

Addendum Transport 2026

Bij de methodiek
'Duurzaam aanbesteden afval 2021'



Addendum Transport 2026

Bij de methodiek 'Duurzaam aanbesteden afval 2021'

Kentallen voor transport over weg, water en rail

Delft, CE Delft, januari 2026

Publicatienummer: 26.250341.011

Deze notitie is opgesteld door:
Geert Bergsma en Peter Scholten

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar
via ww.ce.nl
© 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 sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Samenvattende handleiding

In de '[Methodiek duurzaam aanbesteden van afval, update 2021](#)' van CE Delft is zowel een basis als een meer uitgebreide CO₂-berekenningsmethodiek opgenomen voor het inkopen van afvaldiensten. Daarin is een heel algemene factor van 0,11 kg CO₂ per tonkm afvaltransport. In de praktijk varieert deze factor echter per vervoersmiddel en per brandstoftype. Het gebruik van maar één kental zonder variatie geeft geen waardering voor meer duurzame vormen van transport (dit geldt met name voor de binnenvaart en het spoorvervoer). Daarom is in deze notitie een set van kentallen gepresenteerd om de variaties in afvaltransport beter in beeld te krijgen.

Factoren voor de gedetailleerde methodiek voor restafval en GFT

In de gedetailleerde methodiek van CE Delft (2021a) is een factor van 0,11 kg CO₂/tonkm opgenomen (zie originele Tabel 9, 10 en 15). Geadviseerd wordt om deze factor te vervangen door een factor uit Tabel 1, Tabel 2 of Tabel 3 naar gelang transportmiddel en brandstof.

Tabel 1 – Emissiefactoren (kg CO₂ WTW/tonkm) wegvervoer (WTW= well to wheel = hele keten)

Aandrijflijn en energiedrager	Vrachtwagen >20 ton met aanhanger	Trekker met oplegger (tot 40 ton laadvermogen)	Langere Zwaardere Vrachtwagen (LZV-) combinatie
Diesel B7	0,106	0,089	0,086
LNG	0,086	0,072	0,070
CNG	0,086	0,072	0,070
Biodiesel mix (B30)	0,084	0,071	0,069
Biodiesel 100% (HVO)	0,015	0,013	0,012
Bio-LNG	0,020	0,017	0,016
Bio-CNG	0,025	0,021	0,020
Waterstof (aardgas SMR)	0,075	0,063	0,061

Tabel 2 – Emissiefactoren (kg CO₂ WTW/tonkm) spoorvervoer

Aandrijflijn en energiedrager	Emissies
Trein 100% fossiele diesel	0,019
Trein B30	0,014
Trein 100% HVO	0,003
100% elektrisch (gemiddelde gridmix)	0,006

Tabel 3 – Emissiefactoren (kg CO₂ WTW/tonkm¹) binnenvaart

Type vervoer	Aandrijflijn en energiedrager	Motorvrachtschip			Duwboot + duwbak		
		Klasse II (400-650 ton)	Klasse IV (1250-2050 ton)	Klasse V (2050-4000ton)	Klasse II (400-650 ton)	Klasse IV (1250-2050 ton)	Klasse V (2050-4000ton)
Los gestort	Stage V 100% fossiele diesel	0,042	0,033	0,024	0,050	0,040	0,029
Los gestort	Stage V B7 diesel	0,040	0,032	0,023	0,048	0,038	0,028
Los gestort	Stage V biodiesel mix (B30)	0,031	0,025	0,018	0,037	0,030	0,022
Los gestort	Stage V 100% biodiesel (HVO)	0,006	0,004	0,003	0,007	0,005	0,004
Los gestort	100% batterij elektrisch (gem. gridmix)	0,014	0,011	0,008	0,017	0,013	0,010
Balen geperst	Stage V 100% fossiele diesel	0,039	0,031	0,021	0,047	0,037	0,026
Balen geperst	Stage V B7 diesel	0,037	0,029	0,020	0,044	0,035	0,024
Balen geperst	Stage V biodiesel mix (B30)	0,029	0,023	0,016	0,035	0,027	0,019
Balen geperst	Stage V 100% biodiesel (HVO)	0,005	0,004	0,003	0,006	0,005	0,003
Balen geperst	100% batterij elektrisch (gem. gridmix)	0,013	0,010	0,007	0,016	0,012	0,009
Containers	Stage V 100% fossiele diesel	0,048	0,038	0,026	0,057	0,046	0,032
Containers	Stage V B7 diesel	0,045	0,036	0,025	0,054	0,043	0,030
Containers	Stage V biodiesel mix (B30)	0,035	0,028	0,019	0,042	0,034	0,023
Containers	Stage V 100% biodiesel (HVO)	0,006	0,005	0,004	0,008	0,006	0,004

¹ Bij de tonkm dien je uit te gaan van het netto ladinggewicht (zonder containergewicht).

Optimaliseren van transport binnenvaart

Binnen het transport van binnenvaart is vaak optimalisatie mogelijk door ladingstromen te combineren. Het is voor de binnenvaart een uitdaging om een retourlading te vinden die te combineren is met het vervoer van afval. Vandaar dat de standaardkentallen voor de binnenvaart² uitgaan van een lege retourvaart. Wel is het mogelijk om de kentallen te corrigeren:

- In het geval dat er wel sprake is van een (gegarandeerde) retourlading dan kunnen de kentallen met 25% worden verminderd.
- Bij duwboten met duwbakken gaan we standaard uit van één duwbak. In het geval dat met meerdere duwbakken wordt gevaren dan kunnen de emissiekentallen van een grotere scheepsklassen gebruikt worden. Voor een klasse II-duwboot met twee duwbakken kan het kental voor een klasse IV-duwboot geselecteerd worden.

Combinatie van verschillende transportvormen

Als er verschillende vormen van transport zijn (bijvoorbeeld 100 km varen en 20 km rijden) dan is het de bedoeling om een optelling te doen van het aantal kilometer maal de bijbehorende emissiekentallen (bijvoorbeeld '100 x factor 1' + '20 x factor 2'). Bij de afstanden hoeft alleen de transportafstand meegenomen te worden. Effecten van lege retourritten zijn in de kentallen verwerkt.

Factoren voor de basismethodiek voor restafval en GFT

In de basismethodiek voor restafval en voor GFT (respectievelijk Tabel 7 en Tabel 8 in het originele rapport [Methodiek duurzaam aanbesteden van afval, update 2021](#) van CE Delft) werd transport niet meegenomen. Geadviseerd wordt om hier ook een CO₂-score van transport toe te voegen ter grootte van transportafstand³ maal één van bovengenoemde emissiefactoren voor wegvervoer, spoorvervoer en binnenvaart. (net als bij de uitgebreide methodiek). In Tabel 4 is transport aan de basismethodiek toegevoegd.

² Voor wegvervoer en spoorvervoer is het makkelijker om ladingstromen te combineren. Voor kentallen voor weg- en spoorvervoer gaan we ervan uit dat er sprake is van retourladingen.

³ Alleen de transportafstand hoeft meegenomen te worden. Effecten van lege retourritten zijn in de kentallen verwerkt.

Tabel 4 – Scoringstabel voor kwaliteitsscore verwerking huishoudelijk restafval – basismethodiek met transport (Tabel 7 in de originele methodiek)

√						Score per ton verwerkt
Verwerking aanwezig			Weging kg CO ₂ -eq./ton restafval			
	Glas afscheiding (glas)		25	=		
	Kunststof afscheiding		70	=		
	Metaal afscheiding(nascheiding)		95	=		
	Metaal afscheiding (bodemas)		70	=		
	Metaal afscheiding (nascheiding + bodemas)		100	=		
	ONF-vergisting		100	=		
Energierugwinning Zonder CO ₂ -afvang		Hoeveelheid ton naar AEC/ton restafval	Weging kg CO ₂ -eq./ton restafval naar AEC			
	CO ₂ -waarde op basis van R1-waarde	%	x	(R1 x 450) – 340	=	
Energierugwinning Met CO ₂ -afvang		Hoeveelheid ton naar AEC/ton restafval	Weging kg CO ₂ -eq./ton restafval naar AEC			
	CO ₂ -waarde op basis van R1-waarde	%	x	(R1 x 450) – 136	=	
Transport	Afstand	Hoeveelheid Per ton restafval	Weging kg CO ₂ -eq./tonkm			
Transport 1	... km	x	1 ton	x	Transportkental 1	=
Transport 2	... km	x	1 ton	x	Transportkental 2	=
						_____ +
Totaal						

Hulpmiddelen om transportafstanden te bepalen

Voor de binnenvaart zijn de volgende bronnen relevant:

- Met de Blue Road Map⁴ kunnen afstanden goed bepaald worden op basis van de herkomst en bestemming van het afval. Het gaat om de daadwerkelijke gevarenafstand en niet een vogelvluchtafstand.
- Eurisportal⁵ is een goede kaart voor vaarwegklassen. Deze vaarwegklassen corresponderen met de grootteklasse van schepen in Tabel 3. Dit geeft aan hoe groot schepen maximaal kunnen zijn. Hierbij is de kleinste vaarweg op de route leidend omdat ladingen niet tussendoor worden overgeplaatst. De keuze voor de aandrijflijn dient afgestemd te worden met aanbieders.

Voor wegvervoer zijn de volgende bronnen relevant:

- Vervoersafstanden kunnen bepaald worden met routeplanners. Over het algemeen zullen routeplanners voor auto's zoals Google Maps tot redelijk goede inschattingen komen. Een specifieke planner voor vrachtwagens, die rekening houdt met toegangsbepalingen en doorrijhoogtes, is beter geschikt, maar veelal niet gratis voorhanden.
- De keuze tussen de verschillende type vrachtwagens hangt af van de aanbieder en het type afval. Dit vraagt afstemming met de aanbieders.

Voor spoorvervoer zijn de volgende bronnen relevant:

- Vervoersafstanden kunnen bepaald worden met routeplanners. ECOtransit⁶ is een gratis tool waarmee nationale en internationale spoorroutes bepaald kunnen worden.
- De keuze tussen de verschillende type treinen hangt af van de route en de aanbieder. Dit vraagt afstemming met de aanbieders.

⁴ www.blueroadmap.nl

⁵ www.eurisportal.eu/waterway/cemtmap

⁶ www.emissioncalculator.ecotransit.world

Extra toelichting

In de volgende hoofdstukken van deze notitie vindt u meer toelichting op de gepresenteerde kentallen.

In Hoofdstuk 1 leest u de inleiding. In Hoofdstuk 2 gaan we dieper in op het vervoer van afval over weg, rail of via binnenvaart. Meer info over de emissiekentallen STREAM leest u in Hoofdstuk 3 en tenslotte vindt u meer informatie over de berekende resultaten in Hoofdstuk 4.

1 Inleiding

De provincie Zuid-Holland heeft gemerkt dat gemeenten en samenwerkende gemeenten voor de selectie in een aanbesteding vaak de 'methodiek duurzaam aanbesteden afval' van CE Delft (2021a) gebruiken. Deze methodiek bevat een basismethodiek waarmee gemeenten heel eenvoudig een grove milieuvergelijking kunnen doen, alsook een uitgebreidere versie waarin er meer precies een CO₂-calculatie gedaan kan worden. Aanbieders met een betere CO₂-score krijgen meer kwaliteitspunten in een aanbesteding en hebben zo ook meer kans om deze te winnen. Belangrijke factoren in de methodiek zijn energierendement, biogasproductie en recycling van materialen.

Transport is op dit moment maar beperkt opgenomen in de methodiek. In de basismethodiek wordt transport helemaal niet meegenomen en in de uitgebreidere methodiek wordt het met één kengetal opgenomen, namelijk 0,11 kg CO₂ per ton/km transport, gebaseerd op een standaard vrachtwagen.

Verschillende adviesbureaus hanteren in aanbestedingen (UQ, Rebel, KplusV) meer gedetailleerde kentallen voor transport, regelmatig is dit op basis van de STREAM-studie (zie [STREAM Goederenvervoer 2020. Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer - CE Delft](#)). Echter, ook in deze gevallen is de lijst aan voertuigen en brandstoffen niet compleet. Daarin zijn veel factoren voor het wegvervoer opgenomen, twee factoren voor het spoorvervoer en maar één voor de binnenvaart. Voor het wegvervoer zijn er dus meerdere opties met duurzamere brandstoffen, terwijl er opties missen voor de binnenvaart en het spoorvervoer, hoewel deze heel goed mogelijk zijn

(met name HVO). Aangezien het om een reductie gaat tot zo'n 90% is het relevant om deze brandstoffen ook mee te nemen voor binnenvaart en spoor.

De provincie Zuid-Holland heeft CE Delft gevraagd duidelijkheid te scheppen in deze voor duurzaam afvaltransport onduidelijke situatie. Specifiek gaat het om het doen van suggesties voor het aanpassen en uitbreiden van de methodiek zodat transport nauwkeuriger meegenomen kan worden. Onderdeel hiervan is het bespreken welke kentallen gebruikt zouden moeten worden en het uitbreiden van meer binnenvaartfactoren aan de lijst die nu gebruikt wordt.

2 Vervoer afval over weg, rail of via binnenvaart

Om een correcte inschatting te maken van geschikte emissiekentallen zetten we eerst de eigenschappen uiteen van vervoer van afval. Deze eigenschappen zijn bepaald op basis van een literatuurstudie en een startgesprek met de opdrachtgever.

Transport van afval tussen de inzamelingslocatie en de verwerkers gebeurt via drie modaliteiten:

1. Binnenvaart via motorvrachtschepen en duwboten met duwbakken.
2. Wegtransport met vrachtwagens.
3. Spoorvervoer met goederentreinen. Vooral geschikt voor lange afstanden of internationaal vervoer.

Binnenvaart

Afval kan op verschillende manieren met de binnenvaart vervoerd worden. Drie methodes zijn gangbaar (Topsector Logistiek, 2023):

1. Gestort in containers.
2. Los gestort in de laadruimte van een schip.
3. Geperst in balen.

Momenteel zijn er praktijkcases die methode 1 en methode 2 toepassen.

Over het algemeen is afval relatief licht, waardoor volume in kubieke meters en niet het laadgewicht de beperkende factor is bij een volledig beladen schip. Los gestort afval is lichter dan afval geperst in balen. We hanteren de volgende gewichten op basis van literatuur⁷ en de praktijkcases uit Topsector Logistiek (2023):

Tabel 5 – Soortelijk gewicht afval

Type vervoer	Eenheid	Gewicht
Balen	Ton per kubieke meter	0,8
Los gestort	Ton per kubieke meter	0,4
Containers	Ton per TEU	13 (incl. gewicht container van 2 ton)

Schepen gaan nu over het algemeen leeg terug. Containers moeten (leeg) terug, en het kost relatief veel tijd en geld om de laadruimte schoon te maken van gestort afval. Met geperste balen kan makkelijker met een retourlading gevaren worden, omdat reiniging eenvoudiger is. Echter, dan moet er wel een passende retourladingstroom zijn; en daarbij zijn er geen cases met gebaald afval op dit moment.

Bij schepen in de binnenvaart zit een grote variatie in de afmetingen en het laadvermogen van een schip. Om deze reden hanteren zowel de VN (United Nations Economic Commission for Europe, 2022) als RWS (Rijkswaterstaat, 2020) een classificatiesysteem waarbij schepen worden ingedeeld op basis van maatgevende schepen, die de bovengrens van een bepaalde klasse vormen. Binnen de klassen vallen dus ook kleinere schepen, waardoor er sprake is van een range in grootte en maximaal laadvermogen binnen één klasse. Kijken we naar het vervoer van afval dan zijn er drie scheepsklassen⁸ waarmee afval kan worden vervoerd:

- Klasse II (400-650 ton laadvermogen):
 - Kempenaar of equivalent met duwboot en -bakken.
- Klasse IV (1250-2050 ton laadvermogen):
 - Rijn-Herne Schip of equivalent met duwboot en -bakken.
- Klasse V (2050-4000 ton laadvermogen):
 - Groot Rijnschip of equivalent met duwboot en -bakken.

Duwboten met bakken zijn relatief wat minder efficiënt dan een regulier schip, doordat de stroomlijning minder optimaal is. Op basis van STREAM en een expertinschatting gaan we uit van een 20% hoger brandstofverbruik voor duwboten met duwbakken ten opzichte van een motorvrachtschip bij vergelijkbare omstandigheden.

⁷ www.deafvalmarkt.nl/afvalbeheer/optimalisatie-afvallogistiek

⁸ Bron: Classificatie van de binnenvaartvloot, Rijkswaterstaat 2010

De volgende opties zijn de meest relevante opties voor aandrijflijn en brandstof voor de kentallen:

- Diesel (Stage V motor): momenteel wordt voornamelijk 100% fossiele diesel gebruikt, maar door nieuwe regelgeving vanaf 2026⁹ kan dit gaan veranderen richting B7 diesel;
- HVO (Stage V motor);
- een blend van bio- en fossiele brandstoffen;
- elektrisch door middel van batterijcontainers¹⁰ (we gaan uit van 100% elektrisch).

Wegtransport

Transport gaat met vrachtwagens naar de verwerker toe. Hierbij worden verschillende vrachtwagens gebruikt: een vrachtwagen met aanhanger, een trekker met losse oplegger en een Lange Zware Vrachtwagen (LZV-)combinatie. Dit zijn allen relatief grote vrachtwagens die veel in één rit kunnen vervoeren. Bij maximale belading met afval bij een vrachtwagen is hoofdzakelijk volume de beperkende factor. De standaard trekker-oplegger, die maximaal 36 ton lading kan vervoeren, vervoert vaak zo'n 20 ton afval bij een volle oplegger. We hebben contact opgenomen met afvalverwerkers om na te gaan of vrachtwagens leeg retour gaan. Hieruit blijkt dat vrachtwagens zowel leeg teruggaan als een retourrit hebben, waardoor het lastig is om hier harde uitspraken over te doen.

Ook bij wegvervoer is er verschil tussen vervoer in balen, in containers of los gestort. Hier hebben we echter geen betrouwbare data over; vandaar dat dit niet opgenomen is in deze kentallen.

Spoorvervoer

Spoorvervoer kan ingezet worden voor vervoer van afval over middellange en lange afstanden. Ook kan afval vanuit het buitenland, bijvoorbeeld Italië, worden geïmporteerd via het spoor. Het vervoer kan zowel elektrisch als op brandstoffen plaatsvinden. Daarnaast wordt een combinatie van beide opties gebruikt, omdat niet alle industrie-terreinen over een elektrisch spoor beschikken. Ook zijn vervoerders aan het testen met HVO¹¹ als vervanging voor fossiele diesel. Een goederentrein kan meerdere types lading vervoeren afhankelijk van de inhoud van de wagons. Dit gebeurt met name bij

⁹ Zie www.emissieautoriteit.nl/regelgeving/hernieuwbare-energie-voor-vervoer/ontwikkelingen-red3-in-nederland/brandstoftransitieverplichting-binnenvaart

¹⁰ Zie www.zeroemissionservices.nl

¹¹ Zie www.nl.dbcargo.com/rail-nl-nl/metaNavi/nieuws/HVO-11102726

vervoer tussen logistieke knooppunten. Bij afval, wat getransporteerd wordt van verwerkers naar verbranders, zal het gaan om wagons die alleen afval bevatten.

Ook bij spoorvervoer is er verschil tussen vervoer in balen, in containers of los gestort. Hier hebben we echter geen betrouwbare data over; vandaar dat dit niet opgenomen is in deze kentallen.

3 Emissiekentallen STREAM

Voor de binnenvaart zijn er enkele bronnen (CE Delft, 2021b; Smart Freight Centre, 2023) die emissiekentallen voor binnenvaartschepen aanleveren. Binnen Nederland worden de kentallen van STREAM goederenvervoer veel gebruikt. De kentallen bevatten uitsplitsingen naar scheepstype, vaarweg en motorisering. Een groot voordeel van STREAM is dat zowel broeikasgassen als luchtvervuilende emissies worden meegenomen. Om deze redenen worden de cijfers gebruikt door onder andere CO₂emissiefactoren.nl.

STREAM goederenvervoer onderscheidt drie gewichtscategorieën aan lading:

1. Licht transport: apparatuur, meubels, post, textiel, vormgegeven producten (circa < 0,4 kg/liter in laadruim).
2. Middelzwaar transport: voedselproducten, hout, papier, plastics, chemicaliën, metalenproducten, auto's, afval (circa 0,4-1,3 kg/liter in laadruim).
3. Zwaar transport: ertsen, mineralen, kolen, cokes, olie (typisch voor vloeistoffen en lading > 1,3 kg/liter in laadruim).

Afval valt in de gewichtscategorie 'middelzwaar transport'. Het is belangrijk om te vermelden dat de cijfers in STREAM geaggregeerde cijfers zijn en dat belangrijke parameters constant worden verondersteld. Het gaat dan om parameters als vaarsnelheid, eigenschappen van vaarwegen, stroomsnelheid en de beladingsgraad. In Hoofdstuk 2 is echter besproken dat de beladingsgraad varieert tussen de manieren waarop afval vervoert kan worden.

Op basis van het soortelijk gewicht en de eigenschappen van schepen kunnen we de actuele belading van geladen schepen bepalen. We gaan er hierbij vanuit dat de schepen de beschikbare laadruimte goed benutten wanneer met afval gevaren wordt. Dit betekent dat de limieten aan inhoud (m³) en/of maximaal laadvermogen (ton) worden benut. Het hangt van het type lading en het schip af of de inhoud in kubieke meters of het maximale laadvermogen in tonnen de beperking is. Bij containers en

losgestort is de laadruimte (in m³) gevuld, maar wordt het maximale laadvermogen niet gebruikt. Bij vervoer met balen wordt bij de verschillende schepen wel het maximale laadvermogen (bijna) volledig benut. Bij de standaardkentallen gaan we uit van ongeladen retourvaart. Wel geven we een correctiefactor in het geval dat er een retour-transport is gevonden (zie volgende pagina).

De specifieke uitgangspunten staan in Tabel 6. Bij containers hanteren we voor het bepalen van het laadgewicht, en uiteindelijk de emissies, het gewicht inclusief het gewicht van de container zelf. Voor het bepalen van de vervoersprestatie (tonkm) rekenen we het gewicht van de container niet mee. We kijken dus alleen naar het gewicht van het afval in de container.

Tabel 6 – Uitgangspunten belading schepen

Type schip	Laadvermogen	Inhoud	Daadwerkelijk laadgewicht		
			Aantal TEU/ton	Balen	Losgestort
Klasse II	400-650 ton	950-1050 m ³	24-28 312-364 ton (incl. container)	400-650 ton	380-420 ton
Klasse IV	1250-2050 ton	1450-2500 m ³	80-90 1.040-1.170 ton (incl. container)	1160-2000 ton	580-1000 ton
Klasse V	2050-4000 ton	3400-3700 m ³	144-208 1.872-2.704 ton (incl. container)	2050-2960 ton	1360-1480 ton

Bron: Gebaseerd op (United Nations Economic Commission for Europe, 2022) en RWS (Rijkswaterstaat, 2020).

Op basis van bovenstaande belading hebben we met ons STREAM-model specifieke emissiefactoren voor de binnenvaart bepaald. Ook kunnen emissies worden gespecificeerd voor verschillende aandrijflijnen en brandstoffen waaronder Stage V, HVO en LNG. Een elektrische aandrijflijn is niet direct gegeven, maar de emissies zijn in te schatten op basis van de beschikbare kentallen.

Wij hanteren de volgende variatie in kentallen:

- Een onderscheid naar aandrijflijn en energiedrager. Hierbij maken we onderscheid naar Diesel, HVO, B30¹² en batterij-elektrisch. We gaan uit van een Stage V motor. LNG wordt voornamelijk door tankschepen gebruikt en laten we buiten beschouwing.
- Een onderscheid naar omvang van het schip. Hierbij gaan we uit van de volgende maatgevende schepen: Klasse II (400-650 ton), Klasse IV (1251-2050 ton) en Klasse V (2051-4000 ton).

¹² B30 is een blend van biodiesel (30%) en fossiele diesel.

- Voor duwbotten en duwbakken hanteren we een opslag van 20% in energieverbruik ten opzichte van motorvrachtschepen in vergelijkbare omvang.
- De kentallen voor binnenvaart gaan er standaard van uit dat het retourtransport ongeladen is. Het is immers logistiek een uitdaging om retourlading te vinden die te combineren is met het vervoer van afval. In het geval dat er wel sprake is van een (gegarandeerde) retourlading dan kunnen de kentallen met 25% worden verminderd. Deze factor is gebaseerd op de kentallen in STREAM.
- Geen onderscheid naar vaarweg. Een onderscheid naar vaarwegen is complex, omdat gebruikers dan de vervoerafstand moeten opknippen naar vaarwegtype. We stellen daarom voor om voor alle scheepstypen uit te gaan van een klasse V-vaarweg.
- We maken onderscheid naar de manier waarop afval wordt vervoerd (balen, los gestort, containers). Ook houden we rekening met de lege retourladingen.
- Voor elektriciteit gaan we uit van de gemiddelde stroommix en we voegen geen optie toe voor 100% groene stroom. Voor het toekennen van groene stroom bestaan verschillende zienswijzen. Gangbaar is om groene stroom als (bijna) nul-emissie te zien, als er daadwerkelijk extra opwekcapaciteit is gekomen. Aangezien dit niet te verifiëren is bij aanbestedingen, passen we de standaard grijze stroommix toe voor alle vervoerswijzen.
- Voor de productie van brandstoffen en elektriciteit gebruiken we de laatste inzichten over emissiefactoren vanuit CO₂emissiefactoren.nl en de STREAM-webtool.¹³

4 Berekende resultaten

De uitkomsten voor de binnenvaart zijn zichtbaar in Tabel 7. De uitkomsten zijn uitgedrukt in grammen om consistent te zijn met de STREAM rapportage. Er zitten significante verschillen in de emissies tussen de scheepstypen en aandrijfopties. Daarbij zijn duurzame opties zoals elektriciteit en HVO significant beter dan andere opties. Bovendien komen binnenvaartopties zoals HVO en elektriciteit beter uit ten opzichte van vergelijkbare opties in wegvervoer (zie Tabel 2). Vervoer via balen is efficiënter dan los gestort afval of afval in containers doordat er meer tonnen afval per vaart vervoert kan worden.

¹³ www.tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen

Tabel 7 – Emissiefactoren (g CO₂ WTW/tonkm) binnenvaart

Type vervoer	Motortype	Motorvrachtschip			Duwboot + duwbak		
		Klasse II (400-650 ton)	Klasse IV (1.250-2.050 ton)	Klasse V (2.050-4.000 ton)	Klasse II (400-650 ton)	Klasse IV (1.250-2.050 ton)	Klasse V (2.050-4.000 ton)
Los gestort	Stage V 100% fossiele diesel	42,0	33,4	24,3	50,4	40,1	29,2
Los gestort	Stage V B7 diesel	39,7	31,6	23,0	47,6	37,9	27,6
Los gestort	Stage V biodiesel mix (B30)	31,1	24,7	18,0	37,3	29,7	21,6
Los gestort	Stage V 100% biodiesel (HVO)	5,6	4,5	3,3	6,8	5,4	3,9
Los gestort	100% batterij-elektrisch (gemiddelde gridmix)	13,9	11,1	8,1	16,7	13,3	9,7
Balen geperst	Stage V 100% fossiele diesel	39,2	30,6	21,4	47,0	36,7	25,7
Balen geperst	Stage V B7 diesel	37,0	28,9	20,2	44,4	34,6	24,3
Balen geperst	Stage V biodiesel mix (B30)	29,0	22,6	15,9	34,8	27,1	19,0
Balen geperst	Stage V 100% biodiesel (HVO)	5,3	4,1	2,9	6,3	4,9	3,4
Balen geperst	100% batterij-elektrisch (gemiddelde gridmix)	13,0	10,1	7,1	15,6	12,2	8,5
Containers	Stage V 100% fossiele diesel	47,8	38,2	26,3	57,3	45,8	31,5
Containers	Stage V B7 diesel	45,1	36,1	24,8	54,1	43,3	29,8
Containers	Stage V biodiesel mix (B30)	35,3	28,3	19,5	42,4	33,9	23,4
Containers	Stage V 100% biodiesel (HVO)	6,4	5,1	3,5	7,7	6,2	4,2
Containers	100% batterij-elektrisch (gemiddelde gridmix)	15,8	12,7	8,7	19,0	15,2	10,5

Bron: Samengesteld op basis van (CE Delft, 2025; CO2emissiefactoren.nl, n.d.)

Tabel 8 laat de emissiefactoren voor wegvervoer zien. Bij vrachtwagens zijn er ook verschillen tussen verschillende aandrijfliijnen en brandstoffen.

Tabel 8 – Emissiefactoren (g CO₂ WTW/tonkm) wegvervoer

Brandstof	Vrachtwagen >20 ton met aanhanger	Trekker met oplegger (tot 40 ton laadvermogen)	Langere Zwaardere Vrachtwagen (LZV-) combinatie
Diesel B7	106,01	89,09	86,08
LNG	85,66	71,99	69,56
CNG	86,23	72,47	70,02
Biodiesel mix (B30)	84,39	70,93	68,53
Biodiesel 100% (HVO)	15,06	12,66	12,23
Bio-LNG	19,93	16,75	16,18
Bio-CNG	24,60	20,68	19,98
Waterstof (aardgas SMR)	74,87	62,93	60,80
Elektrisch (gemiddelde gridmix)	37,20	31,26	30,21

Bron: Samengesteld op basis van (CE Delft, 2025; CO2emissiefactoren.nl, n.d.)

Ten slotte zijn in Tabel 9 emissiefactoren voor spoorvervoer te zien. Ook voor spoorvervoer zijn er verschillende opties voor brandstoffen en aandrijfliijnen meegenomen. We gaan uit van een lange goederentrein van 650 meter met 42 wagons en een GTW¹⁴ van 2.619 ton. Voor het spoorvervoer geldt dat (groene) elektriciteit en HVO de duurzame opties zijn.

Tabel 9 – Emissiefactoren (g CO₂ WTW/tonkm) spoorvervoer

Brandstof	Emissies
Trein 100% fossiele diesel	19,34
Trein B30	14,32
Trein 100% HVO	2,60
100% elektrisch (gemiddelde gridmix)	5,77

Bron: Samengesteld op basis van (CE Delft, 2025; CO2emissiefactoren.nl, n.d.).

¹⁴ GTW staat voor Gross Tonne Weight, oftewel het totale gewicht van de wagons inclusief lading, maar exclusief gewicht van de locomotief.

Om de cijfers correct te gebruiken, is het van belang om tonkilometers op de correcte manier te bepalen. De emissiekentallen houden rekening met leegvervoer, waardoor het niet nodig is om retourkilometers mee te nemen. Ook de kilometers voor het retourneren van lege containers hoeven met deze emissiekentallen niet meegenomen te worden. Een uitgebreide toelichting over emissies per tonkilometer is te vinden in Tekstkader 1.

Tekstkader 1 – Emissies per tonkilometer

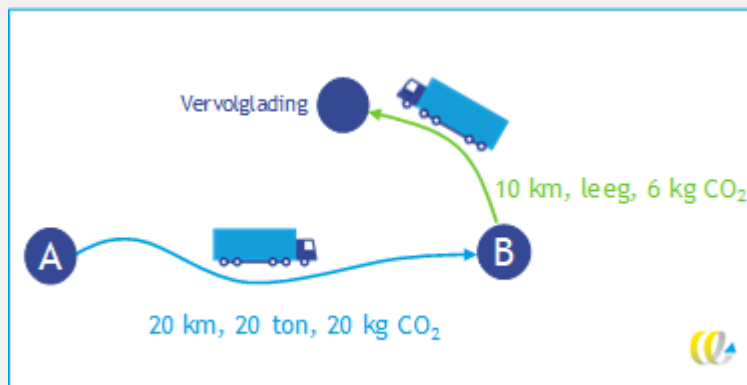
Emissies per tonkilometer

Emissies per tonkilometer geven de relatie tussen de emissies en de vervoersprestatie. De vervoersprestatie wordt gegeven door voor elke rit het ladinggewicht (in ton) te vermenigvuldigen met de afgelegde afstand (in km). Lege kilometers dragen niet bij aan de vervoersprestatie (tonkm), maar wel aan de emissies die noodzakelijk zijn voor het transport. Zowel de emissies van beladen als onbeladen kilometers worden meegenomen in de emissiekentallen per tonkilometer.

STREAM presenteert emissiekentallen op basis van gemiddelde cijfers per vervoerswijze.

Op ritniveau kan de berekening worden geïllustreerd zoals hieronder weergegeven:

Voor een rit van A naar B over 20 km, waarvoor de CO₂-uitstoot 20 kg bedraagt, gevolgd door een lege rit over 10 km waarbij er 6 kg CO₂ wordt uitgestoten.



Berekening CO₂-emissie kengetal per tonkm is als volgt:

- De afgelegde tonkilometers = 20 km * 20 ton + 10 km * 0 ton = 400 tonkm.
- CO₂-emissies = 20 kg CO₂ + 6 kg CO₂ = 26 kg CO₂
- Emissies per tonkilometer = 65 g CO₂/tonkm (26.000/400)

STREAM rekent met het gemiddelde van leegtransport en met de gemiddelde lading per voertuigcategorie. De gebruiker van STREAM-kentallen kan op basis van tonkilometers (vervoerde hoeveelheid en afstand van A naar B) een inschatting maken van de totale CO₂-emissies van het transport, waarbij een inschatting van het leegtransport is inbegrepen.

We gaan ervan uit dat de hoeveelheid afval (tonnen) en de locaties waartussen afval vervoerd moet worden, bekend zijn. Om de emissies in te schatten is daarom nog informatie nodig over de beladen vervoersafstand en het voertuigtype nodig. Er zijn verschillende bronnen beschikbaar om geschikte voertuigen en vervoersafstanden te bepalen. Deze verschillen per modaliteit.

Voor **binnenvaart** zijn de volgende bronnen relevant:

- Met de Blue Road Map¹⁵ kunnen afstanden goed bepaald worden op basis van de herkomst en bestemming van het afval. Het gaat om de daadwerkelijke gevarenaafstand en niet een vogelvluchtafstand.
- Eurisportal¹⁶ is een goede kaart voor vaarwegklassen. Deze vaarwegklassen corresponderen met de grootteklasse van schepen in Tabel 3. Dit geeft aan hoe groot schepen maximaal kunnen zijn. Hierbij is de kleinste vaarweg op de route leidend omdat ladingen niet tussendoor worden overgeplaatst. De keuze voor de aandrijflijn dient afgestemd te worden met aanbieders.

Voor **wegvervoer** zijn de volgende bronnen relevant:

- Vervoersafstanden kunnen bepaald worden met routeplanners. Over het algemeen zullen routeplanners voor auto's zoals Google Maps tot redelijk goede inschattingen komen. Een specifieke planner voor vrachtwagens, die rekening houdt met toegangsbepalingen en doorrijhoogtes, is beter geschikt maar veelal niet gratis voorhanden.
- De keuze tussen de verschillende type vrachtwagens hangt af van de aanbieder en het type afval. Dit vraagt afstemming met de aanbieders.

Voor **spoorvervoer** zijn de volgende bronnen relevant:

- Vervoersafstanden kunnen bepaald worden met routeplanners. ECOtransit¹⁷ is een gratis tool waarmee nationale en internationale spoorroutes bepaald kunnen worden.
- De keuze tussen de verschillende type treinen hangt af van de route en de aanbieder. Dit vraagt afstemming met de aanbieders.

¹⁵ www.blueroadmap.nl

¹⁶ www.eurisportal.eu/waterway/cemtmap

¹⁷ www.emissioncalculator.ecotransit.world

Referenties

- CE Delft. (2021a). *Methodiek duurzaam aanbesteden afval – versie 2021*.
- CE Delft. (2021b). *Stream goederenvervoer 2020: Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer*.
- CE Delft. (2025). *Stream personenvervoer. Emissiekentallen modaliteiten 2024*.
- CO2emissiefactoren.nl. (n.d.). *Co2emissiefactoren.NI*. CO2emissiefactoren.nl.
<https://co2emissiefactoren.nl/>
- Rijkswaterstaat. (2020). *Richtlijnen vaarwegen 2020*.
- Smart Freight Centre. (2023). *Global logistics emissions council framework for logistics emissions accounting and reporting v3.0*.
- TNO. (2020). *Impact assessment biobrandstoffen voor de binnenvaart*.
- Topsector Logistiek. (2023). *Afvaltransport over water. Wegwijzer*.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2022). *Standardization of inland waterways: Proposal for the revision of the classification adopted by the european conference of ministers of transport in 1992 (resolution no. 30)*.