

Voorbereidend werk STREAM Goederenvervoer



Vorbereidend werk STREAM Goederenvervoer

Delft, CE Delft, februari 2026

Publicatienummer: 26.250197.025

Deze notitie is opgesteld door:
Matthijs Otten en Christiaan Meijer

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.

1 Inleiding

Rijkswaterstaat heeft CE Delft gevraagd om een aantal voorbereidende werkzaamheden uit te voeren ten behoeve van het updaten van STREAM Goederenvervoer. Specifiek betreft het de volgende drie werkzaamheden:

1. **Inventariseren van te updaten energiedragers** ten behoeve van STREAM Goederenvervoer. Hierbij wordt specifiek gekeken naar energiedragers voor goederenvervoer die niet bij personenvervoer al zijn meegenomen.
2. **Onderzoeken en beschrijven van de methodiek voor het vaststellen van de emissiefactoren** van deze energiedragers. Een belangrijk aandachtspunt is het onderzoeken van mogelijkheden om aan te sluiten bij de ontwikkelingen die spelen in het Europese CLEVER-project. In CLEVER wordt een methodiek ontwikkeld voor het vaststellen van Europese CO₂-emissiefactoren. We zullen de stand van zaken beschrijven en de consequenties voor de methodiek in STREAM.
3. **Voorlopige CO₂-emissiefactoren vaststellen voor methanol**, waarbij we zowel naar e-methanol, biomethanol als fossiele methanol kijken.

Deze notitie beschrijft de bevindingen van bovenstaande drie onderwerpen in een apart hoofdstuk.

2 Inventariseren te updaten energiedragers

In de update van STREAM Goederenvervoer zal er een update worden gemaakt van de emissiefactoren van de energiedragers. Daarbij willen we ons focussen op de energiedragers die op dit moment en in de toekomst relevant zullen zijn. In deze werkzaamheid hebben we:

1. De oude lijst energiedragers uit de vorige STREAM Goederenvervoer (CE Delft, 2021) als basis genomen.
2. Samen met sectorexperts van CE Delft hebben we bepaald welke energiedragers niet meer relevant zijn en deze uit de lijst verwijderd, en welke nieuwe energiedragers relevant zijn en deze aan de lijst toegevoegd.

3. Energiedragers die al geüpdatet zijn in STREAM Personenvervoer (CE Delft, 2024), zoals diesel en elektriciteit, hoeven niet meer in de nieuwe STREAM Goederenvervoer geüpdatet te worden. Dit nemen we mee in de toelichting van de lijst. We zullen deze energiedragers bij de uitvoering van STREAM Goederenvervoer nog wel toetsen met betrekking tot de bevindingen qua scope in Hoofdstuk 3.

Voorgenoemde afwegingen resulteren in de lijst te updaten energiedragers uit Tabel 1. Voor elke energiedrager is een beknopte toelichting geschreven.

Tabel 1 – Lijst te updaten energiedragers in update STREAM Goederenvervoer

Energiedrager	Relevante modaliteiten	Toelichting
Fossiele brandstoffen		
HFO (3,5% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Update nodig
HFO (0,5% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Update nodig
LFO (0,5% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Nieuw
LFO (0,1% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Nieuw
MDO/MGO (0,5% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Nieuw
MDO/MGO (0,1% S)	Zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Update nodig
LNG	Wegtransport, binnenvaart, zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Update nodig
Methanol	Zeevaart, binnenvaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof
Ammoniak	Zeevaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof
Alternatieve brandstoffen		
Bio LNG/methaan	Wegtransport, binnenvaart, zeevaart	Niet in STREAM Personenvervoer (2023). Update nodig
E-LNG/methaan	Zeevaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof
Bio methanol	Zeevaart, binnenvaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof
E-methanol	Zeevaart, binnenvaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof
E-ammoniak	Zeevaart	Mogelijk toekomstig relevante brandstof

Energiedrager	Relevante modaliteiten	Toelichting
Bio kerosine	Luchtvaart	De berekening van biokerosine is verouderd. In STREAM Personen gaat dit nog op basis van rapeseed. De meest gebruikte variant is momenteel used cooking oil. Ook kan de berekening eventueel op basis van een huidige mix. Wordt meegenomen in update STREAM personen.
E-kerosine	Luchtvaart	Wordt nu nog niet bijgemengd, wel flink aan het opschalen. Vanaf 2030 verplicht bijmengen.

3 Methodiek vaststellen emissiefactoren energiedragers

In CLEVER wordt een methodiek ontwikkeld voor het vaststellen van Europese CO₂-emissiefactoren. We beschrijven in deze sectie wat de CLEVER-methodiek inhoudt en wat de consequenties zijn voor de methodiek in STREAM. In STREAM gaan we op dit moment uit van emissiefactoren die in lijn zijn met de Renewable Energy Directive (RED), vanuit de rapportages van de NEa in het kader van RED en default factoren die in de RED worden aanbevolen.

3.1 Emissiefactoren

In de basis gaat de CLEVER-methodiek uit van emissiefactoren per MJ LHV. Hierbij betreft het de energie 'up to the point just before its conversion into mechanical work'.

Deze definitie stemt overeen met de aannames die we maken in eerdere versies van STREAM. Specifiek voor batterij-elektrische voertuigen gaat STREAM uit van MJ geleverde energie uit het net. In de uitleg van de CLEVER-methodiek wordt aangegeven dat energieverliezen door laden inderdaad ook onderdeel zijn van de scope in CLEVER, ook lijkt dit niet direct in overeenstemming met 'up to the point just before its conversion into mechanical work'.

3.2 CLEVER system boundary

CLEVER gaat uit van een Well-to-Wheel-scope. Dit omvat zowel emissies als verbruiken die samenhangen met de levering van energiedragers, inclusief productie, distributie en levering, evenals operationele emissies als gevolg van brandstofgebruik en de exploitatie van voertuigen/schepen. De emissies worden beschreven en opgesplitst in specifieke Well-to-Tank (WtT)-onderdelen, gericht op brandstofproductie en levering, en Tank-to-Wheel/Wing/Wake (TtW)-onderdelen gericht op brandstofgebruik en de exploitatie van voertuigen/schepen.

Tabel 2 geeft een overzicht van alle stappen die worden onderscheiden in CLEVER, met daarbij aangegeven of deze stap in CLEVER wordt meegenomen, en of deze stap in de Renewable Energy Directive (RED) wordt meegenomen. De stappen in **grijs** zijn alleen relevant voor biobrandstoffen, e-fuels en carbon capture and storage (CCS). Hiervoor wordt specifiek voorgeschreven om een verandering van emissies door veranderingen in landgebruik (LUC) en carbon removals ook apart te benoemen. Voor dLUC (directe veranderingen in landgebruik) moeten de IPCC guidelines gevolgd worden, voor iLUC (indirecte veranderingen in landgebruik) de ICAO CORSIA-methode.

Tabel 2 – Overzicht van de CLEVER scope en RED scope

Stap	CLEVER	RED
Well-to-Tank		
Productie van restproducten/afval (die grondstof zijn voor brandstof productie, dus bijvoorbeeld de emissies van de productie van frituurolie)	Nee	Nee
Verwerken van afvalmaterialen (die grondstof zijn voor brandstof productie)	Ja	Ja
Extractie en teelt van grondstoffen • verliezen/lekken	Ja	Ja
	Ja	Nee
Productie/processing	Ja	Ja
Infrastructuur-gerelateerde emissies van productie, transport en distributie van energiedragers (constructie, operatie, onderhoud en ontmanteling)	Ja	Nee
Transport en distributie • verliezen/lekken	Ja	Ja
	Ja	Nee
Infrastructuur en processen op de transporthub (denk aan activiteiten op tankstations die niet direct gerelateerd zijn aan energiedrager, zoals winkel.	Nee	Nee
Carbon stock exchanges van direct land-use change (dLUC)	Ja	Ja
Carbon stock exchanges van indirect land-use change (iLUC)	Ja	Nee
Verbeterde koolstofopslag in de bodem door verbeterd landbouwbeheer	Ja	Ja

Stap	CLEVER	RED
Carbon stock exchanges van direct air CO ₂ capture (DAC)	Ja	Ja
CO ₂ -opslag door capture and geological storage (CCS)	Ja	Ja
Tank-to-Wheel/Wake		
Emissies tijdens gebruik	Ja	Ja
Administratieve processen	Nee	Nee
Productie van apparatuur voor optimalisatie van energiegebruik, zoals boordcomputers	Nee	Nee

STREAM volgt op dit moment de system boundary van de Renewable Energy Directive (RED). Voor de volgende versie van STREAM willen we zo goed als mogelijk aansluiten bij de CLEVER-methodiek. Voor een groot deel sluiten we daar dus al bij aan.

Een aantal elementen willen we graag nog toevoegen:

- Infrastructuur-gerelateerde emissies van productie, transport en distributie van energiedragers:
 - in STREAM Personen wordt hier al rekening mee gehouden.
- Verliezen/lekken bij de extractie en teelt van grondstoffen.
- Verliezen/lekken van Transport en distributie.
- Carbon stock exchanges van indirect land-use change (iLUC).

Veranderingen in koolstofvoorraden door indirecte landgebruiksverandering (Carbon stock exchanges from indirect land-use change (iLUC)) worden al wel met losse indicaties meegenomen bij de RED. STREAM doet dat op dit moment ook. Het voorstel is om deze nu wel in het totaal ook mee te gaan nemen, maar ook apart nog te blijven benoemen. Dit is wat CLEVER ook voorschrijft. De andere infrastructuuremissies en verliezen gaan we proberen mee te nemen, onder voorbehoud van wat we hiervoor kunnen vinden.

3.3 Attributional vs. Consequential methode

CLEVER schrijft voor om de attributional (ook wel descriptive)-methode toe te passen voor de LCA-modellering. Alleen iLUC is de uitzondering, waarbij wel een consequential-methode mag worden toegepast.

De attributional-methode is gericht op boekhouding. Het geeft de potentiële klimaat-impact weer die kan worden toegeschreven aan een systeem over zijn levensduur. Het gebruikt historische, op feiten gebaseerde, meetbare data met een bekende onzekerheid, en bevat alle processen die relevant zijn aan het systeem.

De consequential-methode is gericht op verandering. Het identificeert de gevolgen die een beslissing in het voorgrondsysteem heeft voor andere processen en systemen in de economie, zowel in het achtergrondsysteem van het geanalyseerde systeem als in andere systemen. Het weerspiegelt hiermee niet de feitelijke specifieke of gemiddelde toeleveringsketen. In plaats daarvan wordt een hypothetische, generieke toeleveringsketen gemodelleerd op basis van marktmechanismen, en mogelijk inclusief politieke interacties en veranderingen in consumentengedrag. Er wordt gebruikgemaakt van componenten van algemene of partiële evenwichtsmodellen. (EC, 2023).

Hoe dit in STREAM wordt gedaan verschilt, afhankelijk van de bron van de emissiedata. Voor veel emissiefactoren wordt data van de Renewable Energy Directive (RED) gebruikt. Deze gebruikt ook de attributional-methode (EC, 2023). Voor deze data is dus geen verandering nodig, maar moet wel gekeken worden naar de aanvullende elementen zoals hiervoor beschreven. Voor een aantal emissiefactoren (GTL, HFO en MDO) wordt echter de JEC-data als bron gebruikt. Deze gebruikt een consequential methode (EC, 2023), en is dus niet in lijn met de CLEVER-methodiek. We zullen in de update van STREAM Goederenvervoer voor data, op basis van de [JEC-studie](#), nagaan of deze moeten worden aangepast om ze in lijn te brengen met de attributional-methode.

4 Emissiefactor methanol

Tabel 3 – Emissiefactoren (in g CO₂-eq./MJ) voor fossiele, bio- en e-methanol uit diverse bronnen

Bron en naamgeving (volgens bron)	WTT	TTW	WTW
Fossiel			
JRC: Natural Gas 4.000 km, EU prod, rail/road	31,6	68,9	100,6
JRC: Remote production, sea /rail/road	24,3	68,9	93,3
JRC: Coal EU-mix, EU production, rail/road	124,3	68,9	193,2
FuelEU Maritime: from natural gas	31,3	69,1	100,4
Biomethanol			
JRC: from biomass residual wood (500 km)	10,5	0	10,5
JRC: from biomass residual wood (>500 km)	14,2	0	14,2
JRC: Farmed wood, road (500 km)	15,0	0	15,0
JRC: Farmed wood, road (>500 km):	18,6	0	18,6

Bron en naamgeving (volgens bron)	WTT	TTW	WTW
JRC: Wood via black liquor, road	6,2	0	6,2
DEFRA: methanol (bio)	37,4	0,4	37,8
RED: waste wood methanol in free-standing plant	13,5	0	13,5
RED: farmed wood methanol in free-standing plant	16,2	0	16,2
RED: biomethanol from black-liquor	10,4	0	10,4
TNO: Methanol (typical) (RED III assessment)	14,9	0	14,9
Synthetische methanol			
JRC: from renewable electricity, CO ₂ from flue gas	1,78	0	1,8
Concawe: CtG North EU in 2050 ¹	5,4	0	5,4

Ter voorbereiding van de update van STREAM Goederenvervoer bepalen we alvast een voorlopige emissiefactor voor methanol. Dit doen we zowel voor de fossiele, biogene als synthetische variant van methanol. Hiervoor hebben we een literatuuronderzoek gedaan. Tabel 3 presenteert de gevonden waarden vanuit de literatuur (JRC, 2020), (EU, 2023b), (DEFRA, 2024), (EU, 2023a), (TNO, 2024) en (Concawe, 2024).

De RED geeft verder een energie-inhoud voor methanol van 20 MJ/kg of 16 MJ/liter (LCV). De dichtheid is daarmee 0,8 kg/liter. Deze waarden zijn gelijk voor alle drie de vormen van methanol. Vanuit voorgenoemde cijfers stellen we voor om voor STREAM en CO₂-emissiefactoren.nl de emissiefactoren uit Tabel 4 over te nemen.

Tabel 4 – Voorstel emissiefactoren (in g CO₂-eq./MJ) voor fossiele, bio- en e-methanol

Bron	WTT	TTW	WTW	bron
Methanol uit aardgas (FeulEU Maritime)	31,3	69,1	100,4	(EU, 2023b)
Biomethanol (gemiddeld)	14,9	0	14,9	(TNO, 2024)
E-methanol (van hernieuwbare elektriciteit)	5,4	0	5,4	(Concawe, 2024).

¹ Concawe rapporteert de Cradle-to-Grave-emissies, hierbij worden ook de emissies van het bouwen en onderhouden van de infrastructuur voor brandstofproductie meegenomen. Dit is in lijn met de CLEVER-methode, maar omvat meer dan de RED-methode.

De fossiele methanolwaarde betreft methanol geproduceerd uit aardgas en volgt uit FuelEU Maritime. De waarde voor biomethanol is een gewogen gemiddelde, zoals berekend door TNO, van de drie gegeven feedstocks uit de RED (waste wood, farmed wood en black-liquor). Voor e-methanol betreft het e-methanol geproduceerd uit duurzame elektriciteit (bijvoorbeeld zon en wind), de waarde komt van Concawe.

De cijfers zijn zoveel mogelijk in lijn met de CLEVER-methodiek gekozen en volgen dan ook allemaal de de attributional LCA-methode zoals voorgeschreven. De emissiefactoren voor fossiel en biogene methanol volgen de RED-methode (FuelEU is in lijn met de RED), hierbij ontbreken ten opzichte van CLEVER dus wel de posten over emissies van infrastructuur en verliezen. Deze zijn over het algemeen zeer beperkt, en mogelijk verwaarloosbaar. We zullen dit in de update van STREAM Goederenvervoer nog nader onderzoeken, ook voor andere brandstoffen. De emissiefactor voor e-methanol neemt wel de emissies van infrastructuur mee.

CLEVER schrijft voor om de iLUC-termen mee te nemen in de emissiefactor. iLUC-termen zijn echter alleen relevant, volgens de RED (Annex VIII), bij de volgende feedstocks voor biobrandstoffen: cereals and other starch-rich crops, sugars en oil crops. De meegenomen biomethanol feedstocks zijn hout en black liquor, die vallen hier dus niet onder, waarmee de RED voorschrijft om de iLUC-term hiervan als nul aan te nemen.

Referenties

- CE Delft. (2021). *Stream goederenvervoer 2020: Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer*.
- CE Delft. (2024). *Stream personenvervoer. Emissiekentallen modaliteiten 2023*.
- Concawe. (2024). *E-fuels: A techno-economic assessment of european domestic production and imports towards 2050 – update*.
- DEFRA. (2024). *Greenhouse gas reporting: Conversion factors 2024*.
- EC. (2023, 12 October 2023). *Red and jec wtw methodology - jrc presentation* [Interview]. European Commission (EC).
https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjSxI_7PaRAxWG5QIHfP_AKqQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwiki.unece.org%2Fdownload%2Fattachments%2F219316425%2FJRC_Presentation_RED%2F526JEC.pdf%3Fapi%3Dv2&usq=AOvVaw1G_OoPYcmYPy7v3l5KbBl&opi=89978449

- EU. (2023a). *Directive (eu) 2023/2413 of the european parliament and of the council of 18 october 2023 amending directive (eu) 2018/2001, regulation (eu) 2018/1999 and directive 98/70/ec as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing council directive (eu) 2015/652*. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413>
- EU. (2023b). *Verordening (eu) 2023/1805 van het europees parlement en de raad van 13 september 2023 betreffende het gebruik van hernieuwbare en koolstofarme brandstoffen in het zeevervoer, en tot wijziging van richtlijn 2009/16/eg*.
- JRC. (2020). *Jec well-to-tank report v5 - excel file "jec wttv5 appendix 1 results"*. n.b. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/jec-well-tank-report-v5>
- TNO. (2024). *Renewable fuels up to 2030 - assessment of rediii. Support to kev2023 (update)*.