



INFORM, INSPIRE, CONNECT

Duurzame evenementen - inzicht in uitstoot -



Auteur

Namens Team Energy,
Daan van der Werf

info@team-energy.nl
daan.van.der.werf@xs4all.nl

Eindhoven, 15 mei 2019

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Voorwoord | 2 |
| 2 | Gebruiksaanwijzing | 3 |
| 2.1 | Voor het evenement | 3 |
| 2.2 | Tijdens het evenement | 3 |
| 2.3 | Na het evenement | 3 |
| 3 | Direct energiegebruik | 4 |
| 4 | Vervoer | 5 |
| 4.1 | Vervoer van personen | 5 |
| 4.2 | Vervoer van goederen | 6 |
| 5 | Eten en drinken | 7 |
| 6 | Producten | 9 |
| | Bibliografie | 10 |
| | Appendices | 11 |
| A | Data direct energiegebruik | 12 |
| B | Data vervoer | 13 |
| B.1 | Personenvervoer | 13 |
| B.2 | Bulk- en stukgoederenvervoer | 13 |
| B.3 | Containervervoer | 13 |
| C | Data eten en drinken | 14 |
| D | Data producten | 15 |

1. Voorwoord

Om evenementen effectief te kunnen verduurzamen en hun voetafdruk te verkleinen is het van groot belang om inzicht te krijgen in de vele vormen van impact die een evenement direct dan wel indirect kan hebben op haar omgeving. Hierin kunnen vele factoren een rol spelen. Denk bijvoorbeeld aan CO_2 -uitstoot, productie van afvalstoffen of indirecte betrokkenheid bij slechte werkomstandigheden in lagelonen-landen door consumptie van goederen.

Dit document is er, vanuit een samenwerking tussen gemeente Eindhoven en Team Energy, op gericht om inzicht te geven in de aan-evenementen-gelieerde uitstoot van broeikasgassen. Broeikasgassen zijn namelijk een belangrijk deel van de ecologische voetafdruk van evenementen, en meer inzicht daarin verkrijgen is een cruciale stap richting verduurzaming van deze evenementen. *Er worden buiten broeikasgassen dus geen andere factoren (zoals bijvoorbeeld uitstoot van fijnstof of watergebruik) behandeld. (Voor overzichtelijke informatie over andere bronnen van milieubelasting wordt verwezen naar 'De verborgen impact' van Babette Porcelijn.)*

Uitstoot van broeikasgassen rondom evenementen zit direct en indirect in heel veel verschillende zaken verstopt. Het is daarom belangrijk om een duidelijke grens te trekken tussen wat wel en niet meegenomen wordt. Welke bronnen van uitstoot zien we nog als gerelateerd aan het evenement en welke vallen hier buiten?

Dat de CO_2 -uitstoot van een dieselgenerator die een podium van electriciteit voorziet onlosmakelijk verbonden is aan het evenement spreekt voor zich. Maar geldt dat ook voor de uitstoot van de vrachtwagen die de generator komt afleveren? En de uitstoot die is voortgekomen uit het productieproces van die vrachtwagen?

Om hier consistent in te zijn (en zo eerlijke vergelijkingen te kunnen trekken tussen verschillende uitstootbronnen) is het van belang dat deze bronnen zoveel mogelijk via de zelfde methodiek beoordeeld worden. Er wordt daarom zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de zogenaamde levenscyclusanalyse waarbij de totale milieubelasting van zaken bepaald wordt over hun gehele levenscyclus. Indien dit niet het geval is, wordt dit expliciet aangegeven.

Daarnaast is het van belang om uitstoot consistent uit te drukken in dezelfde eenheid zodat rechtstreekse vergelijkingen mogelijk zijn. Er zijn namelijk naast CO_2 nog andere vormen van uitstoot die ieder in hun eigen mate als broeikasgas werken. Aangezien CO_2 het meest bekende broeikasgas is, worden alle andere vormen van uitstoot hier naar omgerekend. Zo wordt de impact van verscheidene bronnen uiteindelijk uitgedrukt in gram of kilogram CO_2 -equivalent.

In hoofdstuk 2 wordt de gebruikswijze van dit document toegelicht. De daarna volgende hoofdstukken 3 t/m 6 behandelen bronnen van uitstoot in respectievelijk vier categorieën:

- Direct energiegebruik
- Vervoer
- Eten en drinken
- Producten

In de appendix is de data die gebruikt is in de verscheidene figuren ook in tabel-vorm te vinden. Voor gedetailleerdere informatie over een ieder van de onderwerpen wordt doorverwezen naar de gebruikte bronnen.

Omdat gebruikte en gerefereerde berekeningen onderhevig zijn aan aannames en uitgangspunten (om het enigszins behapbaar te houden) zijn de gepresenteerde cijfers in dit rapport geen perfecte weergave van de werkelijkheid. Wat de cijfers wel kunnen bieden is inzicht in de ordegroottes van verscheidene zaken en de groffe onderlinge balans. Een kritische blik en eventueel eigen (verdiepend) onderzoek wordt altijd toegejuicht.

Bij eventuele vragen kan er contact worden opgenomen met Team Energy.

2. Gebruiksaanwijzing

Het hoofddoel van dit document is inzicht geven in de aan-evenementen-gelieerde uitstoot van broeikasgassen. Omdat het inzichtelijk maken hiervan slechts de eerste stap is op weg naar verduurzaming van een evenement wordt hier ook een kleine voorzet gegeven voor de vervolgstappen.

Onderstaande stappenplan geeft de groffe structuur van het verduurzamingsproces weer:

2.1 Voor het evenement

1. Breng de huidige stand van zaken wat betreft uitstoot in kaart. Voor sommige zaken (zoals direct energiegebruik) is dit waarschijnlijk af te leiden uit gebruiks/inkoop gegevens van de afgelopen editie van het evenement. Voor andere zaken (zoals eten en drinken of vervoer) is dit wellicht niet het geval en kan het verstandig zijn om voor aanvang van het evenement alvast aan leveranciers of andere actoren te vragen om op termijn specifieke informatie aan te leveren. (Denk hierbij bijvoorbeeld aan het bijhouden van het aantal afgelegde kilometers ten behoeve van vervoer van materialen, of inkoopgegevens van levensmiddelen.)
2. Beoordeel alle geïndexeerde uitstoot bronnen op de hoeveelheid uitstoot die zij veroorzaken.
3. Bedenk voor alle bronnen van uitstoot één of meerdere milieubewustere alternatieven.
4. Beoordeel deze bedachte alternatieven op praktische haalbaarheid (hoe complex dan wel duur is het om deze overstap te maken) en besparing van uitstoot.
5. Evalueer op welk gebied voor uw evenement de grootste dan wel meest kosteneffectieve besparing te halen is voor de volgende editie en bereid deze maatregel voor.

2.2 Tijdens het evenement

6. Stel medewerkers en eventueel gasten/bezoekers op de hoogte van de nieuwe aanpak en leg ook uit welke gedachte hier achter zit. Als het doel van het nieuwe beleid niet duidelijk is zal men minder geneigd zijn om hier in mee te werken.
7. Voer de gekozen maatregel uit en probeer waar mogelijk om relevante actoren (medewerkers dan wel gasten) de mogelijkheid te bieden om aan te geven hoe zij dit nieuwe beleid ervaren en wat er volgens hen aan verbeterd kan worden. Eventueel kunnen bezoekers ook betrokken worden in de besluitvorming. Geef bijvoorbeeld eens de milieu-impact van verschillende consumpties aan en kijk of dit het gedrag van de bezoekers beïnvloedt.
8. *Let tijdens het evenement ook op onopvallende bronnen van uitstoot die nog niet eerder zijn geïndexeerd.*

2.3 Na het evenement

9. Evalueer de uitgevoerde beleidswijzigingen. Hebben de maatregelen hun doel bereikt? Zo niet, is er de verwachting dat dat een volgende keer wel lukt? Als er genoeg resultaat of potentie gezien wordt, kan de maatregel de standaard worden voor alle volgende edities van het evenement.

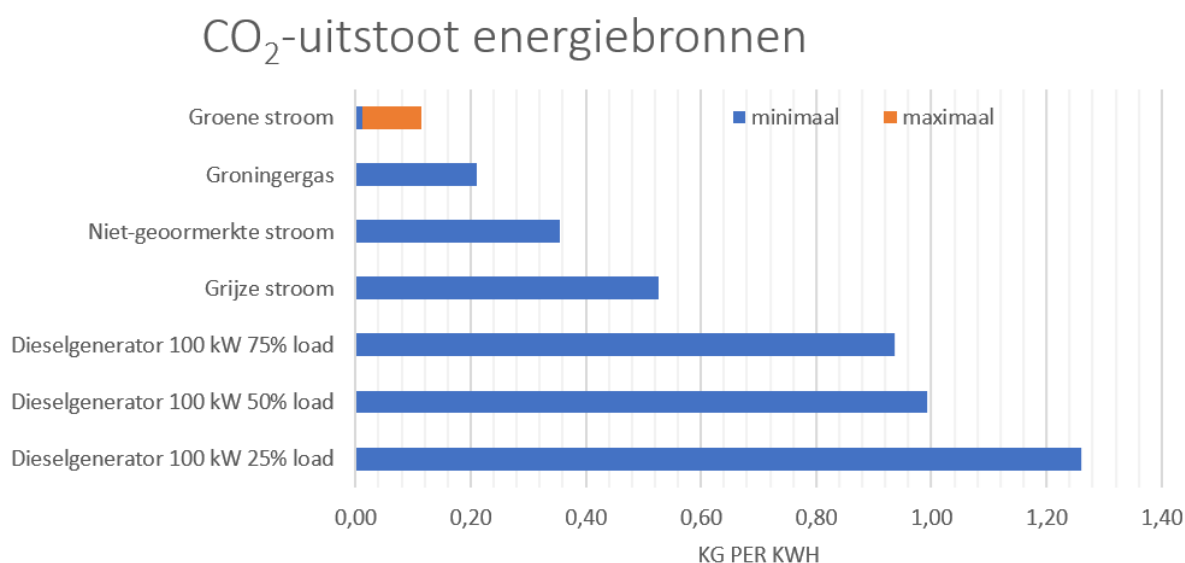
Door dit proces (herhaaldelijk) te doorlopen, is het mogelijk om een evenement op overzichtelijke en gestructureerde wijze te verduurzamen.

3. Direct energiegebruik

Direct energiegebruik is misschien wel de meest voor de hand liggende bron van uitstoot op een evenement. Hierbij kun je bijvoorbeeld denken aan geluidsinstallaties, verlichting of koeling.

De uitstoot die vrijkomt bij dit soort zaken kan relatief eenvoudig benaderd worden door het vermogen van een ‘verbruiker’ (zoals de speaker, spotlight of koelkast) te vermenigvuldigen met een emissiefactor die correspondeert met de energiebron.

Figuur 3.1 geeft de emissiefactoren (in kg CO_2 -uitstoot per kWh) van enkele veelvoorkomende energiebronnen weer[1][2][3]. (Dit is dus de hoeveelheid uitstoot die vrijkomt als een apparaat met een vermogen van een kiloWatt een uur lang aanstaat.



Figuur 3.1

Hierin is voor groene stroom een onder- en bovengrens aangegeven omdat dit afhankelijk is van een hoop zaken (waaronder de balans tussen Nederlandse en ‘geïmporteerde’ stroom). Voor ‘niet-geoormerkte’ stroom wordt het gemiddelde van de Nederlandse groene en grijze stroommix genomen.

Duidelijk zichtbaar is dat groene stroom (logischerwijs) duurzamer is dan grijze, en dat gebruik van het vaste stroomnet beduidend duurzamer is dan gebruik van generatoren. Daarnaast is te zien dat de mate van uitstoot van een dieselgenerator sterk afhankelijk is van de belasting ervan. Generatoren zijn ontworpen om het meest efficiënt te functioneren bij een belasting van zo’n 80%, bij lagere belastingen kan de efficiëntie sterk afnemen.

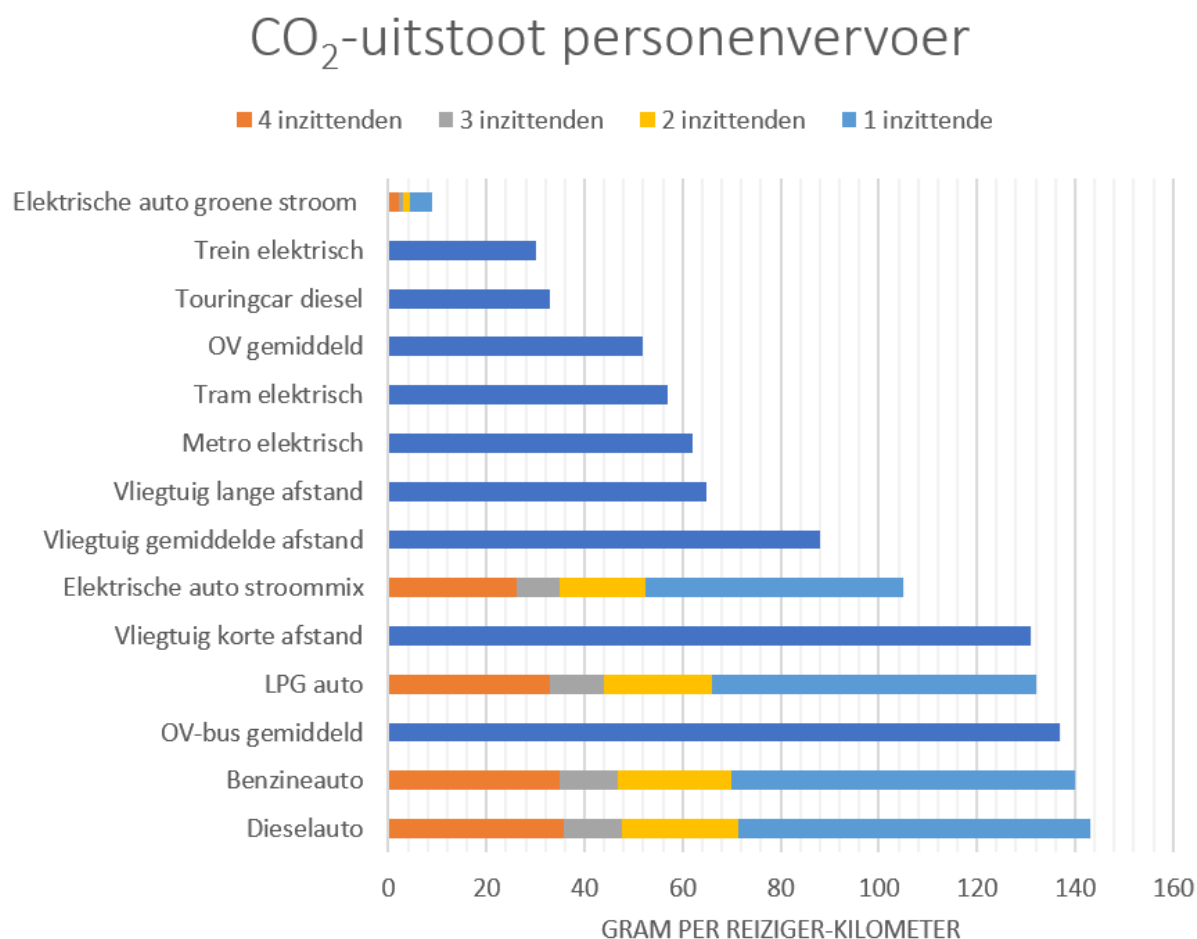
Het energieverbruik/vermogen van apparaten is voor ieder apparaat anders. Door dit te controleren voor de apparaten die op een evenement gebruikt worden en hier vervolgens de bijbehorende emissiefactor op toe te passen, kan inzichtelijk gemaakt worden wat de grote uitstoters zijn.

4. Vervoer

Binnen de categorie vervoer is er onderscheid te maken tussen twee fundamenteel verschillende vormen; vervoer van personen en vervoer van goederen.

4.1 Vervoer van personen

De eenheid van personenvervoer is reiziger-kilometers (rkm). Een auto waarin 2 personen over een afstand van 100 kilometer verplaatst worden, levert 200 reiziger-kilometers. De hoeveelheid uitstoot die hierbij vrij komt kan dan gedeeld worden door 200 om uit te komen op de uitstoot in gram CO_2 equivalent per reiziger-kilometer. Deze eenheid geeft de mogelijkheid om de duurzaamheid van verschillende vormen van personenvervoer rechtstreeks te vergelijken. Figuur 4.1 geeft dit weer[4].



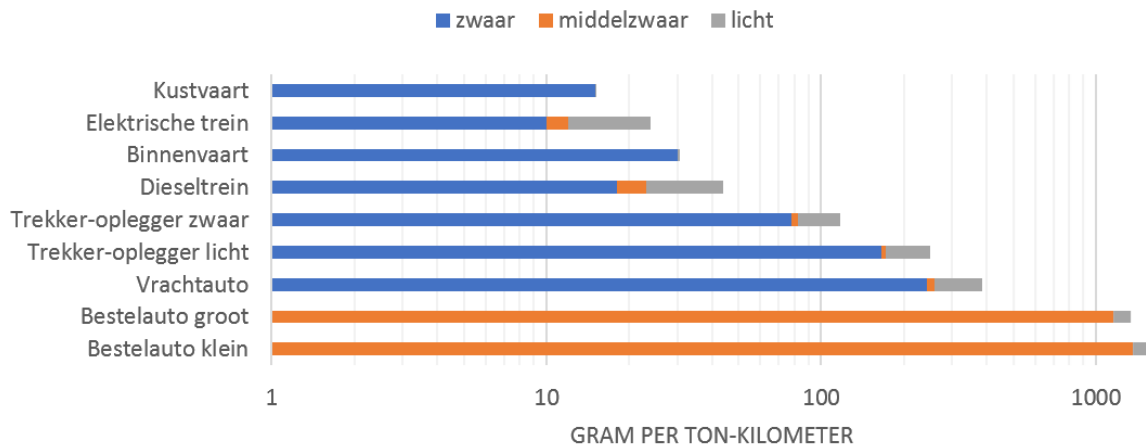
Figuur 4.1

Hierbij moet wel de aantekening worden gemaakt dat in bovenstaande figuur gebruik wordt gemaakt van zogenaamde 'Well-To-Wheel' emissies. Hierin wordt de uitstoot door het gebruik van het voertuig en de uitstoot door de productie van de brandstof meegenomen. De uitstoot door de productie van het voertuig zit hier echter niet in. De uitstoot aan de hand van een volledige levenscyclus analyse is voor auto's te vinden in een rapport van TNO [5]. (Dit is tevens de bron van de gebruikte data over elektrische auto's.)

4.2 Vervoer van goederen

De eenheid van goederenvervoer is ton-kilometer (tonkm). Een schip dat een vracht van 50 ton vervoert over een afstand van 100 kilometer levert 5000 ton-kilometers. De hoeveelheid uitstoot die hierbij vrij komt kan dan gedeeld worden door 5000 om uit te komen op de uitstoot in gram CO_2 -equivalent per ton-kilometer. Omdat emissiekentallen voor verschillende typen transport sterk kunnen verschillen, wordt er onderscheid gemaakt tussen bulk-/stukgoederenvervoer en containervervoer.

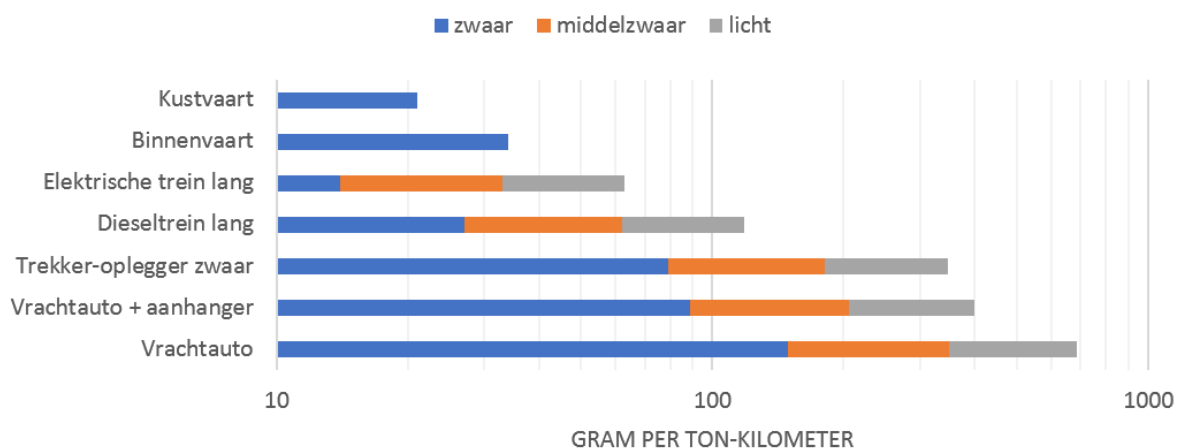
CO_2 -uitstoot bulk- en stukgoederenvervoer



Figuur 4.2

Daarnaast wordt er voor verdere specificering onderscheid gemaakt tussen licht, middelzwaar, en zwaar transport. In figuur 4.2 en figuur 4.3 zijn de emissiekentallen voor de verschillende vormen van goederenvervoer te vinden[6].

CO_2 -uitstoot containervervoer

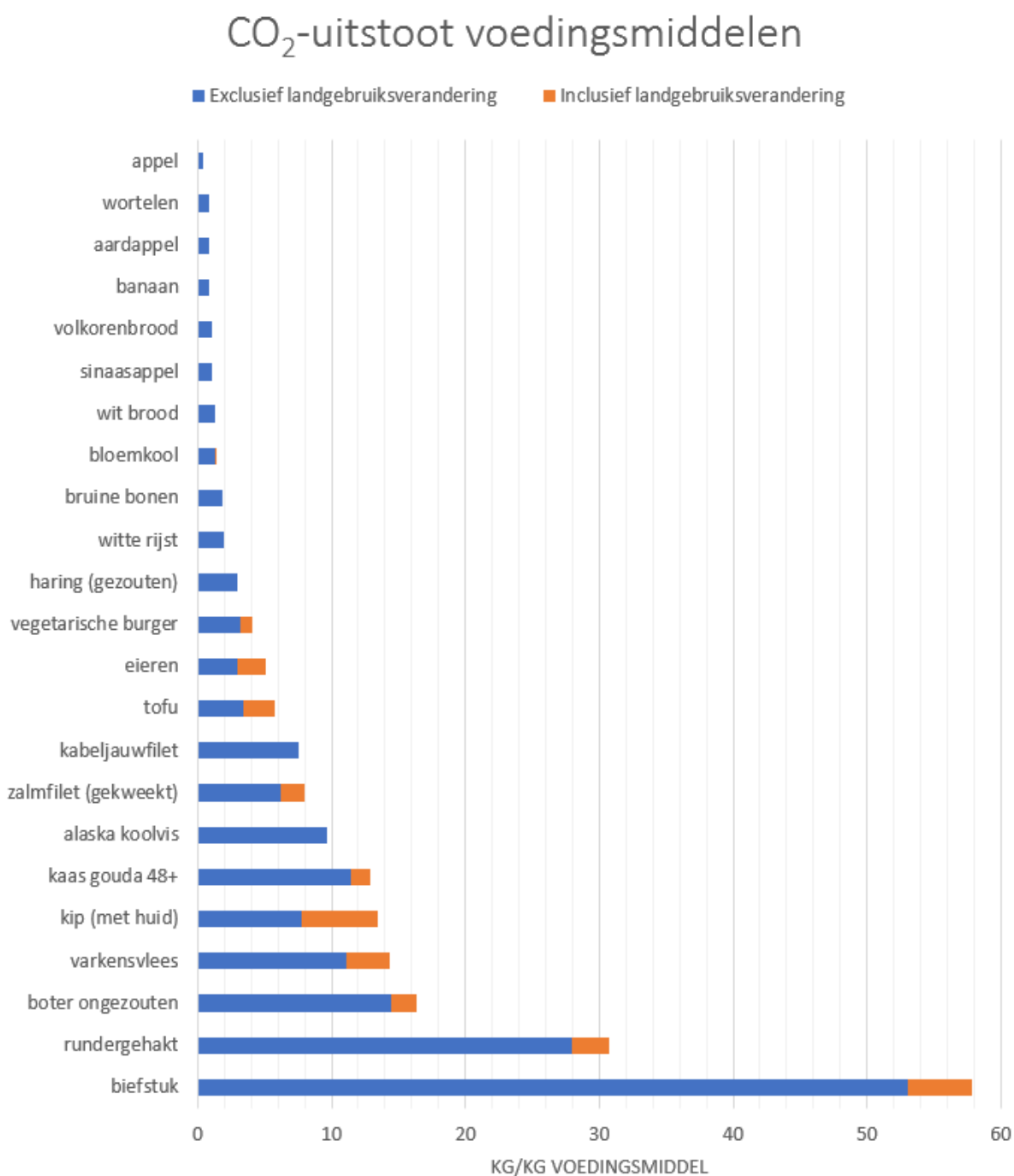


Figuur 4.3

Ook in bovenstaande figuren over goederenvervoer wordt wederom gebruik gemaakt van zogenaamde 'Well-To-Wheel' emissies. Daarnaast is het belangrijk om te realiseren dat de horizontale as van beide figuren logaritmisches is (en een 2x zo lang balkje dus meer dan 2x zoveel uitstoot representeert).

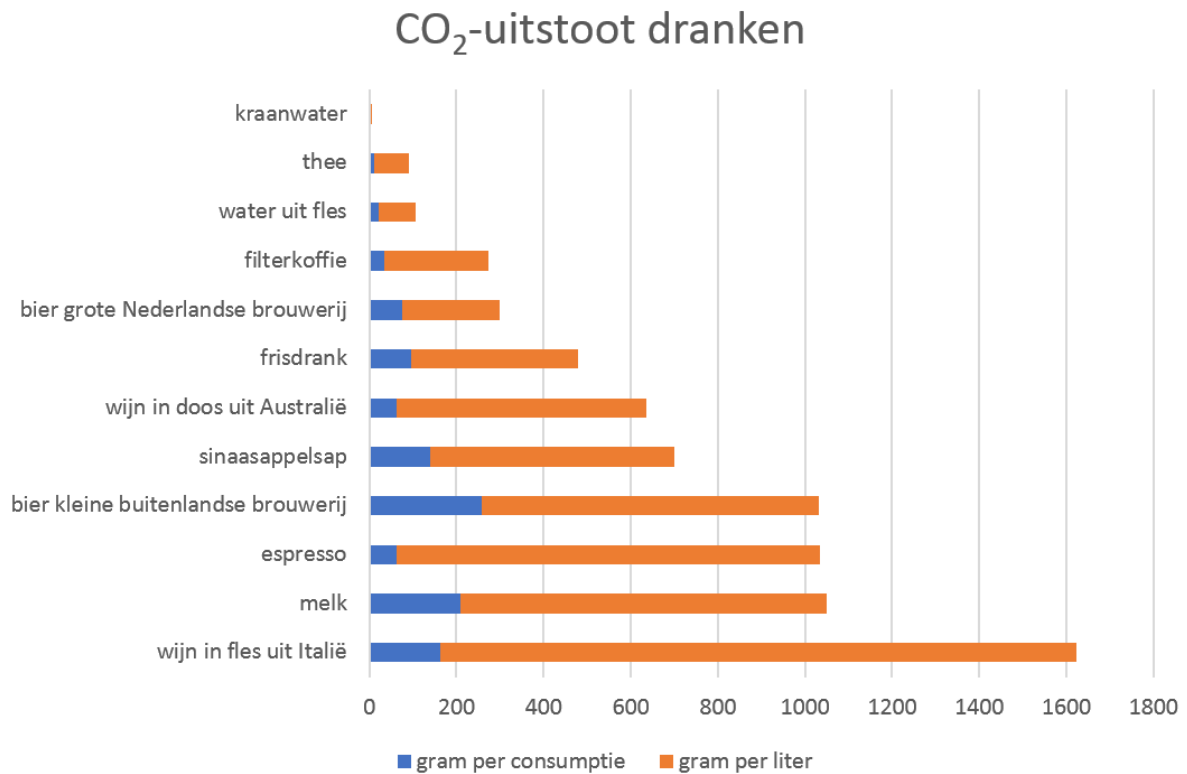
5. Eten en drinken

Onderstaand figuur geeft de milieubelasting van verscheidene voedingsmiddelen weer[7]. De impact ten gevolge van 'land use change' (landgebruiksverandering) is hier als deel van het geheel in aangegeven. Deze wordt apart getoond omdat de berekening hiervan een grotere methodologische onzekerheid kent.



Figuur 5.1

De milieubelasting van verschillende dranken wordt hieronder in figuur 5.2 weergegeven in gram CO_2 -equivalent per consumptie en per liter drank[8].

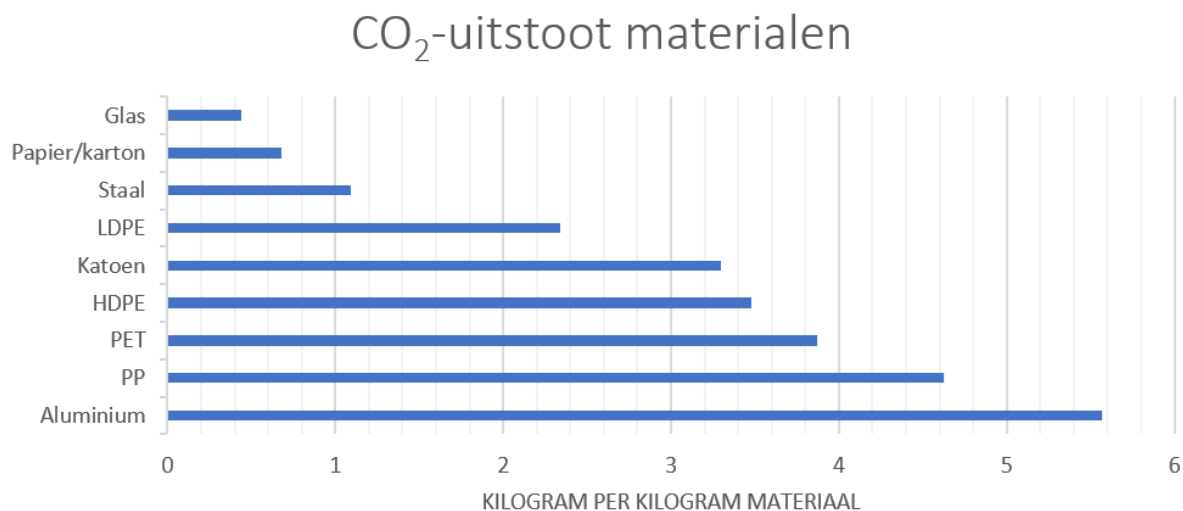


Figuur 5.2

Uiteraard worden niet alle soorten dranken in gelijke volumes geconsumeerd. Een kop espresso is beduidend kleiner dan een glas wijn wat op haar beurt weer minder is dan glas frisdrank. Daardoor is de rangschikking op consumptie-basis anders dan op liter-basis.

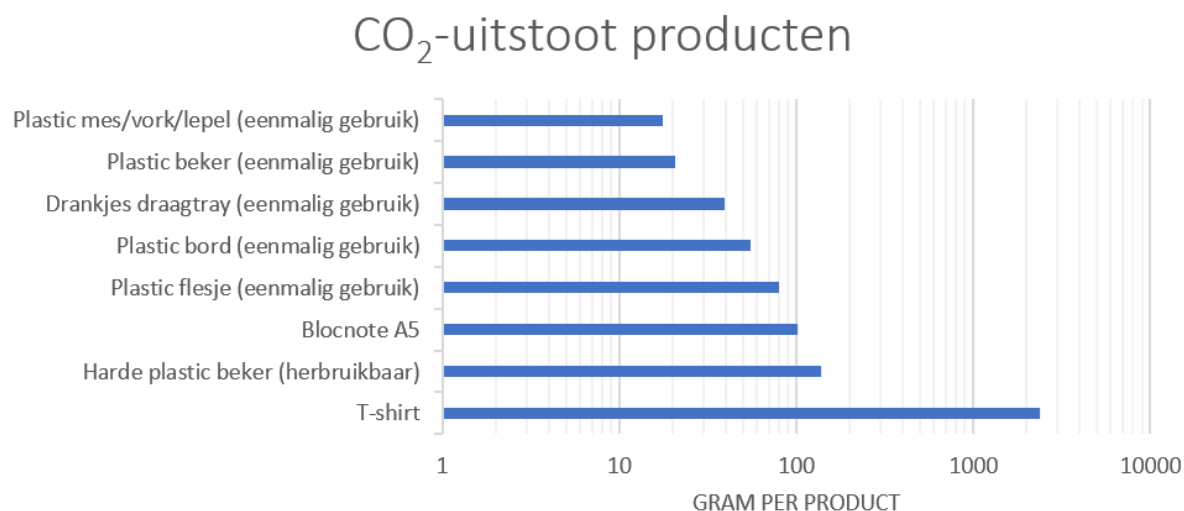
6. Producten

De broeikasimpact van producten/spullen is voor ieder item anders. Een breed toepasbare manier om de impact van deze producten te kwantificeren, is door de te kijken naar de materialen waar deze van gemaakt zijn, en die materialen over hun hele keten (dus van grondstofwinning tot recycling en afvalverwerking) te beoordelen. Onderstaande figuur geeft de broeikasimpact van verscheidene materialen weer in kilogram CO_2 -equivalent per kilo materiaal[9].



Figuur 6.1

Om de vergelijking wat concreter te maken, wordt voor enkele bekende producten in onderstaande figuur de uitstoot per stuk weergegeven. Voor alle producten behalve het t-shirt is dit opgesteld aan de hand van het materiaal en gewicht van het product. De reden dat deze aanpak voor het t-shirt niet opgaat is omdat hier het grootste deel van de impact niet in de productie van het materiaal (het katoen) zit, maar juist in de omzetting van het materiaal naar het eindproduct[10].



Figuur 6.2

Bij figuur 6.2 is het belangrijk om te realiseren dat de horizontale as logaritmisch is. Dit komt voort uit het feit dat de uitstoot van het t-shirt vele malen groter is dan dat van de andere producten.

Bibliografie

- [1] Otten, M. B. J. & Afman, M. R. (2015)
Kentallen voor grijze en 'niet-geormerkte stroom' inclusief upstream-emissies
CE Delft
- [2] CO₂ Emissiefactoren (2019)
Lijst emissiefactoren
Beschikbaar via https://www.co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/#totale_lijt
- [3] Green Mountain Generators (2012)
Fuel consumption for diesel generators
Beschikbaar via <https://greenmountaingenerators.com/2012/09/29/fuel-consumption-for-diesel-generators/>
- [4] Otten, M. B.J. & 't Hoen, M. J. J. & den Boer, L. C. (2015)
STREAM personenvervoer 2014
CE Delft
- [5] Verbeek, R. P. & Bolech, M & van Gijlswijk, R. N. & Spreen, J. (2015)
Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen
TNO
- [6] Otten, M. B.J. & 't Hoen, M. J. J. & den Boer, L. C. (2017)
STREAM goederenvervoer 2016
CE Delft
- [7] Blonk Consultants (2017)
Milieu-impact voedingsmiddelen
Beschikbaar via <http://www.blonkconsultants.nl/2017/11/15/de-cijfers-op-een-rijtje/>
- [8] Pluimers, J. & Blonk, H. & Broekema, R. & Ponsioen, T. & van Zeist, W. (2011)
Milieuanalyse van dranken in Nederland
Blonk Milieuvadvis
- [9] Sevenster, M. N. & Wielders, L. M. L. & Bergsma, G. C. & Vroonhof, J. T. W. (2007)
Milieukentallen van verpakkingen voor de verpakkingenbelasting in Nederland
CE Delft
- [10] Institute for sustainable resources, Queensland University of Technology (2009)
Life cycle assessment of a 100% Australian-Cotton T-shirt
Beschikbaar via https://cottonaustralia.com.au/uploads/publications/Case_Study_-_Life_Cycle_Assessment,_Peter_Grace.pdf

Appendices

A. Data direct energiegebruik

| Energiebron | Uitstoot [kg CO ₂ eq/kWh] |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Dieselgenerator 100 kW, 25% load | 1.26 |
| Dieselgenerator 100 kW, 50% load | 0.99 |
| Dieselgenerator 100 kW, 75% load | 0.94 |
| Grijze stroom | 0.526 |
| Niet-geormerkte stroom | 0.355 |
| Groningergas | 0.21 |
| Groene stroom | 0.013-0.102 |

B. Data vervoer

B.1 Personenvervoer

| Uitstoot vervoermiddel in gram CO2 equivalent per reiziger-kilometer | | | | | |
|--|-----------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Vervoermiddel | Gemiddeld | 4 inzittenden | 3 inzittenden | 2 inzittenden | 1 inzittende |
| Dieselauto | | 36 | 48 | 72 | 143 |
| Benzineauto | | 35 | 47 | 70 | 140 |
| OV-bus gemiddeld | 137 | | | | |
| LPG auto | | 33 | 44 | 66 | 132 |
| Vliegtuig korte afstand | 131 | | | | |
| Elektrische auto stroommix | | 26 | 35 | 53 | 105 |
| Vliegtuig gemiddelde afstand | 88 | | | | |
| Vliegtuig lange afstand | 65 | | | | |
| Metro elektrisch | 62 | | | | |
| Tram elektrisch | 57 | | | | |
| OV gemiddeld | 52 | | | | |
| Touringcar diesel | 33 | | | | |
| Trein elektrisch | 30 | | | | |
| Elektrische auto groene stroom | | 2 | 3 | 5 | 9 |

B.2 Bulk- en stukgoederenvervoer

| Uitstoot vervoermiddel in gram CO2 equivalent per ton-kilometer | | | |
|---|-------|-------------|-----------|
| Vervoermiddel | Zwaar | Middelzwaar | Licht |
| Bestelauto klein | | 1362 | 1585 |
| Bestelauto groot | | 1153 | 1342 |
| Vrachtauto | 243 | 259 | 387 |
| Trekker-oplegger licht | 166 | 172 | 250 |
| Trekker-oplegger zwaar | 78 | 82 | 115 |
| Dieseltrein | 18 | 23 | 44 |
| Binnenvaart | 30 | | |
| Elektrische trein | 10 | 12 | 24 |
| Kustvaart | 15 | | |

B.3 Containervervoer

| Uitstoot vervoermiddel in gram CO2 equivalent per ton-kilometer | | | |
|---|-------|-------------|-------|
| Vervoermiddel | Zwaar | Middelzwaar | Licht |
| Vrachtauto | 149 | 349 | 686 |
| Vrachtauto + aanhanger | 89 | 206 | 398 |
| Trekker-oplegger zwaar | 79 | 181 | 347 |
| Dieseltrein lang | 27 | 62 | 118 |
| Elektrische trein lang | 14 | 33 | 63 |
| Binnenvaart | 34 | | |
| Kustvaart | 21 | | |

C. Data eten en drinken

| Uitstoot voedingsmiddel in kg CO2 equivalent per kg voedingsmiddel | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Voedingsmiddel | Exclusief landgebruiksverandering | Inclusief landgebruiksverandering |
| Biefstuk | 53 | 57.9 |
| Rundergehakt | 27.9 | 30.7 |
| Boter ongezoeten | 14.4 | 16.3 |
| Varkensvlees | 11.1 | 14.3 |
| Kip (met huid) | 7.8 | 13.4 |
| Kaas Gouda 48+ | 11.4 | 12.9 |
| Alaska koolvis | 9.7 | 9.7 |
| Zalmfilet (gekweekt) | 6.2 | 8 |
| Kabeljauwfilet | 7.5 | 7.5 |
| Tofu | 3.4 | 5.8 |
| Eieren | 3 | 5.1 |
| Vegetarische burger | 3.2 | 4.1 |
| Haring (gezouten) | 3 | 3 |
| Witte rijst | 2 | 2 |
| Bruine bonen | 1.9 | 1.9 |
| Bloemkool | 1.3 | 1.4 |
| Wit brood | 1.3 | 1.3 |
| Sinaasappel | 1.1 | 1.1 |
| Volkorenbrood | 1.1 | 1.1 |
| Banaan | 0.9 | 0.9 |
| Aardappel | 0.8 | 0.8 |
| Wortelen | 0.8 | 0.8 |
| Appel | 0.4 | 0.4 |

| Uitstoot drank in gram CO2 equivalent | | | |
|---------------------------------------|----------------|-----------|---------------------------|
| Drank | Per consumptie | Per liter | Volume consumptie [liter] |
| Wijn in fles uit Italië | 162 | 1461 | 0.1 |
| Melk | 210 | 840 | 0.2 |
| Espresso | 62 | 973 | 0.06 |
| Bier kleine buitenlandse brouwerij | 258 | 773 | 0.25 |
| Sinaasappelsap | 140 | 560 | 0.2 |
| Wijn in doos uit Australië | 64 | 573 | 0.1 |
| Frisdrank | 96 | 384 | 0.2 |
| Bier grote Nederlandse brouwerij | 75 | 224 | 0.25 |
| Filterkoffie | 34 | 239 | 0.125 |
| Water uit fles | 21 | 85 | 0.2 |
| Thee | 11 | 79 | 0.125 |
| Kraanwater | 1 | 4 | 0.2 |

D. Data producten

| Materiaal | Uitstoot in kg CO2 equivalent per kg |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Aluminium | 5.57 |
| PP (polypropyleen) | 4.62 |
| PET (polyethyleentereftalaat) | 3.87 |
| HDPE (high density polyethyleen) | 3.48 |
| Katoen | 3.3 |
| LDPE (low density polyethyleen) | 2.34 |
| Staal | 1.10 |
| Papier/karton | 0.68 |
| Glas | 0.44 |

| Uitstoot product in gram CO2 equivalent | | | |
|---|-----------|--------------|----------|
| Product | Materiaal | Gewicht [kg] | Uitstoot |
| T-shirt | Katoen | 0.15 | 2370 |
| Harde plastic beker (herbruikbaar) | PP | 0.03 | 139 |
| Blocnote A5 | Papier | 0.15 | 101 |
| Plastic flesje (eenmalig gebruik) | PET | 0.022 | 80 |
| Plastic bord (eenmalig gebruik) | PP | 0.012 | 56 |
| Drankjes draagtray | Karton | 0.058 | 39 |
| Plastic beker (eenmalig gebruik) | PP | 0.0045 | 21 |
| Plastic mes/vork/lepel (eenmalig gebruik) | PP | 0.0038 | 18 |