



Top 10 milieubelasting gemiddelde Nederlandse consument - update

Versie 2020



Committed to the Environment

Top 10 milieubelasting gemiddelde Nederlandse consument - update

Versie 2020

Dit rapport is geschreven door: Geert Bergsma, Lynn Snijder, Maarten Bruinsma, Lonneke de Graaff

Delft, CE Delft, December 2020

Publicatienummer: 20.190178.170

Duurzaamheid / Milieubelasting / Huishoudens / Consumptie
VT: Rangorde

Opdrachtgever: TBAN

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Bergsma (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

1	Introductie	4
2	Methode	5
	2.1 Data	5
	2.2 Afbakening	6
3	Top 10	7
	3.1 Top 10 milieubelasting consument	7
	3.2 Milieubelasting per sector	8
4	Spullen	9
	4.1 Aandeel ICT in Spullen	10
	4.2 Tweedehands spullen	10
	4.3 Bronnen	11
5	Voedsel & dranken	12
	5.1 Vlees	13
	5.2 Dierlijke producten	14
	5.3 Fruit en groente	14
	5.4 Plantaardige producten	15
	5.5 Dranken	16
	5.6 Transport	16
	5.7 Bronnen	17
6	Mobiliteit	18
	6.1 Auto	18
	6.2 Openbaar vervoer	22
	6.3 Vliegtuig	22
	6.4 Bronnen	23
7	Wonen	24
	7.1 Energie	24
	7.2 Woning	25
	7.3 Badkamer	27
	7.4 Bronnen	27
8	Textiel & kleding	28
	8.1 Kleding	28
	8.2 Tweedehands kleding	29
	8.3 Bronnen	29



9	Internet & streamen	30
	9.1 Impact dataverbruik	30
	9.2 Gemiddeld verbruik data	30
	9.3 Bronnen	30
	Bibliografie	31
A	Consumptiepatroon	33
B	Badkamer	34
C	Inventarisatie - data en aannames	36



1 Introductie

Studio Babette Porcelijn en Think Big Act Now (TBAN) hebben in 2016 het boek 'De Verborgene Impact' gepresenteerd, waarin de lezer wordt geïnformeerd over de directe en indirecte milieueffecten van ons dagelijkse leven.

CE Delft heeft dit project ondersteund. CE Delft heeft op basis van veel verschillende data zo nauwkeurig mogelijk ingeschat wat de milieu-impact is van de gemiddelde Nederlandse consument. Het resultaat is een top 10 van de milieubelasting van de gemiddelde consumptie van één persoon per jaar in Nederland. De eerste inschatting uit 2016 is in 2018 geüpdatet. Ondanks deze update moet bij deze top 10 wel steeds worden vermeld dat het gaat om een grove inschatting op basis van verschillende bronnen waar een behoorlijke onzekerheid in zit. Het globale beeld klopt. Er is echter niet te zeggen of een categorie 15% meer impact heeft dan een andere categorie ook al lijken de staafjes dat wel precies zo te duiden.

Op basis van de cijfers heeft TBAN een tool ontwikkeld waarmee consumenten zelf hun milieu-impact in kunnen schatten. De cijfers uit 2016 en 2018 betreffen de *gemiddelde* consument. Om een betere inschatting te kunnen maken van de milieu-impact van een (niet-gemiddeld) individu, moet in de tool deze impact kunnen worden gespecificeerd op basis van de consumptie en het gedrag van dit individu.

Als opvolging van de (gemiddelde) top 10 heeft CE Delft in het project van 2020 een verdere differentiatie aangebracht binnen zes categorieën:

1. Spullen.
2. Voedsel & dranken.
3. Mobiliteit.
4. Wonen.
5. Textiel & kleding.
6. Internet & streamen.



Hiervoor is opnieuw gekeken naar de beschikbare data en is de impact bottom-up berekend, in plaats van top-down. Dit houdt in dat er binnen deze studie niet gekeken is naar de gemiddelde impact van bijvoorbeeld voedsel in Nederland (top-down), maar dat voor verschillende typen voedsel de individuele impact per kilogram is berekend (bottom-up). De informatie in deze rapportage is opgezet met als doel om gebruikt te worden in een tool waarmee de belasting van een niet-gemiddelde consument kan worden ingeschat.

De informatie in deze rapportage is een verdiepingsslag op de oorspronkelijke top 10, maar blijft een indicatie die deels gebaseerd is op schattingen en aannames.

2 Methode

In aansluiting op de vorige top 10 van CE Delft (2018) zijn de milieu-impacts per gebruikseenheid (bijvoorbeeld km, kg, m³, kWh, etc.) berekend met de ReCiPe 2008 impact-assessmentmethode. Hierbij zijn alle resultaten uitgedrukt in ReCiPe single score¹ milieupunten (Pt).

De effecten op klimaatverandering en landgebruik hebben de grootste bijdrage aan de milieubelasting van de consument. Daarom hebben we deze twee effectcategorieën apart gepresenteerd in de top 10. Voor een heldere presentatie zijn de effecten, ook in deze update, gegroepeerd in vier categorieën:

1. **Direct klimaateffect.** Dit gaat om de uitstoot van emissies, waaronder CO₂ en het brandstofverbruik, wat direct zichtbaar is voor de consument. Denk bijvoorbeeld aan het gasgebruik in huis of het benzinegebruik voor de auto.
2. **Indirect klimaateffect.** Dit gaat om de uitstoot van emissies, waaronder CO₂, buiten het blikveld van de consument. Denk bijvoorbeeld aan emissies tijdens mijnbouw, productie, vervoer en afdanken.
3. **Landgebruik en ontbossing.** Dit gaat over agrarisch landgebruik, urbaan landgebruik en landtransformatie, wat allemaal schade veroorzaakt aan ecosystemen.
4. **Overig.** Hierin zijn alle andere soorten milieuvuiling van ReCiPe 2008 in opgenomen. Hier gaat het bijvoorbeeld om verzurende en fijn stof emissies die vrijkomen bij autorijden op diesel of benzine.

2.1 Data

Er is gebruik gemaakt van meerdere bronnen: onder andere de databases van Ecoinvent (Ecoinvent, 2018), Agri-footprint (Blonk Consultants, 2017), de interne voedseldatabase van CE Delft (2020c) en STREAM (CE Delft, 2014c). Waar nodig is ook gebruik gemaakt van data uit literatuur, het CBS of andere bronnen. Doordat veel verschillende bronnen benodigd waren, moeten de impacts als een benadering worden gezien en gebruikt.

De gebruikte data is zoveel mogelijk op de Nederlandse situatie gebaseerd. Wanneer Nederlandse data niet beschikbaar waren, is deze benaderd met respectievelijk Europese gemiddelden, globale gemiddelden of data van andere landen. Daarnaast zijn schattingen en aannames gemaakt om tot bruikbare resultaten te komen. De keuze en het gebruik van de data is in dit rapport per productgroep toegelicht.

¹ Dit is een indicator op basis van de gewogen milieuscore van de schade aan de volgende categorieën:

- de effecten op de menselijke gezondheid (klimaatverandering, ozonlaagaantasting, menselijke toxiciteit, smogvorming, fijnstofvorming en ioniserende straling);
- de effecten op ecosystemen (klimaatverandering, verzuring, vermesting, ecotoxiciteit, landgebruik, landtransformatie);
- de effecten van uitputting van grondstoffen (mineralen/metalen, fossiele grondstoffen).

2.2 Afbakening

De ReCiPe-methode is een uitgebreide en veelomvattende methode om de milieubelasting te bepalen. Toch zijn er ook milieueffecten die niet met deze methode kunnen worden doorgerekend. De effecten van watergebruik, waterschaarste, zwerfvuil en plastic soep bijvoorbeeld, kunnen niet worden berekend met deze methode en kunnen dus ook niet worden opgeteld bij de andere effecten.

Vanwege de beperkte omvang van deze studie zijn diensten (denk aan de kapper, tandarts, adviesdiensten, etc.) niet onderzocht. Ondanks dat de top 10 dus niet geheel compleet is, geeft deze wel een goede indruk van de orde van grootte van de impact van een gemiddelde Nederlandse consument.

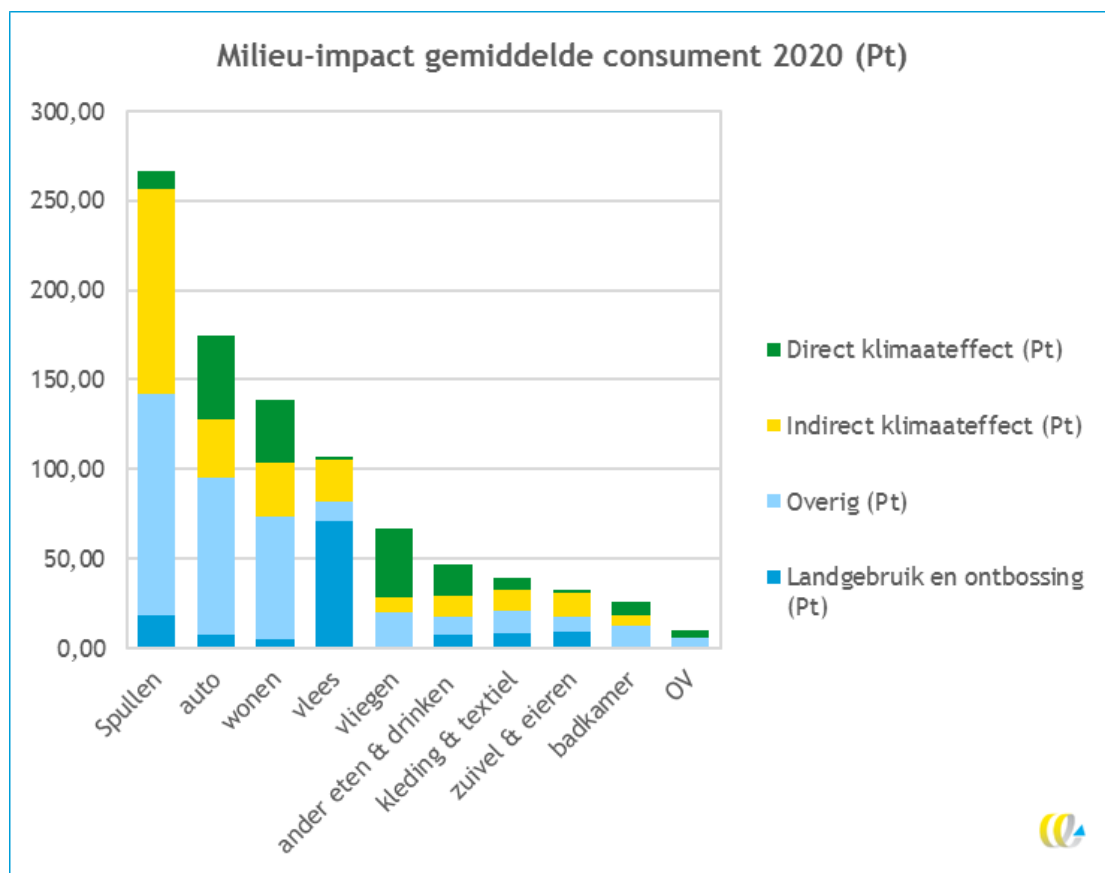


3 Top 10

Met de door CE Delft aangeleverde nieuwe indicatoren heeft Babette Porcelijn voor 2020 opnieuw de milieubelasting berekend van de gemiddelde Nederlandse consument. Zij heeft daarbij zelf het gemiddelde consumptiepatroon bepaald (Bijlage A). De consumptie gecombineerd met de indicatoren uit dit rapport heeft geleid tot de nieuwe top 10 - update 2020.

3.1 Top 10 milieubelasting consument

Figuur 1 - Top 10 milieu-impact van gemiddelde consumptie van één persoon per jaar in Nederland - 2020



Grafiek opgesteld in samenwerking met Babette Porcelijn.

Belangrijk is om te beseffen dat deze top 10 gebaseerd is op het gemiddelde consumptiepatroon. Een individuele consument kan behoorlijk afwijken van dit gemiddelde.

Opvallend is dat de aanschaf van spullen duidelijk een hogere milieu-impact heeft dan de andere categorieën. Dit is al sinds de eerste versie van de top 10 zo.

Wat opvalt ten opzicht van de vorige versie is dat *Vlees* naar de vierde plaats is gezakt en *Auto* naar de tweede. Dit heeft ermee te maken dat er is gerekend met nauwkeurigere milieudata voor de productie van een auto: de impact blijkt hoger te zijn.

Verder is het consumptiepatroon van vlees veranderd: de gemiddelde Nederlander eet minder vlees en is relatief meer kip gaan eten dan andere vleessoorten. Kip heeft een lagere milieubelasting dan bijvoorbeeld rund- of varkensvlees. Ook is de impact van de productie van vlees per kg iets verminderd en schatten we het risico op ontbossing nu lager in. *Voedsel* (vlees, zuivel en eieren en ander eten en drinken) blijft als totaalcategorie echter een grote categorie. Samen genomen zou *Voedsel* net iets hoger scoren dan *Auto*.

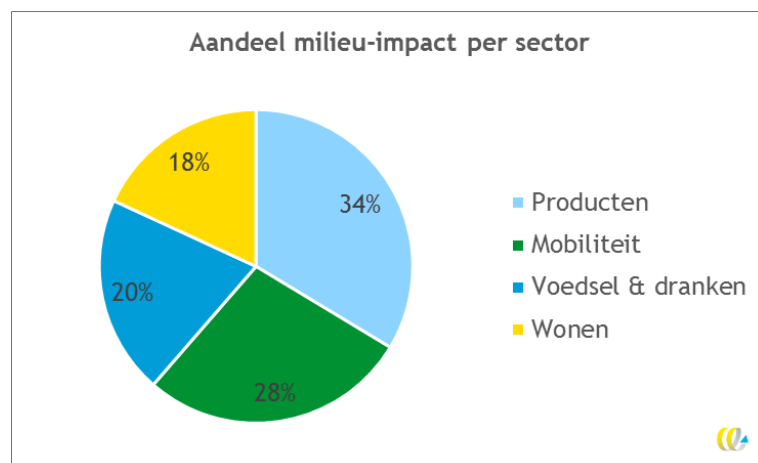
De categorie *Vliegen* is gestegen naar de zesde plaats. Dit komt mede omdat er nu meer vliegkilometers worden gemaakt. Verder is in de update de impact van het opstijgen en landen beter meegenomen dan in de vorige versie. De impact van vliegen is gebaseerd op een gemiddelde vliegafstand van 5.500 kilometer per jaar; in de vorige top 10 was dit nog 4.450 km. Wel blijft het belangrijk om te beseffen dat als een consument een twee keer zo lange vlucht maakt, de milieubelasting meteen twee keer zo hoog is. Met een vliegreis naar bijvoorbeeld Nieuw-Zeeland en terug, staat de categorie *Vliegen* op de eerste plaats met een milieubelasting die hoger is dan die van *Spullen*.

3.2 Milieubelasting per sector

We hebben de categorieën verder gegroepeerd tot vier sectoren:

1. Producten: Spullen, Kleding & textiel.
2. Mobiliteit: Auto, Vliegen, OV.
3. Voedsel & dranken: Vlees, Ander eten & drinken, Zuivel & eieren.
4. Wonen: Wonen, Badkamer.

Figuur 2 - Aandeel milieupact per sector



In de volgende hoofdstukken geven we per categorie een korte toelichting op de milieupactoren, aannames, berekeningen en de gebruikte bronnen. De indicatoren voor de milieupact van alle 10 de categorieën zijn in een separate spreadsheet verwerkt (niet openbaar).

4 Spullen

De categorie *Spullen* is en was de grootste categorie in de top 10 en is ook gelijk de moeilijkste om te berekenen of in te schatten. Er wordt in Nederland niet consequent data verzameld over de spullen die consumenten kopen en waar deze vandaan komen. Bovendien is niet van alle spullen de milieu-impact in de hele keten bekend. Het gaat bij deze categorie dan ook om een globale indicatie.

De milieu-impact van spullen is geschat aan de hand van de import in Nederland en de activiteiten van de bedrijfssectoren in Nederland. De export vanuit Nederland is van de totale impact afgetrokken, zodat alleen de impact overblijft van de producten die daadwerkelijk in Nederland worden gebruikt.

Er is voor de berekening van de milieu-impact gebruik gemaakt van de impact die CE Delft heeft berekend in het project Benchmark Biodiversiteit. Voor het berekenen van de impact van activiteiten van de bedrijfssectoren in Nederland is gebruik gemaakt van data van het CBS (CBS Statline, 2013, data van 2010) en de emissieregistratie (emissieregistratie.nl, 2013, data van 2010). Een uitgebreide beschrijving van de gebruikte methodiek is gegeven in het wetenschappelijk achtergrondrapport van het project Benchmark Biodiversiteit (CE Delft, 2014a).

De producten die in Nederland worden geïmporteerd zijn onderdeel van deze studie. De impact van import is gebaseerd op een studie die eerder door CE Delft in samenwerking met het CBS is uitgevoerd: Nederland Importland (CE Delft, 2011). Hierin zijn producten en grondstoffen die Nederland importeert verdeeld over 54 productgroepen. Deze productgroepen zijn vervolgens weer verdeeld over de sectoren die in het project 'Benchmark Biodiversiteit' worden onderscheiden. Er is gekozen voor een productieperspectief; de impact van doorvoer en export van producten uit Nederland is daarom meegenomen in de analyse. Een voorbeeld: in de categorie *Elektronica-industrie* is de import meegenomen van elektronische componenten, plastics (25% van totaal), rubber (5% van totaal) en glas (5% van totaal).

Om dubbeltellingen te voorkomen hebben we enkele sectoren uitgesloten. Deze sectoren zijn niet meegenomen (omdat deze binnen de andere categorieën van deze top 10 vallen):

- voedings- en genotmiddelenindustrie;
- landbouw;
- energievoorziening;
- verkeer en vervoer;
- kledingindustrie;
- bouwnijverheid;
- aardolie industrie;
- waterbedrijven en afvalbeheer;
- delfstoffenwinning;
- transportmiddelenindustrie.

Alle overige sectoren zijn meegenomen, waaronder bijvoorbeeld: chemische industrie, houtindustrie, metaalindustrie, kunststof- en bouwmaterialen- industrie, papierindustrie, elektronica-industrie, etc.

Voor het berekenen van deze top 10 is het perspectief aangepast naar een consumptie-perspectief, waarin enkel de impact van alles wat Nederlanders consumeren meenemen. De producten die worden doorgevoerd en geëxporteerd moeten namelijk uiteraard niet worden toegerekend aan de Nederlandse consument. Gebaseerd op cijfers van het CBS hebben we de impact gecorrigeerd voor de export op basis van de volgende gegevens:

- In Nederland wordt voor 299 miljard euro aan goederen geïmporteerd.
- Uit Nederland wordt voor 181 miljard euro aan goederen geëxporteerd.
- De totale productie in Nederland is geschat aan de hand van het BBP voor de sectoren: A) Landbouw, bosbouw en visserij; B-E) Nijverheid (geen bouw) en energie; F) Bouwnijverheid. Dit is gezamenlijk 142 miljard euro.
- In totaal is dan 98,5 miljard euro voor consumptie binnen Nederland. Dit is consumptie van goederen door zowel consumenten als ook door bedrijven/winkels/scholen, etc. De cijfers van de nationale bestedingen door huishoudens geven aan dat ongeveer 46% van het totale BBP door huishoudens wordt besteed. Op basis daarvan kunnen we stellen dat er voor 45 miljard euro door huishoudens aan goederen wordt geconsumeerd.

Voor de berekening van de indicatoren per euro gebruiken we een schatting van wat een consument per jaar gemiddeld uitgeeft aan spullen die in deze categorie vallen (€ 1.980).

4.1 Aandeel ICT in Spullen

Ook heeft CE Delft het aandeel van ICT-gebruik binnen de categorie *Spullen* bepaald. Het gaat dan om producten zoals: tv, ICT, audio/videoapparatuur, stofzuiger, vrije tijd, persoonlijke verzorging en overige producten.

CE Delft heeft op basis van de berekeningen voor het rapport de ‘Benchmark biodiversiteit’ (CE Delft, 2014a) uitgerekend wat de impact is van de productie van producten in de volgende sectoren:

- elektronica industrie;
- energievoorziening;
- informatie en communicatie.

Het blijkt dat ICT een aandeel van 25% heeft ten opzichte van de totale milieubelasting (inclusief energiegebruik). De uitgaven aan ICT-spullen omvatten 9% van de aanschafkosten van spullen (CBS, 2017). Dat resulteert in ongeveer 3,5 keer hogere milieu-impact per euro aanschafprijs.

In de top 10 is ook het energieverbruik van de spullen meegerekend.

4.2 Tweedehands spullen

Bij een analyse uitgevoerd voor Marktplaats naar tweedehandshandel in meubels, kinderspullen, ICT en kleding kwam naar voren dat spullen ongeveer 1,5 keer langer mee gaan als er sprake is van tweedehands verkoop in vergelijking met weggooien en vernietigen (CE Delft, 2019). Het milieuvoordeel van deze levensduurverlenging is dus aanzienlijk en kan worden toegerekend aan verkoper en/of koper van tweedehandsproducten. CE Delft stelt een toerekening naar rato van gebruiksduur voor: Bij de aanschaf van een product wordt de impact per euro verdeeld over de verkoper (verantwoordelijk voor 66% van de levensduur) en de koper (verantwoordelijk voor 33% van de levensduur). Als ook meegenomen wordt dat de eerste eigenaar meer nut heeft van een nieuw product met ook de meeste moderne functies dan zou dit verschoven kunnen worden naar meer impact naar de eerste eigenaar en minder naar tweede (bijvoorbeeld 84% naar eerste gebruiker en 16%

naar tweede). Dit zou ook op basis van de tweedehandsprijs kunnen worden vastgesteld. Op basis van lineaire afschrijving zou je verwachten dat bij 2/3 gebruikstijd voor een eerste eigenaar en nog 1/3 voor een tweede dat de tweedehandsprijs van producten ongeveer 1/3 is van de nieuwprijs. Voor veel productgroepen als bijvoorbeeld meubels klopt dit niet en is de tweedehandsprijs een stuk lager.

Omdat het bij tweedehands handel gaat om een verdeling van de impact van de aankoop van spullen over één persoon of meerdere personen is dit voor individuele consumenten een belangrijk aspect en verdient dit een plek in de tool. Voor de totaalberekening is dit echter niet nodig om mee te nemen. Nu is in de berekening van spullen in de top 10 aangenomen dat er geen tweedehandshandel is en is de impact volledig naar de eerste eigenaar gerekend.

4.3 Bronnen

De gebruikte bronnen voor het berekenen van de impact van spullen zijn:

- Gegevens milieu-impact en achterliggende berekeningen: Benchmark biodiversiteit; (CE Delft, 2014a).
- Omrekening productie naar consumptie perspectief: (CBS, 2017).
- Schatting uitgaven consument: (CBS, 2017).

5 Voedsel & dranken

Voor *Voedsel* is de impact van vlees, dierlijke producten zoals melk en kaas, fruit en groente, dranken en voedseltransport berekend. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van alle typen voedsel die meegenomen zijn. Voor *Voedsel* wordt waar mogelijk uitgegaan van de meest recente voedseldatabase, namelijk Agri-footprint-database 4.0 (economic allocation) van Blonk. Indien deze niet toereikend is, wordt gebruik gemaakt van Ecoinvent 3.5 (cut-off). Indien ook Ecoinvent niet toereikend is, wordt gebruik gemaakt van Questionmark.

Het transport van voedingsmiddelen van opslag naar supermarkt is meegenomen in de indicatoren. Tevens zijn waarden uitgerekend van lokaal en internationaal transport voor verschillende typen voedsel.

Tabel 1 - Typen voedsel die zijn meegenomen bij het bepalen van de milieu-impact

Vlees en vis	Dierlijke producten	Fruit	Groenten	Plantaardige producten	Dranken
Rund, Nederlands	Melk	Appel	Tomaat	Aardappel	Frisdranken
Rund, import buitenland	Yoghurt	Banaan	Tomaat, kassentuinbouw	Graanproducten (brood)	Sappen
Kalf	Toetje, vla	Peer	Wortel	Rijst	Water
Varken	Toetje, bevroren	Mandarijn	Sla	Sojamelk	Alcoholische dranken
Kip	Kaas	Sinaasappel	Komkommer	Vegetarische vleesvervanger	
Schaap en geit	Ei	Druiven	Ui		
Vis		Aardbei	Sperziebonen		
		Aardbei, kassentuinbouw	Roerbakgroenten		
		Kiwi	Broccoli		
		Ananas	Spinazie		
		Meloen	Bloemkool		
			Paprika		

Verder is in de top 10 bij *Voedsel* tevens de milieu-impact meegenomen van warmte en elektriciteitsgebruik voor koken en koelen. Deze 'extra milieubelasting' is op basis van gewicht verdeeld over de categorieën *Vlees, Zuivel & eieren* en *Ander eten & drinken*.

5.1 Vlees

De milieu-impacts voor vlees zijn vrijwel geheel afkomstig van de Agri-footprint-database. Deze database wordt momenteel algemeen aanvaard als de beste en meest recente bron. Deze Nederlandse database bevat veel voedseldata specifiek voor de Nederlandse markt. Alleen schapen/geitenvlees was niet beschikbaar in deze database, waarvoor daarom is uitgeweken naar Ecoinvent 3.5 cut-off. Voor buitenlands rundvlees is daarnaast gebruik gemaakt van de Questionmark-database. Vlees is een flink heterogene productgroep, waardoor impacts flink kunnen afwijken tussen studies, databases en tijdsperiodes. De resultaten van vlees zijn dus, nog meer dan alle andere resultaten in deze studie, een benadering. Zo zijn er grote verschillen te zien in landgebruikimpacts tussen de recente Agri-footprint-database en de oudere Questionmark-database. Door de informatie die tijdens de ontwikkeling van de Questionmark-database voorhanden was (2012), is landgebruik binnen die database relatief hoog meegenomen.

5.1.1 Rundvlees

De impact van rundvlees in Nederland is in sommige gevallen aanzienlijk lager dan van rundvlees uit het buitenland, doordat een groot deel van het rundvlees in Nederland afkomstig is van melkkoeien. De impact per kilo vlees van melkkoeien is lager dan van vleesrunderen, aangezien de impact die een melkkoe op het milieu heeft ook gealloceerd wordt naar de zuivelproducten die afkomstig zijn van deze koe. Rundvlees uit een land als Brazilië, waar voornamelijk vleesrunderen worden gehouden, heeft dus een hogere impact. Dit wordt versterkt door het feit dat runderen in Zuid-Amerika vaak langer leven dan in Nederland.

Om de impact van Nederlands vlees uit te rekenen is uitgegaan van rundvleesproductiedata van het CBS (CBS, 2020a). Hieruit komt naar voren dat van de geslachte volwassen runderen in Nederland ongeveer 2/3 koe en 1/3 stier is. Beide soorten rundvlees zijn beschikbaar in de Agri-footprint-database.

Uitgebreide data van de impact van buitenlands rundvlees is niet beschikbaar in de Agri-footprint-database of Ecoinvent. Om de impact van buitenlands rundvlees te benaderen is daarom uitgegaan van een eerdere studie naar vlees van CE Delft (2012a), waarin gebruik gemaakt is van de Questionmark-database (CE Delft, 2012b). CE Delft (2012a) ging hierbij voor buitenlands rundvlees uit van 7,5% Argentijns, 3,5% Braziliaans, 14,5% Iers, 36,5% Duits, 11,5% Pools en 16,5% overig buitenlands rundvlees.

Voor dit buitenlandse vlees is binnen de huidige studie ook gebruik gemaakt van de Questionmark-database. Uitzondering hierop is Iers rundvlees, aangezien dit vlees wel beschikbaar is in de Agri-footprint-database. Voor 'overig buitenlands rundvlees' is de worst-case aangehouden, namelijk Braziliaans rundvlees op basis van de Questionmark-database.

Voor andere vleessoorten is een dergelijk onderscheid tussen Nederlandse en buitenlandse productie niet goed vast te stellen. Hierdoor kan niet worden gedifferentieerd tussen Nederlands en buitenlands vlees. Ook is het vermoeden dat de milieu-impact per kg kip of varken tussen landen minder verschilt. Wel kan de transportafstand voor al het importvlees flink verschillen, zoals toegelicht in Paragraaf 5.6. Voor vlees is de productie echter verantwoordelijk voor verreweg het grootste deel van de milieu-impacts.

5.1.2 Gemiddeld vlees

Met de impacts van de verschillende soorten vlees is het ook mogelijk om te berekenen wat de impact is van één kilogram gemiddeld vlees (combinatie van alle vleessoorten). Hierbij kan worden uitgegaan van de gemiddelde consumptie in Nederland in 2017 (meest recente data), volgens de Universiteit Wageningen (2018). Deze verdeling is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 - Gemiddelde consumptie vlees in Nederland

Varken	Pluimvee	Rund, Nederlands	Rund, import buitenland	Kalf	Schaap en geit	Paard
48%	29%	7%	13%	2%	2%	0,1%

Bron: (WUR, 2018).

Voor de gemiddelde vleesconsumptie in Nederland is bij rund uitgegaan van 35% Nederlands rundvlees en 65% rundvlees van buiten Nederland, in lijn met CE Delft (2012a) en de vorige top 10. Hierbij wordt binnenlands en buitenlands rundvlees meegenomen zoals in beschreven Paragraaf 5.1.1. Dit maakt dat dit een redelijk conservatieve aanname blijft. Paardenvlees is niet meegenomen door gebrek aan data en het minimale aandeel.

De verhoudingen zijn sterk bepalend voor de impact van het gemiddelde vlees, omdat buitenlands rundvlees een relatief hoge impact per kilogram heeft.

5.2 Dierlijke producten

Meerdere dierlijke producten zijn meegenomen. Melk, kaas en eieren zijn afkomstig uit de Agri-footprint-database. Yoghurt is afkomstig uit Ecoinvent en de toetjes uit de Questionmark-database (CE Delft, 2012b).

5.3 Fruit en groente

De milieu-impacts voor groente en fruit zijn afkomstig van de Ecoinvent 3.5 cut-off-database, aangezien er geen data beschikbaar was in de Agri-footprint-database. Voor fruit en groente is uitgegaan van de meest recente data van de gemiddelde fruit en groente consumptie in Nederland in 2016 (meest recente data), volgens Wateetnederland.nl (Wateetnederland.nl, 2020a; 2020b). Dit is weergegeven in Tabel 3 en Tabel 4.

Tabel 3 - Gemiddelde consumptie fruit in Nederland

Appel	Banaan	Peer	Mandarijn	Sinaasappel	Druiven	Aardbei	Kiwi	Ananas	Meloen
31%	23%	10%	8%	8%	6%	5%	3%	3%	3%

Bron: (Wateetnederland.nl, 2020a).

De gemiddelde Nederlander eet 119 gram fruit per dag:

- vrouw: 130 gram;
- man: 108 gram.



Tabel 4 - Gemiddelde consumptie groente in Nederland

Tomaat	Wortel	Sla	Komkommer	Ui	Sperziebonen	Roerbakgroenten	Broccoli	Spinazie	Bloemkool
23%	12%	10%	10%	9%	8%	7%	6%	6%	5%

Bron: (Wateetnederland.nl, 2020b).

De gemiddelde Nederlander eet 131 gram groente per dag:

- vrouw: 140 gram;
- man: 146 gram.

Om onderscheid te maken tussen fruit en groente binnen en buiten het seizoen, wordt er vanuit gegaan dat fruit buiten het seizoen afkomstig is van een de kassentuinbouw. Hier is binnen Ecoinvent beperkt data over beschikbaar, namelijk alleen voor aardbei en tomaat. Er wordt daarom aangenomen dat de impactverhoging (totale punten) van deze twee producten representatief zijn voor respectievelijk fruit en groente, zoals weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - Verhoging impact groente buiten seizoen (verwarmde kassenbouw t.o.v. normale verbouwing)

Impact verhoging door verwarmde kas	Fruit	Groente
ReCiPe 2008 score (Pt)	144%	156%

5.4 Plantaardige producten

Naast fruit en groente zijn ook aardappels, graanproducten (brood), rijst, sojamelk en vegetarische vleesvervangers meegenomen.

Aardappels, graanproducten en rijst komen uit de Agri-footprint-database, waarbij de impact van graanproducten is benaderd met de productie van brood.

De productie van sojamelk is gebaseerd op de Questionmark-database (CE Delft, 2012b). Nationaal en internationaal transport wat binnen de Questionmark-database meegenomen was, is losgekoppeld van het product (zie transport, Paragraaf 5.6).

De meeste vegetarische vleesvervangers in Nederland (zoals bijvoorbeeld de producten van de Vegetarische Slager) bestaan hoofdzakelijk uit soja. Een dergelijke vleesvervanger is niet beschikbaar in databases, maar hebben we gemodelleerd in twee stappen, namelijk een soja-eiwitbasis en de verwerking van dit eiwit tot een vegetarische vleesvervanger. De soja-eiwitbasis is gebaseerd op het product 'Meatless, hydrated (wet), wheat based, at plant/NL Economic' uit de Agri-footprint-database. Hierin is het graaningrediënt in de proceskaart vervangen door eiwitisolaat van erwten. De verwerking van erwten tot eiwitisolaat is namelijk vergelijkbaar met de verwerking van sojabonen tot eiwitisolaat. Om van de basis voor vegetarisch vlees tot een vegetarische vleesvervanger te komen, is verdere verwerking nodig. Deze verwerking is gebaseerd op het product 'Meatless hybrid, hydrated (wet) wheat/chicken, at plant/NL Economic' uit de Agri-footprint-database. Hierbij zijn de ingrediënten van dit product (kip en graan) vervangen door de basis van soja-eiwitten.



5.5 Dranken

De milieu-impacts voor dranken (exclusief melk en sojamelk) zijn afkomstig van het RIVM (2019). In 2019 heeft het RIVM de milieubelasting van meer dan 200 voedingsmiddelen gepubliceerd, waaronder 23 alcoholische en niet-alcoholische dranken. Hierbij is de milieu-impact op de thema's klimaatverandering, terrestrische verzuring, vermesting van zoetwater, vermesting van marien water, landgebruik en blauw waterverbruik (irrigatiewater) berekend met de impact-assessmentmethode ReCiPe 2016.

ReCiPe 2016 is een update van ReCiPe 2008, maar wijkt door veranderingen aan de achterliggende modellen af van deze oudere impact-assessmentmethode. Het wordt daarom niet aangeraden om resultaten van ReCiPe 2008 en ReCiPe 2016 te combineren. Omdat er binnen de top 10 gewerkt wordt met ReCiPe 2008, is onderzocht hoe de ReCiPe 2016 resultaten kunnen worden omgerekend.

Specifiek voor voedsel is de absolute impact op endpoint niveau gemiddeld gezien hoger wanneer ReCiPe 2016 gebruikt wordt om milieu-impacts te berekenen, in vergelijking met ReCiPe 2008. Op milieuthema (midpoint) niveau zijn de verschillen minder sterk. Met name voor klimaatverandering, verzuring, landgebruik en waterverbruik zijn er vermoedelijk geen significante verschillen. Voor vermesting van zoetwater zijn de verschillen waarschijnlijk wel significant, terwijl wordt verwacht dat vermesting van marien water een aanzienlijk lagere impact heeft bij ReCiPe 2016 (Dekker, et al., 2019).

Op basis van de bevindingen van Dekkers, et al. (2019) hebben we de ReCiPe 2008 impacts te benaderd door de ReCiPe 2016 impact op vermesting van zoetwater en marien water te verdubbelen. Voor landgebruik wordt er uitgegaan van landgebruik voor agricultuur (occupation of arable land). Op basis van deze aanpassing zijn de ReCiPe 2016 midpoints vervolgens omgerekend naar de ReCiPe 2008 milieuscore (milieupunten).

De impact van dranken is ondanks bovenstaande benadering waarschijnlijk *onderschat*, omdat niet alle impactcategorieën door het RIVM gerapporteerd zijn. Ozondepletie, humane toxiciteit, fotochemische oxidantvorming, fijnstofvorming, ioniserende straling, terrestrische ecotoxiciteit, ecotoxiciteit zoetwater, ecotoxiciteit marien water, depletie van metalen en depletie van fossiele brandstoffen missen. De invloed van deze impactcategorieën is naar verwachting echter beperkt, aangezien deze over het algemeen een kleinere rol spelen bij voedselimpacts. De totale milieuscore zal desalniettemin lager uitvallen doordat deze impactcategorieën niet meegenomen zijn, al kan dit mogelijk teniet gedaan zijn doordat de impact op vermesting van zoetwater en marien water is verdubbeld.

Het RIVM heeft geen informatie opgegeven over het gewicht van de dranken per liter. Voor het gemak kan worden uitgegaan van 1 kilogram per liter.

5.6 Transport

Alle geproduceerde voedselwaren moeten ook worden getransporteerd. Voor de transportafstanden is uitgegaan van de Questionmark-database, waarin gemiddelde transportafstanden voor voedseltransport aangegeven zijn (CE Delft, 2012b). Bij al het transport is uitgegaan van gekoeld transport. Dit is weergegeven in Tabel 6.

Voor al het vervoer van opslag naar supermarkt is uitgegaan van 200 km, op basis van Questionmark (CE Delft, 2012b). Dit transport is al meegerekend in de impact van al het voedsel (Agri-footprint, Ecoinvent en Questionmark). Het transport van lokaal of internationale afkomst is echter apart gehouden en niet doorgerekend in de impact van het voedsel, zodat deze kunnen worden gecombineerd met voedsel in de tool.

Tabel 6 - Gemiddelde transportafstanden voor lokaal en internationaal transport, per voedselgroep

Type transport naar opslag	Afstand (km)	Transportmethode
Transport, vlees, lokaal	200	Vrachtwagen
	200	Binnenvaartschip
Transport, vlees, internationaal	5.260	Oceaanschip
	196	Vrachtwagen
Transport, dierlijke producten en vis, lokaal	300	Vrachtwagen
Transport, dierlijke producten en vis, internationaal	5.260	Oceaanschip
	196	Vrachtwagen
Transport, fruit, lokaal	100	Vrachtwagen
Transport, fruit, internationaal	1.260	Oceaanschip
Transport, groente, lokaal	100	Vrachtwagen
Transport, groente, internationaal	1.260	Oceaanschip
Transport, plantaardige producten, lokaal	200	Vrachtwagen
	200	Binnenvaartschip
Transport, plantaardige producten, internationaal	5.260	Oceaanschip
	196	Vrachtwagen

5.7 Bronnen

De gebruikte bronnen voor *Voedsel & dranken* zijn:

- Agri-footprint-database 4.0 (economic allocation) van Blonk Consultants (2017).
- Ecoinvent 3.5 (cut-off).
- Questionmark.
- CBS (CBS, 2020a).
- CE Delft (2012a).
- CE Delft (2012b).
- Wateetnederland.nl (Wateetnederland.nl, 2020a; 2020b) - groenteconsumptie.
- het RIVM (2019).
- Dekker et al. (2019).

6 Mobiliteit

Binnen *Mobiliteit* is de impact van vervoer met de auto, openbaar vervoer en het vliegtuig berekend. Hiervoor is met name gebruik gemaakt van de STREAM-vervoersdatabase van CE Delft.

6.1 Auto

De impact van het gebruik van een auto met een verbrandingsmotor is per kilometer berekend, op basis van STREAM personenvervoer data van CE Delft (2014c) en recente verbruiksdata van CE Delft (2020a). Voor een elektrische auto is gebruik gemaakt van Ecoinvent data, aangezien deze niet voorkomt binnen STREAM.

Binnen deze studie is onderscheid gemaakt tussen autoklassen A, B, C en D of hoger. Een beschrijving van deze autoklassen is gegeven in Tabel 7. Hierbij is uitgegaan van de meest verkochte auto per klasse in 2019, op basis van (CE Delft, 2020a). De auto's met een verbrandingsmotor binnen STREAM en de elektrische auto binnen Ecoinvent komen allemaal overeen met een klasse C-auto.

Tabel 7 - Verschillende autoklassen met hun gewicht en een voorbeeld

Klasse	Gewicht (kg, leeg)	Gewicht in relatie tot klasse C	Auto voorbeeld (meest verkocht in 2019)	Bron gewicht
Klasse A	815	62%	Toyota Aygo	AutoRai: TOYOTA AYGO 2014 1.0 VVT-I
Klasse B	1.005	76%	Volkswagen Polo	AutoRai: VOLKSWAGEN POLO 2017 1.0 MPI 65 PK
Klasse C	1.322	100%	Ford Focus	AutoRai: FORD FOCUS 2018 1.0 ECOBOOST 74 KW
Klasse D+	1.470	111%	BMW 3	AutoRai: BMW 3 SERIE 2019 320i

Er wordt daarnaast onderscheid gemaakt tussen de brandstoftypen benzine, diesel, LPG en elektrisch. De gebruikte proceskaarten zijn weergegeven in Tabel 8. Voor overige auto's, zoals bijvoorbeeld hybride modellen, is momenteel geen complete informatie beschikbaar die binnen deze studie toepasbaar zijn.

Tabel 8 - Gebruikte proceskaart autogebruik per brandstoftype

Brandstoftype	Proceskaart	Database
Benzine	Auto, gemiddelde brandstof, per reizigerskm	STREAM*
Diesel	Auto, gemiddelde brandstof, per reizigerskm	STREAM*
LPG	Auto, gemiddelde brandstof, per reizigerskm	STREAM*
Elektrisch	Transport, passenger car, electric {GLO} processing Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland	Ecoinvent 3.5 cut-off Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)**

* Binnen STREAM is de impact van een gemiddelde auto met een verbrandingsmotor berekend (65% benzine, 31% diesel, 3% LPG). Deze proceskaart kan per brandstoftype worden aangepast.

** Gemiddelde impact van een elektrische auto, gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit op basis van CE Delft (2020b).

In STREAM en Ecoinvent is per kilometer berekend wat de impact van autogebruik is. Alle impacts zijn op basis van LCA data, wat betekent dat de impact van de gehele keten is meegenomen. Dit omvat:

- de impact van brandstof/energieverbruik;
- de impact van de autoproductie;
- de impact van onderhoud en infrastructuur.

Voor de verdieping van de top 10 zijn bovenstaande impacts per autoklasse en brandstoftype los van elkaar berekend. Zo kan er apart worden berekend wat de impact van brandstofverbruik per klasse auto en klasse brandstof is en wat de impact van de leeftijd van de auto is. Voor elektrisch rijden is uitgegaan van de meeste up-to-date Emissiekentallen elektriciteit in Nederland (CE Delft, 2020b).

Indien gewenst, kan met de data uit deze studie de impact van een gemiddelde auto in Nederland worden berekend. In Nederland rijdt 65% van de auto's op benzine, 31% op diesel en 3% op LPG. Een klasse C-auto is daarbij representatief voor een gemiddelde auto (CE Delft, 2014c).

Bij de verdieping van de top 10 is echter gerekend met één passagier. Hiervoor is gekozen, omdat de impact van een auto per kilometer voor één passagier gemakkelijk te schalen is. Het is aan TBAN om te bepalen of gebruikers van de tool aan kunnen geven met hoeveel personen ze gemiddeld in een auto zitten, een gemiddelde bezettingsgraad moeten gebruiken of hiertussen kunnen kiezen. De gemiddelde bezettingsgraad van een auto is 1,39 passagiers per auto volgens STREAM (CE Delft, 2014c).

6.1.1 Gebruik auto

De impact van het gebruik van een auto is binnen STREAM en Ecoinvent per kilometer al berekend voor gemiddelde auto's per brandstoftype en is gerelateerd aan het brandstofverbruik (productie en verbranding). Het onderscheid in klasse is nog niet gemaakt binnen de beschikbare data, dus dit wordt binnen deze studie nog gedaan. Dit onderscheid wordt beperkt tot de CO₂-uitstoot van de auto's, gerelateerd aan het gemiddelde brandstofverbruik per autoklasse. Overige uitstoot zoals NO_x, fijnstof en SO₂ is hoofdzakelijk geassocieerd met de katalysatoren in auto's die gelijk zijn voor alle autoklassen.

In Tabel 9 is het verbruik van brandstof/energie per autoklasse weergegeven voor de verschillende brandstoffen. Hierbij is er voor het verbruik van LPG uitgegaan van CNG, aangezien LPG niet mee was genomen binnen de studie van CE Delft (2020a). Voor klasse A is geen verbruik bekend voor diesel en elektrisch, aangezien dergelijke auto's niet geproduceerd zijn voor de Nederlandse markt in 2019. Hiervoor is daarom uitgegaan van het verbruik van klasse B.

Tabel 9 - Gewogen gemiddelde brandstofverbruik per autoklasse voor verschillende brandstoffen, per 100 kilometer

Klasse	Benzine (liter)	Diesel (liter)	LPG (o.b.v. CNG) (liter)	Elektrisch (kWh)
Klasse A	5,30	4,89 (klasse B)	5,74	18,31 (klasse B)
Klasse B	6,02	4,89	5,81	18,31
Klasse C	6,69	5,09	6,35	19,90
Klasse D+	7,49	5,51	7,43	18,11

Bron: (CE Delft, 2020a), top 3 verbruik.



Aangezien de gemiddelde auto's binnen STREAM en Ecoinvent beide klasse C-auto's zijn, is op basis van het procentuele verschil in brandstofverbruik met andere klassen de brandstofproductie en CO₂-uitstoot van de verbranding berekend voor de overige klassen. Dit is weergegeven in Tabel 10. Opvallend hierbij is dat elektrische auto's in klasse D of hoger minder verbruiken dan klasse C. Dit ligt mogelijk aan het feit dat de meeste elektrische auto's binnen klasse C vallen, waar er van klasse D-verbruik maar één model bekend was binnen de studie van CE Delft (2020a).

Tabel 10 - Verschil gewogen gemiddelde brandstofverbruik per autoklasse voor verschillende brandstoffen, per 100 kilometer

Klasse	Benzine (%)	Diesel (%)	LPG (o.b.v. CNG) (%)	Elektrisch (%)
Klasse A	79	96	90	92
Klasse B	90	96	91	92
Klasse C	100	100	100	100
Klasse D+	112	108	117	91

6.1.2 Productie auto

De impact van autoproduktie vindt plaats voordat de auto wordt gebruikt. Om de impact van de autoproduktie per afgelegde kilometer te berekenen, moet deze impact daarom worden verdeeld over verschillende jaren en kilometers. Dit is binnen STREAM en Ecoinvent al gedaan.

In Tabel 7 zijn de gewichten van de meest verkochte auto's per klasse in 2019 weergegeven op basis van de studie van CE Delft (2020a). De impact van de autoproduktie van klasse A, B en D of hoger zijn gebaseerd op het verschil in gewicht tussen de auto's, weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - Verschil in gewicht autoklassen, ten opzichte van klasse C

Klasse	Gewicht (kg, leeg)	Gewicht in relatie tot klasse C
Klasse A	815	62%
Klasse B	1.005	76%
Klasse C	1.322	100%
Klasse D+	1.470	111%

6.1.3 Invloed leeftijd auto

Wanneer een tweedehands auto wordt gekocht, hoeft geen gloednieuwe auto geproduceerd te worden voor de nieuwe eigenaar. Het alloceren van de gehele productie-impact naar de eerste eigenaar is echter niet realistisch, aangezien auto's vrijwel altijd meer dan één eigenaar hebben gedurende hun levensduur.

Om de productie-impact van een auto te verdelen over diens verschillende eigenaren, kan worden gekeken naar de afschrijftijd. Een auto wordt gemiddeld gezien na 14 jaar afgeschreven volgens experts binnen CE Delft. Aangezien het onbekend is wat de exacte afschrijving is aan het begin en eind van de afschrijftijd van een auto, wordt er binnen deze studie uitgegaan van een lineaire afschrijving. In realiteit zal er in de eerste jaren meer afschrijving zijn dan in latere jaren en zal een verbrandingsmotor langzaam minder efficiënt worden. Dit verschilt echter ook weer per automerk en type. Bij de lineaire

afschrijving wordt er daarom vanuit gegaan dat de initiële hogere waarde en de latere efficiëntievermindering van de motor elkaar compenseren. Zo is het mogelijk om tot een gemiddelde afschrijving te komen.

De impact van autoproduktie uit STREAM en Ecoinvent is de gemiddelde impact per afgelegde kilometer. Met een lineaire afschrijving is dit een auto van 7 jaar oud. Een jongere auto heeft per afgelegde kilometer een hogere impact geassocieerd met diens produktie, terwijl een oudere auto per afgelegde kilometer een lagere impact heeft geassocieerd met diens produktie. Met een afschrijftijd van 14 jaar kan de milieu-impact van de autoproduktie economisch gealloceerd worden op basis van de leeftijd van de auto. Hierbij wordt uitgegaan van een gemiddelde kostprijs van € 25.000 voor een nieuwe auto (Gemiddelden.nl, 2020). Dit is weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - Verdeling van de impact van autoproduktie per kilometer, op basis van economische afschrijving

Leeftijd auto (jaar)	Kostprijs (euro)	Impactfactor ten opzichte van gemiddelde impact per kilometer (%)
0	25.000	188
1	23.333	175
2	21.667	163
3	20.000	150
4	18.333	138
5	16.667	125
6	15.000	113
7	13.333	100 (gemiddelde gedurende 14 jaar afschrijving)
8	11.667	88
9	10.000	75
10	8.333	63
11	6.667	50
12	5.000	38
13	3.333	25
14	1.667	13
15	0	0

6.1.4 Impact onderhoud en infrastructuur

De impact van het onderhoud en de infrastructuur (wegennet) is per type brandstof gedefinieerd, op basis van STREAM voor verbrandingsmotoren en op basis van Ecoinvent voor een elektrische auto. Er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende klassen, aangezien het onderhoud en de infrastructuur niet direct aan het gewicht of klasse van de auto te relateren is. De beschikbare data voor onderhoud en infrastructuur zijn algemene gemiddelden.

6.1.5 Variabelen bij indicatoren voor milieu-impact van auto

De indicatoren zijn berekend voor een auto met één inzittende. Als er bijna altijd met meer dan één inzittende wordt gereden, of als het een deelauto betreft, kan de impact hier lineair voor worden aangepast. Met een auto waar bijna altijd twee mensen in zitten of een deelauto die door twee mensen wordt gedeeld, kan de impact van de autoproduktie per kilometer per persoon berekend worden door de totale impact door twee te delen.

Bij de indicatoren is de impact van onderhoud en infrastructuur voor de vier verschillende brandstoftypen weergegeven.

Door de impact van de autoproductie per kilometer te vermenigvuldigen met de impactfactor in Tabel 12, is vast te stellen wat de impact van een auto met een specifieke leeftijd is voor het jaar van gebruik. Hoe ouder een auto is, hoe lager de relatieve impact. De totale productie-impact van de auto wordt bereikt na 15 jaar gebruik, door alle jaren bij elkaar op te tellen. Als iemand een tweedehands auto heeft gekocht, kan diegene starten met tellen vanaf de autoleeftijd op het moment van aanschaf. De impact voor die tijd is voor rekening van de vorige eigenaar of eigenaren.

6.2 Openbaar vervoer

Voor de impact van openbaar vervoer is gebruik gemaakt van STREAM (CE Delft, 2014c). Hierbij is voor elektrisch vervoer een aanpassing gemaakt, door de elektriciteitsmix te baseren op de meeste up-to-date emissiekentallen elektriciteit in Nederland (CE Delft, 2020b). De gebruikte proceskaarten zijn weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13 - Gebruikte database proceskaarten voor OV

Vervoertype	Proceskaart	Database
Bus	Bus (OV), diesel, per reizigerskm	STREAM
Metro	Metro, per reizigerskm Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland*	STREAM Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)
Tram	Tram, per reizigerskm Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland*	STREAM Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)
Trein	Trein, gemiddeld type, per reizigerskm Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland**	STREAM Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)

* Gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit o.b.v. CE Delft (2020b).

** Gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit o.b.v. CE Delft (2020b). 90% is de gemiddelde elektriciteitsmix, 10% is pure Nederlandse wind.

6.3 Vliegtuig

Voor de impact van vliegen is gebruik gemaakt van STREAM (CE Delft, 2014c). Binnen STREAM worden drie verschillende afstandstypen gedefinieerd:

1. Korte afstand (650-1.350 km).
2. Middellange afstand (900-1.700 km).
3. Lange afstand (>3.000 km).

De gegevens uit STREAM zijn overgenomen in deze studie Tabel 14. Hierbij is in aanvulling op STREAM onderscheid te maken tussen gevloggen kilometers en landen/stijgen.

Tabel 14 - Gebruikte proceskaart voor vliegtuig per afstandstype*

Afstandstype	Proceskaart	Database
Vliegtuig, korte afstand	Vliegtuig, korte afstand, per reizigerskm	STREAM
Vliegtuig, middellange afstand	Vliegtuig, middellange afstand, per reizigerskm	STREAM
Vliegtuig, lange afstand	Vliegtuig, lange afstand, per reizigerskm	STREAM

* Op basis van een gemiddeld vliegtuig.

Landen en stijgen staat binnen STREAM aangegeven als de ‘Landing-and-take-off-cyclus’ (LTO). Deze cyclus is binnen deze studie per vlucht berekend voor de drie verschillende afstanden. De gemiddelde impact per afgelegde kilometer is ook apart gemodelleerd, zodat deze los kan worden berekend van de LTO.

TBAN kan eventueel de afgelegde kilometers vertalen naar vliegrekken. Hierbij ontstaat een grote onzekerheid, aangezien vliegrekken zeer afhankelijk zijn van onder andere windsnelheden, weersomstandigheden, bestemmingen en tussenstops. Op (Schiphol, 2020) is meer informatie te vinden over de gemiddelde snelheid van vliegtuigen (km/h), op basis waarvan de afgelegde kilometers kunnen worden vertaald naar vliegrekken. In Tabel 15 is een overzicht gegeven van vliegtuigen die het beste overeenkomen met de vliegtuigen in STREAM voor korte, middellange en lange afstanden.

Tabel 15 - Representatieve vliegtuigmodellen voor korte, middellange en lange afstand

Afstandstype	Vliegtuig op Schiphol
Korte afstand	Embraer 190
Middellange afstand	Boeing 737
Lange afstand	Boeing 777

Bron: (Schiphol, 2020).

Bij de indicatoren in de separate spreadsheet zijn de vliegkilometers per kilometer berekend en de LTO per keer dat er in een reis is geland. Dit houdt in dat bij een vlucht met één tussenstop (twee keer opstijgen, twee keer landen) de impact van de LTO moet worden verdubbeld.

6.4 Bronnen

De indicatoren voor autovervoer zijn berekend op basis van de volgende bronnen:

- STREAM personenvervoer data van CE Delft (2014c).
- Recente verbruiksdata van CE Delft (2020a).
- Ecoinvent 3.5 cut-off (o.a. voor elektrische auto).
- (Gemiddelden.nl, 2020) (voor de gemiddelde kostprijs).

De indicatoren voor openbaar vervoer zijn berekend op basis van de volgende bronnen:

- STREAM personenvervoer data van CE Delft (2014c).
- De elektriciteitsmix is gebaseerd op de meeste up-to-date emissiekentallen elektriciteit in Nederland (CE Delft, 2020b).

De indicatoren voor vliegvervoer zijn berekend op basis van de volgende bronnen:

- STREAM personenvervoer data van CE Delft (2014c).

7 Wonen

De impact van wonen bestaat uit energieverbruik en de bouw van de woning zelf. Deze onderdelen zijn daarom in kaart gebracht.

7.1 Energie

Op het gebied van energie is er gekeken naar elektriciteitsbronnen en warmtebronnen. Deze bronnen zijn gedefinieerd per kWh, MJ of m³, zodat hiermee in de tool kan worden geschaald.

TBAN zou zelf de verbruiken per woningtype en hoeveelheid bewoners kunnen definiëren. In combinatie met de impacts per energie-eenheid is dan aan te geven wat de impact per woningtype en hoeveelheid bewoners ongeveer is. Informatie ter ondersteuning hiervan is te vinden op Milieu Centraal (Milieucentraal, 2020). Hier is ook aangegeven wat de invloed van energielabels is.

7.1.1 Elektriciteit

De impact van de gemiddelde elektriciteitsmix in Nederland per kWh is gebaseerd op het CE Onderzoek Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b), waarbij zowel directe als indirecte emissies worden meegenomen. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van Ecoinvent 3.5 cut-off proceskaarten. Dit is weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16 - Opbouw gemiddelde elektriciteit in Nederland

Energiebron	Aandeel (%)
Aardgas	50,6
Kolen	24,0
Overig fossiel	3,4
Nucleair	3,2
Wind	9,3
Zon	2,9
Waterkracht	0,0
Biomassa	4,2
Overig	2,4

Bron: (CE Delft, 2020b).

Naast de gemiddelde elektriciteitsmix is ook elektriciteit van persoonlijke zonnepanelen bijgevoegd, op basis van de data uit Emissiekengetallen elektriciteit (CE Delft, 2020b). Dit betreft zonnepanelen die op de eigen woning liggen. Omdat pv-panelen moeten worden geproduceerd, bevat deze vorm van elektriciteit een kleine milieu-impact per kWh.

7.1.2 Warmte

Voor warmtebronnen is uitgegaan van Ecoinvent 3.5 cut-off proceskaarten en de Nationale Milieudatabase 3.1 (NMD). De NMD 3.1 is een Nederlandse database voor de bouw, waarin op basis van Ecoinvent veel proceskaarten zijn opgezet specifiek voor de Nederlandse situatie. In Bijlage C, Tabel 24, worden de gekozen proceskaarten benoemd.

7.2 Woning

Om de impact van een woning per jaar gebruik vast te stellen is de gemiddelde levensduur van woningen bepaald. Daarnaast is de impact per m² berekend voor vier algemene woningtypen, zodat de woningimpact van elk type en afmeting woning kan worden berekend.

7.2.1 Levensduur woning

Het inschatten van de gemiddelde levensduur van een woning is uitdagend. Een woning wordt immers voor onbepaalde tijd gebouwd en kan in principe honderden jaren worden gebruikt. Naoorlogse woningen hebben bijvoorbeeld over het algemeen kortere levensduren dan historische panden. Zo worden in Amsterdam momenteel woningen uit de jaren 50 gesloopt (levensduur van zo'n 60 jaar), terwijl in de binnenstad vele honderden woningen uit de 17^e en zelfs 16^e eeuw zeer gewild zijn (levensduur van ten minste 400 jaar). Dat het uitdagend is om de gemiddelde levensduur van een woning vast te stellen is ook te zien bij een vragenlijst onder bouwers, corporaties, beleggers en aannemers uit 2008. Hierin worden levensduren van woningen op 55 tot 500 jaar ingeschat (Business Insider, 2018). Om toch met een levensduur te werken, wordt de gemiddelde levensduur die uit de vragenlijst onder bouwers, corporaties, beleggers en aannemers naar bovenkwam aangehouden: 120 jaar.

Veel huizen gaan langer mee, aangezien huizen tegenwoordig zonder voor een onbepaalde tijd worden gebouwd. Huizen die minder lang mee gaan (na-oorlogse bouw tussen 1950 en 1980) bevatten daarnaast over het algemeen minder materiaal, aangezien deze zo snel en goedkoop mogelijk zijn gebouwd. Door een levensduur van 120 jaar aan te houden valt de impact van de bouw zelf waarschijnlijk over de gehele levensduur hoger uit dan de realiteit. Er wordt echter aangenomen dat dit wordt gecompenseerd door de bijkomende impact van verbouwingen gedurende de levensduur van een woning. Op die manier kan gewerkt worden met een levensduur van 120 jaar.

7.2.2 Milieu-impact woning per m²

Net als het vaststellen van de levensduur van een woning, is het berekenen van de milieu-impact van een enkele woning ook uitdagend. Bij de vorige top 10 is dit zeer grof top-down benaderd met informatie over de totale impact van de bouwsector voor woningen voor één specifiek jaar. De onzekerheid van deze getallen was zeer groot, aangezien er naar alle woningen gebouwd in één specifiek jaar werd gekeken, wat vervolgens vertaald is naar een grove inschatting van de klimaatimpact en overige milieu-impact op basis van de gemiddelde impact van de Nederlandse bouw in 2010 per uitgegeven euro. Deze brede en top-down benadering paste in de context van dat project. Voor de verdieping in deze studie wordt echter een bottom-up benadering aangehouden, waarbij naar de impact van één woning wordt gekeken, ongeacht hoeveel woningen er in één jaar gebouwd worden. Zo is de impact representatief voor één enkele woning over diens gehele levensduur, in plaats van voor de uitbreiding van het woningaanbod gedurende één specifiek jaar.

De milieu-impact van vier typen woningen is gebaseerd op de MPGCalc V1.2 tool. Deze tool wordt door bouwontwikkelaars gebruikt om de milieu-impact van woningen en gebouwen te berekenen. De rekenmethode in de tool (SBK-CML) wijkt helaas af van de ReCiPe-rekenmethode. De data kan daarom niet direct worden gebruikt. De berekening achter de impactcategorie klimaatverandering zijn in de SBK-CML en ReCiPe-methode wel gelijk, dus op basis van deze impactcategorie is het wel mogelijk om de impacts uit MPGCalc te vertalen naar een Ecoinvent-proceskaart die is doorgerekend met ReCiPe (Tabel 17).



Tabel 17 - Gebruikte proceskaart woning

Woning	Proceskaart	Database	Toelichting
Gemiddelde woning	Building, multi-storey {RER} construction Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Enige beschikbare woning in databases

In MPGCalc is de klimaatimpact van meerdere type woningen gedefinieerd. Dit is weer-gegeven in Tabel 18 voor de totale klimaatimpact van de verschillende woningen, de klimaatimpact per m² woonoppervlak en de klimaatimpact per m² woonoppervlak per jaar.

De vier typen woningen kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

- tussenwoning basis: rijtjeshuis of appartement voor 1990;
- tussenwoning duurzaam: rijtjeshuis of appartement na 1990;
- vrijstaande woning basis: vrijstaande woning of twee-onder-één-kap voor 1990;
- vrijstaande woning duurzaam: vrijstaande woning of twee-onder-één-kap na 1990.

Tabel 18 - Klimaatimpact verschillende woningen per m² per jaar (kg CO₂-eq.), levensduur woning van 120 jaar

Type woning	kg CO ₂ -eq. totaal	kg CO ₂ per m ²	kg CO ₂ per m ² per jaar
Tussenwoning basis	50.253,00	357,09	2,98
Tussenwoning duurzaam	42.833,70	309,13	2,58
Vrijstaande woning basis	61.548,80	436,45	3,64
Vrijstaande woning duurzaam	54.485,40	389,75	3,25

De klimaatimpact kan vervolgens worden vertaald naar een proceskaart van een woning-eenheid (per m³) uit Ecoinvent. Eén woningeenheid in de Ecoinvent-proceskaart heeft een klimaatimpact van 268 kg CO₂-eq. Door deze waarde te schalen naar de klimaatimpact per m² woning voor de woningen in Tabel 18, kan vast worden gesteld hoeveel van de proceskaart toegepast kan worden per woningtype. Dit is weergegeven in Tabel 19.

Tabel 19 - Hoeveelheid Ecoinvent woning proceskaart benodigd per m² van de verschillende huizentypes

Type woning	Benodigde hoeveelheid van de Ecoinvent woning proceskaart per m ²
Tussenwoning basis	1,33
Tussenwoning duurzaam	1,15
Vrijstaande woning basis	1,63
Vrijstaande woning duurzaam	1,45

7.2.3 Totale impact woning berekenen

Om de impact van de woning te berekenen, moet de impact per m² worden vermenigvuldigd met het oppervlak van het huis. Om vervolgens de jaarlijkse impact van het huis weer te geven, moet de totale impact worden gedeeld door de levensduur van 120 jaar. Het resultaat is een benadering van de impact van een woning per jaar. Indien een huis een langere levensduur dan 120 jaar heeft, zou dit aan kunnen worden gegeven in de tool.

7.3 Badkamer

De categorie *Badkamer* bestaat uit de impact voor:

- watergebruik;
- gas- en elektriciteitsgebruik voor de verwarming van water;
- gebruik van badkamerartikelen.

In de vorige versie van de top 10 heeft CE Delft de milieubelasting door badkamerproducten berekend. De totale milieubelasting komt uit op 1,1 Pt. Zie ook Bijlage B (afkomstig uit top 10 versie 2018).

Ten opzichte van de andere elementen scoort badkamergebruik zeer laag.

7.4 Bronnen

De indicatoren voor wonen zijn berekend op basis van de volgende bronnen:

- Onderzoek Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b).
- Ecoinvent 3.5 cut-off proceskaarten en de Nationale Milieudatabase 3.1 (NMD) (warmte).
- Vragenlijst onder bouwers, corporaties, beleggers en aannemers (levensduur woning).
- MPGCalc V1.2 tool (woningen).

8 Textiel & kleding

Om de impact van textiel en kleding te berekenen is gebruik gemaakt van data afkomstig van een studie van CE Delft naar de impact van textiel (CE Delft, 2015). Deze data is ook gebruikt bij de vorige top 10. Om beter aan te sluiten op de huidige situatie, is de achtergronddata uit Ecoinvent cut-off-database binnen het model van CE Delft (2015) voor de top 10-studie wel geüpdatet naar versie 3.5.

De verschillende vormen van textiel die beschikbaar zijn binnen CE Delft (2015) zijn in Tabel 20 weergegeven. De impact van alle verschillende soorten textielmaterialen omvat ook de verwerking tot textiel (doeken).

Tabel 20 - Verschillende soorten textielmaterialen, bewerkt en verwerkt tot textiel

Stof	Toelichting
Wol	Groei en scheren schapen, bewerken en verwerken vacht tot wol
Katoen	Verbouwen, oogsten, bewerken en verwerken katoen tot textiel
Spijkerstof	Verbouwen, oogsten, bewerken en verwerken katoen tot spijkerstof
Gerecycled katoen	Bewerken oud katoen tot nieuwe vezels en verwerken tot textiel
Linnen	Verbouwen, oogsten, bewerken en verwerken vlas tot textiel
Leer	Groei en slacht koeien, bewerken en verwerken huid tot leer
Hennep	Verbouwen, oogsten, bewerken en verwerken hennep tot textiel
Viscose	Productie van viscose uit cellulose en verwerking tot textiel
Tencel	Productie van Tencel uit houtpulp en verwerking tot textiel
Bioplastic	Productie van polylactide granulaat uit mais en verwerking tot textiel
Acryl	Productie van polyacryl en verwerking tot textiel
PVC	Productie van PVC en verwerking tot textiel
Elastaan	Productie van elastaan en verwerking tot textiel
Polyester	Productie van polyester granulaat en verwerking tot textiel
Gerecycled polyester	Bewerken oude PET-flessen tot granulaat en verwerken tot textiel
Polyamide	Productie van polyamide granulaat en verwerking tot textiel

Bron: (CE Delft, 2015).

8.1 Kleding

Om de impact van kleding te kunnen berekenen, moet het gewicht van verschillende typen kleding worden vastgesteld. Op basis van het gewicht van twaalf kledingstukken CE Delft (2015, p. 45) is het gemiddelde gewicht van een broek, trui, T-shirt en overhemd vastgesteld per materiaalsoort. In Tabel 21 zijn de berekende gewichten van verschillende soorten textiel per kledingstuk weergegeven. Enkele weinig voorkomende combinaties van kleding en textiel zijn niet meegenomen, zoals spijkerstof truien of leren T-shirts. In Bijlage C, Tabel 25 staan de aannames die zijn gebruikt voor de berekening van het gewicht van verschillende soorten textiel per kledingstuk.

Tabel 21 - Gewicht in gram van verschillende soorten textiel, per kledingstuk

Textielsoort	Broek	Trui	T-shirt	Overhemd
Wol	335	418	89	132
Katoen	472	708	150	224
Spijkerstof	636	X	X	302
Gerecycled katoen	472	708	150	224
Linnen	339	X	108	161
Leer	1.800	X	X	X
Hennep	636	953	202	96
Viscose	636	953	202	96
Tencel	636	953	202	96
Bioplastic	442	840	178	266
Acryl	442	840	178	266
PVC	442	840	178	266
Elastaan	442	840	178	266
Polyester	442	840	178	266
Gerecycled polyester	442	840	178	266
Polyamide	442	840	178	266

Door het gewicht per kledingsoort en textielsoort met elkaar te vermenigvuldigen met de milieu-impact per kilogram textiel, is de milieu-impact van elk kledingstuk voor elke soort textiel berekend.

In de top 10 is ook het energieverbruik voor wassen en drogen meegenomen.

8.2 Tweedehands kleding

Het hangt sterk van het gedrag van de consument af hoe lang een kledingstuk meegaat, waarbij zowel het kopen als doorverkopen of repareren van kleding een bewuste keus is. De impact van de productie van kleding wordt in de top 10 volledig toegeschreven aan de eerste gebruiker. We gaan er dan vanuit dat de eigenaar deze kleding na gebruik weggooit. Als de eigenaar de kleding doorverkoopt of naar een kringloopwinkel brengt, kan de impact voor 75% worden toegeschreven aan de eerste eigenaar en voor 25% naar de tweede eigenaar.

Kleding wordt niet vanzelfsprekend doorverkocht, maar wordt vaak weggegooid. Sterker nog, van de 40 kledingstukken die gemiddeld elk jaar per persoon worden weggegooid, worden er maar negen doorverkocht in de tweedehands markt (Maldini, et al., 2017). Er is dus geen sprake van een volwaardige marktwerking, zoals bij auto's het geval is (Paragraaf 6.1). Daarom is voor een verdeling gekozen die aansluit bij spullen (Hoofdstuk 4).

8.3 Bronnen

De indicatoren voor *Kleding & textiel* zijn berekend op basis van (CE Delft, 2015).

9 Internet & streamen

Het vaststellen van de impact van internet en streamen is uitdagend, aangezien datacenters weinig tot geen informatie delen over het dataverbruik in verband met de privacy van hun klanten². De impact is daarom voor deze studie grof benaderd vanuit beschikbare data.

9.1 Impact dataverbruik

Nederland is koploper op het gebied van internetgebruik. Waar binnen de 28 EU-landen gemiddeld 87% van de bevolking is aangesloten op het internet en 81% dagelijks online is te vinden, is dit in Nederland respectievelijk 98% en 94% (CBS, 2018).

In 2019 verbruikten Nederlandse datacenters 1.391 MWh aan elektriciteit (Dutch Data Center Association, 2020). Omdat Nederland op het gebied van data een distributieland is, kan dit verbruik echter niet direct worden gerelateerd aan het verbruik van data in Nederland. Aangezien verreweg de meeste data verbruikt wordt door streamen van video³, is daar voornamelijk naar gekeken. Eén uur streamen van video kost volgens Netflix 0,0013 kWh. Hieronder valt het energieverbruik van de data- en content servers, het distributienet en de router (Netflix, 2015). Met name het energieverbruik van de data- en content servers zijn verantwoordelijk voor dit energieverbruik (Malmodin, et al., 2012). Per uur streamen wordt ongeveer 0,7 gigabyte aan data verbruikt bij standaard kwaliteit. Bij HD streamen wordt er tot 3 gigabyte aan data verbruikt en bij Ultra HD streamen tot 7 gigabyte per uur (Netflix, 2020).

Op basis van bovenstaande gegevens is vastgesteld dat het energieverbruik per gigabyte 0,0019 kWh is. Dit energieverbruik is gemodelleerd met de Nederlandse elektriciteitsmix op basis van CE Delft (2020b) voor streamen met standaard kwaliteit, HD en Ultra HD.

9.2 Gemiddeld verbruik data

Over het gemiddelde dataverbruik per persoon in Nederland is nog niet veel bekend. Er zijn wel inschattingen, maar niet genoeg om een gemiddelde vast te stellen. Voor West-Europa was het gemiddelde dataverbruik per persoon in 2019 115,2 gigabyte per jaar (Cisco, 2020). In Amerika verbruikte een gemiddeld gezin zo'n 190 gigabyte per maand (iGR, 2016).

9.3 Bronnen

De indicatoren voor internet en streamen zijn berekend op basis van de volgende bronnen:

- CBS (2018).
- Dutch Data Center Association (2020).
- Netflix (2015).
- Malmodin, et al. (2012).
- CE Delft (2020b).
- Cisco (2020).
- iGR (2016).

² Telefonisch contact met een beleidsmedewerker van de Dutch Data Center Association op 31 maart 2020.

³ E-mail contact met beleidsmedewerker van de Dutch Data Center Association op 1 april 2020.



Bibliografie

- Blonk Consultants, 2017. *Agri-footprint version 4.0*. Gouda: Blonk Consultants.
- Business Insider, 2018. *Wat is de levensduur van je huis?*. [Online]
Available at: <https://www.businessinsider.nl/levensduur-woning-huis-fundering/>
- CBS, 2017. *Consumptie; goederen- en dienstencategorieën, nationale rekeningen*. [Online]
Available at:
<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84093NED/table?searchKeywords=energie>
- CBS, 2018. *The Netherlands leads Europe in internet access*. [Online]
Available at: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/05/nederland-koploper-in-europa-met-internettoegang>
[Accessed 6 April 2020].
- CBS, 2019. *Trends in Nederland 2018. Maatschappij, cijfers - bevolking*. [Online]
Available at: <https://longreads.cbs.nl/trends18/maatschappij/cijfers/bevolking/>
[Accessed 31 maart 2020].
- CBS, 2020a. *Vleesproductie; aantal slachtingen en geslacht gewicht per diersoort*. [Online]
Available at:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7123slac/table?fromstatweb>
- CBS, 2020b. *Trends in Nederland 2019. Maatschappij - Cijfers, Bevolking*. [Online]
Available at: <https://longreads.cbs.nl/trends19/maatschappij/cijfers/bevolking/>
[Accessed maart 31 2020].
- CE Delft, 2011. *Nederland importland : Landgebruik en emissies van grondstoffen (herziene versie)*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2012a. *Milieu-effecten van eiwitconsumptie en productie in Nederland*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2012b. *Questionmark database*. s.l.:s.n.
- CE Delft, 2014a. *Benchmark Biodiversiteit, De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren en bedrijven Rapport Delft*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2014b. *Energiegebruik Nederlandse commerciële datacenters*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2014c. *STREAM personenvervoer 2014 : Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten : emissiekentallen 2011*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2015. *Milieu-informatie textiel*. Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2018. *Top 10 milieubelasting*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2019. *The environmental benefit of Marktplaats trading*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2020a. *Review methodologie Program Support Action Fuel Price Comparison Prijsberekening*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2020b. *Emissiekentallen elektriciteit*. s.l.:s.n.
- CE Delft, 2020c. *CE Generic data (de interne voedseldatabase van CE Delft)*, Delft: CE Delft.
- Cederberg, C., Meyer, D. & Flysjö, A., 2009. *Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production*, Göteborg: SIK Institutet för livsmedel och bioteknik.
- Cisco, 2020. *Cisco Annual Internet Report Highlights Tool*. [Online]
Available at: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/air-highlights.html#>
[Accessed 11 februari 2020].
- Dekker, E. et al., 2019. A taste of the new ReCiPe for life cycle assessment: consequences. *he International Journal of Life Cycle Assessment*, pp. 1-10.
- Dutch Data Center Association, 2020. *Dutch Data Center Report 2019 - State of the Dutch Data Centers*, s.l.: Dutch Data Center Association.
- Ecoinvent, 2018. *Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification*. sl:sn



Gemiddelden.nl, 2020. *Gemiddelde prijs auto in Nederland*. [Online]
Available at: <https://gemiddelden.nl/prijzen/gemiddelde-prijs-van-een-auto/>

iGR, 2016. *U.S. Home Broadband and Wi-Fi Usage Forecast, 2015-2020: Increasing Usage in the Home*. [Online]
Available at: https://igr-inc.com/advisory-subscription-services/wireless-mobile-landscape/us_home_broadband_wifi_forecast_2020.asp
[Accessed 6 April 2020].

Maldini, I. et al., 2017. *Measuring the Dutch clothing mountain: data for sustainability-oriented studies and actions in the apparel sector*. Amsterdam: Publishing Lab.

Malmodin, J., Lundén, D., Nilsson, M. & Andersson, G., 2012. LCA of data transmission and IP core networks. *2012 Electronics Goes Green 2012+*, Issue September, pp. 1-6.

Milieucentraal, 2020. *Gemiddeld energieverbruik*. [Online]
Available at: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/#gemiddeld-energieverbruik-verschilt-per-huis-en-aantal-bewoners>

Netflix, 2015. *Netflix Streaming – More Energy Efficient than Breathing*. [Online]
Available at: <https://netflixtechblog.com/netflix-streaming-more-energy-efficient-than-breathing-57658d47b9fd>
[Accessed 6 April 2020].

Netflix, 2020. *Hoe kan ik het datagebruik van Netflix beheersen?*. [Online]
Available at: <https://help.netflix.com/nl/node/87>
[Accessed 31 maart 2020].

RIVM, 2019. *Milieubelasting voedingsmiddelen; levenscyclus, productgroep*. [Online]
Available at: <https://statline.rivm.nl/#/RIVM/nl/dataset/50060NED/table>
[Geopend 23 April 2019].

Schiphol, 2020. *Zo hoog en snel vliegen ze*. [Online]
Available at: <https://www.schiphol.nl/nl/jjj-en-schiphol/pagina/vijf-vragen-over-vliegtuigen/>

Stichting Bouwkwiteit, 2019. *Nationale Milieudatabase 3.1*. s.l.:s.n.

van der Vorst, T., Brennenraedts, R., Driese, M. & Bekkers, R., 2016. *Beyond fast » How the speed of residential internet access*, Utrecht: NLkabel and Cable Europe.

Wateetnederland.nl, 2020a. *Fruit*. [Online]
Available at: <https://www.wateetnederland.nl/onderwerpen/fruit>

Wateetnederland.nl, 2020b. *Groente*. [Online]
Available at: <https://www.wateetnederland.nl/onderwerpen/groente>

WUR, 2018. *Vleesconsumptie per hoofd van de bevolking in Nederland, 2005-2017*, Wageningen: Wageningen Economic Research, WUR.

A Consumptiepatroon

Het consumptiepatroon dat Babette Porcelijn heeft bepaald voor de top 10 is als volgt samengesteld:

Tabel 22 - Gebruikte waarden voor het berekenen van de top 10 milieu-impact van de gemiddelde Nederlander

Categorie	Gebruik gemiddelde Nederlander (waarden 2019 of eerder)	Eenheid
Spullen	2.000	€/jaar
Auto	7.700	km/jaar
Wonen	55	m ² pp
Vlees	40	kg/jaar
Vliegen	5.500	km/jaar
Ander eten & drinken	3.200	kCal/dag
Kleding & textiel	18	kg/jaar (waarvan 9 overig textiel)
Zuivel & eieren	336	gr/dag
Badkamer	7,5	min/dag douchen
OV	1.450	km/jaar

B Badkamer

Babette Porcelijn heeft CE Delft in 2018 gevraagd om een korte analyse te maken van de milieubelasting van het gebruik van badkamerartikelen.

Babette heeft zelf een schatting gemaakt van de gemiddelde hoeveelheid gebruikte badkamerartikelen per jaar per persoon. CE Delft heeft voor elk van de artikelen die worden gebruikt in de badkamer een inschatting gemaakt van de belangrijkste ingrediënten. Ook is van elk artikel de hoeveelheid en type gebruikte verpakking berekend. Tabel 23 geeft een overzicht van de schattingen voor het jaarlijks verbruik van badkamerproducten en hun verpakkingen.

Tabel 23 - Badkamerproducten - Schattingen gemiddelde hoeveelheden per persoon per jaar

	Schatting jaarlijks gebruik (ml)	Aantal verpakkingen (#)	Gewicht verpakking (gram)	Materiaal verpakking
Parfum	30	0,6	80	Glas
Dagcreme	75	0,5	30	HDPE
Mascara	10	1,3	15	HDPE
Shampoo	1.500	5	40	HDPE
Tandpasta	300	4	25	PE
Douchegel	939	4	40	HDPE
Deodorant	175	2	120	HDPE/glas/aluminium
Zonneproducten	66	0	30	HDPE
Zeep	250	1	10	LDPE/papier
Scheerproducten	64	0	70	HDPE/aluminium

Met bovenstaande gegevens heeft CE Delft de milieubelasting door badkamerproducten berekend: de totale milieubelasting komt uit op 1,1 Pt.

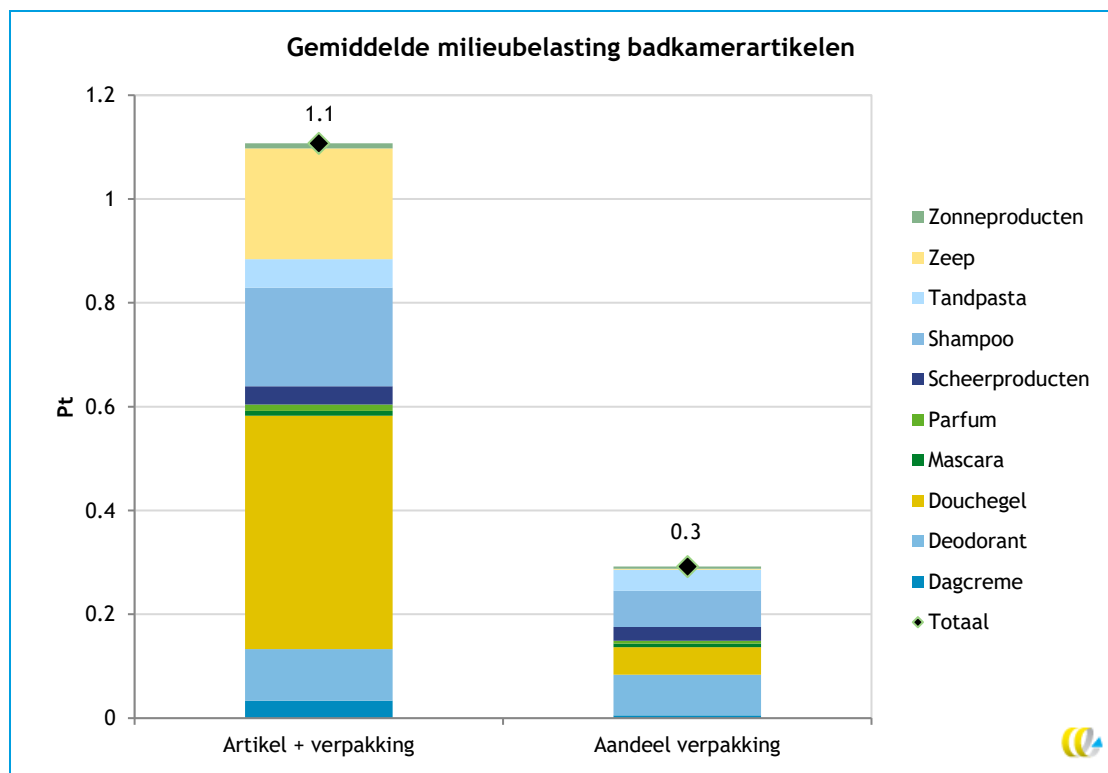
Ten opzichte van de andere elementen scoort badkamergebruik zeer laag. De milieubelasting van watergebruik is 1,8 Pt en dat van elektriciteits- en gasverbruik voor warm water is 19,5 Pt.

De grootste impacts worden veroorzaakt door het gebruik van douchegel (0,45 Pt), shampoo (0,2 Pt) en zeep (0,2 Pt). Dit komt door de relatief grote hoeveelheden van deze producten die jaarlijks door de consument wordt gebruikt en door de palmolie die er vaak in verwerkt is.

Verder vormen de verpakkingen van de badkamerartikelen samen iets minder dan een kwart van de milieu-impact.

De totale milieubelasting door gebruik van badkamerartikelen per persoon per jaar in Nederland is weergegeven in Figuur 3.

Figuur 3 - Milieubelasting gemiddeld gebruik van badkamerartikelen per persoon per jaar in Nederland



C Inventarisatie - data en aannames

Tabel 24 - Gebruikte database proceskaarten voor warmte

Energiebron	Proceskaart	Database	Toelichting
Aardgas	Heat, central or small-scale, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at boiler modulating <100kW Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Impact aardgas op basis van een kleine cv-ketel. Voor aardgas in m ³ is uitgegaan van Nederlands gas met een Lower Heating Value 31,7 MJ/m ³ (Stichting Bouwkwaliiteit, 2019)
Houtkachel	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} heat production, mixed logs, at wood heater 6kW Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Kleinschalige houtkachel. Voor 1 MJ warmte uit een houtkachel is 0,11 kg hout nodig. 1 kg hout levert dus 9,28 MJ warmte.
Warmtenet, aardgas	Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U 0079-fab&Materialisatie warmteopwekking stad/regio, inclusief distributie tot aan huis; per MJ geleverd Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland	Ecoinvent 3.5 cut-off Nationale Milieudatabase 3.1 Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)	Aardgas is gebaseerd op proceskaart 0111 uit de Nationale Milieudatabase 3.1 (Stichting Bouwkwaliiteit, 2019). De infrastructuur van het warmtenet is gebaseerd op proceskaart 0079 uit de Nationale Milieudatabase 3.1 (Stichting Bouwkwaliiteit, 2019), waarbij het elektriciteitsverbruik is gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit o.b.v. CE Delft (2020b).
Warmtenet, geothermie	Electricity, high voltage {DE} electricity production, geothermal Cut-off, U 0079-fab&Materialisatie warmteopwekking stad/regio, inclusief distributie tot aan huis; per MJ geleverd Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland	Ecoinvent 3.5 cut-off Nationale Milieudatabase 3.1 Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)	Geothermie is gebaseerd op geothermie uit elektriciteit in Duitsland (Nederland/Europa niet beschikbaar). Dit is een grove aanname, waarbij de kWh elektriciteit direct vertaald is naar MJ warmte (3,6 MJ/kWh). De infrastructuur van het warmtenet is gebaseerd op proceskaart 0079 uit de Nationale Milieudatabase 3.1 (Stichting Bouwkwaliiteit, 2019), waarbij het elektriciteitsverbruik is gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit o.b.v. CE Delft (2020b).
Warmtenet, restwarmte	0079-fab&Materialisatie warmteopwekking stad/regio, inclusief distributie tot aan huis; per MJ geleverd Gemiddelde elektriciteitsmix Nederland	Nationale Milieudatabase 3.1 Emissiekentallen elektriciteit (CE Delft, 2020b)	Restwarmte heeft geen impact. De infrastructuur van het warmtenet is gebaseerd op proceskaart 0079 uit de Nationale Milieudatabase 3.1 (Stichting Bouwkwaliiteit, 2019), waarbij het elektriciteitsverbruik is gemodelleerd met Nederlandse elektriciteit o.b.v. CE Delft (2020b).
Warmtepomp bodem	Heat, borehole heat pump {Europe without Switzerland} market for floor heating from	Ecoinvent 3.5 cut-off	Proceskaart specifiek voor een warmtepomp met bodemlus.

Energiebron	Proceskaart	Database	Toelichting
	borehole heat pump Cut-off, U		
Warmtepomp lucht	Heat, air-water heat pump 10kW {Europe without Switzerland} market for floor heating from air-water heat pump Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Proceskaart specifiek voor een warmtepomp die warmte uit de lucht haalt.
Zonnecollector	Heat, solar+electric, multiple-dwelling, for hot water {CH} heat production, at hot water tank, solar+electric, flat plate, multiple dwelling Cut-off, U	Ecoinvent 3.5 cut-off	Proceskaart specifiek voor een zonnecollector op een huis. Alleen beschikbaar voor Zwitserland.

Tabel 25 - Aanname berekening gewicht van verschillende soorten textiel, per kledingstuk

Textielsoort	Broek	Trui	T-shirt	Overhemd
Wol	CE Delft (2015)	CE Delft (2015)	O.b.v. verschil trui wol en katoen	O.b.v. verschil trui wol en katoen
Katoen	CE Delft (2015)	CE Delft (2015)	CE Delft (2015)	CE Delft (2015)
Spijkerstof	CE Delft (2015)	x	x	O.b.v. verschil in gewicht broek spijkerstof en katoen
Gerecycled katoen	O.b.v. gewicht broek katoen	O.b.v. gewicht trui katoen	O.b.v. gewicht T-shirt katoen	O.b.v. gewicht overhemd katoen
Linnen	CE Delft (2015)	x	O.b.v. verschil broek linnen en katoen	O.b.v. verschil in gewicht broek linnen en katoen
Leer	1,8 kilo ⁴	x	x	x
Hennep	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt viscose	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen
Viscose	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	CE Delft (2015)	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen
Tencel	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt viscose	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt viscose en katoen
Bioplastic	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen
Acryl	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen
PVC	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen

⁴ Het gewicht van een leren broek is afkomstig van: https://custombikershop.nl/nl/categorieen/leren-broeken/product/leren-broek-jeans/category_pathway-122.html.



Textielsoort	Broek	Trui	T-shirt	Overhemd
Elastaan	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen
Polyester	CE Delft (2015)	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen
Gerecycled polyester	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	O.b.v. gewicht t-shirt polyamide	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen
Polyamide	O.b.v. gewicht broek synthetisch	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen	CE Delft (2015)	O.b.v. verschil in gewicht t-shirt polyamide en katoen