030c-a2f7-39a1-1c38-0fb7ca9a36e0?t=1703089700230

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Quirijns, F. J., Feary, D. A., Hoekstra, F. F., Cardoso, C., Broeze, J., Metz, S., . . . van den Burg, S. W. K. (2023). *Adapting postharvest activities in the value chain of fisheries and aquaculture to the effects of climate change and mitigating their climate footprint through the reduction of greenhouse gas emissions: Annexes*. Retrieved from https://doi.org/10.2826/233553

UK Marine Management Organization. Retrieved from https://www.gov.uk/government/organisations/marine-management-organization

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E. S., & Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology, 26*, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

B10.12 Ketenbeschrijving Gebakken tongfilet

Beschrijving product
Nederland is de tweede producent van tong in de EU (3.100 ton in 2023) maar kende sinds 2014 een daling van 65% in aanlandingsvolume. De keten is sterk exportgericht: kleine tong ("sliptong", maat 5, 120–200 g) wordt lokaal en in de horeca geconsumeerd; grotere maten (maat 1–3) worden geëxporteerd – maat 3–4 naar Italië en België, maat 1–2 naar Frankrijk. Producten worden hoofdzakelijk vers verhandeld; een deel van de grote tong wordt ingevroren voor export, onder meer richting de Verenigde Staten. De binnenlandse consumptie is beperkt (25% van de aanvoer) (EUMOFA, 2025).

De Nederlandse verwerkingsketen omvat aanvoer via visafslagen (voornamelijk IJmuiden en Urk), sortering naar maat, koeling of invriezen, verpakking en exportdistributie. Door afnemende aanvoer en stijgende vraag is de prijs bij eerste verkoop en in de detailhandel de laatste jaren fors gestegen. Tong is vooral een horeca en viskraam/visdetailhandel product; supermarktverkoop is gering. De keten ondervindt invloed van quota-schaarste, energiekosten en veranderende markten, maar blijft concurrerend dankzij hoge productkwaliteit en gespecialiseerde verwerking voor exportmarkten. Verse tong is circa 80–85% van de aanvoer en verwerking. De Nederlandse markt en de export naar Frankrijk, België en Italië bestaan grotendeels uit hele, verse tong. Ondanks het grote aandeel hele tong in de verse keten is voor de product definitie gekozen voor tongfilets (ter vergelijking met andere eetbare eindproducten), waarbij een diepgevroren filet als uitgangspunt gekozen is (EUMOFA, 2025).

Product: het eindproduct betreft gebakken (ongepaneerde) tongfilet (zonder huid). Alternatieve verwerkingsvormen zoals hele gebakken tong of diepvriesketen vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt schol hoofdzakelijk afgezet via visdetailhandel/viskraam (GfK, 2023).

In tabel B10.12.1 is een overzicht van de ketenstappen gegeven.

Tabel B10.12.1 *Overzicht ketenstappen tong*

Hoofdproces	Product	kg vis input	kg vis output	kg co-product[a]/afval	Bron
Visserij (Noordzee)	Hele tong, gestript (ingewanden) aan boord gekoeld		1		(Quirijns et al., 2023)
Verwerking 1, veiling	Gesorteerde vis voor verkoop via veiling	1	1	0	(Quirijns et al., 2023)
Verwerking 2 (Nederland)	Onthuid, gefileerd, diepgevroren	1	0,42 (filet)	0,58 (kop, graat, huid) (exl glazing)	(Interview visverwerker Nederland, 2025); (UK Marine Management Organization)
Distributie	Diepvries transport naar DC	0,63 (incl. glazing)	0,42 (excl glazing)	0,01	(Quirijns et al., 2023)
Visdetailhandel/ viskraam	Refreshed filetproduct	0,42	0,38	0,04	(Voedingscentrum, 2023); (PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Gebakken tongfilet	0,38	0,33 (Edible losses + rauw tot bereid ratio)	0,05	(PEFCR, 2025); (RIVM, 2025)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek toegepast over co-producten (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De tong wordt gevangen met verschillende vistechnieken (zie hoofdstuk 2), in de Noordzee, vaak in Nederlandse, Belgische en Deense wateren. Visbestanden bevinden zich vaak noordwaarts, wat leidt tot langere vaartijden en hogere brandstofkosten per kg aangelande vis. Het gewogen gemiddelde brandstofverbruik in de tongvisserij bedraagt 3,6 liter diesel per kg aangelande vis (WSER, 2025) (zie hoofdstuk 2). De gevangen tong wordt aan boord gekoeld met ijs en binnen 5 dagen aangeland in havens als IJmuiden, Scheveningen of Vlissingen.

Tabel B10.12.2 *Energiegebruik en emissies visserijfase (grondstofwinning t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Diesel	3,6	Liter/kg aangelande vis	WSER, 2025	Gewogen gemiddelde métiers
Benzine	0,002	Liter/kg aangelande vis	WSER, 2025	
Emissie koelmiddelen	$0{,}06 \times 10^{-3}$	kg/kg vis	(PEFCR, 2025)	Gekoelde opslag aan boord
Afval koelmiddelen	$0{,}012 \times 10^{-3}$	kg/kg vis	(PEFCR, 2025)	Standaardwaarde kottervloot

Toelichting keten aanlanding t/m consument (incl. afvalverwerking)
Na aanlanding wordt tong gesorteerd op maat en kwaliteit en geveild. Vanuit de veiling wordt de tong getransporteerd naar een verwerkingsbedrijf. Eventuele aanvullende distributiefasen zijn buiten beschouwing gelaten. In het verwerkend bedrijf wordt de tong gefileerd en verpakt. Bijproducten (graat, huid, stripafval) gaan naar vismeel of diervoeder (60% van de bijproducten PEFCR (2025). De vis wordt deels direct verhandeld als hele vis, deels verwerkt tot filet op locaties zoals o.a. Urk of IJmuiden. Bij filet als eindproduct vindt glazing (30% ijslaag) plaats om de kwaliteit optimaal te houden gedurende een opslag periode van 3 maanden.

Vanaf de verwerking wordt de tongfilet per vrachtwagen naar de groothandel van de visverkoper getransporteerd, en vervolgens per bestelbus naar de visdetailhandel/viskraam zelf (Interview visverwerker Nederland, 2025). De filets worden ingevroren vervoerd naar de visdetailhandel /viskraam en daar bereid. In tabel B10.12.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie Bijlage 9 voor details).

Voor verliezen tijdens distributie en visdetailhandel/viskraam zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish van 4,0% aangehouden (PEFCR, 2025).Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van tong is eetbaar).

In deze studie is standaard aangenomen dat verpakking in de visspeciaalzaak/viskraam bestaat uit 50 gram bakpapier (95% papier, 5% siliconenlaag) en 100 gram zak per kg visfilet (eigen meting onderzoeker).

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Tabel B10.12.2 *Transportafstanden en modaliteiten tongfilet (aanlanding t/m visdetailhandel/viskraam)*

Traject	Modaliteit	Afstand (km)	Opmerking
Aanlandingshaven → Veiling	Vrachtwagen (Gekoeld 0–2 °C)	150	Binnenlands vervoer
Veiling → Visverwerker	Vrachtwagen (Gekoeld 0–2 °C)	50	Binnenlands vervoer
Visverwerker → Distributiecentra	Vrachtwagen (Bevroren)	100	Standaardwaarden gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam (zie bijlage 9)
Distributiecentra → Visdetailhandel/viskraam	Kleine vrachtwagen (Gekoeld)	100	Standaardwaarden gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam (zie bijlage 9)

Tabel B10.12.3 *Energiegebruik en emissies visserijfase (aanlanding t/m verwerking)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Elektriciteitsverbruik verwerking 1	0,107	kWh/kg vis	(Ziegler, Jafarzadeh, Hognes, & Winther, 2022)	Veiling
Elektriciteitsverbruik verwerking 2	1,02	kWh/kg vis	(PEFCR, 2025) inclusief opslag	Fileren, invriezen

Tabel B10.12.4 *Samenstelling verpakking*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Plastic transport verpakking (transport verwerking) (EPS)	0,06	kg/kg product	Quirijns (2023)	
Consument verpakking (Siliconenlaag van bakpapier)	0,0025	kg/kg product	Standaard verpakking gebruikt in deze studie voor afzetkanaal visspeciaalzaak/viskraam	
Consumentenverpakking papier in bakpapier en papieren zak	0,15	kg/kg product		

Referenties

EUMOFA. (2025). *Prijsstructuur in de toeleveringsketen: Focus op Frankrijk, Nederland en België – Tong in de EU* (978-92-68-23609-3). Retrieved from Luxemburg: https://doi.org/10.2771/5338611

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Quirijns, F. J., Feary, D. A., Hoekstra, F. F., Cardoso, C., Broeze, J., Metz, S., . . . van den Burg, S. W. K. (2023). *Adapting postharvest activities in the value chain of fisheries and aquaculture to the effects of climate change and mitigating their climate footprint through the reduction of greenhouse gas emissions: Annexes*. Retrieved from https://doi.org/10.2826/233553

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

UK Marine Management Organization. Retrieved from https://www.gov.uk/government/organisations/marine-management-organization

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E. S., & Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology, 26*, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

B10.13 Ketenbeschrijving Gekookte, gepelde Hollandse garnalen

Beschrijving product
De keten van Hollandse (grijze) garnaal (Crangon crangon) omvat vangst, aan-boord verwerking, aanlanding, pellen en koeling, groothandel en distributie naar visdetailhandel/viskraam en foodservice. De garnalen worden door gespecialiseerde visserijvloot garnalentuig gevangen en direct aan boord gekookt om bederf te beperken en de houdbaarheid te verlengen. Na aankomst in de haven vinden sortering, weging en registratie plaats; partijen worden vervolgens getransporteerd naar verwerkingsfaciliteiten om de koude keten te waarborgen. Voor de verwerking zijn zowel grote producenten als gespecialiseerde pelbedrijven actief; sommige grote spelers houden uitgebreide productielocaties voor gekoelde en verse producten. Een deel van de Nederlandse verwerking van gepelde Hollandse garnalen vindt lokaal plaats met mechanische pelinstallaties. Hoewel mechanisch pellen in Nederland toeneemt, blijft een aanzienlijk volume van de gepelde garnalen internationaal handgepeld worden; handpellen is in landen als Marokko nog steeds gangbaar voor bepaalde stromen. De keuze tussen machinaal pellen in Nederland of handpellen in het buitenland wordt bepaald door kosten, arbeidsbeschikbaarheid en markteisen voor versheid. Na pellen worden de garnalen gekoeld, gesorteerd op maat en kwaliteit, verpakt. De gekoelde producten worden via directe verkoopkanalen en exporteurs naar binnenlandse detailhandel, horeca en exportmarkten geleid; snelheid in logistiek is bepalend voor kwaliteit en prijspositionering.

Product: het eindproduct in deze studie betreft geconsumeerde gekookte garnaal (voorgegaard, gepeld, gekoeld). Aangenomen is dat de garnaal verpakt wordt en mee naar de consument thuis gaat om daar geconsumeerd te worden.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de Hollandse garnaal hoofdzakelijk afgezet via visdetailhandel/viskraam (GfK, 2023).

Tabel B10.13.1 *Overzicht ketenstappen Hollandse garnaal*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output[a]	kg co-product / afval	Bron
Aanlanding (Nederlandse havens)	Gekookte ongepelde garnalen		1,05 (inclusief ziftsel)		(Larsen et al., 2018); (Fricke et al., 2023); Eetbare fractie rauw (FAO, 2001); rauw tot bereid ratio (RIVM, 2025)
Veiling en sortering	Gekookte ongepelde garnalen	1,05	1 (96%)	0,05 (ziftsel)	(Larsen et al., 2018); (Fricke et al., 2023)
Export naar Marokko (pellen)	Gekookte gepelde garnalen	1	0,33 (86%)	0,67 (schalen en koppen)	Eetbare fractie rauw (FAO, 2001)
Verpakking & Distributie	Gekoelde visdetailhandel/viskraam verpakking	0,33	0,32	0,01	(PEFCR, 2025)
Visdetailhandel/viskraam	Gekoelde visdetailhandel/viskraam verpakking	0,32	0,31	0,01	(PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Geconsumeerde garnaal	0,31	0,30	0,01	Verlies (Voedingscentrum, 2023)

[a] Economische allocatie toegepast conform PEF (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De Hollandse garnaal wordt gevangen door kleinschalige kotters (300–600 pk) die vissen in de Waddenzee, Oosterschelde en kustzone van de Noordzee. De vangst vindt jaarrond plaats, maar piekt in het najaar (september–november). Aan boord vindt tevens sortering/zeving plaats (afscheiding van bijvangst). Na het sorteren worden garnalen direct aan boord gekookt in zeewater om bederf te voorkomen. De gekookte garnalen worden gekoeld, verpakt in ijs en aangeland in Nederlandse havens (o.a. Lauwersoog, Harlingen,

Den Oever, etc.). Het brandstofverbruik is gemiddeld 1,47 liter diesel per kg aangelande garnalen, exclusief ziftsel (WSER, 2025; zie hoofdstuk 2).

Tabel B10.13.2 *Energie- en emissiefactoren garnaalketen (vangst t/m consumptie)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per ton ongepelde garnaal	Bron	Opmerking
Dieselverbruik	1,47	Liter/kg hele garnaal gekookt excl. ziftsel	WSER, 2025 (zie hoofdstuk 2)	Aan boord gekookt
Koelmiddelenverlies	$0{,}06 \times 10^{-3}$	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	Aan boord
Koelmiddelenafval	$0{,}012\times 10^{-3}$	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	Aan boord
Elektriciteit verwerking (sorteren en koelen)	0,363	kWh/kg product	(PEFCR, 2025; Ziegler, Jafarzadeh, Hognes, & Winther, 2022)	
Elektriciteit verwerking (pellen)	0,313	kWh/kg product	(Martínez Sánchez, Rodriguez, Álvarez-Alvarado, & García-Martínez, 2023)	
Waterverbruik	10	liter/kg product	(Murali et al., 2021)	Proceswater

Toelichting keten aanlanding t/m consument

Na aanlanding worden de gekookte garnalen gesorteerd in een sorteercentrum en tijdelijk gekoeld opgeslagen (maximaal enkele dagen) in containers. Vervolgens worden ze per koelvrachtwagen naar Marokko getransporteerd. In Marokko vindt het handmatig pellen plaats – een arbeidsintensief proces dat momenteel om economische redenen grotendeels buiten de EU gebeurt.
Na het pellen worden de garnalen herverpakt en gekoeld per vrachtwagen naar Nederland getransporteerd en via groothandel afgeleverd bij de visspeciaalzaak/viskraam. Voor conservering wordt 0.1-0.15 procent benzoëzuur toegevoegd, dit is buiten beschouwing gelaten vanwege de beperkte bijdrage. De klimaatimpact wordt op basis van economische waarde verdeeld over de consumptiegarnalen en de reststromen (schalen): 86% aan de garnalen, 14% aan de bijproducten (schaal is 5 euro per kg en gepelde garnaal is 60 euro per kg (visonline.nl dd 1-10-25)).

Voor het vervoer van de visspeciaalzaak/viskraam naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij de consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie van 3,5% (Voedingscentrum, 2023). Er is geen verlies van oneetbare delen (100% van de garnalen is eetbaar). In deze studie is aangenomen dat de gepelde Hollandse garnaal direct uit de verpakking gegeten wordt (rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025)).

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.13.3 *Transportafstanden en modaliteiten garnaalketen*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Aanlanding → sorteerbedrijf (Nederland)	Vrachtwagen (Gekoeld 0–4 °C)	10	Binnenlandse logistiek
Sortering (Nederland) → Pellerij (Marokko)	Koelvrachtwagen (Gekoeld 0–4 °C)	2.700	Nederland → Tanger
Pellerij (Marokko) → Nederland (groothandel)	Vrachtwagen (Gekoeld 0–4 °C)	2.800	Retourtransport (2.700 km), inclusief transport Groothandel (100 km)
Groothandel → Visdetailhandel	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Gekoeld 0–4 °C)	100	Default waarde (zie bijlage 9)

Tabel B10.13.4 *Samenstelling verpakking en reststromen*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Plastic (PE) transport verpakking	0,009	kg/kg product	(Al Eissa, Chen, Brown, & Huang, 2022)	
Kartonnen transportdoos	0,134	kg/kg product	(Al Eissa et al., 2022)	
Plastic (PE) consumenten verpakking	0,05	kg/kg product	Packaginingdirect.nl	gewicht 15 tot 40 gram plastic, afhankelijk van formaat en dikte verpakkingsvolume 250 tot 500 gram garnalen zit gemiddeld 50 gram plastic / kg product

Referenties

Al Eissa, A., Chen, P., Brown, P. B., & Huang, J.-Y. (2022). Effects of feed formula and farming system on the environmental performance of shrimp production chain from a life cycle perspective. *Journal of Industrial Ecology, 26*(6), 2006–2019. doi:https://doi.org/10.1111/jiec.13370

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

FAO. (2001). *Handling and processing shrimp (Torry Advisory Note No. 54)*. Retrieved from Rome: https://www.fao.org/4/x5931e/x5931e00.htm#Contents

Fricke, E., Slater, M. J., & Saborowski, R. (2023). Brown shrimp (Crangon crangon) processing remains enhance growth of Pacific Whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei). *Aquaculture, 569*, 739367. doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739367

Larsen, R. B., Herrmann, B., Sistiaga, M., Brinkhof, J., & Santos, J. (2018). Catch and release patterns for target and bycatch species in the Northeast Atlantic deep-water shrimp fishery: Effect of using a sieve panel and a Nordmøre grid. *PLOS ONE, 13*(12), e0209621. doi:10.1371/journal.pone.0209621

Martínez Sánchez, R., Rodriguez, J., Álvarez-Alvarado, J., & García-Martínez, J. (2023). An Approach for Energy and Cost Savings for a Seafood Processing Plant. *IEEE Access, PP*, 1–1. doi:10.1109/ACCESS.2023.3278750

Murali, S., Krishnan, V. S., Amulya, P. R., Alfiya, P. V., Delfiya, D. S. A., & Samuel, M. P. (2021). Energy and water consumption pattern in seafood processing industries and its optimization methodologies. *Cleaner Engineering and Technology, 4*, 100242. doi:https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100242

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Ziegler, F., Jafarzadeh, S., Hognes, E. S., & Winther, U. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology, 26*, 1908–1919. doi:10.1111/jiec.13150

B10.14 Ketenbeschrijving Gekookte mosselen

Beschrijving product
Mosselen worden in Nederland vooral gekweekt in de Waddenzee (52%) en Oosterschelde (48%). Een deel van de mosselaanvoer is afkomstig uit andere EU-lidstaten (Duitsland, Ierland, Denemarken) en het Verenigd Koninkrijk. Veruit de meeste mosselen worden vanuit het buitenland naar Yerseke getransporteerd en worden daar verwerkt en verhandeld. Transport gebeurt deels per schip (zoals Oosterschelde en deel Waddenzee) en toenemend per vrachtwagen. Voor het mosselzaad (spat) wordt deels gebruik gemaakt van mosselzaadinvanginstallaties (MZI's), terwijl een ander deel van het zaad afkomstig is van traditionele bodemkweek. Wanneer de mosselen consumptierijp zijn, worden ze geoogst met behulp van een mosselkor. De schepen (mosselkotters) zijn tussen de 30 en 40 meter lang. Na de vangst worden de mosselen verhandeld aan verwerkers, die ze vervolgens verder zuiveren en zandvrij maken. Hiervoor worden de mosselen overgebracht naar zogeheten verwaterpercelen of naar verwatercentra in/aan de Oosterschelde, waar ze met zeewater worden gespoeld. In deze fase worden ook ongeregeldheden verwijderd zoals baarddraden — en worden mosselen gesorteerd op grootte. Uiteindelijk komen de consumptiemosselen verpakt op de markt, levend of verwerkt, klaar voor distributie naar binnenlandse en buitenlandse afnemers.

Product: In deze studie is het eindproduct geconsumeerde gekookte mosselen in schelp.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland worden mosselen hoofdzakelijk afgezet via visdetailhandel/viskraam (GfK, 2023).

Het product wordt levend verpakt in plastic MAP verpakking, na een verwaterperiode (enkele dagen) en verwerking (sorteren, ontbaarden, reinigen) in verwerkingsbedrijven in Yerseke.

In tabel B10.14.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen.

Tabel B10.14.1 *Overzicht ketenstappen mosselen*

Hoofdproces	Product	kg mossel input	kg mossel output	kg co-product / afval[a]	Bron
Kweek op percelen (Waddenzee/Oosterschelde)	Halfwas- en consumptiemosselen	1,3	1,3	Inclusief tarra	(Poelman & Smith, 2018)
Verwerking (verwateren, spoelen, sorteren, verpakken)	Verpakte verse mosselen	1,3	1	0,3 (=23% tarra)	(Nederlandse Mosselveiling, n.d.); (Poelman & Smith, 2018)
Distributie	Koeltransport naar visspeciaalzaak/ viskraam	1	0,96	0,04	(PEFCR, 2025) (na tarra scheiding)
Visspeciaalzaak/ viskraam	Verpakte mosselen	0,96	0,92	0,04	(GfK, 2023)
Consumptie thuis	Bereide mosselen	0,92	0,19 (vlees)	0,64 (vochtverlies, verlies eetbaar vlees, schelpen afval bij consument) fractie rauw tot bereid 0,67	(Voedingscentrum, 2023) Bron: proces mosselveiling

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (schelpafval niet meegewogen als co-product) (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De Nederlandse mosselkweek bestaat uit vier stappen:
1. Mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) en zaadvisserij voor mosselzaad
2. Kweek van halfwasmosselen op bodempercelen in de Waddenzee of Oosterschelde
3. Oogst met mosselkotters (>800 pk, brandstofintensief)
4. Transport per schip of vrachtwagen naar de verwaterpercelen bij Yerseke of direct levering aan het verwerkingsbedrijf, waar de mosselen zandvrij gemaakt worden.

Het gemiddeld brandstofverbruik voor mosselkweek is 0.299 liter diesel per kg geproduceerde mosselen (WSER, 2025)(zie hoofdstuk 2). Dit geldt voor de productie tot aanlanding.

Tabel B10.14.2 *Energiegebruik en emissies mosselkweek (vangst t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per ton mosselproductie	Bron	Opmerking
Diesel (kotters)	0,299	Liter/kg mosselen	WSER, 2025 (hoofdstuk 2)	
Emissie koelmiddelen	0	Liter/kg mosselen		Geen koelinstallatie aanwezig
Afval koelmiddelen	0	Liter/kg mosselen		Geen koelinstallatie aanwezig
Tarra (verliezen tijdens verwerking)	23	%	(Poelman & Smith, 2018)	Verlies van aangroei, zeesterren, gebroken schelpen etc.
Eetbaar ongekookt vleespercentage ten opzichte van totaal product	32 25	% van totaalgewicht ex tarra % van totaalgewicht incl tarra	(Nederlandse Mosselveiling, n.d.); (Poelman & Smith, 2018), RIVM, 2025	Variabel per seizoen; ca 1/3 van het vleesgewicht gaat verloren bij koken
Eetbaar gekookt vleespercentage ten opzichte van totale product	24	% van totaalgewicht ex tarra	(Nederlandse Mosselveiling, n.d.); (Poelman & Smith, 2018); RIVM, 2025	Variabel per seizoen

Toelichting keten aanlanding t/m consument
Na oogst worden mosselen per vrachtwagen vervoerd van de Waddenzee of Oosterschelde naar Yerseke (gemiddeld 156km), waar ze in verwateringssystemen enkele dagen zandvrij worden gemaakt.
Daarna worden de mosselen gesorteerd, ontbaard, onttrost en gesorteerd. Hierna worden de mosselen verpakt in plastic of netverpakking (2 kg) en gekoeld (2–4 °C) vervoerd naar de visspeciaalzaak/viskraam. In voorliggende studie wordt een MAP verpakking toegepast.

De tarra met een herkomst uit de Nederlandse wateren wordt in de Oosterschelde in op stortplaatsen of als substraat (primair lege schelpen) gestort. Conform de PEF standaard en de PEFCR wordt biogeen CO_2 niet meegenomen in de berekening van de klimaatimpact (PEFCR, 2025).

Tabel B10.14.2 *Energiegebruik en emissies mosselverwerking*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per ton mosselproductie	Bron	Opmerking
Elektriciteit verbruik verwerking	0,211	kWh / kg mosselen	(Nederlandse Mosselveiling, n.d.); (Poelman & Smith, 2018)	
Gasverbruik verwerking	0,00079	M3 / kg mosselen	(Poelman & Smith, 2018)	

Binnenlandse distributie vanaf Yerseke verloopt via vrachtwagentransport (155 km). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Voor verliezen tijdens distributie en bij de visspeciaalzaak/viskraam zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Consumenten bereiden mosselen thuis (koken of stomen) (rauw tot bereid ratio 0.67 (RIVM, 2025)). Tijdens consumptie ontstaat schelpafval (~76% van productgewicht ten opzichte van totaal product) dat in dit scenario ca 33% naar compost (GFT), 64% verbranding en ca 3% afvalstortplaats terechtkomt. 24% van het product wordt als gekookt vlees geconsumeerd (conform analyse proces vleesgewicht bepaling Nederlandse mosselveiling, 2025), Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023).

Er is wetenschappelijke discussie over het al of niet meenemen van biogene CO_2-emissies die vrijkomen door het verbranden van de schelp (zie tekstbox B10.14.1). Volgens de regels van de PEF en PEFCR Marine Fish worden deze biogene CO_2-emissies niet meegenomen in de CO2-voetafdruk berekeningen (PEFCR, 2025).

Tabel B10.14.3 *Transportafstanden en modaliteiten Nederlandse mosselketen*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Kweekpercelen → Aanlanding	Kotter / schip (Ongekoeld, levend)	156	Gemiddelde 52%WZ + 48% OS
Aanlanding → verwerker (Yerseke)	Vrachtwagen (Ongekoeld, levend)	5	Korte afstand binnen Zeeland
Verwerker → distributiecentrum	Vrachtwagen (Gekoeld 2-4 °C)	150	Aanname 50 km van Yerseke tot grens van Zeeland + 100 km van grens Zeeland naar DC (standaard afstand verwerker -> distributiecentrum, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum → visspeciaalzaak/viskraam	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Gekoeld)	100	Standaard afstand distributiecentrum -> visspeciaalzaak/viskraam, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

De consumentenverpakking wordt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Tabel B10.14.4 *Samenstelling verpakking en reststromen*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg eindproduct	Bron	Opmerking
Plastic/netverpakking	0,035	kg/kg product	WMR, 2018	MAP

Tekstbox B10.14.1: Wetenschappelijke discussie m.b.t. biogene CO2 emissie bij verbranden schelpen

Tarra met een herkomst uit de Nederlandse wateren wordt in de Oosterschelde in putten gestort, hierdoor wordt dit niet meegenomen in de CO_2 balans. Het aanwezige CO_2 wordt opgenomen in het ecosysteem (hierdoor is de balans nihil). Conform de PEFCR procedure wordt biogeen CO_2 niet meegenomen in de CO2 balans.

In schelpen wordt koolstof gedurende een lange periode vastgelegd in de vorm van calciumcarbonaat ($CaCO_3$). Schelpdieren synthetiseren dit calciumcarbonaat via een biochemisch proces waarbij opgeloste calciumionen (Ca^{2+}) reageren met bicarbonaationen (HCO_3^-), die in ruime mate beschikbaar zijn in de waterkolom.

De koolstof die in deze bicarbonaationen is gebonden, is reeds in een anorganische, vorm aanwezig in het aquatische systeem. De overdracht van deze koolstof uit het opgeloste stadium naar de vaste fase in de schelp heeft derhalve geen directe invloed op de atmosferische CO_2-concentratie.

Vaak wordt aangenomen dat de verwijderde bicarbonaatkoolstof uit het water wordt gecompenseerd door opname van CO_2 uit de atmosfeer. Dit vindt echter niet plaats. Tijdens het proces van biocalcificatie, de biogene vorming van calciumcarbonaat, neemt de alkaliniteit van het water af. Een lagere alkaliniteit vermindert de capaciteit van het water om CO_2 in opgeloste vorm te binden. Hierdoor leidt schelpvorming per saldo niet tot een verhoogde opname van atmosferische CO_2.

Hoewel de in schelpen vastgelegde koolstof voor langere tijd uit de actieve koolstofcyclus wordt onttrokken, resulteert dit proces dus niet in een netto klimaatvoordeel. Integendeel, wanneer schelpen na afloop van hun levensduur worden verbrand, komt de daarin opgeslagen koolstof opnieuw vrij als CO_2. Deze emissie brengt de eerder langdurig vastgelegde koolstof terug in de korte koolstofcyclus, wat resulteert in een potentieel klimaatverlies (Foekema, 2024). Dit verlies wordt in de koolstof flux meegenomen voor de verbranding van het schelpmateriaal na consumptie. Echter, hiervoor geldt dat het biogeen CO_2 niet meeweegt in de CO_2-balans.

Referenties

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Foekema, E. M. (2024). *De rol van schelpdieren in de koolstofcyclus*. Retrieved from https://edepot.wur.nl/684758

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Nederlandse Mosselveiling. (n.d.). Veilingdata 2000–2013 Retrieved from https://nederlandsemosselveiling.nl/

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Poelman, M., & Smith, S. R. (2018). *Nederlandse Mossel Carbon footprint inventarisatie: Indicatieve LCA van mosselkweek*. Retrieved from

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.15 Ketenbeschrijving Rauwe oesters

Beschrijving product
De Nederlandse oesterketen omvat het volledige traject van broed tot consumptie-oester en is primair geconcentreerd in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. De kweek bestaat uit Japanse oesters (*Magallana gigas / voorheen Crassostrea gigas*) en platte oesters (*Ostrea edulis*).

Op traditionele oesterpercelen vindt bodemkweek plaats, waar mosselschelpen worden uitgezaaid om natuurlijk oesterbroed in te vangen. Dit broed wordt vervolgens opgegroeid tot consumptiemaat door regelmatige verzorging, waaronder het opvissen, sorteren en opschonen door oesterkwekers. Het grootste deel van de productie volgt deze bodemkweekmethode, maar een aanvullend deel wordt off-bottom gekweekt in rekken, wat een betere controle over groeiomstandigheden en productkwaliteit mogelijk maakt.

Wanneer de oesters voldoende gegroeid zijn, worden zij met een kor opgevist en naar oesterputten of oesterbassins vervoerd voor tijdelijk opslag, reiniging en verdere conditionering. In deze fase worden partijen gesorteerd naar grootte, kwaliteit en bestemming. Een deel van het verhandelde volume bestaat uit geïmporteerde oesters uit zowel EU-lidstaten als derde landen, die via dezelfde verwerkings- en distributiekanalen worden geleid. Na verwerking worden de oesters verpakt in oestermanden en gedistribueerd naar groothandel, horeca en retail. De keten wordt gekenmerkt door nauwe afstemming tussen kwekers, verwerkers en handelaren om continuïteit, productkwaliteit en traceerbaarheid te waarborgen.

Product: het eindproduct in deze studie betreft verse oester in schelp (gemiddeld 10% eetbaar vlees ten opzichte van vlees en schelp exclusief tarra).

Gekozen afzetkanaal: In deze studie is gekozen voor het afzetkanaal horeca, omdat dit afzetkanaal het meeste gebruikte kanaal is voor oesters in Nederland (expertbeoordeling Wageningen Marine Research).

De oesters worden levend verhandeld en verpakt in **manden van hout** (6–12 stuks per verpakkingseenheid) verpakt.

Tabel B10.15.1 *Overzicht ketenstappen oesterketen*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output	kg co-product / afval	Bron
Opkweek in kweekpercelen (Oosterschelde / Grevelingen)	Halfwasoesters	1,33 (incl tarra)	1,33 (incl tarra)		
Oogst en transport naar verwerker	Levende oesters	1,33 (incl tarra)	1,33 (incl tarra)	Inc. Tarra en lege schelpen; Tarra terugstort Oosterschelde	Expertbeoordeling op basis van Wijsman, Dubbeldam, and van Zanten (2007)
Verwerking (spoelen, opslag, verwateren, sorteren, verpakken)	Verpakte verse oesters	1,33 (incl tarra)	1	0,33 tarra en lege schelpen	Expertbeoordeling op basis van Wijsman et al. (2007)
Transport / distributie	Koeltransport naar horeca	1	0,96	0,04	(European Commission, 2025)
Bereiding in horeca	Verse oesters in verpakking	0,96	0,92	0,04	(European Commission, 2025): aanname dat uitval gelijk is aan retail
Consumptie in horeca	Bereide oesters	0,92	0,09 (vlees)	0,83 (schelpafval en verlies consument)	(Voedingscentrum, 2023); (FAO, 1981)

Toelichting keten grondstofwinning t/m aanlanding
De bodemkweek van oesters in Nederland vindt plaats op percelen in ondiepe kustwateren, zoals de Oosterschelde en de Waddenzee. Oesterbroed (jonge oesters), komt deels uit hatcheries (niet meegenomen in deze studie) en deels van natuurlijke aanwas. Voor de natuurlijke aanwas worden mosselschelpen uitgezaaid op de percelen, hieraan hechten oesterlarven. De oesters groeien vervolgens gedurende twee tot drie jaar op natuurlijke wijze, waarbij ze gebruik maken van natuurlijk voedselbronnen. Gedurende de groeiperiode worden de percelen zorgvuldig beheerd en gecontroleerd op factoren als bodemgesteldheid, groei, predatie en ziekten. Na voltooiing van de groei worden de oesters machinaal (met een kor) geoogst en vervolgens aangeland.

In voorliggende keten wordt uitgegaan van het productieproces voor bodemkweek van de Japanse oester (*Magallana gigas*)

Tabel B10.15.2 *Energie- en emissiefactoren oesterkweek (vangst t/m aanlanding)*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per ton oesterproductie	Bron	Opmerking
Diesel (kotters)	0,216	Liter/kg oesters (excl. tarra)	WSER, 2025 (zie hoofdstuk 2)	
Emissie koelmiddelen	0	Liter/kg oesters (excl. tarra)		Geen koeling tijdens de oogst
Afval koelmiddelen	0	Liter/kg oesters (excl. tarra)		Geen koeling tijdens de oogst
Eetbaar vleespercentage	10	% van totaalgewicht excl tarra (7,5% tov totaalgewicht incl tarra)	(FAO, 1981) (Bouman, Lambert-van Vugt, Zijlstra-van den Berg, & Ree-Schot, 2013) (Kamermans, Blanco Garcia, & ten Brinke, 2016)	Variabel per seizoen 5-14% Japanse oester en 6-18 platte oester Vleespercentage handel tussen 6.5-10% Experimentele productie Oosterschelde 7%
Elektriciteit verbruik verwerking	0,09	kWh / kg oesters	(Huang et al., 2025)	

Toelichting keten aanlanding t/m consument
Na oogst worden de oesters gespoeld, gesorteerd. Tarra (lege schelpen, afwijkend formaat en aanhangend debri) wordt tijdens de visserij gelost of aan de wal gescheiden. De tarra wordt op stortplaatsen in de Oosterschelde gestort. De consumptie oesters worden in oesterputten of -bassins geplaatst en opgeslagen. Dit zijn met zeewater gevulde bassins waarin oesters worden bewaard en gezuiverd (ontzanden) na het oogsten. Het zoute water uit de Oosterschelde stroomt continu door de putten of wordt met een getijdesysteem (laag water lozen, hoog water inname) toegelaten. Door de getijdebeweging blijft de sluitspier sterk en hierdoor zijn de oester langer houdbaar. Verwerking vindt voornamelijk plaats in Yerseke (Zeeland).

Na verwatering (enkele dagen tot weken) worden de oesters gereinigd en gesorteerd, hierna worden de oesters verpakt in (populieren) houten manden en verzonden. De oesters worden levend vervoerd onder gecontroleerde temperatuur (2–8 °C). Levering aan de horeca vindt plaats via een groothandel.

Verliezen bij horeca zijn beperkt (<4%), aangezien oesters lang houdbaar zijn mits gekoeld bewaard. In deze studie is de standaardwaarden van 4% verlies tijdens distributie en 4% tijdens horeca aangehouden (European Commission, 2025).

Bij consumptie bestaat het grootste deel van het product uit schelp (ca. 90%), die momenteel beperkt wordt hergebruikt. Tijdens consumptie ontstaat schelpafval (~90% van productgewicht ten opzichte van totaal product) dat in dit scenario ca 33% naar compost (GFT), 64% verbranding en ca 3% afvalstortplaats terechtkomt. 10% van het product wordt als rauw vlees geconsumeerd. Voor voedselverliezen van eetbare

delen tijdens en na consumptie is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023).

Er is wetenschappelijke discussie over het al of niet meenemen van biogene CO_2-emissies die vrijkomen door het verbranden van de schelp (zie tekstbox B10.15.1). Volgens de regels van de PEF en PEFCR Marine Fish worden deze biogene CO_2-emissies niet meegenomen in de CO_2-voetafdruk berekeningen (European Commission, 2025).

Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.15.3 *Transportafstanden en modaliteiten oesterketen*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Kweekpercelen → verwerker (Yerseke)	Kotter / vrachtwagen (Ongekoeld)	2	Binnen Zeeland
Verwerker → groothandel	Vrachtwagen (Gekoeld 2–8 °C)	155	Binnenlandse distributie Zeeland uit (55 km) en default 100km van deze studie (zie bijlage 9)
Groothandel → Horeca	Bestelbus/kleine vrachtwagen (Gekoeld 2–8 °C)	100	Standaardafstand Groothandel -> horeca in deze studie (zie bijlage 9)

Tabel B10.15.4 *Samenstelling verpakking en reststromen*

Component	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron	Opmerking
Houten mand	0,12	kg/kg product	(Houtenmandjes.nl); (vanesverpakking.nl)	

Tekstbox B10.15.1 – Biogene CO2 emissies

Tarra met een herkomst uit de Nederlandse wateren wordt in de Oosterschelde in putten gestort, hierdoor wordt dit niet meegenomen in de CO2 balans. Het aanwezige CO_2 wordt opgenomen in het ecosysteem (hierdoor is de balans nihil). Conform de PEFCR procedure wordt biogeen CO_2 niet meegenomen in de CO_2 balans.

In schelpen wordt koolstof gedurende een lange periode vastgelegd in de vorm van calciumcarbonaat ($CaCO_3$). Schelpdieren synthetiseren dit calciumcarbonaat via een biochemisch proces waarbij opgeloste calciumionen (Ca^{2+}) reageren met bicarbonaationen (HCO_3^-), die in ruime mate beschikbaar zijn in de waterkolom.

De koolstof die in deze bicarbonaationen is gebonden, is reeds in een anorganische, vorm aanwezig in het aquatische systeem. De overdracht van deze koolstof uit het opgeloste stadium naar de vaste fase in de schelp heeft derhalve geen directe invloed op de atmosferische CO_2-concentratie.

Vaak wordt aangenomen dat de verwijderde bicarbonaatkoolstof uit het water wordt gecompenseerd door opname van CO_2 uit de atmosfeer. Dit vindt echter niet plaats. Tijdens het proces van biocalcificatie, de biogene vorming van calciumcarbonaat, neemt de alkaliniteit van het water af. Een lagere alkaliniteit vermindert de capaciteit van het water om CO_2 in opgeloste vorm te binden. Hierdoor leidt schelpvorming per saldo niet tot een verhoogde opname van atmosferische CO_2.

Hoewel de in schelpen vastgelegde koolstof voor langere tijd uit de actieve koolstofcyclus wordt onttrokken, resulteert dit proces dus niet in een netto klimaatvoordeel. Integendeel, wanneer schelpen na afloop van hun levensduur worden verbrand, komt de daarin opgeslagen koolstof opnieuw vrij als CO_2. Deze emissie brengt de eerder langdurig vastgelegde koolstof terug in de korte koolstofcyclus, wat resulteert in een potentieel klimaatverlies (Foekema, 2024). Dit verlies wordt in de koolstof flux meegenomen voor de verbranding van het schelpmateriaal na consumptie. Echter, hiervoor geldt dat het biogeen CO_2 niet mee gerekend wordt in de CO_2 voetafdruk (PEFCR, 2025).

Referenties

Bouman, J., Lambert-van Vugt, F., Zijlstra-van den Berg, B., & Ree-Schot, M. v. d. (2013). *"De grand cru van de zee": Franse oesters* (1e druk ed.). [Yerseke]: Adri & Zoon.

European Commission. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu/_files/ugd/2c010a_921a5c3f804347a0ad08b2bfd6cc20a1.pdf

FAO. (1981). *Handling and Processing Oysters (Torry Advisory Note No. 84)*. Retrieved from Rome: https://www.fao.org/4/x5954e/x5954e00.htm#Contents

Foekema, E. M. (2024). *De rol van schelpdieren in de koolstofcyclus*. Retrieved from https://edepot.wur.nl/684758

Houtenmandjes.nl. Houtenmandjes.nl. Retrieved from https://houtenmandjes.nl

Huang, W., Zou, J., Yin, M., Liu, F., Wang, X., & Zhang, X. (2025). Multi-scale energy-carbon assessment for oyster cold chain: An empirical study. *Journal of Cleaner Production, 486*, 144538. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144538

Kamermans, P., Blanco Garcia, A., & ten Brinke, N. (2016). *Ontwikkeling triploïdie oester*. Retrieved from https://edepot.wur.nl/467142

vanesverpakking.nl. Van Es Verpakking. Retrieved from https://www.vanesverpakking.nl/

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Wijsman, J. W. M., Dubbeldam, M., & van Zanten, E. (2007). *Wegvisproef Japanse oesters in de Oosterschelde: Tussentijdse rapportage T3*. Retrieved from https://edepot.wur.nl/146597

B10.16 Ketenbeschrijving Gekookte gamba's

Beschrijving product
Gamba's, ofwel grote tropische garnalen of tijgergarnalen die in de Mekongdelta in Vietnam worden gekweekt, worden voor het overgrote deel gekweekt in semi-intensieve tot intensieve vijversystemen (Tien, Matsuhashi, & Bich Chau, 2019). In deze analyse is gekozen voor intensieve vijversystemen als referentie (Al Eissa, Chen, Brown, and Huang, 2022). De meeste garnalen die in Vietnam worden geoogst worden in Vietnam verwerkt. In de meeste gevallen zijn de gamba's die in Nederlandse supermarkten worden verkocht al gepeld, maar soms nog voorzien van kop en staart (EuroFoodLink, 2025); (Khaemba, 2000);(PLUS, n.d.)). In dit onderzoek is uitgegaan van gamba's zonder hoofd, staart en schaal. (Oordeel van de Onderzoeker, 2025)

Product: Het eindproduct is gekookte gamba (zonder kop, schaal en staart). Alternatieve verwerkingsvormen zoals kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse. De gamba's worden door de consument thuis gekookt en geconsumeerd.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt gamba hoofdzakelijk afgezet via supermarkten (GfK, 2023).

Ketenstappen
1. *Voerproductie en transport van voer naar kweeklocatie*
   Het voer voor gamba bestaat voornamelijk uit een mix van mariene en plantaardige ingrediënten.
2. *Juveniele fase (Vietnam)*
   Gambaeitjes worden uitgebroed en gekweekt tot jonge gamba's in de kweekvijvers.
3. *Grow-out fase (Vietnam)*
   De gamba's worden in kweekvijvers langs de Mekongdelta grootgebracht tot marktgewicht. Deze fase duurt 3 tot 6 maanden.
4. *Primaire verwerking (Vietnam)*
   Nadat de gamba's het gewenste marktgewicht hebben bereikt, worden ze uit de kweekvijvers gehaald (geoogst), gewassen, gesorteerd, ontdarmd, ontdaan van kop en staart, gepeld, verpakt in polyethyleen PE-dozen en vervolgens ingevroren, klaar voor export.
5. *Export (Nederland)*
   Bevroren gamba's worden per vrachtschip van Vietnam naar Nederland vervoerd.
6. *Verpakking en distributie (Nederland)*
   Gamba's worden verpakt in polyethyleen (PE) verpakkingen en via distributiecentra naar supermarkten gebracht.

Tabel B10.16.1 *Overzicht ketenstappen gamba*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output	kg co-product/afval	Bron
Voerproductie	Aquacultuurvoer	Zie onderstaande tabel over de voerproductiefase			
Juveniele fase (Vietnam)	Juvenielen	Meegenomen in grow-out fase	Meegenomen in grow-out fase	Meegenomen in grow-out fase	Afzonderlijke gegevens van de juveniele fase waren niet beschikbaar in de literatuur.
Grow-out fase (Vietnam)	Gamba's (hele schaaldieren)	1.5 kg voer	1 kg levende gamba	0.25	(Munro, 2014) 15-30% uitval (in deze studie uitgegaan van 25%)
Primaire verwerking (Vietnam)	Gamba's zonder kop, staart, schaal	1	0,45[a]	0,55	(FAO, 2001)
Distributie naar supermarkt	Gamba's zonder kop, staart, schaal (bevroren)	0,45	0,43	0.02[b]	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Gamba's zonder kop, staart, schaal (bevroren)	0,43	0,41	0,02[b]	(PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Gekookte gamba's	0,41	0,30[c]	0,11[d]	(PEFCR, 2025); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio)

[a] Opbrengst garnalen ligt tussen 20-45%. In deze analyse hebben we bovenste opbrengstwaarde genomen door gamba's.

[b] Voor verliezen tijdens distributie en supermarkten werden standaard PEFCR-waarden toegepast. In elke fase wordt 4% verlies toegepast (PEFCR, 2025).

[c] Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). De verhouding rauw tot gaar in de consumentenfase is 0,75 (RIVM (2025).

[d] Inclusief eetbare verliezen 0.035 kg en de verhouding rauw tot gaar in de consumentenfase is 0,75 kg.

Voerproductie en transport

Het betreft de productie en transport van het voer dat de vissen krijgen in de juveniele- en grow-outfase. Voor elke vissoort is een specifieke voermix vastgesteld. In deze studie is gekozen voor één voermix, er wordt geen onderscheid gemaakt in voer voor de verschillende fases door gebrek aan gegevens. De teelt van de voeringrediënten en de productie van het voer in de fabriek zijn hierin meegenomen. De onderstaande tabel geeft de gegevens en waarden weer die worden gebruikt bij de voerproductie tijdens de kweek van de gamba's.

Tabel B10.16.2 *Overzicht parameters voerproductiefase gamba*

Parameter	Hoeveelheid (per kg visvoer)	Eenheid	Opmerking	Bron
Voerconversieratio	1,5	kg/kg	Referentiewaarden intensieve viskweek	(Al Eissa et al., 2022)
Opbrengst voerproductie	1	kg	Referentie intensieve landbouw	
Elektriciteitsverbruik voerproductie	0,13	kWh		
Stoomverbruik voerproductie	0,32	kg		
Steenkoolverbruik voerproductie	0	MJ		
Wegtransport voerproductie naar kweeklocatie	1006	Km		

Productie viseieren (Vietnam)

De productie van gambaeieren is niet meegenomen, omdat deze activiteit naar verwachting een zeer beperkte bijdrage heeft aan de klimaatimpact van het hele kweeksysteem: Volgens de RP study had de productie van viseieren een bijdrage van minder dan 0.02 procent aan alle impact categorieën.

Juveniele fase (Vietnam)
Voor gamba zijn alleen geaggregeerde data van de juveniele fase en de grow-out fase beschikbaar. In het model kon daarom geen opsplitsing gemaakt worden tussen de juveniele en grow-out fase.

Grow-out fase (Vietnam)
De jonge gamba's worden in kweekvijvers overgebracht langs de Mekongdelta, waar ze gedurende 3 tot 6 maanden worden grootgebracht totdat ze marktgewicht bereiken (20 – 30 g per stuk). De gamba's worden gevoerd met voer op basis van mariene en plantaardige ingrediënten met een economische voederconversie (eFCR) van 1,50 kg/kg gamba's.

Tabel B10.16.3 *Overzicht parameters grow-outfase (inclusief juveniele fase) gamba*

Parameter	Eenheid	Hoeveelheid	Bron
Input juveniles grow-out	Gegevens voor juvenielen die in de Grow-out stage zijn opgenomen. Geen apart gegevens voor juveniele fase		
Voer grow-out	Kg/per kg levend gewicht	1,5	(Al Eissa et al., 2022)
Diesel	Liter/per kg levend gewicht	0	
Elektriciteit	kWh/per liter levend gewicht	0,921	

Opmerkingen:
- **Infrastructuur gambakwekerij:** Er is aanvullende controle uitgevoerd op basis van andere LCA-studies. Het blijkt dat de meeste studies de infrastructuur buiten beschouwing laten. Dit gebeurt doorgaans vanwege het toepassen van een cut-off-criterium (<3% van de totale CO_2-uitstoot) en de lange levensduur van de infrastructuur. Hierdoor wordt de impact als verwaarloosbaar beschouwd in vergelijking met de belangrijkste hotspots, namelijk voer en energie. Ook in deze studie is op basis van de cut-off van 3% gekozen om kapitaalgoederen en infrastructuur buiten de scope te houden.
- **Sliblozing**: Voor gamba worden slibgerelateerde emissies en potentiële N_2O-emissies niet opgenomen in de analyse. Het slib wordt doorgaans opgepompt en direct in de rivier geloosd in Vietnam (Bosma, Pham Thi, & Potting, 2011).
- **GWP sliblozing**: er bestaan momenteel geen algemeen geaccepteerde rekenregels om de mogelijke GWP-impact van dergelijke directe sliblozingen te kwantificeren. Daarom worden deze emissies niet meegenomen in de analyse. Verder geeft (Nhu et al., 2016) aan dat slib in pangasiusproductiesystemen in Vietnam voornamelijk bijdraagt aan eutrofiëringseffecten, en slechts in beperkte mate invloed heeft op het GWP onder de huidige omstandigheden. We nemen aan dat dezelfde situatie ook geldt voor Gamba die binnen de Mekongdelta in Vietnam wordt geproduceerd.
- Voor gamba tijdens kweek wordt er vaak gebruikgemaakt van zuurstof, mierenzuur, kalksteen en organische chemicaliën. Aangezien dit geen hotspots zijn, hebben we deze hier in de ketenbeschrijving niet opgenomen. Ze zijn wel inbegrepen in de Life Cycle Inventory en berekeningen.

Verwerking (Vietnam)
Na het oogsten gaan de Gamba's naar een verwerkingsfaciliteit in Vietnam om te worden gepeld (ontdoen van kop, staart en schaal). De onderstaande tabel toont de energievoorzieningsbedrijven die tijdens deze verwerkingsfase worden gebruikt.

Tabel B10.16.4 *Energiegebruik verwerking Vietnam*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron
Dieselverbruik	0	Liter/kg vis	Al Eissa, 2022
Elektriciteitsverbruik verwerking	0,458	kWh/kg vis	
Aardgasverbruik verwerking	0	m3/kg vis	

Export (Nederland)

Bevroren gamba's worden per vrachtschip via de haven in Rotterdam naar distributiecentra in Nederland vervoerd. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie tabel B10.16.5 en bijlage 9 voor details).

Tabel B10.16.5 *Transportafstanden en modaliteiten gamba*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Oogsten > primaire verwerking Vietnam	Vrachtwagen (Gekoeld)	27	Binnenlands transport Vietnam
Primaire verwerking Vietnam > distributiecentra Vietnam	Vrachtwagen (Bevroren)	58	Binnenlands transport Vietnam
Distributiecentra Vietnam > haven Rotterdam in Nederland	Vrachtschip (Bevroren)	23.500	Internationaal transport
Haven Rotterdam > distributiecentra Nederland	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Binnenlands transport Nederland; Standaard transportafstanden in dit project voor het verkoopkanaal supermarken (zie bijlage 9)
Distributiecentra > supermarkten Nederland	Vrachtwagen (Bevroren)	75	Standaard transportafstanden in dit project voor het verkoopkanaal supermarken (zie bijlage 9)

Tabel B10.16.6 *Samenstelling verpakkingen*

Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid kg eindproduct	Bron	Opmerking
Kartonnen transportverpakking	0,134	kg/kg product	(Al Eissa et al., 2022)	
PE-transportverpakking (Polyethyleen)	0,01	kg/kg product		
Transport_ ijs	1,5	Kg/kg product		
PE-consumentenverpakking	0,011	kg/kg product		Gebaseerd op aannames en inschattingen in de markt. Meestal worden diepgevroren garnalen verpakt in plastic zakken die ongeveer 10–12 g per kg garnalen wegen

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Consument

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Omdat de garnalen die in de winkel worden verkocht in deze studie als volledig afgepeld worden beschouwd, is het niet-eetbare afval 0%.

Referenties

Al Eissa, A., Chen, P., Brown, P. B., & Huang, J.-Y. (2022). Effects of feed formula and farming system on the environmental performance of shrimp production chain from a life cycle perspective. *Journal of Industrial Ecology, 26*(6), 2006–2019. doi:https://doi.org/10.1111/jiec.13370

Bosma, R., Pham Thi, A., & Potting, J. (2011). Life cycle assessment of intensive striped catfish farming in the Mekong Delta for screening hotspots as input to environmental policy and research agenda. *The International Journal of Life Cycle Assessment, 16*, 903–915. doi:10.1007/s11367-011-0324-4

EuroFoodLink. (2025, November 19, 2025). Vannamei garnalen (witpootgarnalen). Retrieved from https://www.eurofoodlink.com/nl/producten/vannamei-garnalen

FAO. (2001). *Handling and processing shrimp (Torry Advisory Note No. 54)*. Retrieved from Rome: https://www.fao.org/4/x5931e/x5931e00.htm#Contents

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Khaemba, W. M. (2000). *Development and application of spatial and temporal statistical methods for improved sampling of wildlife.* Wageningen University and ITC, Retrieved from https://edepot.wur.nl/152031

Munro, L. I. (2014). *Development and application of dynamic models for environmental management of aquaculture in South East Asia.* University of Stirling, Stirling, UK. Retrieved from http://hdl.handle.net/1893/20388

Nhu, T. T., Schaubroeck, T., De Meester, S., Duyvejonck, M., Sorgeloos, P., & Dewulf, J. (2016). Environmental impact of non-certified versus certified (ASC) intensive Pangasius aquaculture in Vietnam, a comparison based on a statistically supported LCA. *Environmental Pollution, 219*, 156–165. doi:10.1016/j.envpol.2016.10.006

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

PLUS. (n.d., November 19, 2025). PLUS wokgarnalen rauw & gepeld, zak 450 g. Retrieved from https://www.plus.nl/product/plus-wokgarnalen-rauw-gepeld-zak-450-g-540749

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Tien, N. N., Matsuhashi, R., & Bich Chau, V. T. T. (2019). A Sustainable Energy Model for Shrimp Farms in the Mekong Delta. *Energy Procedia, 157*, 926–938. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.259

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.17 Ketenbeschrijving Gebakken pangasiusfilet

Beschrijving product
Pangasius wordt vaak in Azië gekweekt. Volgens de (FAO, 2024) vindt ongeveer 50 - 55% van de mondiale productie van pangasius plaats in Vietnam. De meeste pangasius wordt daar zowel gekweekt als verwerkt tot filets, waarna het naar Europa wordt geëxporteerd. In Vietnam wordt pangasius gekweekt in zoetwaterkooien, voornamelijk langs de delta van de Mekong (Nhu et al., 2015).

Product: Het eindproduct in deze studie is gebakken pangasiusfilet uit Vietnam. Alternatieve verwerkingsvormen zoals pangasiusburgers of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt pangasius hoofdzakelijk afgezet via supermarkten (GfK, 2023).

Ketenstappen
1. *Voerproductie*
   De productie van voer en het transport naar de Vietnamese kwekerijen. Het voer voor pangasius bestaat voornamelijk uit een mix van mariene en plantaardige ingrediënten (Nhu, et al., 2016).
2. *Juveniele fase (Vietnam)*
   Viseieren worden uitgebroed en gekweekt in zoetwaterfaciliteiten tot jonge vissen, fingerlings genoemd. Deze fase duurt 1 tot 2 maanden en is cruciaal voor de gezondheid en de overlevingskansen van de jonge vissen.
3. *Grow-out fase (Vietnam)*
   De pangasius wordt in kweeksystemen (zoetwaterkooien) langs de Mekongdelta grootgebracht tot marktgewicht. Deze fase duurt 8 - 10 maanden. De vissen worden gevoed met voer op basis van mariene en plantaardige ingrediënten (Nhu, et al., 2016).
4. *Primaire verwerking (Vietnam)*
   Nadat de pangasius het gewenste marktgewicht bereikt, wordt de vis uit de zoetwaterkooien gehaald (geoogst), verdoofd om stress te verminderen, direct gebloed voor vleeskwaliteit, gestript van ingewanden, gefileerd, verpakt in polystyreen EPS-dozen, en vervolgens bevroren klaargemaakt voor export.
5. *Export (Nederland)*
   Bevroren pangasiusfilet wordt per vrachtschip naar Nederland vervoerd. Voor Nederland bedraagt de afstand circa 23.500 km.
6. *Verpakking en distributie (Nederland)*
   Pangasiusfilet wordt verpakt in polyethyleen (PE) verpakkingen en via distributiecentra naar supermarkten gebracht.

Tabel B10.17.1 *Overzicht ketenstappen pangasiusfilet*

Hoofdproces	Product	kg input	kg vis output	kg co-product/afval	Bron
Voerproductie	Aquacultuurvoer	Zie Tabel B10.17.2 voor voerproductie			
Juveniele fase (Vietnam)	Fingerlings	Meegenomen in grow-out fase			Afzonderlijke gegevens van de juveniele fase waren niet beschikbaar in de literatuur.
Grow-out fase (Vietnam)	Pangasius- hele vis (met kop en ingewanden)	1	1	0	
Primaire verwerking (Vietnam)	Geslachte pangasius, zonder kop, ingewanden en gefileerd	1	0,43	0,57	(EUMOFA, 2019)
Distributie naar supermarkt	Pangasiusfilet	0,43	0,41	0,02[a]	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Pangasiusfilet	0,41	0,39	0,02[a]	(PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Gebakken pangasiusfilet	0,39	0,34[c]	0,05[b]	(PEFCR, 2025) en (RIVM, 2025)

[a] Voor verliezen tijdens distributie en supermarkten werden standaard PEFCR-waarden toegepast. In elke fase wordt 4% verlies toegepast (PEFCR, 2025).
[b] Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). De verhouding rauw tot gaar in de consumentenfase is 0,9 volgens de RIVM (2025) waarden.
[c] Inclusief verliezen en verhouding rauw tot bereid.

Voerproductie en transport
Het betreft de productie en transport van het voer dat de vissen krijgen in de juveniele- en grow-outfase. Voor elke vissoort is een specifieke voermix vastgesteld. In deze studie is gekozen voor één voermix, er wordt geen onderscheid gemaakt in voer voor de verschillende fases door gebrek aan data. De teelt van de voeringrediënten en de productie van het voer in de fabriek zijn hierin meegenomen. De onderstaande tabel geeft de gegevens en waarden weer die worden gebruikt bij de voerproductie tijdens de kweek van de pangasius.

Tabel B10.17.2 *Overzicht parameters voerproductie pangasius*

Parameter	Hoeveelheid (per kg visvoer)	Eenheid	Bron	Opmerking
Voerconversieratio	1,5	kg/kg	(Nhu et al., 2015)	
Opbrengst voerproductie	1	kg		
Elektriciteitsverbruik voerproductie	0,113	kWh	(Nhu et al., 2016)	
Hitteverbruik voerproductie	0	MJ	(Nhu et al., 2016)	
Steenkoolverbruik voerproductie	0,747	MJ	(Nhu et al., 2016)	
Rijsthul voerproductie	0,046	kg	(Nhu et al., 2016)	
Wegtransport voerproductie naar kweeklocatie	100	Km	(Bosma, Pham Thi, & Potting, 2011); (Nhu et al., 2016)	Gemiddeld transport van voerfabriek naar kweeklocatie in de Mekongdelta

Productie viseieren (Vietnam)
De productie van viseieren is niet meegenomen, omdat deze activiteit naar verwachting een zeer beperkte bijdrage heeft aan de klimaatimpact van het hele kweeksysteem: Volgens de RP study had de productie van viseieren een bijdrage van minder dan 0.02 procent aan alle impact categorieën.

Juveniele fase (Vietnam)
Voor pangasius zijn alleen geaggregeerde data van de juveniele fase en de grow-out fase beschikbaar. In het model kon daarom geen opsplitsing gemaakt worden tussen de juveniele en grow-out fase.

Grow-out fase (Vietnam)
De jonge vissen worden in zoetwaterkooien overgebracht langs de Mekongdelta, waar ze gedurende 8-10 maanden worden grootgebracht totdat ze marktgewicht bereiken (0,8 – 1,2 kg). De vissen worden gevoerd met voer op basis van mariene en plantaardige ingrediënten met een economische voederconversie (eFCR) van 1,50 kg/kg pangasius.

Tabel B10.17.3 *Overzicht parameters grow-outfase (inclusief juveniele fase) pangasius*

Parameter	Eenheid	Hoeveelheid	Bron
Input juveniles grow-out	Nvt	Nvt	
Voer grow-out	Per kg pangasius geoogst/levend gewicht	1,5	(Nhu et al., 2016)
Diesel	Liter/kg levend gewicht	0,001	(Nhu et al., 2016)
Elektriciteit	kWh/kg levend gewicht	0,05	(Nhu et al., 2016)

Opmerkingen:
- **Infrastructuur pangasiuskwekerij:** Er is aanvullende controle uitgevoerd op basis van andere LCA-studies. Het blijkt dat de meeste studies de infrastructuur buiten beschouwing laten. Dit gebeurt doorgaans vanwege het toepassen van een cut-off-criterium (<3% van de totale CO_2-uitstoot) en de lange levensduur van de infrastructuur. Hierdoor wordt de impact als verwaarloosbaar beschouwd in vergelijking met de belangrijkste hotspots, namelijk voer en energie. Ook in deze studie is op basis van de cut-off van 3% gekozen om kapitaalgoederen en infrastructuur buiten de scope te houden.

- **Sliblozing**: voor pangasius worden slibgerelateerde emissies en potentiële N_2O-emissies niet opgenomen in de analyse. Er is weinig gedocumenteerd over deze sliblozingen. Op basis van expertopinie nemen we aan dat de sliblozing bij pangasiuskweek vergelijkbaar is met die bij gamba kweek (zie ketenbeschrijving gamba).
- **GWP sliblozing**: er bestaan momenteel geen algemeen geaccepteerde rekenregels om de mogelijke GWP-impact van dergelijke directe sliblozingen te kwantificeren. Daarom worden deze emissies niet meegenomen in de analyse. Verder geeft (Nhu et al., 2016) aan dat slib in pangasiusproductiesystemen voornamelijk bijdraagt aan eutrofiëringseffecten, en slechts in beperkte mate invloed heeft op het GWP onder de huidige omstandigheden.
- Voor pangasius wordt er vaak gebruikgemaakt van zuurstof, mierenzuur, kalksteen en organische chemicaliën. Aangezien dit geen hotspots zijn, hebben we deze hier in de ketenbeschrijving niet opgenomen. Ze zijn wel inbegrepen in de Life Cycle Inventory en berekeningen.

Verwerking (Vietnam)
Na de oogst wordt verse panga-vis naar een verwerkingsfaciliteit in Vietnam gestuurd om gereinigd, gefileerd te worden en verder geëxporteerd te worden naar internationale (retail)markten. Hieronder staat het energieverbruik tijdens dit proces.

Tabel B10.17.4 *Energieverbruiksgegevens tijdens de verwerkingsfase in Vietnam*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron
Dieselverbruik	0	Liter/kg vis	(Watabe et al., 2022)
Elektriciteitsverbruik verwerking	0,43	kWh/kg vis	
Aardgasverbruik verwerking	0	m3/kg vis	

Export (Nederland)
Bevroren pangasiusfilet wordt per vrachtschip via de haven in Rotterdam naar distributiecentra in Nederland vervoerd. Vanuit de distributiecentra wordt de vis naar de supermarkten vervoerd. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.17.5 *Transportafstanden en modaliteiten pangasius*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Oogsten > primaire verwerking Vietnam	Vrachtwagen (Gekoeld)	40	Binnenlands transport Vietnam
Primaire verwerking Vietnam > distributiecentra Vietnam in Haven	Vrachtwagen (Bevroren)	200	Binnenlands transport Vietnam
Haven Vietnam > Haven Nederland	Vrachtschip (Bevroren)	23.500	Pangasius wordt vanuit distributiecentra in Vietnam naar Nederlandse haven vervoerd
Van haven in NL naar DC NL	Vrachtwagen	100	Binnenlands transport-Nederland (Approx)
Distributiecentra > supermarkten Nederland	Vrachtwagen (Bevroren)	75	Standaard transportafstanden in dit project voor het verkoopkanaal supermarken (zie bijlage 9)

Tabel B9.17.6 *Samenstelling verpakkingen*

Matariaal	Hoeveelheid	Eenheid kg eindproduct	Bron	Opmerking
Kartonnen transportverpakking	0,072	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	1 doos van 2 kg kan 25 kg vis vervoeren.
Plastic voering transportverpakking	0,008	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	De kartonnen doos bestaat uit 1,8 kg karton en 0,2 kg plastic voering
EPS-consumentenverpakking (Polystyreen)	0,1	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	1 doos met 50 g EPS en 5 g PE-verpakkingsfolie bevat 500 g vis
PE-consumentenverpakking (Polyethyleen)	0,01	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	1 doos met 50 g EPS en 5 g PE-verpakkingsfolie bevat 500 g vis

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Consument

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen wordt als 0% gezien, aangezien alle filetdelen worden verondersteld gegeten te zijn.

Referenties

GfK. (2023). De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk). Retrieved from

Bosma, R., Pham Thi, A., & Potting, J. (2011). Life cycle assessment of intensive striped catfish farming in the Mekong Delta for screening hotspots as input to environmental policy and research agenda. The International Journal of Life Cycle Assessment, 16, 903–915. doi:10.1007/s11367-011-0324-4

EUMOFA. (2019). Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA). Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

FAO. (2024). Quarterly Pangasius Analysis – September 2024. Retrieved from Rome: https://openknowledge.fao.org/bitstreams/1a688e34-1a81-4bb5-aa18-987a9af2bdb5/download

Nhu, T. T., Schaubroeck, T., De Meester, S., Duyvejonck, M., Sorgeloos, P., & Dewulf, J. (2015). Resource consumption assessment of Pangasius fillet products from Vietnamese aquaculture to European retailers. Journal of Cleaner Production, 100, 170–178. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.030

Nhu, T. T., Schaubroeck, T., De Meester, S., Duyvejonck, M., Sorgeloos, P., & Dewulf, J. (2016). Environmental impact of non-certified versus certified (ASC) intensive Pangasius aquaculture in Vietnam, a comparison based on a statistically supported LCA. Environmental Pollution, 219, 156–165. doi:10.1016/j.envpol.2016.10.006

PEFCR. (2025). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Watabe, A., Pham, N.-B., Mao, C., King, P., Le Xuan, T., Dinh Manh, T., . . . キング, ピ. (2022). Guidelines for resource efficiency and cleaner production in Vietnam's Pangasius processing sector. Retrieved from https://www.switch-asia.eu/resource/guidelines-for-resource-efficiency-and-cleaner-production-in-vietnams-pangasius-processing-sector/

B10.18 Ketenbeschrijving Gebakken zalmfilet

Beschrijving product
Nederland is samen met Polen en Spanje een belangrijke afzetmarkt voor Noorse Atlantische zalm (*Salmo salar*), maar geen producent (FAO, 2025). Noorwegen is wereldwijd de grootste producent van gekweekte zalm met een productievolume van 340.900 ton in het eerste kwartaal van 2025 (FAO, 2025).

Product: Het eindproduct in deze studie is gebakken zalmfilet. Alternatieve verwerkingsvormen zoals zalmburgers of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: In Nederland wordt de meeste zalm afgezet via supermarkten (GfK, 2023)

Ketenstappen
1. *Voerproductie en transport*
   De productie van voer en het transport naar de Noorse kwekerijen. Het voer voor zalm bestaat voornamelijk uit een mix van mariene en plantaardige ingrediënten.
2. *Viseieren en Juveniele fase (Noorwegen)*
   Zalmeieren worden uitgebroed en gekweekt in zoetwaterfaciliteiten tot het smoltstadium. Smoltstadium is de fase waarin de zalm zich fysiologisch aanpast om van zoet naar zout water te kunnen gaan. Deze fase is cruciaal voor de gezondheid en de overlevingskansen van de jonge vissen.
3. *Grow-out fase (Noorwegen)*
   De zalm wordt in kweeksystemen (zeekooien) langs de Noorse kust grootgebracht tot marktgewicht. Deze fase duurt 12–18 maanden. De vissen worden gevoed met voer op basis van mariene en plantaardige ingrediënten (SINTEF, 2022).
4. *Primaire verwerking (Noorwegen)*
   Nadat de zalm het gewenste marktgewicht bereikt, wordt de zalm uit de zeekooien gehaald (geoogst), verdoofd om stress te verminderen, direct ontbloed voor vleeskwaliteit, gestript van ingewanden, verpakt in polystyreen EPS-dozen met ijs, en vervolgens gekoeld voor export (SINTEF, 2022).
5. *Export (Nederland en Polen)*
   Geslachte zalm wordt per gekoelde vrachtwagen naar verwerkingslocaties in Nederland en Polen vervoerd. Voor Nederland bedraagt de afstand circa 1.200 km, voor Polen circa 2.200 km (SINTEF, 2022).
6. *Secundaire verwerking (Nederland en Polen)*
   In Nederland en Polen vindt de secundaire verwerking plaats, waaronder fileren, bijsnijden, villen en portioneren, afhankelijk van de doelmarkt (supermarkten of horeca). In Nederland worden grote hoeveelheden geïmporteerde Noorse zalm verwerkt in Urk en andere Nederlandse visverwerkingsfaciliteiten (interview met visverwerkers, 2025). Verwerkte zalm uit Polen wordt vervolgens opnieuw gekoeld en per vrachtwagen naar zijn bestemmingen vervoerd, onder andere ook Nederland.
7. *Verpakking en distributie (Nederland)*
   Zalmfilet wordt verpakt in polyethyleen (PE) verpakkingen en via distributiecentra naar supermarkten gebracht. Circa 70% van de zalmfilet in Nederlandse supermarkten komt uit Polen en 30% wordt in Nederland verwerkt (Interview visverwerker Nederland, 2025) en (Eurostat, 2025).
8. *Consumptie thuis (Nederland)*
   De keten eindigt bij thuisbereiding door consumenten en de consumptie van gebakken zalmfilet.

Tabel B10.18.1 *Overzicht ketenstappen zalmfilet*

Hoofdproces	Product	kg input	kg vis output (NL)	kg vis output (PL)	kg co-product/afval	Bron/Opmerking
Voerproductie (Noorwegen)	Aquacultuurvoer	Zie tabel B10.18.2				
Juveniele fase (Noorwegen)	Smolt	1 kg voer	1	1		
Grow-out fase (Noorwegen)	Levende zalm (met kop en ingewanden)	0,03 (kg juvenielen/kg grow-out)	1	1	Verwaarloosbaar	(SINTEF 2022 en PEFCR Marine Fish, 2025)
Primaire verwerking (Noorwegen)	Geslachte zalm, zonder kop en ingewanden	1	0,88	0,88	0,22	(EUMOFA, 2019)
Secundaire verwerking (Nederland en Polen)	Zalmfilet	0,88	0,58[a]	0,54[b]	0,30	Opbrengst voor NL 58% (Info: Visverweker NL interview, 2025 en SINTEF 2022) en 54% voor PL(PEFCR Standaard waarden, 2025)
Distributie naar supermarkt	Zalmfilet	0,58(NL)-0,54(PL)	0,56[c]	0,52[c]	0.02	(PEFCR, 2025)
Supermarkt	Zalmfilet	0,56 (NL)-0,52(PL)	0,53[c]	0,50[c]	0.03-0.06	(PEFCR, 2025)
Consumptie thuis	Gebakken zalmfilet	0,53(NL)-0,50(PL)	0,46[d]	0,43[d]	0.07	(PEFCR, 2025) (RIVM, 2025)

[a] Geen verspilling tijdens verwerking in Nederland (Visverwerker interview, 2025).

[b] 10% afval in de verwerkingsfase in Polen (PEFCR, 2025).

[c] Voor verliezen tijdens distributie en supermarkten werden standaard PEFCR-waarden toegepast. In elke fase wordt 4% verlies toegepast (PEFCR, 2025).

[d] Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023). De rauw tot bereid ratio in de consumentenfase is 0,9 (RIVM, 2025).

Voerproductie en transport

Het betreft de productie en transport van het voer dat de vissen krijgen in de juveniele- en grow-outfase. Voor elke vissoort is een specifieke voermix vastgesteld. In deze studie is gekozen voor één voermix, er wordt geen onderscheid gemaakt in voer voor de verschillende fases door gebrek aan data. De teelt van de voeringrediënten en de productie van het voer in de fabriek zijn hierin meegenomen. De onderstaande tabel geeft de gegevens en waarden weer die worden gebruikt bij de voerproductie tijdens de kweek van de zalm.

Tabel B10.18.2 *Overzicht parameters voerproductie zalm*

Parameter	Hoeveelheid	Eenheid	Bron	Opmerking
Voerconversieratio	1,3	kg/kg	(SINTEF, 2022)	Economische voerconversie (eFCR) groei, basisscenario
Opbrengst voerproductie	1	kg	(SINTEF, 2022)	
Elektriciteitsverbruik voerproductie	0,019	kWh	(SINTEF, 2022)	Per kg vismeel/voer.
Warmteverbruik voerproductie	1,469	MJ	(SINTEF, 2021)	Warmte uit aardgasverbranding (in MJ/kg voer)
Wegtransport voerproductie naar kweeklocatie	500	km	(SINTEF, 2022)	Vrachtwagen

Viseieren en Juveniele fase (Noorwegen)

De productie van viseieren is niet meegenomen, omdat deze activiteit naar verwachting een zeer beperkte bijdrage heeft aan de klimaatimpact van het hele kweeksysteem: Volgens de RP study had de productie van

viseieren een bijdrage van minder dan 0,02 procent aan alle impact categorieën Het voer dat in de juveniele fase wordt gebruikt, bedraagt 1 kg per kg juveniel.

Grow-out fase (Noorwegen)
In open zeekooien worden jonge zalmen overgebracht naar zeekooien langs de Noorse kust, waar ze gedurende 12-18 maanden worden grootgebracht totdat ze marktgewicht bereiken. De vissen worden gevoerd met voer op basis van mariene en plantaardige ingrediënten met een economische voederconversie (eFCR) van 1,30 kg/kg zalm (SINTEF, 2022).

Tabel B10.18.3 *Overzicht parameters grow-outfase zalm*

Parameter	Eenheid	Hoeveelheid	Bron	Opmerking
Input juveniles grow-out	Per kg zalm geoogst/levend gewicht	0,03	(SINTEF, 2022)	
Voer grow-out	Per kg zalm geoogst/levend gewicht	1,30	(SINTEF, 2021)	
Diesel	Liter/kg levend gewicht	0,16	(SINTEF, 2022)	Inc. dieselverbruik voor wellboats, serviceboats en generatoren
Elektriciteit	kWh/kg levend gewicht	0,09	(SINTEF, 2022)	Basisscenario

Opmerkingen:
- **Infrastructuur zalmkwekerij:** Er is aanvullende controle uitgevoerd op basis van andere LCA-studies. Het blijkt dat de meeste studies de infrastructuur buiten beschouwing laten. Dit gebeurt doorgaans vanwege het toepassen van een cut-off-criterium (<3% van de totale CO_2-uitstoot) en de lange levensduur van de infrastructuur. Hierdoor wordt de impact als verwaarloosbaar beschouwd in vergelijking met de belangrijkste hotspots, namelijk voer en energie. Ook in deze studie is op basis van de cut-off van 3% gekozen om kapitaalgoederen en infrastructuur buiten de scope te houden.
- **Sliblozing**: bij de kweek van zalm ontstaat slib. Dit slib wordt verzameld en naar een slibverwerkingslocatie getransporteerd (500 km per vrachtwagen). Het slib wordt in een biovergister verwerkt. Hierbij komen biogene methaanemissies vrij.

Verwerking 1 & 2
Verse zalm wordt direct na de oogst geslacht in Noorwegen geslacht. Vervolgens wordt de zalm in verwerkingsfaciliteiten in Nederland en Polen gefileerd. De onderstaande tabel illustreert het energieverbruik tijdens deze respectievelijke processen**.**

Tabel B10.18.4 *Energieverbruik tijdens de verwerkingsfase*

Stages	Parameter	Hoeveelheid	Eenheid per kg product	Bron
Verwerking 1 (Noorwegen)	Diesel	0,00013	Liter/kg vis	PEFCR 2025
	Elektriciteit	0,14	kWh/kg vis	SINTEF 2022 Table 3-7 (Slachtproces)
Verwerking 2 (Nederland & Polen)	Diesel	0,000115	Liter/kg vis	PEFCR 2025 (RP Study)
	Elektriciteit	0,09	kWh/kg vis	PEFCR 2025 (RP Study)

Export
Noorse zalm wordt per gekoelde vrachtwagen vervoerd naar grote Europese visverwerkingslocaties (SINTEF, 2022). Voor Nederland duurt de reis ongeveer 1-2 dagen over de weg, waarbij de continuïteit van de koelketen behouden blijft. Voor Polen verloopt het transport ook per vrachtwagen. Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.18.5 *Transportafstanden en modaliteiten zalm*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)		Opmerking
Oogsten > primaire verwerking Noorwegen	Vrachtwagen (Gekoeld)	30		Binnenlands transport Noorwegen
Primaire verwerking Noorwegen > secundaire verwerking Nederland en Polen	Vrachtwagen (Gekoeld)	1.200 (NO>NL)	2.200 (NO>PL)	Geslachte zalmen worden vervoerd per vrachtwagens
Secundaire verwerking > distributiecentra in Nederland	Vrachtwagen (Gekoeld)	200 (NL>NL)	1.100 (PL>NL)	Zalmfilets worden vanuit secundaire verwerking in Polen naar Nederlandse distributiecentra vervoerd
Distributiecentra > supermarkten Nederland	Vrachtwagen ((Gekoeld)	100 (NL>NL)		Standaard transportafstanden in dit project voor het verkoopkanaal supermarken (zie bijlage 9)

Tabel B10.18.6 *Samenstelling verpakkingen*
Dezelfde waarden gelden voor Nederlandse en Poolse verpakkingen

Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid kg eindproduct	Bron	Opmerking
Kartonnen transportverpakking	0,072	kg/kg product	(SINTEF, 2022); (PEFCR, 2025)	1 doos van 2 kg kan 25 kg vis vervoeren
Transport ijs	0,25	kg/kg product	(SINTEF, 2022); (PEFCR, 2025)	1 doos van 600 g bevat 20 kg vis en 5 kg ijs. Dat betekent één doos van 600 g per 20 kg vis
Plastic voering transportverpakking	0,008	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	De kartonnendoos bestaat uit 1,8 kg karton en 0,2 kg plastic voering
EPS-consumentenverpakking (Polystyreen)	0,1	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	1 doos met 50 g EPS en 5 g PE-verpakkingsfolie bevat 500 g vis
PE-consumentenverpakking (Polyethyleen)	0,01	kg/kg product	(PEFCR, 2025)	1 doos met 50 g EPS en 5 g PE-verpakkingsfolie bevat 500 g vis

De transport- en de consumentenverpakking worden volgens de standaard afvalverwerkingsroutes van de PEFCR Marine Fish verwerkt (PEFCR, 2025).

Consumenten
Voor het vervoer van de supermarkt naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vis in deze studie (3,5%) (Voedingscentrum, 2023).

Referenties

EUMOFA. (2019). *Metadata 2 – Data management: Annex 7 Conversion factors by CN-8 code, European Market Observatory for Fisheries Aquaculture Products (EUMOFA)*. Retrieved from Brussels: https://eumofa.eu/documents/20178/24415/Metadata+2+-+DM+-+Annex+7+CF+per+CN8.pdf

Eurostat. (2025). *[Data set]*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/eurostat

FAO. (2025). *GLOBEFISH Quarterly Salmon analysis - August 2025*. Retrieved from Rome, Italy: https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd6770en

GfK. (2023). *De Nederlandse visconsumptie in-home & out-of-home en per visprofiel. Presentatie. Workshop Nederlands Visbureau. 29 september 2023 (Cijfers vertrouwelijk)*. Retrieved from

Interview visverwerker Nederland (2025, 2025). [Interview met visverwerker].

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

SINTEF. (2021). *Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017*. Retrieved from

SINTEF. (2022). *Greenhouse gas emissions of Norwegian salmon products*. Retrieved from https://www.sintef.no/en/publications/publication/2106677/

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.19 Ketenbeschrijving Gebakken kipfilet

Beschrijving product
Circa driekwart van de kipproducten die we in Nederland consumeren is borst- en dijfilet (*Kip in Nederland*, n.d.). In deze studie is uitgegaan van gebakken kipfilet van vlees van Nederlandse vleeskuikens.

Product: het eindproduct betreft gebakken kipfilet. Alternatieve verwerkingsvormen zoals kipburger of kant-en-klare gerechten met kip vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: kip wordt in Nederland verkocht via verschillende afzetkanalen (o.a. supermarkt, ambachtelijke slagers en poeliers, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van kipfilet verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.19.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van de kipfilet die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.19.1 *Overzicht ketenstappen kipfilet*

Hoofdproces	Product	kg vlees input	kg vlees output	kg co-product[a]/ afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	Nvt	Nvt	Nvt	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Veeteelt	Vleeskuiken	x	1,47	x	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slacht & verwerking	Kippenvlees	1,47	1,0	Diverse co-producten	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar obv (ADEME, 2022) Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleen (50 gram per kg vlees)				(ADEME, 2022)
Distributie & supermarkt	Verpakte kipfilet	1,0	0,96	0,04	(European Commission, 2021))
Consumptie thuis	Gebakken kipfilet	0,96	0,67	0,07 (+0,05 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025)(rauw tot bereid ratio = 0,75)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*), Merieux Nutri Sciences and Blonk (2022)). Deze data zijn gebaseerd op Nederlandse vleeskuiken bedrijven 2020-2021. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De vleeskuikens worden vanaf de boerderij naar de slachterij getransporteerd. De transportafstand van de vleeskuikens van boerderij naar slachthuis is aangepast ten opzichte van de afstand (1000 km) die in het Agri-footprint 6.3 model is gebruikt (*Agri-footprint 6.3*). Omdat de Nederlandse supermarkten hebben afgesproken dat alle verse kip moet voldoen aan Beter Leven 1 Ster (BLK1), is in deze studie gekozen om de maximale transportafstand van 280 km van BLK1 aan te houden (Dierenbescherming, 2023).
Aangenomen is dat in het slachthuis ook het uitsnijden plaatsvindt. Conform PEF is economische allocatie toegepast voor de verdeling van de impact over vlees- en co-producten. In de Agri-footprint 6.3 database is

geen onderscheid gemaakt tussen de waarde van verschillende vleesproducten: de impact van kippenvlees is per gewichtseenheid gelijk geacht voor borst- en dijfilet en alle andere eetbare vleesproducten.

Aangenomen is dat het vlees op de verwerkingslocatie verpakt wordt in (lage dichtheid) polyethyleen-bakjes. Data van hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit de Franse LCA database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na het slachten.

De verpakte kipfilet wordt per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.19.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (4% voor vlees en vleesvervangers). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.19.2 *Transportafstanden en modaliteit kipfilet*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> slachthuis	Vrachtwagen (Ongekoeld)	280	Maximale afstand volgens BLK1 vleeskuikens (Dierenbescherming, 2023)
Slachthuis/verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vlees in deze studie (7,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen is niet van toepassing, omdat de hele filet eetbaar is. In deze studie is aangenomen dat de kipfilet in de pan gebakken is (rauw tot bereid ratio 0,75 (RIVM, 2025).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

Dierenbescherming. (2023). *Vleeskuikens – 1 ster versie 5.2 MW*. Retrieved from https://beterleven.dierenbescherming.nl/zakelijk/wp-content/uploads/sites/2/2023/01/Vleeskuikens-1-ster-versie-5.2-MW-d.d.-02-01-2023.pdf

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Kip in Nederland. (n.d.). Retrieved from https://www.kipinnederland.nl/feiten-en-cijfers/consumptie-van-kip/

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-

west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.20 Ketenbeschrijving product varkenshaas

Beschrijving product
Varkenshaas is vlees van de rug van een varken. Het is een duurder stuk vlees, vanwege de hogere kwaliteit. In deze studie maken we geen onderscheid tussen de verschillende soorten kwaliteit en waarde van varkensvlees dat geschikt is voor humane consumptie.

Product: het eindproduct betreft gebakken varkenshaas. Alternatieve verwerkingsvormen zoals frikandel of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: varkenshaas wordt in Nederland verkocht via verschillende afzetkanalen verkocht (o.a. supermarkt, ambachtelijke slagers, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van varkenshaas verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.20.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van de varkenshaas die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.20.1 *Overzicht ketenstappen varkenshaas*

Hoofdproces	Product	kg vlees input	kg vlees output	kg co-product[a] en afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	Nvt	Nvt	Nvt	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Veeteelt	Vleesvarkens	x	1,57	x	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slacht & verwerking	Varkensvlees	1,57	1,0	0,57	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleentereftalaat PET-folie en lage dichtheid polyetheen LDPE-bakje				Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Distributie & supermarkt	Verpakte varkenshaas	1,0	0,96	0,04	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Gebakken varkenshaas	0,96	0,62	0,07 (+0,07 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025)(rauw tot bereid ratio = 0,7)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*), Merieux Nutri Sciences and Blonk (2022). Deze data zijn gebaseerd op Nederlandse varkensbedrijven 2020-2021. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De afgemeste vleesvarkens worden vanaf de boerderij naar de slachterij getransporteerd. De transportafstand van de vleesvarkens van boerderij naar slachthuis is overgenomen van Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*). Aangenomen is dat in het slachthuis ook het uitsnijden plaatsvindt. Conform PEF is economische allocatie toegepast voor de verdeling van de impact over vlees- en co-producten. In de Agri-footprint database is geen onderscheid gemaakt tussen de waarde van verschillende vleesproducten: de impact van varkensvlees is per gewichtseenheid gelijk geacht voor varkenshaas en alle andere eetbare vleesproducten.

Aangenomen is dat het vlees op de verwerkingslocatie vacuüm verpakt wordt in Polyethyleentereftalaat PET-folie en vervolgens in lage dichtheid polyetheen LDPE-bakjes. Data van type en hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit eigen meting onderzoeker en de Franse LCA database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na het slachten.

De verpakte varkenshaas wordt per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.20.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (4% voor vlees en vleesvervangers). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.20.2 *Transportafstanden en modaliteit varkenshaas*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> slachthuis	Vrachtwagen (Ongekoeld)	1.000	*Agri-footprint 6.3*;(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slachthuis/verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vlees in deze studie (7,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen is niet van toepassing, omdat de hele varkenshaas eetbaar is. In deze studie is aangenomen dat de varkenshaas in de pan gebakken is (rauw tot bereid ratio 0,7 (RIVM, 2025).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.21 Ketenbeschrijving Gebakken rundergehakt

Beschrijving product
Rundvlees kan van vleesrunderen, van melkkoeien (wanneer hun productiviteit is gedaald worden ze geslacht) en van dubbeldoelrassen afkomstig zijn. Vleesproducten van minder hoge kwaliteit, zoals gehakt, zijn over het algemeen afkomstig van melkkoeien. In deze studie is uitgegaan van gehakt van Nederlandse melkkoeien.

Product: het eindproduct gebakken rundergehakt. Alternatieve verwerkingsvormen zoals gehaktburger of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: rundergehakt wordt in Nederland verkocht via verschillende afzetkanalen verkocht (o.a. supermarkt, ambachtelijke slagers, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van gehakt verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.21.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van gehakt die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.21.1 *Overzicht ketenstappen rundergehakt*

Hoofdproces	Product	kg vlees input	kg vlees output	kg co-product[a] en afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	Nvt	Nvt	Nvt	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Veeteelt	Melkkoe (met verminderde productiviteit)	x	2,48	Melk	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slacht & verwerking	Rundvlees	2,48	1,0	1,48	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleen (50 gram per kg vlees)				Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Distributie & supermarkt	Verpakte biefstuk	1,0	0,96	0,07	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Gebakken rundergehakt	0,96	0,76	0,07 (+0,05 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025)((rauw tot bereid ratio = 0,85)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Deze data zijn gebaseerd op data van de Nederlandse melkveesector 2020-2021. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Het hoofdproduct dat het melkveebedrijf levert is melk. De melkkoeien die niet meer rendabel melk leveren gaan naar de slacht en worden verwerkt tot vlees. De klimaatbelasting van het melkveebedrijf is verdeeld over de geproduceerde melk en het vlees op basis van economische allocatie.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De afgeschreven melkkoeien worden vanaf de boerderij naar de slachterij getransporteerd. De transportafstand van deze dieren van boerderij naar slachthuis is aangepast ten opzichte van de afstand

(1.000 km) die in het Agri-footprint 6.3 model is gebruikt (*Agri-footprint 6.3*). Omdat bij de meeste Nederlandse supermarkten het rundergehakt voldoet aan de criteria van Beter Leven 1 Ster (BLK1), is in deze studie gekozen om de maximale transportafstand van 280 km van BLK1 aan te houden.

Aangenomen is dat in het slachthuis ook het uitsnijden plaatsvindt. Conform PEF is economische allocatie toegepast voor de verdeling van de impact over vlees- en co-producten. In de Agri-footprint 6.3 database is geen onderscheid gemaakt tussen de waarde van verschillende vleesproducten: de impact van rundvlees is per gewichtseenheid gelijk geacht voor gehakt en de andere eetbare rundvleesproducten.

Aangenomen is dat het vlees op de verwerkingslocatie verpakt wordt in (lage dichtheid) polyethyleen-bakjes. Data van hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit de Franse LCA database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na het slachten.

Het verpakte gehakt wordt per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.21.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en retail zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (4% voor vlees en vleesvervangers). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.21.2 *Transportafstanden en modaliteit rundergehakt*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> slachthuis	Vrachtwagen (Ongekoeld)	1.000	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slachthuis/verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vlees in deze studie (7,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen is niet van toepassing, omdat alle gehakt eetbaar is. In deze studie is aangenomen dat het gehakt in de pan gebakken wordt (rauw tot bereid ratio 0,85 (RIVM, 2025).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.22 Ketenbeschrijving product biefstuk

Beschrijving product
Rundvlees kan van vleesrunderen, van melkkoeien (wanneer hun productiviteit is gedaald, worden ze geslacht) en van dubbeldoelrassen afkomstig zijn. Vleesproducten van hogere kwaliteit, zoals biefstuk, zijn over het algemeen afkomstig van vleesrunderen. In deze studie is uitgegaan van gebakken biefstuk van vleesrunderen.

De rundvleesvee sector in Nederland is niet groot (Vlees.nl, 2025). In de supermarkt is het vlees van vleesrunderen veelal afkomstig uit het buitenland (o.a. Ierland, Frankrijk, Duitsland). Echter, goede marktcijfers ontbreken (Consumentenbond, 2022). Er zijn weinig representatieve data beschikbaar van de sector. In de LCA-database Agri-footprint zijn wel data beschikbaar van Iers rundvlees van vleesrunderen. Daarom is in deze studie gekozen voor rundvlees van Ierse vleesrunderen.

Product: het eindproduct betreft gebakken biefstuk. Alternatieve verwerkingsvormen zoals beefburger of kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: biefstuk wordt in Nederland via verschillende afzetkanalen verkocht (o.a. supermarkt, ambachtelijke slagers, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van biefstuk verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.22.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van biefstuk die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.22.1 *Overzicht ketenstappen biefstuk*

Hoofdproces	Product	kg vlees input	kg vlees output	kg co-product[a] en afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	Nvt	Nvt	Nvt	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Veeteelt	Vleesrunderen	x	2,2	x	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slacht & verwerking	Rundvlees	2,2	1,0	Diverse co-producten	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleen (50 gram per kg vlees)				Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Distributie & supermarkt	Verpakte biefstuk	1,0	0,96	0,04	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Gebakken biefstuk	0,96	0,71	0,07 (+0,05 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*), Merieux Nutri Sciences and Blonk (2022)). Deze data zijn gebaseerd op een studie uit 2006 van Ierse vleesveebedrijven en dus enigszins gedateerd. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De vleesrunderen worden vanaf de boerderij naar de slachterij getransporteerd. De transportafstand van de vleesrunderen van boerderij naar slachthuis is overgenomen van Agri-footprint 6.3. Aangenomen is dat in het slachthuis ook het uitsnijden plaatsvindt. Conform PEF is economische allocatie toegepast voor de verdeling van de impact over vlees- en co-producten. In de Agri-footprint database is geen onderscheid gemaakt tussen de waarde van verschillende vleesproducten: de impact van rundvlees is per gewichtseenheid gelijk geacht voor biefstuk en de andere eetbare rundvleesproducten.

Aangenomen is dat het vlees op de verwerkingslocatie verpakt wordt in lage dichtheid) polyethyleen-bakjes. Data van hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit de Franse LCA-database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na het slachten.

De verpakte biefstuk wordt per vrachtwagen naar de haven in Ierland vervoerd, per boot naar Rotterdam en per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten. Vervolgens gaat de biefstuk per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkten. In tabel B10.22.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (4% voor vlees en vleesvervangers). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.22.2 *Transportafstanden en modaliteit biefstuk*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> slachthuis	Vrachtwagen (Ongekoeld)	1.000	(*Agri-footprint 6.3*);(Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Slachthuis/verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Schip (Gekoeld)	1.200	Afstand Dublin-Rotterdam
	Vrachtwagen (Gekoeld)	400	Aanname dat in Ierland 200 km en in Nederland 200 km (standaard waarde in deze studie voor afzetkanaal supermarkt)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vlees in deze studie (7,5%) (Voedingscentrum, 2023). Verlies van oneetbare delen is niet van toepassing, omdat de hele biefstuk eetbaar is. In deze studie is aangenomen dat de biefstuk in de pan gebakken is (rauw tot bereidratio 0,8 (RIVM, 2025)).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties
ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/
Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint
Consumentenbond. (2022, November 19, 2025). Herkomst voeding regelmatig raadselachtig. Retrieved from https://www.consumentenbond.nl/nieuws/2022/herkomst-voeding-regelmatig-raadselachtig

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Vlees.nl. (2025). Concepten & trends. Retrieved from https://www.vlees.nl/themas/concepten-trends/

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.23 Ketenbeschrijving Gekookt ei

Beschrijving product
In Nederland zijn verschillende soorten eieren te koop, zoals eieren met keurmerken voor dierenwelzijn en/of milieu, maiseieren, meergranen eieren. In deze studie is uitgegaan van een Nederlands gemiddelde van eieren die door Nederlandse legkippen zijn gelegd.

Product: het eindproduct betreft het eetbare deel van gekookte tafeleieren, dus gekookt ei exclusief schaal. Alternatieve verwerkingsvormen zoals kant-en-klare gerechten vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: tafeleieren in Nederland worden via verschillende afzetkanalen verkocht (o.a. supermarkt, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van tafeleieren van Nederlandse legkippen verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.23.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van eieren die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel 10.23.1 *Overzicht ketenstappen eieren*

Hoofdproces	Product	kg eieren input	kg eieren output	kg co-product[a] en afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	Nvt	Nvt	Nvt	
Veeteelt	Eieren	x	1,0	Vlees van legkippen met verlaagde productiviteit	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Verwerking	Eieren	1,0	1,0	0,0	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar (plastic trays vele malen hergebruikt)
Consumenten-verpakking	Kartonnen doosjes (30 gram per 6 eieren a ca 57 g)				Eigen meting onderzoeker
Distributie & supermarkt	Verpakte tafeleieren	1,0	0,99	0,1	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Gekookt ei	0,99	0,80	0,19 schaal (+0,09 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio van ei zonder schaal = 1)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Deze data zijn gebaseerd op Nederlandse pluimveebedrijven 2020-2021. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De meeste eieren in Nederland worden in naar een pakstation getransporteerd waar ze in consumentenverpakking gedaan worden. Er zijn ca 150 pakstations in Nederland (COKZ, 2025). Aangenomen is dat de transportafstand van boerderij naar pakstation daarom beperkt is: gemiddeld 50 km. Over het algemeen worden tafeleieren die verkocht worden via de supermarkt verpakt in kartonnen of plastic (PS/PET). In deze studie is uitgegaan van kartonnen doosjes (per 6 verpakt).

De verpakte eieren worden per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.23.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (1% voor "other foods"). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.23.2 *Transportafstanden en modaliteit eieren*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> pakstation	Vrachtwagen (Gekoeld)	50	Aanname obv aantal pakstations in Nederland (COKZ, 2025)
Pakstation (verwerkingslocatie) -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van eieren in deze studie (7,9%) (Voedingscentrum, 2023). De eierschillen betreffen niet-eetbaar verlies. Uit eigen meting onderzoeker betreft dit verlies ca 12% (7 gram schil per 57 gram tafelei). In deze studie is aangenomen dat de eieren gekookt worden (rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025)).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

COKZ. (2025). Register erkende pakstations. *Controle Orgaan Kwaliteits Zaken.* Retrieved from https://cokz.nl/pluimvee-en-eieren/register/register-erkende-pakstations/

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.24 Ketenbeschrijving Goudse kaas 48+

Beschrijving product
Goudse kaas 48+ die in Nederland verkocht wordt is gemaakt van melk van zowel Nederlandse als van buitenlandse (o.a. Duitse) koeien. In deze studie is uitgegaan van kaas van melk van Nederlandse koeien vanwege de goede databeschikbaarheid van melk van Nederlandse melkveebedrijven.

Product: het eindproduct betreft het eetbare deel van gekoelde Goudse kaas 48+ (dus kaas excl. korst). Alternatieve verwerkingsvormen zoals kaasburger of kant-en-klare gerechten met kaas vallen buiten deze analyse.

Gekozen afzetkanaal: Goudse kaas 48+ wordt in Nederland verkocht via verschillende afzetkanalen verkocht (o.a. supermarkt, kaasspeciaalzaak, boerderijwinkels, markt). In deze studie is uitgegaan van kaas verkocht via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.24.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van Goudse kaas 48+ die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.24.1 *Overzicht ketenstappen Goudse kaas 48+*

Hoofdproces	Product	kg zuivel-product input	kg zuivel-product output	kg co-product[a] en afval	Bron
Voerproductie	Veevoer	x	x	x	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Veeteelt	Rauwe melk	x	9,1	Melkkoe met verminderde productiviteit -> slacht	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Verwerking	Kaas	9,1	1,01	Diverse co-producten	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	x				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Lage dichtheid polyetheen LDPE (50 gram per kg kaas)				Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Distributie & naar supermarkt	Verpakte kaas	1,01	1,01	0,005	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Kaas excl. korst	1,01	0,86	0,15 (+0,05 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van voerproductie en veeteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Deze data zijn gebaseerd op data van de Nederlandse melkveesector 2020-2021. Agri-footprint is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Het hoofdproduct dat het melkveebedrijf levert is rauwe melk. De melkkoeien die niet meer rendabel melk leveren gaan naar de slacht en worden verwerkt tot vlees. De klimaatbelasting van het melkveebedrijf is verdeeld over de geproduceerde melk en het vlees op basis van economische allocatie.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De rauwe melk wordt vanaf de boerderij naar de kaasfabriek getransporteerd. Sommige melkveebedrijven maken zelf kaas, maar de kaas die naar de supermarkten gaat wordt over het algemeen in kaasfabrieken gemaakt. De transportafstand van boerderij naar kaasfabriek is aangepast ten opzichte van de afstand (0 km) die in het Agri-footprint 6.3 model is gebruikt naar 50 km (*Agri-footprint 6.3*).

Energie- en watergebruik voor de productie van kaas uit melk zijn gebaseerd op data uit Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*). Bij de productie van kaas worden ook diverse co-producten (zoals wei en room) gemaakt. De milieu impact is op basis van economische allocatie verdeeld over de producten. In de Agri-footprint 6.3 database is geen onderscheid gemaakt tussen de waarde van verschillende kaasproducten: de impact van kaas is per gewichtseenheid gelijk geacht voor Goudse 48+ kaas en de andere kaasproducten. In werkelijkheid heeft meer belegen kaas een hogere klimaatbelasting dan jonge kaas, omdat er meer rauwe melk nodig is voor de productie van 1 kg oude kaas dan voor 1 kg jonge kaas. In deze studie zijn we uitgegaan van een gemiddelde, zoals gerapporteerd in Agri-footprint 6.3 (*Agri-footprint 6.3*).

De supermarktkaas krijgt een Polyvinylacetaat korst om te beschermen tegen uitdroging. Aangenomen is dat dit ca 1% van het gewicht betreft.

Aangenomen is dat de kaas in de kaasfabriek verpakt wordt in lage dichtheid polyetheen LDPE (supermarkt)verpakking. Data van type en hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit de Franse LCA database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na kaasproductie.

De verpakte kaas wordt per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.24.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (0.5% voor zuivelproducten). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.24.2 *Transportafstanden en modaliteit Goudse kaas 48+*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> kaasfabriek	Vrachtwagen (Gekoeld)	50	Aanname op basis van locaties kaasfabrieken Nederland
Kaasfabriek (verwerkingslocatie) -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van kaas in deze studie (10,1%) (Voedingscentrum, 2023). Daarnaast gaat ca 5% van het gewicht verloren door het afsnijden van de korst (eigen meting onderzoeker). De kaaskorst is oneetbaar verlies.

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance

of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.25 Ketenbeschrijving gebakken vegetarische burger

Beschrijving product
Er zijn vele verschillende vegetarische burgers op de markt. Afhankelijk van de ingrediënten (type, herkomst en hoeveelheid) verschilt de klimaatbelasting van deze producten onderling. In deze studie zijn we uitgegaan van een vegetarische hamburger uit de 'Blonk Food Database, 2023' (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022). Zie tabel B10.25.1 voor ingrediëntenspecificaties.

Product: het eindproduct betreft gebakken vegetarische burger.

Gekozen afzetkanaal: Vegetarische burgers worden in Nederland veel via de supermarkt verkocht, maar ook wel via andere kanalen zoals natuurvoedingswinkels (exacte cijfers niet bekend). In deze studie is uitgegaan van verkoop via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

Tabel B10.25.1 *Overzicht ingrediënten vegetarische burger*

Ingrediënt	Hoeveelheid (in g/kg)	Herkomstland	Opmerking
Frituurolie	50	Oekraïne	Aanname: zonnebloemolie
Ui	50	Nederland	
Gedroogd aardappelzetmeel	40	Nederland	
Gedehydrateerd tarwe-eiwit	130	Nederland	In de LCA-databases is dit ingrediënt niet beschikbaar. Als proxy is gekozen voor gedehydrateerd aardappelzetmeel
Zout	10	Europese marktmix	
Sojabonen eiwit concentraat	160	Marktmix Nederland	Op basis van sojabonen uit Brazilië, VS en Argentinië
Water	570	Nederland	

In tabel B10.25.2 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van de vegetarische hamburger die in deze studie zijn meegenomen. De verwerking van grondstoffen tot burger gaat in meerdere verwerkingsstappen. Voor de leesbaarheid hebben we in de tabel alle verwerkingsstappen samengevoegd.

Tabel B10.25.2 *Overzicht ketenstappen vegetarische burger*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output hoofd-product	kg co-product[a] en afval	Bron
Teelt ingrediënten	Diverse ingrediënten (zie tabel B9.25.1)	Divers	Divers	Divers	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Verwerking	Vegetarische hamburger	Divers	1,19	Divers	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Transport-verpakking	x				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Lage dichtheid polyetheen LDPE-bakje (50 gram per kg)				Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Distributie & supermarkt	Verpakte vegetarische burger	1,19	1,14	0,05	(European Commission, 2021)
Consumptie thuis	Gebakken vegetarische burger	1,14	1	0,14 (+0,06 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid ratio = 0,95)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van teelt en verwerking van ingrediënten zijn verkregen uit de Blonk Food Database, 2023 en de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Agri-footprint 6.3 is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De ingrediënten worden vanaf de boerderij naar de verwerkingslocaties getransporteerd. In deze studie is uitgegaan van de standaardwaarden voor afstand en modaliteit van PEF voor toelevering van grondstoffen en materialen aan een fabriek.

Data van het energieverbruik van de productiefabriek van de vegetarische hamburger zijn verkregen uit de Blonk Food Database (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022).

Aangenomen is dat de burgers op de verwerkingslocatie verpakt worden in lage dichtheid polyetheen (LDPE) bakjes. Data van type en hoeveelheid verpakkingsmateriaal zijn verkregen uit de Franse LCA database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022) met de aanname dat dit gelijk is aan kip en rundvlees. De voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 bevat namelijk geen data van de activiteiten na teelt en verwerking.

De verpakte vegetarische burger wordt per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.25.3 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (4% voor vlees en vleesvervangers). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.25.3 *Transportafstanden en modaliteit vegetarische burger*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> Verwerkingslocatie	Vrachtwagen/Schip/Trein (Ongekoeld)	divers	PEF standaardwaarden voor toelevering materiaal/grondstoffen
Verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Gekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens gekoelde opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn dezelfde PEFCR-standaardwaarden aangehouden als voor gekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van vlees in deze studie (7,5%) (Voedingscentrum, 2023). Voedingscentrum rapporteert geen aparte cijfers voor vegetarische producten. Verlies van oneetbare delen is niet van toepassing, omdat de hele vegetarische burger eetbaar is. In deze studie is aangenomen dat de vegetarische burger in de pan gebakken is (rauw tot bereidratio 0,95 (RIVM, 2025).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.26 Ketenbeschrijving Bruine bonen uit blik

Beschrijving product
De bruine boon is een stamboon. De zaden (bonen) die in een peul zitten worden gegeten. Bruine bonen kunnen gedroogd bewaard worden, maar worden ook vaak geconserveerd in blik of glas. In deze studie zijn we uitgegaan van voorgekookte bonen die in blik geconserveerd zijn.

Product: bruine bonen zijn verkrijgbaar als gedroogd product en voorgekookt product. Ook de verpakking van bruine bonen varieert van papier, plastic, glas en blik. In deze studie zijn we uitgegaan van voorgekookte bruine bonen uit blik. Het eindproduct betreft opgewarmde bruine bonen.

Gekozen afzetkanaal: bruine bonen worden in Nederland via de supermarkt verkocht, maar ook wel via andere kanalen zoals natuurvoedingswinkels, markt en groentespeciaalzaak (exacte cijfers niet bekend). In deze studie is uitgegaan van verkoop via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.26.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van bruine bonen in blik die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.26.1 *Overzicht ketenstappen bruine bonen uit blik*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output hoofd-product [a]	kg co-producten afval	Bron
Teelt ingrediënten	Gedroogde bruine bonen	x	0,44 (97%)	0,09 (stro)	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Verwerking	Voorgekookte bruine bonen	0,44 kg gedroogde bonen + 3,33 liter water (+ proceswater)	1,9	verwaarloosbaar	(FAO, 2017)
Transport-verpakking	x				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Blik (ca 10% van eindproduct is verpakkingsmateriaal) Papieren etiket is verwaarloosbaar verondersteld				Eigen meting onderzoeker
Distributie & supermarkt	Bruine bonen in blik	1,9	1,8		(European Commission, 2021) (1% verlies)
Consumptie thuis	Opgewarmde bruine bonen	1,8	1	0,8 (water uit blik) (+0,19 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025)(rauw tot bereid = 1)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
In deze studie zijn we uitgegaan van bruine bonen die geteeld worden in Nederland. Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van de bonenteelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Agri-footprint 6.3 is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De gedroogde bonen worden vanaf de boerderij naar de verwerkingslocaties getransporteerd. In deze studie is uitgegaan van de standaardtransportafstand (130 km) per vrachtwagen zoals voorgeschreven door PEF voor toelevering van grondstoffen en materialen aan een fabriek. Aangenomen is dat de PEF standaarden voor trein- en binnenschiptransport niet van toepassing zijn voor het transport van Nederlandse bonen naar een verwerkingsfabriek in Nederland.

Data van het energiegebruik van de verwerkingsfabriek zijn afkomstig van Del Borghi, Strazza, Magrassi, Taramasso, and Gallo (2018). Omdat deze studie geen data van bruine bonen rapporteert zijn kikkererwten als proxy gekozen. Data van watergebruik voor het wassen van de bonen zijn afkomstig van Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). Data van water dat is opgenomen door bonen en toegevoegd in blik zijn afkomstig van FAO (2017).

De bonen worden op de verwerkingslocatie verpakt in blik. Verpakking betreft ongeveer 10 gewichts-% van het eindproduct (eigen meting onderzoeker).

De blikken bonen worden per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.26.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (1% voor "other foods"). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.26.2 *Transportafstanden en modaliteit bruine bonen*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij -> Verwerkingslocatie	Vrachtwagen (Ongekoeld)	130	PEF -standaardwaarden voor toelevering materiaal/grondstoffen
Verwerkingslocatie -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	200	Standaard afstand verwerker distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Voor het energiegebruik tijdens opslag in distributiecentrum en supermarkt zijn de standaardwaarde voor ongekoelde opslag aangehouden als bij ongekoelde visproducten.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van "overige producten" (3,9%) (Voedingscentrum, 2023). Voedingscentrum rapporteert geen aparte cijfers voor bonen. Het water in het blik wordt afgegoten en daarom als niet eetbaar verlies gezien. In deze studie is aangenomen dat de bonen in de pan opgewarmd worden (rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

Del Borghi, A., Strazza, C., Magrassi, F., Taramasso, A. C., & Gallo, M. (2018). Life Cycle Assessment for eco-design of product–package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption, 13*, 24–36. doi:https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.001

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

FAO. (2017). *FAO/INFOODS Global food composition database for pulses. Version 1.0 - uPulses 1.0*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.27 Ketenbeschrijving Kikkererwten uit blik

Beschrijving product
Kikkererwten die in Nederland verkocht worden, worden in de meeste gevallen geïmporteerd uit landen rond de Middellandse zee, Midden-Oosten, Zuid-Amerika, VS en India. In deze studie zijn we uitgegaan van kikkererwten die geteeld zijn in Turkije, omdat de meeste kikkererwten in de Nederlandse marktmix daarvandaan komen (*Agri-footprint 6.3*), Merieux Nutri Sciences and Blonk (2022).

Product: kikkererwten zijn verkrijgbaar als gedroogd product en voorgekookt product. Ook de verpakking van kikkererwten varieert van papier, plastic, glas en blik. In deze studie zijn we uitgegaan van voorgekookte kikkererwten in blik. Het eindproduct betreft opgewarmde kikkererwten.

Gekozen afzetkanaal: kikkererwten worden in Nederland via de supermarkt verkocht, maar ook wel via andere kanalen zoals natuurvoedingswinkels, markt en groentespeciaalzaak (exacte cijfers niet bekend). In deze studie is uitgegaan van verkoop via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.27.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van kikkererwten uit blik die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.27.1 *Overzicht ketenstappen kikkererwten uit blik*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output hoofd-product [a]	kg co-producten afval	Bron
Teelt ingrediënten	Gedroogde kikkererwten	x	0,52 (97%)	0,21 (stro)	(*Agri-footprint 6.3*); (Merieux Nutri Sciences & Blonk, 2022)
Verwerking	Voorgekookte kikkererwten	0,52 kg gedroogde kikkererwten + 1,11 liter water (+ proceswater)	1,62	verwaarloosbaar	(FAO, 2017)
Transport-verpakking	x				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Blik (ca 10% van eindproduct is verpakkingsmateriaal) Papieren etiket is verwaarloosbaar				Eigen meting onderzoeker
Distributie & supermarkt	Kikkererwten in blik	1,62	1,60	0,02	(European Commission, 2021) (1% verlies)
Consumptie thuis	Opgewarmde kikkererwten	1,60	1	0,05 (eetbaar verlies) + 0,55 (oneetbaar verlies: water uit blik) (+0,16 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023); (RIVM, 2025)(rauw tot bereid ratio = 1)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021).

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
In deze studie zijn we uitgegaan van de kikkererwten geteeld in Turkije. Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van de teelt zijn verkregen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Agri-footprint 6.3 is een gelicenseerde database; data kunnen daarom niet in dit rapport gepubliceerd worden.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De gedroogde kikkererwten worden vanaf de boerderijen via regionale opslaglocaties in Turkije naar Nederland getransporteerd. Modaliteit en transportafstanden van deze transporttrajecten zijn overgenomen uit de LCA-database Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022). Vanaf de opslaglocaties in

Nederland worden de kikkererwten naar de verwerkingsfabriek vervoerd. In deze studie is uitgegaan van de standaard transportafstand (130 km) per vrachtwagen zoals voorgeschreven door PEF voor toelevering van grondstoffen en materialen aan een fabriek. Aangenomen is dat de PEF standaarden voor trein- en binnenschiptransport niet van toepassing zijn voor het transport van Nederlandse opslaglocatie naar een verwerkingsfabriek in Nederland.

Data van het energiegebruik van de verwerkingsfabriek zijn afkomstig van Del Borghi, Strazza, Magrassi, Taramasso, and Gallo (2018). Data van watergebruik voor het wassen van de kikkererwten zijn afkomstig van Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). Data van water dat is opgenomen door kikkererwten en toegevoegd in blik zijn afkomstig FAO (2017).

De kikkererwten worden op de verwerkingslocatie verpakt in blik. Verpakking betreft ongeveer 10 gewichts-% van het eindproduct (eigen meting onderzoeker).

De blikken kikkererwten worden per vrachtwagen naar het distributiecentrum van de supermarkten getransporteerd, en vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.27.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (1% voor "other foods"). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.27.2 *Transportafstanden en modaliteit kikkererwten*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij Turkije -> Regionale opslag Turkije	Kan niet gerapporteerd i.v.m. gelicenseerde database		
Regionale opslag Turkije -> Regionale opslag Nederland			
Regionale opslag Nederland -> Verwerkingslocatie Nederland	Vrachtwagen (Ongekoeld)	130	
Verwerkingslocatie Nederland -> distributiecentrum supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	200	Standaard afstand verwerker -> distributiecentrum supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Aangenomen is dat het energiegebruik tijdens opslag in distributiecentrum en supermarkt verwaarloosbaar zijn, omdat de blikken kikkererwten ongekoeld worden opgeslagen.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van "overige producten" (3,9%) (Voedingscentrum, 2023). Voedingscentrum rapporteert geen aparte cijfers voor kikkererwten. Het water in het blik wordt afgegoten en daarom als niet eetbaar verlies gezien. In deze studie is aangenomen dat de kikkererwten in de pan opgewarmd worden (rauw tot bereid ratio 1 (RIVM, 2025)).

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

Del Borghi, A., Strazza, C., Magrassi, F., Taramasso, A. C., & Gallo, M. (2018). Life Cycle Assessment for eco-design of product–package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption, 13*, 24–36. doi:https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.001

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

FAO. (2017). *FAO/INFOODS Global food composition database for pulses. Version 1.0 - uPulses 1.0*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.28 Ketenbeschrijving Gepelde, ongezouten walnoten

Beschrijving product
Walnoten zijn de zaden van de walnootboom. De zaden zitten in een harde dop. De dop zit op zijn beurt in een groene schil. Als de noot rijp is, gaat die schil vanzelf open. Walnoten worden soms in de dop verkocht en moeten dan door de consument gepeld worden. In deze studie zijn we er van uitgegaan dat de walnoten voor verkoop gepeld zijn en gepeld verpakt worden.

Product: walnoten zijn verkrijgbaar als gepeld en ongepeld product. Ook de verpakking van walnoten varieert van papier, plastic zak of bakje, stazak en kunststof netjes. In deze studie zijn we uitgegaan van gepelde walnoten een polyethyleentereftalaat (PET) bakje. Het eindproduct is gepelde walnoten zonder verdere bereiding.

Gekozen afzetkanaal: Walnoten worden in Nederland via de supermarkt verkocht, maar ook wel via andere kanalen zoals natuurvoedingswinkels, markt en speciaalzaken (exacte cijfers niet bekend). In deze studie is uitgegaan van verkoop via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.28.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van walnoten die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.28.1 *Overzicht ketenstappen walnoten*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output hoofd-product [a]	kg co-producten afval	Bron
Teelt ingrediënten	Ongepelde, gedroogde walnoten	x	2,11	nvt	Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Verwerking	Gepelde, gedroogde walnoten	2,11	1,06 (100%)	1,06 (schillen)	(Christopoulos, Kafkaletou, Velliou, & Tsantili, 2024); Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022) (eetbare fractie 0,5
Transport-verpakking	X				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleentereftalaat (PET) (gemiddeld ca 7,5% van eindproduct is verpakkingsmateriaal)				Eigen meting onderzoeker
Distributie & supermarkt	Walnoten in PET bakje	1,06	1,05	0,01	(European Commission, 2021) (1% verlies)
Consumptie thuis	Geconsumeerde walnoten	1,05	1	0,05 (+0,08 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023) (3.9% verlies); (RIVM, 2025)(rauw tot bereid ratio = nvt)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek (European Commission, 2021): 100% van impact is toebedeeld aan noten, 0% aan de schillen.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
In deze studie zijn we uitgegaan van de walnoten geteeld in Frankrijk. Data van het energie- en grondstoffenverbruik, emissies en afvalstromen van de teelt zijn verkregen uit de LCA-database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). De in deze studie gebruikte voorkeursdatabase Agri-footprint 6.3 (Merieux Nutri Sciences and Blonk, 2022) bevat geen walnoten.

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De gedroogde walnoten worden vanaf de boerderijen in Frankrijk naar een regionale opslag getransporteerd. Modaliteit en transportafstanden van deze transporttrajecten zijn overgenomen uit de LCA-database Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022). Vanaf de opslaglocaties worden de walnoten naar de verwerkingsfabriek vervoerd. In deze studie is uitgegaan van de standaard transportafstanden en modaliteiten zoals voorgeschreven door PEF voor toelevering van grondstoffen en materialen aan een fabriek.

Data van het energiegebruik van de verwerkingsfabriek zijn afkomstig van de website van een bedrijf dat notenpelmachines verkoopt (Nuttechnology, 2025): 2,2 kW machine en 700 kg/uur.

De walnoten worden op de verwerkingslocatie verpakt in polyethyleentereftalaat (PET) bakjes. Verpakking betreft 5-10 gewichts-% van het eindproduct (eigen meting onderzoeker). Er is van een gemiddelde van 7,5% uitgegaan.

De walnoten worden per vrachtwagen van Frankrijk naar de distributiecentra van de supermarkten in Nederland getransporteerd, waarbij uitgegaan is van een gemiddelde afstand van 1.000 km. Van de distributiecentra worden de noten per vrachtwagen naar de supermarkt. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.28.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (1% voor "other foods"). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.28.2 *Transportafstanden en modaliteit walnoten*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij Frankrijk -> Regionale opslag Frankrijk	Kan niet gerapporteerd i.v.m. gelicenseerde database		
Regionale opslag Frankrijk -> Verwerkingslocatie Frankrijk	Vrachtwagen (Ongekoeld)	130	PEF -standaardwaarden voor toelevering materiaal/grondstoffen
	Trein (Ongekoeld)	240	
	Schip (Ongekoeld)	270	
Verwerkingslocatie Frankrijk -> distributiecentrum supermarkt Nederland	Vrachtwagen (Ongekoeld)	1.000	Gemiddelde afstand Frankrijk -> Nederland
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Aangenomen is dat het energiegebruik tijdens opslag in distributiecentrum en supermarkt verwaarloosbaar zijn, omdat de walnoten ongekoeld worden opgeslagen.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van "overige producten" (3,9%) (Voedingscentrum, 2023). Voedingscentrum rapporteert geen aparte cijfers voor noten. Er is geen verlies van oneetbare delen. In deze studie is aangenomen dat de walnoten zonder verdere bereiding worden geconsumeerd.

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Agri-footprint 6.3. Retrieved from: https://blonksustainability.nl/agri-footprint

Christopoulos, M., Kafkaletou, M., Velliou, A., & Tsantili, E. (2024). Short Cold Storage as a Sustainable Postharvest Handling Method for Natural Enrichment in Antioxidants of Fresh and Dried Walnut Kernels—Cultivar Effect. *Sustainability, 16*, 4727. doi:10.3390/su16114727

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance

of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Merieux Nutri Sciences, & Blonk. (2022). *Agri-footprint 6 – Methodology report – Part 1: Methodology and basic principles (Version 3)*. Retrieved from https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/4e6be9f2-3b26-481d-b382-cae4d5adf803/FINAL%20-%20Agri-footprint%206%20-%20Methodology%20Report%20-%20Part%201%20Methodology%20and%20Basic%20Principles%20-%20%20Version%203.pdf

Nuttechnology. (2025). Green walnut peeling and cleaning machine 700 kg/h. Retrieved from https://nuttechnology.com/product/green-walnut-peeling-and-cleaning-machine-700-kg-h/

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

B10.29 Ketenbeschrijving Ongezouten, ongebrande cashewnoten

Beschrijving product
Cashewnoten zijn een tropisch gewas dat veelal in Afrikaanse landen en India en in mindere mate in Brazilië geteeld wordt. Verwerking (pellen, drogen en verhitten) vindt voor de grote exportlanden veelal in Vietnam plaats. Brazilië heeft zijn eigen verwerkingsindustrie. Er zijn weinig LCA-studies beschikbaar over cashewnotenproductie. Omdat er wel een gedetailleerde LCA-studie is van cashewnotenteelt in Brazilië zijn we in dit onderzoek uitgegaan van cashewnoten uit Brazilië (Brito de Figueirêdo et al., 2016). We zijn uitgegaan van het referentiesysteem (en niet het lage input systeem) van de studie van Brito de Figueirêdo et al. (2016).

Product: cashewnoten zijn verkrijgbaar als gezouten en ongezouten product en als gebrand (in olie gebakken) en ongebrand product. Ook de verpakking van cashewnoten varieert van papier, plastic zak, plastic bakje of stazak. In deze studie zijn we uitgegaan van ongezouten, ongebrande cashewnoten in een polyethyleentereftalaat (PET) bakje. Het eindproduct betreft gepelde cashewnoten zonder verdere bereiding.

Gekozen afzetkanaal: cashewnoten worden in Nederland via de supermarkt verkocht, maar ook wel via andere kanalen zoals natuurvoedingswinkels, markt en speciaalzaken (exacte cijfers niet bekend). In deze studie is uitgegaan van verkoop via de supermarkt aan de Nederlandse consument.

In tabel B10.29.1 is een overzicht gegeven van de ketenstappen van cashewnoten die in deze studie zijn meegenomen.

Tabel B10.29.1 *Overzicht ketenstappen cashewnoten*

Hoofdproces	Product	kg input	kg output hoofd-product [a]	kg co-producten afval	Bron
Teelt ingrediënten	Rauwe cashewnoten (kern + schil)	x	4,83 (44%)	Divers (appel+gum+hout)	(Brito de Figueirêdo et al., 2016)
Verwerking	Gepelde, gedroogde, verhitte cashewnoten (cashewkernen)	4,83	1,06 (100%)	3,77 (schillen)	(Red River Foods, 2012) (eetbare fractie 22%); (Jekayinfa & Bamgboye, 2006)
Transport-verpakking	x				Verwaarloosbaar obv Agribalyse 3.2 (ADEME, 2022)
Consumenten-verpakking	Polyethyleentereftalaat (PET) (gemiddeld ca 7,5% van eindproduct is verpakkingsmateriaal)				Eigen meting onderzoeker
Distributie & supermarkt	Cashewnoten in PET-bakje	1,06	1,05	0,01	(European Commission, 2021) (1% verlies)
Consumptie thuis	Geconsumeerde cashewnoten	1,05	1	0,05 (+0,08 verpakking)	(Voedingscentrum, 2023) (3.9% verlies); (RIVM, 2025) (rauw tot bereid= nvt)

[a] Economische allocatie volgens PEF-methodiek: 44% van impact toebedeeld aan noten (kern+schil) obv Brito de Figueirêdo et al. (2016); 100% van impact is toebedeeld aan noten, 0% aan de schillen.

Toelichting keten grondstofwinning t/m verlaten boerderij
In deze studie zijn we uitgegaan van cashewnoten die in een gangbaar teeltsysteem (referentiesysteem in studie van Brito de Figueirêdo et al. (2016)) in Brazilië geteeld zijn. Teeltdata van broeikasgasemissies per ha, opbrengsten per ha en economische opbrengsten van de teelt zijn verkregen uit de LCA-studie van Brito de Figueirêdo et al. (2016). Het teeltsysteem levert naast cashewnoten, die bestaan uit kernen en schillen, ook cashewappels, gum en hout op. De emissies uit het teeltsysteem zijn op basis van economische allocatie verdeeld over de verschillende co-producten, waarbij 44% van de impact is toebedeeld aan de cashewnoten (Brito de Figueirêdo et al., 2016).

Toelichting keten verlaten boerderij t/m consument (incl. afvalverwerking)
De rauwe cashewnoten worden vanaf de boerderijen in Brazilië naar de verwerkingslocaties in Brazilië getransporteerd. In deze studie is uitgegaan van de standaard transportafstanden en modaliteiten zoals voorgeschreven door PEF voor toelevering van grondstoffen en materialen aan een fabriek. De rauwe cashewnoten worden gereinigd, geweekt, geroosterd, gepeld, gedroogd, gesorteerd en verpakt. Data voor het energiegebruik van deze verwerkingsstappen zijn verkregen uit de studie van Jekayinfa and Bamgboye (2006). Er is uitgegaan van een grootschalige verwerkingsfabriek. De rauwe cashewnoten bestaan voor 20-24% uit de eetbare kernen en ca 76-80% uit schillen (Red River Foods, 2012). In deze studie zijn we uitgegaan van het gemiddelde van 22% kernopbrengst.

De cashewnoten worden op de verwerkingslocatie verpakt in polyethyleentereftalaat (PET) bakjes. Verpakking betreft 5-10 gewichts-% van het eindproduct (eigen meting onderzoeker). Er is van een gemiddelde van 7,5% uitgegaan.

De cashewnoten worden per vrachtwagen naar de haven in Brazilië en daarna per schip naar Nederland getransporteerd. Aangenomen is dat er 300 km over de weg en 10.000 km over zee wordt afgelegd. Vanaf Rotterdam worden de cashewnoten per vrachtwagen naar de distributiecentra van de supermarkten in Nederland getransporteerd, waarbij uitgegaan is van de standaard transportafstanden in deze studie. Van de distributiecentra worden de noten per vrachtwagen naar de supermarkt getransporteerd. Type transportmiddel en afstanden zijn gebaseerd op de standaardwaarden die in deze studie zijn aangehouden voor vis die verkocht wordt via supermarkt. In tabel B10.29.2 zijn modaliteit en afstand van de transporttrajecten weergegeven. Voor verliezen tijdens distributie en supermarkt zijn de standaardwaarden van de PEF aangehouden (1% voor "other foods"). Er worden standaardwaarden voor transportemissies en energieverbruik toegepast (zie bijlage 9 voor details).

Tabel B10.29.2 *Transportafstanden en modaliteit cashewnoten*

Traject	Modaliteit (Conditie)	Gekoeld/bevroren?	Afstand (km)	Opmerking
Boerderij Brazilië -> Verwerkingslocatie Brazilië	Vrachtwagen (Ongekoeld)	Ongekoeld	130	PEF -standaardwaarden voor toelevering materiaal/grondstoffen
	Trein (Ongekoeld)	Ongekoeld	240	
	Schip (Ongekoeld)	Ongekoeld	270	
Verwerkingslocatie Brazilië -> distributiecentrum supermarkt Nederland	Vrachtwagen (Ongekoeld)	Ongekoeld	300 in Brazilië, 200 in Nederland	
	Schip (Ongekoeld)	Ongekoeld	10.000	Gemiddelde afstand over zee Brazilië -> Nederland
Distributiecentrum supermarkt -> supermarkt	Vrachtwagen (Ongekoeld)	Ongekoeld	75	Standaard afstand distributiecentrum supermarkt -> supermarkt, zoals gebruikt in deze studie (zie bijlage 9)

Aangenomen is dat het energiegebruik tijdens opslag in distributiecentrum en supermarkt verwaarloosbaar zijn, omdat de cashewnoten ongekoeld worden opgeslagen.

Voor het vervoer naar de consument thuis zijn de standaardwaarden van de PEFCR Marine Fish aangehouden (PEFCR, 2025). Voor voedselverliezen van eetbare delen bij consument is uitgegaan van de standaardwaarde van "overige producten" (3,9%) (Voedingscentrum, 2023). Voedingscentrum rapporteert geen aparte cijfers voor noten. Er is geen verlies van oneetbare delen. In deze studie is aangenomen dat de cashewnoten zonder verdere bereiding worden geconsumeerd.

De afgedankte consumentenverpakking wordt verwerkt volgens de standaard afvalverwerkingsroutes die ook voor vis gebruikt zijn (op basis van PEFCR (2025)).

Referenties

ADEME. (2022). *AGRIBALYSE 3.2® documentation*. Retrieved from: https://doc.agribalyse.fr/documentation/

Brito de Figueirêdo, M. C., Potting, J., Lopes Serrano, L. A., Bezerra, M. A., da Silva Barros, V., Gondim, R. S., & Nemecek, T. (2016). Environmental assessment of tropical perennial crops: the case of the Brazilian cashew. *Journal of Cleaner Production, 112*, 131–140. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.134

European Commission. (2021). Commission recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2021/2279/oj/eng

Jekayinfa, S. O., & Bamgboye, A. I. (2006). Estimating energy requirement in cashew (Anacardium occidentale L.) nut processing operations. *Energy, 31*(8), 1305–1320. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.07.001

PEFCR. (2025). *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for unprocessed marine fish products*. Retrieved from https://www.marinefishpefcr.eu

Red River Foods, I. (2012). *Highlights of the cashew industry*. Retrieved from https://www.africancashewalliance.com/sites/default/files/documents/2012_rrf_cashew_brochure.pdf

RIVM (2025). [Lijst raw-to-cooked factoren; verkregen via email 15 juli 2025. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu].

Voedingscentrum. (2023). *Voedselverspilling bij consumenten thuis in Nederland in 2022*. Retrieved from www.voedingscentrum.nl

Bijlage 11 Rauw-tot-bereidratio's

Vissoort	Consumptieproduct	Rauw-tot-bereidconversie (RIVM, 2025)
Zalm - kweek	Gebakken zalmfilet	0,9
Tonijn	Tonijn uit blik	1
Kabeljauw	Gebakken kabeljauwfilet	0,9
Haring	Maatjesharing	1 a)
Pangasius	Gebakken pangasiusfilet	0,9
Vissticks	Gebakken vissticks	0,9
Kibbeling	Gefrituurde kibbeling	0,9
Lekkerbek	Gefrituurde lekkerbek	0,9
Gamba / Witpootgarnaal (Vannamei)	Gekookte gamba's	0,75
Koolvis	Gebakken koolvisfilet	0,9
Makreel	Gerookte makreel	1
Mosselen	Gekookte mosselen	0,67
Tong	Gebakken tongfilet	0,9
Gewone pijlinktvis (Loligo spec.)	Gebakken inktvis	0,5
Schol	Gebakken scholfilet	0,9
Hollandse garnalen	Gekookte, gepelde garnalen b)	0,75
Sardine	Sardine uit blik	1
Oesters	Rauwe oesters	1
Product van land	**Consumptieproduct**	**Rauw-tot-bereidconversie (RIVM, 2025)**
Kip	Gebakken kipfilet	0,75
Vleesvee voor rundvlees	Gebakken biefstuk	0,8
Melkvee voor rundvlees	Gebakken rundergehakt	0,85
Varken	Gebakken varkenshaas	0,7
Eieren	Gekookt ei	1
Kaas	Kaas Goudse 48+	1
Bruine bonen	Gekookte bruine bonen uit blik	1
Kikkererwten	Gekookte kikkererwten uit blik	1
Walnoten	Gepelde, ongezouten walnoten	1
Cashewnoten	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	1
Vegetarische burger	Gebakken vegetarische burger	0,95

a) Verkregen ratio was 0,9. Deze factor is niet overgenomen, omdat maatjesharing niet bereid wordt bij consument. Vochtverliezen tijdens pekelen zijn in de verwerkingsfase al meegenomen; b) Garnalen worden aan boord al gekookt.

Bron: RIVM (2025) (ontvangen per email juli 2025).

Bijlage 12 Technische toelichting modellering

Visserij
Zie bijlage 3 voor een toelichting op de gebruikte CO_2-emissiefactoren van brandstof.

De emissies van koelmiddelen zijn als volgt meegenomen:

Naam koelmiddel	Emissie flow	Comment
CO_2	100% Carbon dioxide, fossil	
R22	100% Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	
R134A	100% Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	
Freon	100% Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	
Ammonia	100% Ammonia	Voor ammoniaemissies zijn land-specifieke flows meegenomen
R507	• 50% Ethane, pentafluoro-, HFC-125 • 50% Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Samenstelling opgehaald via websites van bedrijven (Actrol, z.d.)
R404A	• 52% Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a • 44% Ethane, pentafluoro-, HFC-125 • 4% Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Samenstelling opgehaald via websites van bedrijven (B. O. C. Australia, z.d.)

Kweek

Voerproductie
Er is aangenomen dat er geen verliezen plaatsvinden in de voerfabrieken. Dit is in lijn met hoe dit in de literatuur wordt meegenomen:
- In de SINTEF (2022) studie voor Noorse zalm worden geen verliezen in de voerfabriek meegenomen.
- In Nhu et al. (2016) wordt voor Pangasius een voer input van 1000.1 kilogram gebruikt en een output van 1000 kilogram, wat betekend dat de meegenomen verliezen erg klein of nul zijn.
- In Al Eissa, Chen, Brown, and Huang (2022) worden voor Gamba geen voerverliezen meegenomen.

Voor het voer is in de selectie van grondstoffen, wanneer beschikbaar, gekozen voor de markt mixen van het land of regio waar de voerverwerking plaatsvindt. Wanneer niet beschikbaar, is er gekozen voor productieprocessen, geografische proxies en/of proxies van vergelijkbare grondstoffen.
Transport van de teeltlocatie naar de voerfabriek is meegenomen op basis van transport data uit de LCA databases Agrifootprint 6.3 en ecoinvent 3).

Voor het transport van het voer van de voerfabriek naar de kweeklocatie is apart data verzameld op basis van literatuur en expert judgement. Transport vindt plaats over de weg. Er is hierbij, conform PEF standaard (European Commission, 2021), gekozen voor een >32t, EURO4 vrachtwagen, zowel voor transport binnen als buiten Europa.

Viseieren, Juvenielen & Growout
De productie van viseieren is niet meegenomen, omdat deze activiteit naar verwachting een zeer beperkte bijdrage heeft aan de klimaatimpact van het hele kweeksysteem: Volgens de RP study (European Commission, 2025b) had de productie van viseieren een bijdrage van minder dan 0.02 procent aan alle impact categorieën.

Voor het modeleren van de kweek van Juvenielen en Growout zijn achtergrondprocessen uit Agrifootprint 6.3 en Ecoinvent 3 gebruikt.

Verwerking van slib dat ontstaat in de juveniele fase is meegenomen in lijn met de *Marine Fish PEFCR Inventory Data v1.0.* sheet. Er is hierin uitgegaan 0.224 kg biogene CH_4 per kilogram nat afval. De individuele ketenbeschrijvingen in bijlage 9 geven toelichting per vissoort of en hoe de verwerking van slib is meegenomen. Slib dat direct wordt afgevoerd op de rivier of in zee is niet meegenomen in het model, omdat er geen methode beschikbaar is voor het bepalen van de klimaatimpact.

Keten

Verwerking
Voor de modelering van energie en watergebruik zijn we uitgegaan van land of regiospecifieke Ecoinvent 3-processen.

Voor het voorfrituren van vissticks is aangenomen dat er 0,01 kg olie per kg product nodig is, dit is twee keer zo hoog als de standaard-PEF-waarde voor oliegebruik bij bakken in pan, omdat voorfrituren meer olie benodigd dan bakken in de pan.

Verpakking
Voor de productie en afvalverwerking van de verpakkingsmaterialen is Ecoinvent 3 als achtergronddatabase gebruikt. Voor een aantal materialen was geen passend Ecoinvent 3-proces beschikbaar, voor die materialen is de best passende proxy gekozen (bijvoorbeeld afvalverwerking van rubber als proxy voor de afvalverwerking van siliconen).

Voor de afvalverwerking van verpakkingen is aangesloten bij de scenario's zoals meegenomen in EcoInvent 3 (cut-off by classification). Een overzicht van de gekozen materialen en afvalverwerking:

Materiaal	Productie	Afvalverwerking
Blik	Laag gelegeerd warmgewalst staal	Staal en ijzer
Papier	Kraftpapier	Papier
Karton	Transportverpakking: Golfkarton Consumentenverpakking: Vouwkarton	Paperboard
EPS	Geëxpandeerd polystyreen	Geëxpandeerd polystyreen
PE	Polyethyleen	Polyethyleen
PS	Polystyreen	Polystyreen
Siliconen laag	Siliconen	Rubber
Plastic folie (liner)	Polyethyleen (Lage dichtheid)	Polyethyleen

Distributiecentrum
In het energie- en grondstoffengebruik en eventuele emissies van koelmiddelen in de distributiecentra is meegenomen volgens de PEFCR.

De 14 dagen opslag tijdens distributie en retail, zoals omschreven in de PEFCR, zijn uitgesplitst op basis van expert judgement naar 8 dagen opslag in het distributiecentrum en 6 dagen opslag bij de supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam en Horeca. Daarbij is onderscheid is gemaakt tussen ongekoelde, gekoelde en bevroren opslag (conform PEFCR).

Supermarkt, Visspeciaalzaak/viskraam en Horeca
In de supermarkt, visspeciaalzaak/viskraam en horeca is uitgegaan van 6 dagen opslag, waarbij onderscheid is gemaakt tussen ongekoelde, gekoelde en bevroren opslag (conform PEFCR)

Voor het frituren van inktvis, kibbeling en lekkerbek bij de visspeciaalzaak/viskraam en horeca is aangenomen dat er 0,01 kg olie per kg product benodigd is. Dit is twee keer zo hoog als de PEF-standaardwaarde voor oliegebruik bij bakken in pan, omdat frituren meer olie kost dan bakken in pan.

Consument
Bij de consument wordt bewaring, bereiding en afwas meegenomen volgens de standaardwaarden van de PEFCR en PEF. De PEFCR geeft standaardwaarden warm water en afwasmiddel per afwas ronde. In deze studie is er uitgegaan van 1 afwas ronde per kilogram vis.

Transport
Zie hoofdstuk 3.3 voor een uitgebreide toelichting op hoe transport meegenomen is in het model.

Verwerking van afval
Er zijn verschillende afvalverwerkingsroutes in de keten, zoals restafval (verbranding en stort), compost en anaerobe vergisting. Voor dierlijk afval tijdens de distributie, het afzetkanaal en bij de consument is de verdeling van de PEFCR aangehouden, wat inhoudt dan 50% naar restafval gaat, 25% naar compostering en 25% naar anaerobe vergisting gaat. Voor de schelpen van oesters en mosselen is er aangenomen dat er geen anaerobe vergisting plaatsvindt op basis van expert judgement.
Voor verpakkingsafval is aangesloten bij de scenario's zoals meegenomen in EcoInvent 3 (cut-off by classification). Zie onder '*verpakking'.*

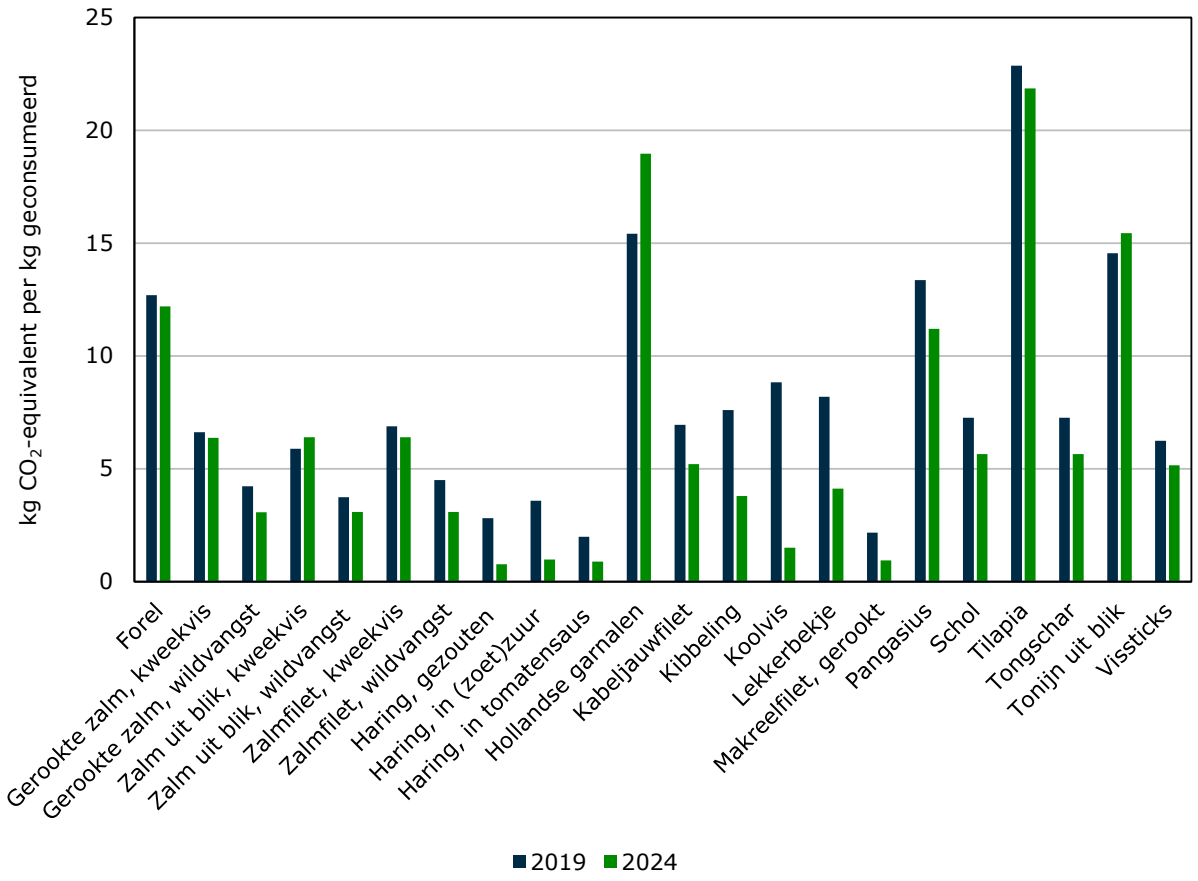
Voor de stort van afval is het volgende aangenomen:
- Gecontroleerd stort in Europa (op basis van desk research World Economic Forum (2017) en de Verenigde Staten. Genoemd wordt dat gecontroleerde stort in de Verenigde Staten al lange tijd gebruikelijk is (Kulkarni, 2020).
- Open stort in Vietnam, aangezien het grootste gedeelte van het gestorte afval daar open stort is (Nguyen en Nakakubo, 2025).
- Voor Marokko en Namibië is geen bron gevonden die ondersteunt dat stort gecontroleerd is. Voor het continent Afrika in het algemeen is er via desk research gevonden dat stort voornamelijk open is (World Economic Forum, 2017). Om die reden is er aangenomen dat in Marokko en Namibië open stort plaatsvindt.

De verbranding van schelpen vanuit de horeca en visspeciaalzaak/viskraam en consument zijn meegenomen als biogene CO_2-emissies. Biogene CO_2 worden binnen de EF3.1-methode niet gekarakteriseerd.

Bijlage 13 RIVM-LCA-database versie 2019 vs. 2024 cijfers

In het LVVN-rapport *Voedselvisie 2050 Voedsel uit Zee en Grote wateren* worden de cijfers uit de database van 2019 gehanteerd (Ministerie van Landbouw, 2024). De RIVM-LCA-database is tussen 2019 en 2024 geactualiseerd. Dit heeft geleid tot nieuwe klimaatimpactcijfers voor alle voedingsmiddelen, waaronder visproducten, die over het algemeen lager uitvallen dan voorheen (figuur B13.1). De daling is toe te schrijven aan meerdere aanpassingen: lagere elektriciteitsimpact door geactualiseerde energiemixen, hogere opbrengsten in de teelt (lagere impact van visvoer), volledige implementatie van de Circular Footprint Formula (CFF) (lagere verpakkingsimpact) en minder verpakkingsmateriaal door standaardisatie op basis van diverse PEFCR's.

Voor visproducten zijn de grootste wijzigingen zichtbaar bij haring, koolvis en kabeljauwfilet. In deze gevallen zijn recent geüpdatete activiteitsdata verwerkt die het brandstofverbruik beïnvloeden. Omdat dit wilde vissoorten betreft, waarbij brandstofverbruik de belangrijkste bijdrage aan de klimaatimpact is, leidt een update daarin direct tot een verandering in het totale klimaatimpactcijfer (Van Paassen et al., 2023).



Figuur B13.1 *Klimaatimpact voor visproducten in de RIVM-LCA-database: 2019 (grijs) vs 2024 (blauw)*

Bijlage 14 Koppeling tussen visproducten in dit onderzoek en in RIVM-LCA-database Milieubelasting Voedingsmiddelen (nevotabel en LCI-naam)

Categorie	Product	NEVO-code	NEVO Voedingsmiddelnaam	LCI-naam in RIVM-LCA-database
Pelagisch	Gerookte makreel	1586	Makreelfilet gerookt	Mackerel fillet, smoked | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Chilled at consumer | consumed/NL Economic
	Maatjesharing	350	Haring gezouten	Herring, salted | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | No preparation | consumed/NL Economic
	Sardine (uit blik)	355	Sardines in olie blik	Buiten scope RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
	Tonijn (uit blik)	1589	Tonijn in olie blik	Tuna in oil | Ambient (long) | Food can | No preparation | consumed/NL Economic
	Gebakken koolvisfilet	1615	Koolvis (Atlantisch) bereid in magnetron z toev	Pollack, fillet | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic
	Gebakken vissticks (obv koolvis)	814	Vissticks gebakken in zonnebloemolie	Fish fingers | Frozen | Cardboard box | Pan frying | consumed/NL Economic
	Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	818	Lekkerbekje gefrituurd in plantaardige olie	Cod, in batter (kibbeling) | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	1315	Kabeljauwfilet gebakken/gestoofd	Cod | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic
	Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	818	Lekkerbekje gefrituurd in plantaardige olie	White fish fillet, in batter | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Deep frying | consumed/NL Economic
	Gebakken pijlinktvis	1584	Inktvisringen gefrituurd in plantaardige olie	Buiten scope RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
Benthisch	Gebakken scholfilet	817	Schol gebakken	Plaice, fillet | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic
	Gebakken tongfilet	1619	Tong bereid in magnetron z toev	Buiten scope RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	348	Garnalen Hollandse gekookt	Shrimps, Dutch peeled | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Boiling | consumed/NL Economic
Kweek	Gekookte mosselen	111	Mosselen gekookt	Mussels boiled | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Boiling | consumed/NL Economic
	Rauwe oesters	354	Oesters	Buiten scope RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
	Gekookte gamba's	3320	Garnalen roze gekookt	Buiten scope RIVM-database Milieubelasting Voedingsmiddelen
	Gebakken pangasiusfilet	2765	Pangasius bereid in magnetron z toev	Pangasius | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic
	Gebakken zalmfilet	1610	Zalm kweek- bereid in magnetron z toev	Salmon, fillet (aquaculture) | Cooled | Meat packaging (PP) - 1 kg | Pan frying | consumed/NL Economic

Bijlage 15 Standaardportiegroottes

Tabel B15.1 *Koppeling voedingsmiddelen, nevotabel en portiegegevens per voedingsmiddel*

Categorie	Product	NEVO-code	NEVO Voedingsmiddelnaam	Portie	Bron
Pelagisch	Gerookte makreel	1586	Makreelfilet gerookt	100	2
	Maatjesharing	350	Haring gezouten	75	1
	Sardine (uit blik)	355	Sardines in olie blik	85	ah.nl meeste blikjes wegen 120g totaal met uitlekgewicht 85g
	Tonijn (uit blik)	1589	Tonijn in olie blik	140	1 gewicht gem blik
	Gebakken koolvisfilet	1615	Koolvis (Atlantisch) bereid in magnetron z toev	100	2
	Gebakken vissticks (obv koolvis)	814	Vissticks gebakken in zonnebloemolie	100	per stuk 25 g 1, gem voor vlees en vis, 100g
	Gefrituurde kibbeling (obv koolvis)	818	Lekkerbekje gefrituurd in plantaardige olie	145	1
Demersaal	Gebakken kabeljauwfilet	1315	Kabeljauwfilet gebakken/gestoofd	100	2
	Gefrituurde lekkerbek (obv heek)	818	Lekkerbekje gefrituurd in plantaardige olie	145	1
	Gebakken pijlinktvis	1584	Inktvisringen gefrituurd in plantaardige olie	100	geen info, 100g
Benthisch	Gebakken scholfilet	817	Schol gebakken	100	2
	Gebakken tongfilet	1619	Tong bereid in magnetron z toev	100	2
	Gekookte, gepelde Hollandse garnalen	348	Garnalen Hollandse gekookt	100	geen info, 100g
Kweek	Gekookte mosselen	111	Mosselen gekookt	100	eetmeter VCN
	Rauwe oesters	354	Oesters	100	geen info, 100g
	Gekookte gamba’s	3320	Garnalen roze gekookt	100	geen info, 100g
	Gebakken pangasiusfilet	2765	Pangasius bereid in magnetron z toev	100	2
	Gebakken zalmfilet	1610	Zalm kweek- bereid in magnetron z toev	100	2
Land - dierlijk	Gebakken kipfilet	1392	Kipfilet bereid	100	2
	Gebakken varkenshaas	1556	Varkenshaas bereid	100	2
	Gebakken rundergehakt	1540	Gehakt runder- rul gebakken	100	2
	Gebakken biefstuk	1536	Runderbiefstuk bereid	100	2
	Gekookt ei	84	Ei kippen- gekookt gem	50	1
	Goudse kaas	513	Kaas Goudse 48+ gem	40	2
Land - plantaardig	Gebakken vegetarische burger	5549	Balletjes/burgers vegetarisch obv soja/tarwe onbereid	100	geen info, 100g
	Gekookte bruine bonen (uit blik)	660	Bonen bruine blik/glas	150	2-3 opscheplepels is gem 150g VCN/1
	Gekookte kikkererwten (uit blik)	3185	Erwten kikker- blik/glas	150	2-3 opscheplepels is gem 150g VCN/1
	Gepelde, ongezouten walnoten	206	Noten wal- ongezouten	25	2
	Ongebrande, ongezouten cashewnoten	199	Noten cashew- ongezouten	25	2

Bron:

1) Portie online (Voedingscentrum, 2026).

2) RIVM, 2026.

To explore the potential of nature to improve the quality of life



Wageningen Social & Economic Research
Postbus 88
6700 AB Wageningen
T 0317 48 48 88
E communication.wser@wur.nl
wur.nl/social-and-economic-research

Rapport 2025-033-1

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.900 medewerkers (7.100 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 12.700 studenten en 80.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.