

VOORLOPERS IN CO₂-REDUCTIE: LESSEN UIT TOEGEPAST ONDERZOEK IN DE LOGISTIEK

G.H.L. Somers	Fontys Hogeschool
C.H.A. Vreys	Fontys Hogeschool
L.R.J. Quintens	Maastricht University
K.M.R. Alons-Hoen	Fontys Hogeschool
F.H.W. Nooijen	Fontys Hogeschool

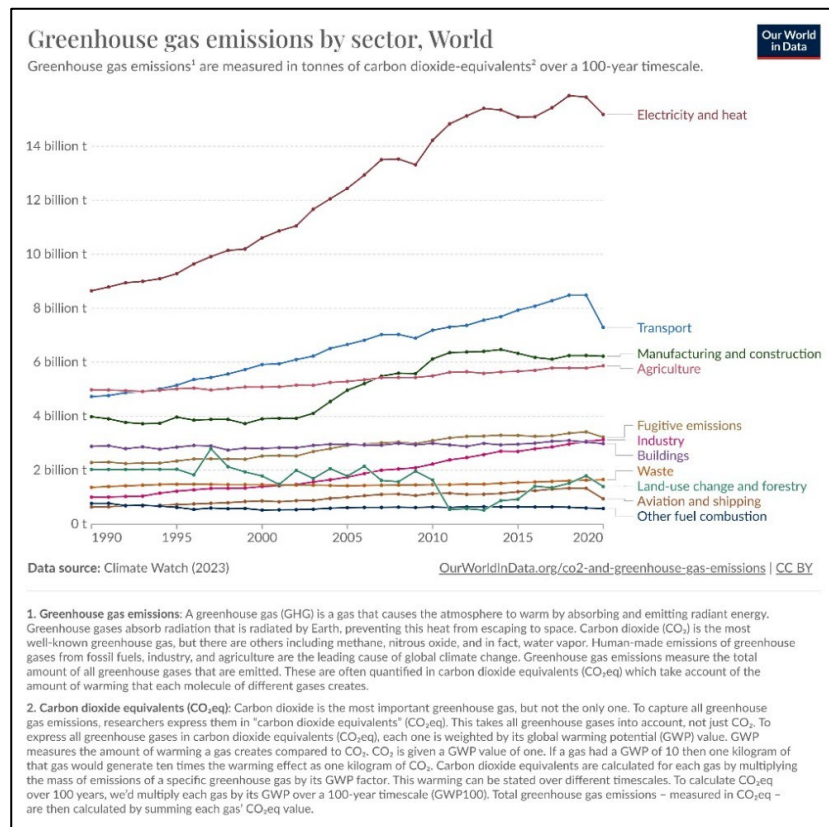
Samenvatting

De logistieke sector staat voor de uitdaging om haar CO₂-uitstoot drastisch te verminderen om te voldoen aan de klimaatdoelen van de Europese Green Deal. Dankzij groeiende transportvolumes en afhankelijkheid van fossiele brandstoffen, wordt de noodzaak tot decarbonisatie steeds groter door strenge wetgeving zoals de CSRD. Het project CARBON-les, uitgevoerd door Fontys Hogeschool en de Universiteit Maastricht, richt zich op CO₂-reductie bij midden- en kleinbedrijf (mkb) in de logistiek door technologische en supply chain-maatregelen te combineren. In dit paper worden de geleerde lessen op procesmatig vlak in het project CARBON-les besproken.

Binnen het project zijn strategische en operationele workshops ontwikkeld, waarbij studenten onderzoek doen en bedrijven worden begeleid bij het in kaart brengen en reduceren van hun uitstoot. De workshops omvatten een mix van theorie en praktijk om strategische inzichten te genereren voor de bedrijven. Daarnaast zijn er informatiesessies en studentenbijeenkomsten georganiseerd voor kennisdeling en samenwerking. Uit de eerste resultaten blijkt dat bedrijven door hun deelname bewust worden van de noodzaak van duurzaamheid en dat ze praktische tools voor CO₂-calculatie en reductie inzetten. Studenten brengen frisse perspectieven in en leren in de praktijk hoe duurzaamheid en supply chain management samenkomen. Hoewel er nog verbeterpunten zijn, zoals een helderdere follow-up en concretere actieplannen, is het project uitgegroeid tot een waardevolle bron voor duurzame logistieke innovatie. Via een train-the-trainer workshop kunnen de methode en tools uit dit project ingezet worden door anderen om zo meer impact te maken bij meer bedrijven.

1. Inleiding

Om de klimaatdoelen van de Europese Green deal te behalen, is het cruciaal dat de logistieke sector haar ${}^1\text{CO}_2$ -uitstoot aanzienlijk vermindert, ofwel te decarboniseren. Door de sterke afhankelijkheid van fossiele brandstoffen, vormt het decarboniseren van de logistieke sector echter een grote uitdaging (McKinnon, 2024). Bovendien blijft het aantal transportbewegingen binnen de logistieke sector groeien. Dit betekent dat de CO_2 -uitstoot per beweging in verhouding nog verder zal moeten dalen om de klimaatdoelen te realiseren. Logistieke activiteiten zoals transport, opslag en distributie dragen substantieel bij aan de wereldwijde uitstoot. Alleen de sector transport was in 2020 al goed voor 7,1 miljard ton uitstoot aan broeikasgassen en stond daarmee op de tweede plaats (Ritchie et al., 2020), zie Figuur 1.



Figuur 1: Wereldwijde uitstoot per sector, Ritchie et al. (2020)

¹ De mondiale klimaatcrisis vraagt om innovatieve en praktische oplossingen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Het meeste bekende broeikasgas, dat uitgestoten wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, is koolstofdioxide (CO_2). Daarnaast zijn er ook andere broeikasgassen zoals methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) (Mishra et al., 2023). Bij metingen worden broeikasgassen omgezet naar CO_2 -equivalent (CO_2e) (Ritchie, 2020). In dit verslag wordt gesproken over CO_2 , maar hier wordt CO_2e mee bedoeld.

Daarnaast komt er steeds strengere wetgeving voor bedrijven rondom het rapporteren, reduceren en belasten van CO₂-uitstoot. In de EU is wetgeving van kracht die bedrijven verplicht om onder andere hun CO₂-uitstoot transparant te rapporteren (MVO-Nederland, z.d.). Ook deze ontwikkelingen hebben een belangrijke invloed op de logistieke sector. De CSRD-wetgeving voor grotere bedrijven leidt tot uitvraag van uitstoot gegevens van mkb dienstverleners en transporteurs. Hierdoor wordt het voor het mkb noodzakelijk om inzicht te krijgen in de eigen uitstoot.

Op basis van de huidige CO₂-uitstoot kan worden gekeken naar mogelijke besparingen door toepassing van CO₂-reductiemaatregelen. Er dient hierbij een geïntegreerde aanpak te worden gehanteerd, waarbij verschillende samenhangende CO₂-reductiemaatregelen en strategieën, die nodig zijn voor het decarboniseren van transport, worden gecombineerd (McKinnon, 2023). Hierbij is een brede holistische aanpak nodig (Meyer, 2020), waarbij niet alleen wordt gekeken naar andere opslag-, VAL- en transport mogelijkheden, maar ook naar de herinrichting van ketens.

Voor het berekenen en reduceren van de huidige CO₂-uitstoot moet worden gekeken naar de benodigde en beschikbare bedrijfsdata. Het gebruik van empirische data is al langer een uitdaging (Fahimnia et al., 2015), maar ook recenter is gebleken dat robuuste cijfers over het CO₂-reductiepotentieel van maatregelen ontbreken (Miklautsch & Woschank, 2022). Om te komen tot betere strategische supply chain beslissingen, is het noodzakelijk om betrouwbare informatie en nieuwe duurzaamheidsparameters ter beschikking te hebben.

Om de CO₂-uitstoot van logistieke activiteiten te verminderen, kunnen verschillende maatregelen genomen worden. Om uitstoot te verminderen kunnen bedrijven technologische innovaties gericht op decarbonisatie implementeren. Op dit moment is er echter niet één techniek of maatregel, die broeikasgassen kan reduceren tot het gewenste niveau (Meyer, 2020). Onderzoek van TNO (Rondaij et al., 2023), Panteia, ING en TVM (Kindt & van der Meulen, 2022) benadrukt dat het niet voldoende is om enkel over te schakelen naar zero-emissie voertuigen. Grote investeringen vormen de grootste barrière (Zhang et al., 2022). Zo worden de meerkosten van de elektrificatie van het Nederlandse wagenpark geschat op €33,6 miljard (Kindt et al. (2023)). Deze investeringsuitdaging is nog groter voor kleinere bedrijven met beperkte financiële opties (Parviziomran & Bergqvist, 2023). Ook de beperkingen van het elektriciteitsnet vormen een belemmering (Kindt & van der Meulen, 2022). Men dient dus verder te kijken dan enkel naar technologische CO₂-reductiemaatregelen.

McKinnon (2018) wijst erop dat men ook supply chain maatregelen kan toepassen om te komen tot CO₂-reductie. Rajahonka et al. (2019) geven aan dat vrachtwagens en containers vaak halfvol zijn: 25,4% van de transporten zijn leeg en de gemiddelde bezettingsgraad op EU-28 niveau bedroeg bijvoorbeeld in 2016 slechts 43%.

Ook in 2023 worden nog steeds 21,8% van de wegkilometers in de EU gereden door lege vrachtwagens (Eurostat, 2024). Supply chain optimalisaties, zoals het verhogen van de beladingsgraad, kunnen de uitstoot per product of pallet verminderen. Een andere optie is bijvoorbeeld een decentrale keteninrichting om zo de transportvraag significant te reduceren (Miklautsch & Woschank, 2022). Toch blijkt uit onderzoek van TNO (Rondaij et al., 2023) in een studie naar de corridor Rotterdam-Venlo, dat zelfs een combinatie van technologische en supply chain maatregelen niet voldoende is om de reductiedoelstelling te halen. Hieruit blijkt de noodzaak voor het decarboniseren van supply chains en corridors.

Uit eigen contacten met het werkveld blijkt dat er slechts beperkt bewustzijn is bij mkb logistiek dienstverleners over de duurzaamheidsuitdagingen. Tijdens een presentatie van het lectoraat Supply Chain Innovation van Fontys op de TOP ontmoeting in het VVV stadion op 8-12-2022 werd duidelijk dat slechts 3 van de 70 aanwezige bedrijven zich bewust waren van de aanstaande rapportage en wetgeving over CO₂-uitstoot.

Het is ook gebleken dat mkb logistieke dienstverleners het lastig vinden om de uitstoot van broeikasgassen, die gerelateerd zijn aan de bedrijfsprocessen, in kaart te brengen. Dit gebeurt vaak reactief, slechts voor een klein deel van de activiteiten en enkel op vraag van klanten. Voor kennisinstellingen is het belangrijk om kennis te ontwikkelen op het vlak van CO₂-uitstoot in de logistiek, studenten hiermee bekend te maken en deze kennis te delen met een bredere bedrijfscommunity.

Het lectoraat Supply Chain Innovation van Fontys Hogeschool richt zich op het verduurzamen van de logistieke stromen en ketens. In samenwerking met de Universiteit Maastricht (via het Brightlands Institute for Supply Chain Innovation (BISCI)) zijn diverse projecten uitgevoerd. Eind 2022 is gestart met het project CARBON-les, dat onderdeel is van het TISL (Technological Innovation and Smart Logistics) Fieldlab van de regiodeal Noord-Limburg. Het TISL Fieldlab fungeert als een ontwikkelplek voor technologische innovaties die gericht zijn op het ontwikkelen van slimme en duurzame logistieke oplossingen. Hierbij komen onderzoek en onderwijs samen en worden studenten van verschillende kennisinstellingen op WO, HBO- en MBO-niveau betrokken. Dit paper presenteert de bevindingen en methodologie van het project CARBON-les, dat zich specifiek richt op het meten en reduceren van de CO₂ uitstoot bij mkb in de logistiek. In het project CARBON-les is per casus geanalyseerd wat de huidige CO₂-uitstoot is en welke CO₂-reducties mogelijk zijn door een combinatie van supply chain en technologische maatregelen.

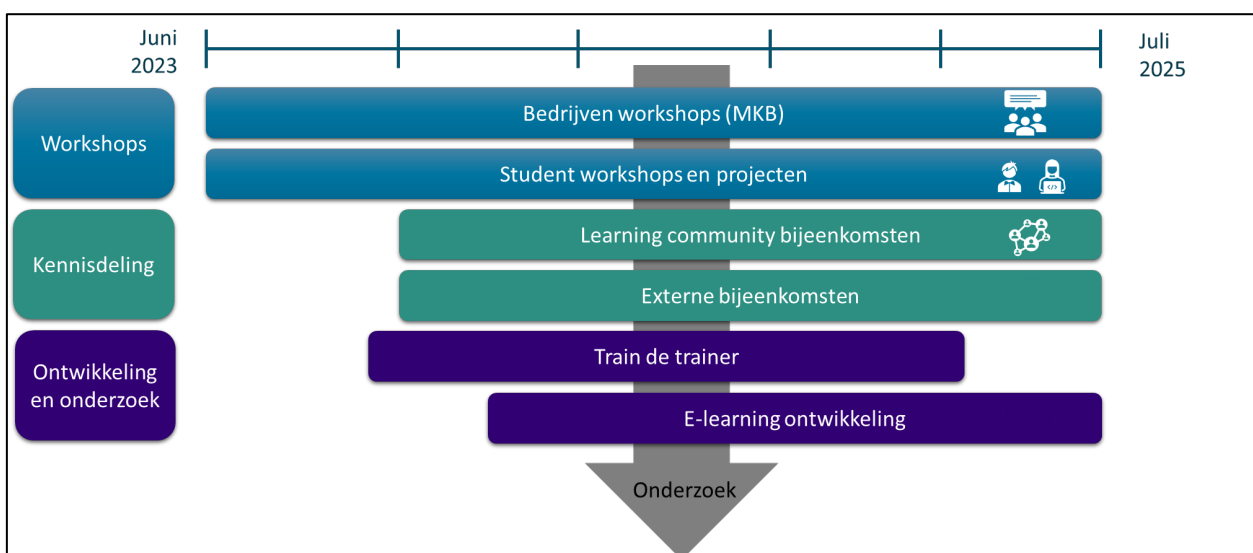
2. Projectactiviteiten

In deze sectie wordt een uiteenzetting gegeven over de verschillende activiteiten gedurende het CARBON-les project. Het project CARBON-les heeft verschillende doelen, waaronder:

Het mkb ...

- ...bewust maken van de noodzaak van duurzaamheid en decarbonisatie,
- ...vaardiger laten worden in het uitvoeren van CO₂-berekeningen,
- ...in staat stellen tot het meten en rapporteren van CO₂-uitstoot,
- ...praktisch te ondersteunen bij het reduceren van CO₂-uitstoot.

Daarnaast streeft het project naar het actualiseren en professionaliseren van het onderwijs, met als doel studenten voor te bereiden op de toenemende invloed van decarbonisatie op het bedrijfsleven. Om deze doelstellingen te realiseren, zijn binnen het project verschillende activiteiten ontwikkeld. Een uiteenzetting van deze activiteiten en de tijdlijn van het project zijn weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Projectactiviteiten

2.1. Workshops

Tijdens de uitvoering van het project zijn workshops ontwikkeld voor zowel een strategisch als een operationeel traject bij bedrijven. Het strategische traject is gericht op het verkrijgen van een overzicht van de uitstoot voor het gehele bedrijf, terwijl het operationele traject zich vooral richt op de uitstoot van de verschillende processen op operationeel niveau. Het strategische en operationele traject zijn als twee onafhankelijke series van workshops aangeboden tijdens één-op-één sessies bij mkb in de logistiek.

Als onderdeel van deze trajecten zijn studenten ingezet bij de deelnemende bedrijven om onderzoek te verrichten. Het gaat hierbij zowel om studentgroepen uit de latere fases van de bacheloropleiding van Fontys, als om individuele master studenten, die hun afstudeerstage uitvoerden binnen het project. Voorafgaand aan hun onderzoek kregen alle studenten een gezamenlijke training waarbij ze aan de hand van inhoudelijke workshops, die op de hogeschool werden georganiseerd, zijn voorbereid op de materie.

2.2. Kennisdeling

Daarnaast zijn er bedrijfsoverstijgende informatiesessies georganiseerd om de verworven kennis te delen. Tijdens deze sessies kwamen deelnemende bedrijven en externe partijen met specialistische kennis samen om inzichten uit te wisselen en te bespreken. Gedurende het project zijn ook twee studentbijeenkomsten gehouden, waarbij studenten van Fontys en van de Universiteit Maastricht de voortgang van hun onderzoeksprojecten presenteerden. Deze bijeenkomsten boden de kans om van elkaars uitdagingen, successen, kennis en bevindingen te leren.

2.3. Ontwikkeling en onderzoek

Tijdens het project is ook nieuw inhoudelijk (les)materiaal ontwikkeld. Een presentatie in de vorm van een 'train de trainer' is samengesteld, waarin een samenvatting van de belangrijkste en meest bruikbare kennis is opgenomen. Deze 'train de trainer' is op verschillende momenten en bij verschillende bedrijven, kennisinstellingen en organisaties uitgezet met als doel het breder delen van kennis in onze onderwijs- en bedrijven community.

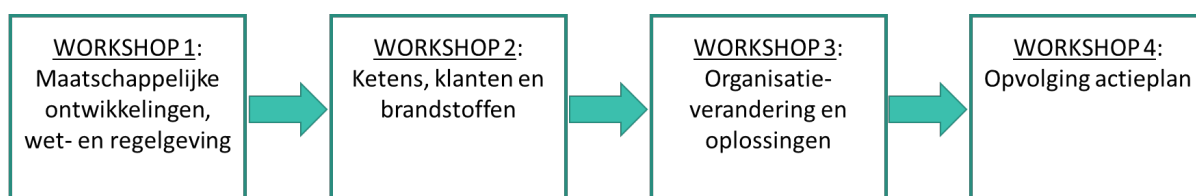
Op basis van de uitvoering zijn de workshops en 'train de trainer' op een continue basis doorontwikkeld en gevalideerd. Hiervoor zijn interviews afgenomen met de deelnemers van de eerste workshopronde en werd er ook feedback van de studenten verzameld. Aan het einde van het project zal een syntheses studie gedaan worden naar bedrijfsoverstijgende inhoudelijke resultaten.

3. Methodologie

In deze sectie wordt een uiteenzetting gegeven over de gebruikte methoden gedurende het CARBON-les project. Er wordt gestart met een uiteenzetting van de verschillende workshops om vervolgens verder in te gaan op het onderzoek op procesmatig vlak.

3.1. Workshops

Voor het strategische traject is een serie van vier workshops ontwikkeld. Eerst worden de ondernemer en medewerkers van het bedrijf bewust gemaakt van de externe ontwikkelingen en de mogelijke invloed op het bedrijf, om daarna actief aan de slag te gaan met de vertaling van de externe factoren naar het bedrijf. Het uiteindelijke doel is om te komen tot een strategisch actieplan en/of roadmap voor het reduceren van CO₂-uitstoot als gevolg van transport en opslag activiteiten van het bedrijf. Het traject van workshops wordt visueel weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Workshops

Verspreid over de workshops worden verschillende inhoudelijke thema's behandeld, die cruciaal zijn voor het decarboniseren van de logistiek. Dit omvat onder andere een overzicht van (i) wet- en regelgeving (Green Deal, CSRD, ETS, CBAM etc.), (ii) sectorale en supply chain ontwikkelingen (zero-emissie stadslogistiek, vrachtwagenheffing etc.), (iii) CO₂-calculatie en allocatiemethodes (volgens ISO14083, GLEC, Cofret etc.) en (iv) CO₂-reductiemaatregelen (volgens het ASI-model van SLOCAT (2023) en het Green Logistics Framework van McKinnon (2018)).

Daarnaast is op basis van de berekende CO₂-uitstoot voor ieder bedrijf een strategisch actieplan opgesteld, met concrete verbetervoorstellen en een bijhorend stappenplan. Om het veranderproces dat hiermee gepaard gaat te ondersteunen, wordt ook de bedrijfscultuur aan de hand van het concurrerende waardenmodel van Quinn (House-of-Control, z.d.) inzichtelijk gemaakt. Verder wordt gedurende het hele traject van de workshops een SWOT-analyse uitgevoerd om de huidige sterktes en zwaktes, en toekomstige verduurzamingsopportunities voor de bedrijven in kaart te brengen. Voor een overzicht van de belangrijkste onderwerpen per workshop zie bijlage 1. In totaal werd het strategische traject uitgevoerd bij 2 logistieke mkb's.

Ook voor het operationele traject is een serie van vier workshops ontwikkeld, met dezelfde inhoudelijke thema's als de strategische workshops. Anders dan in het strategische traject gaan de medewerkers in de operationele workshops - na de bewustwordingsfase - actief aan de slag met het in kaart brengen van de huidige CO₂-uitstoot op proces- of ritniveau en maken ze een analyse van mogelijke knelpunten. Op basis van deze resultaten wordt een concreet, onderbouwd actieplan opgesteld, dat bijdraagt tot CO₂-reductie voor het bedrijf.

De operationele workshops zijn verder ontwikkeld en gevalideerd in samenwerking met de deelnemende bedrijven. Dit heeft geleid tot het toepassen van effectieve methodes voor de berekening van de CO₂-emissie op proces- of ritniveau en inzicht in de mogelijkheden om deze te reduceren, o.a. op basis van het GLEC framework. Deze methode kan vervolgens door anderen na afloop van het traject gericht worden ingezet bij andere bedrijven.

Tussen de verschillende operationele workshops door hebben studenten de processen in kaart gebracht, en bepaald welke data aanwezig zijn, en op welke wijze de CO₂-uitstoot dient te worden gerapporteerd om vervolgens een keuze te kunnen maken voor de te hanteren calculatie of allocatie methodiek. Zodra er een overzicht is van de huidige situatie zijn knelpunten blootgelegd en zijn er vervolgens acties gedefinieerd om te komen tot een actieplan voor reductie in uitstoot. Tijdens het uitvoeren van deze opdrachten zijn de studenten vanuit verschillende opleidingen ondersteund door docenten en onderzoekers. Een aangepaste vorm van de strategische en operationele workshops werd ook aangeboden aan de studenten. In totaal werd het operationele traject uitgevoerd bij 7 logistieke bedrijven.

3.2. Onderzoek

In het project zijn op continue basis verschillende procesmatige onderzoeken uitgevoerd. Als onderdeel van de ontwikkeling van de workshops heeft een onderzoeker van de Universiteit Maastricht één van de trajecten bij een bedrijf geobserveerd om tussentijds te reflecteren op de gehanteerde werkwijze tijdens de workshops. Hieruit zijn verschillende verbeteropties naar voren gekomen. Dit wordt verder toegelicht in sectie 4.1.

Daarnaast zijn drie bedrijven tussen 20 februari 2024 en 05 maart 2024 door middel van semi-structureerde interviews diepgaander bevraagd over hun ervaringen met de studenten projecten binnen CARBON-les. De ervaringen van de drie bedrijven worden gedeeld in sectie 4.2.1.

Als laatste zijn deelnemende studenten in de periode september 2024 tot en met januari 2025 gevraagd naar hun ervaringen aan de hand van een Mentimeter tijdens één van de vragenuren van het project.

Hierbij zijn onderwerpen zoals de grootste uitdagingen, successen, lessen, verbeterpunten en resultaten besproken. Dit is terug te vinden in sectie 4.2.2.

Meerdere studenten hebben naast het groepsproject een kleine literatuurstudie van 5 studiepunten op het vlak van decarbonisatie in de logistiek op individuele basis uitgevoerd. Binnen CARBON-les hebben 15 studenten gebruik gemaakt van deze mogelijkheid. Onderwerpen die hierin aan bod kwamen zijn onder andere: technologische CO₂-reductiemaatregelen voor mkb logistiek dienstverleners, externe factoren voor de keuze van CO₂-reductiemaatregelen, impact van CO₂-reductiemaatregelen op de supply chain performance, logistieke CO₂-reductiemaatregelen voor mkb logistiek dienstverleners, allocatie van CO₂-uitstoot, delen van CO₂-uitstoot etc.

Als laatste hebben master studenten van zowel Fontys (3) als de Universiteit Maastricht (10) voor hun thesis diepgaander onderzoek gedaan naar een specifiek, aan het project te relateren thema.

4. Resultaten

In deze sectie worden resultaten over het verbeteren van de aanpak van het project besproken alsook de visie van de verschillende deelnemende bedrijven op de benodigde procesmatige veranderingen richting de toekomst.

4.1. Reflectie op de workshops

Bij het opzetten en uitvoeren van de workshops binnen CARBON-les komen zowel sterke punten als verbeterpunten naar voren. De algemene structuur van de workshops, met een balans tussen theorie en praktijk, blijkt een effectieve manier om discussies te stimuleren en context te bieden voor de verschillende onderdelen van de methodologie. Door voortdurende verfijning en iteraties vanaf workshopronde 2 zijn de workshops verder geoptimaliseerd om de impact te vergroten.

De theoretische component van de workshops vormt een solide basis, en modellen zoals GLEC en SWOT bieden nuttige kaders om analyses te structureren. Door een nog heldere toelichting op de keuze en toepassing van de modellen kan de relevantie nog verder worden versterkt en de inzichten beter worden benut. De workshops zijn dan ook stapsgewijs doorontwikkeld om dit aspect te verdiepen en te verrijken.

De toepassing van de SWOT-analyse toont aan dat dit een waardevol hulpmiddel kan zijn om interne en externe factoren in kaart te brengen. Om deelnemers te helpen bij het onderscheid tussen concepten zoals kansen en sterktes, kunnen aanvullingen op de SWOT-analyse - zoals de TOWS-matrix om tot gerichte oplossingen te komen - een waardevolle aanvulling zijn om meer strategische en actiegerichte inzichten te genereren en de toepasbaarheid van de uitkomsten te verhogen. Daarnaast wordt gewerkt aan een duidelijkere follow-up, zodat analyses direct vertaald kunnen worden in concrete actiepunten.

De breedte van de thema's die tijdens de workshops worden behandeld, biedt een interessante diversiteit. Tegelijkertijd kan een nog meer gerichte focus – bijvoorbeeld door vooraf te bepalen welke topics wel en niet aan bod gaan komen – helpen om nog diepgaandere en effectievere gesprekken te voeren.

De betrokkenheid en input van bedrijven blijkt een belangrijke bron van waardevolle inzichten. Hoewel bedrijven veel input leveren over hun interne processen, moet worden gefocust op meer concrete aanbevelingen en actieplannen. Door een duidelijke "wat nu?"-aanpak toe te voegen, krijgen bedrijven meer inzicht in hoe de verkregen inzichten kunnen worden vertaald en toegepast.

Het uitwerken en opvolgen van het actieplan heeft door het ontbreken van deze duidelijke “wat nu?” aanpak niet altijd het gewenste resultaat opgeleverd.

De rol van studenten binnen de workshops biedt interessante mogelijkheden. Hun aanwezigheid introduceert nieuwe perspectieven. Door studenten nog actiever te betrekken vanaf de opzet van de workshops en ook in de discussies en taken, wordt hun bijdrage aan de sessies versterkt. Dit geldt ook voor hun presentaties: een grondigere voorbereiding zorgt ervoor dat de analyses scherper zijn en dat de presentaties professioneler worden overgebracht.

Het gebruik van visuele hulpmiddelen zoals grote vellen papier en post-its was een effectieve manier in het bevorderen van interactie en samenwerking tussen de deelnemers. Toch leidt het ontbreken van een vooraf gedefinieerde structuur tot minder gerichte discussies en wordt het thema van degene die de discussie opent vaak het hoofdthema omdat iedereen hierop verder borduurt. Het gebruik van post-its met vooraf bepaalde categorieën of onderwerpen zou kunnen helpen om de focus te behouden en de effectiviteit van de sessies verder te vergroten. Door deze voortdurende verfijning en optimalisatie groeien de workshops uit tot een steeds effectiever instrument om bedrijven te ondersteunen bij CO₂-reductie en duurzame logistieke innovatie.

4.2. Een kritische terugblik op de studentenprojecten

Zowel een aantal bedrijven als studenten zijn gevraagd naar de opgedane ervaringen binnen het project CARBON-les, hieronder volgt een korte uiteenzetting.

4.2.1. Bedrijfservaringen

Drie bedrijven uit de eerste workshopronde deelden hun ervaringen met het studentenproject uitgevoerd binnen CARBON-les. Over het algemeen was het voor de bedrijven een leerzame en interessante ervaring, die positief is beoordeeld. Dankzij het enthousiasme en de goede voorbereiding van de studenten is de samenwerking als prettig ervaren. Wel benadrukten de bedrijven het belang van een goede begeleiding, om de studenten op koers te houden en stagnatie in het project te voorkomen. Vooral in de beginfase was veel ondersteuning nodig, bijvoorbeeld bij het afbakenen van de omvang van het project en het leggen van de juiste contacten binnen het bedrijf. Soms moesten studenten ook worden afgeremd in hun enthousiasme, omdat ze te weinig kritisch waren of onrealistische oplossingen voorstelden.

De drie bedrijven gaven verder aan dat het studentenproject diverse bruikbare resultaten opleverde, met enkele waardevolle inzichten en aandachtspunten.

Naast inzicht in de beschikbare methodes en frameworks voor het berekenen van de CO₂-uitstoot, kregen de bedrijven ook een beter begrip van hun datakwaliteit en de stappen die nodig zijn voor verbetering.

Voor nauwkeurige en gedetailleerde uitstootberekeningen bleek data van hoge kwaliteit onmisbaar. Verder was het in elk van de drie studentenprojecten een grote uitdaging om de data uit de bestaande systemen te verzamelen en deze op een logische manier te ordenen en te analyseren. Het verbeteren van de datatoegang en datakwaliteit was voor de bedrijven dan ook de belangrijkste les uit het project.

Naast operationele inzichten bracht het project ook strategische vragen aan het licht, zoals de omgang met veranderende regelgeving en het identificeren van effectieve CO₂-reductiemaatregelen in een dynamische omgeving. Door het volgen van de workshops en de begeleiding van de studenten groeide binnen de bedrijven ook de bewustwording rond het verduurzamen van de logistieke processen, zowel bij het management als bij de operationele medewerkers. Dit is door de bedrijven als zeer waardevol ervaren. Eén bedrijf concludeerde zelfs dat het aanstellen van een duurzaamheidsmanager of data-analist essentieel is om de duurzaamheidsdoelen binnen het bedrijf te realiseren.

Kortom, de studentenprojecten boden niet alleen bruikbare resultaten en inzichten, maar lieten ook zien dat organisatorische en technologische investeringen noodzakelijk zijn om strategische duurzaamheidsdoelstellingen te realiseren. Bovendien versterkte het project de regionale samenwerking tussen de hogeschool en logistieke bedrijven in Noord-Limburg.

4.2.2. Student ervaringen

Een aantal studenten die hebben deelgenomen zijn gevraagd naar hun ervaringen. De algemene indruk was dat de extra inhoudelijke workshops en feedbackuren van grote toegevoegde waarde zijn, aangezien het onderwerp nauwelijks aan bod komt in het reguliere curriculum. Ze geven ook aan dat het project voor het bedrijf bruikbare resultaten heeft opgeleverd, kijkend naar de aankomende regelgeving en de benodigde data voor CO₂-berekeningen.

Het grootste succes van het studentenproject zit vaak in de berekening van de huidige uitstoot en het komen tot een compleet en gedetailleerd overzicht van de huidige situatie op basis van de besproken calculatie en allocatie methodieken. Het succes hangt ook samen met de grootste uitdaging, die zat bij de meeste studenten namelijk in het verkrijgen en het bewerken van de data. De belangrijkste les is het op orde hebben van de benodigde data, om deze vervolgens gestructureerd volgens vooraf bepaalde standaarden uit frameworks om te zetten naar CO₂-uitstoot.

5. Conclusie

Het project CARBON-les toont aan dat een integrale benadering van technologische innovaties en supply chain-maatregelen essentieel is voor het verminderen van CO₂-uitstoot in de logistieke sector. Door samenwerking tussen onderwijsinstellingen, studenten en bedrijven zijn waardevolle inzichten verkregen en praktische oplossingen ontwikkeld die bijdragen aan het behalen van de klimaatdoelen.

Dit project benadrukt de cruciale rol van mkb's in de transitie naar een duurzamere economie. Om deze transitie succesvol te laten verlopen, is het van belang dat het mkb zich bewust wordt van de noodzaak van duurzaamheid en decarbonisatie. Daarnaast moeten ondernemers de vaardigheden ontwikkelen om CO₂-berekeningen uit te voeren, zodat zij inzicht krijgen in hun eigen uitstoot en effectieve reductiemaatregelen kunnen identificeren.

Naast bewustwording en vaardigheidsontwikkeling is het essentieel dat bedrijven in staat worden gesteld om hun CO₂-uitstoot accuraat te meten en te rapporteren. Dit draagt niet alleen bij aan transparantie richting klanten en stakeholders, maar helpt hen ook om hun voortgang bij te houden en hun duurzaamheidsstrategie continu te verbeteren. Tot slot is praktische ondersteuning onmisbaar. Alleen door middel van concrete handvatten en toepasbare oplossingen kunnen bedrijven daadwerkelijk stappen zetten om hun uitstoot te verminderen.

De betrokkenheid van studenten heeft geleid tot nieuwe perspectieven en innovatieve benaderingen, terwijl de samenwerking met bedrijven ervoor zorgt dat de ontwikkelde methodieken aansluiten bij de praktijk. Om blijvende impact te realiseren, is het noodzakelijk om verder te investeren in datakwaliteit en praktische implementatie van reductiemaatregelen. De resultaten van CARBON-les benadrukken dat een proactieve benadering, ondersteund door heldere strategieën en regionale samenwerking, essentieel is voor het behalen van duurzaamheidsdoelstellingen in de logistieke sector. Het project vormt daarmee een belangrijke stap richting een duurzame toekomst en heeft ook tot nieuwe inzichten geleid voor toekomstig onderzoek en projectaanvragen om de logistieke sector verder te decarboniseren.

Bronnen

- Eurostat. (2024). *Road freight transport by journey characteristics*. European Union.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_by_journey_characteristics
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 162, 101-114.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- House-of-Control. (z.d.). *Model Concurrerende Waarden (Quinn)*. Retrieved 31-1 from
<https://www.house-of-control.nl/model-van-de-concurrerende-waarden-organisatiecultuur/>
- Kindt, M. R. J., & van der Meulen, S. J. (2022). *Sectorstudie Transport en Logistiek, inzetten op zero emissie alleen is niet voldoende voor realiseren CO₂-ambities*.
- Kindt, M. R. J., van der Meulen, S. J., & van der Mierden, M. (2023). *Sectorstudie Transport en Logistiek, Verleg je horizon*
- McKinnon, A. (2018). *Decarbonizing logistics: Distributing goods in a low carbon world*. Kogan Page Publishers.
- McKinnon, A. (2023). Broadening the scope of decarbonization in the maritime sector. In *Maritime Decarbonization: Practical Tools, Case Studies and Decarbonization Enablers* (pp. 3-15). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_1
- McKinnon, A. C. (2024). Logistics and climate: an assessment of logistics' multiple roles in the climate crisis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(12), 2556-2570.
- Meyer, T. (2020). Decarbonizing road freight transportation—A bibliometric and network analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89, 102619.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102619>
- Miklautsch, P., & Woschank, M. (2022). A framework of measures to mitigate greenhouse gas emissions in freight transport: Systematic literature review from a Manufacturer's perspective. *Journal of Cleaner Production*, 366.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132883>
- Mishra, R., Singh, R., & Govindan, K. (2023). Net-zero economy research in the field of supply chain management: a systematic literature review and future research agenda [Article]. *International Journal of Logistics Management*, 34(5), 1352-1397.
<https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2022-0016>
- MVO-Nederland. (z.d.). *Wat is de CSRD-richtlijn en hoe ga je ermee aan de slag?* Retrieved 18-2 from
<https://www.mvonderland.nl/wat-is-de-csrd-richtlijn-en-hoe-ga-je-ermee-aan-de-slag>
- Parvizioman, E., & Bergqvist, R. (2023). A cost analysis of decarbonizing the heavy-duty road transport sector. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 120.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103751>

- Rajahonka, M., Bask, A., Yawar, S., & Tinnilä, M. (2019). The physical internet as enabler of new business models enhancing greener transports and the circular economy. In *Sustainable and efficient transport* (pp. 70-94). <https://doi.org/https://doi.org/10.4337/9781788119283.00015>
- Ritchie, H. (2020). *Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?* Retrieved 8-12 from <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2020, January 2024). *Emissions by sector: where do greenhouse gases come from?*. Retrieved 8-12 from <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
- Rondaij, A., van Meijeren, J., & van Adrichem, M. (2023). Potential impact and challenges of logistics measures for improving sustainability on the Rotterdam-Venlo corridor. Retrieved 8-12-2023, from <https://repository.tno.nl/SingleDoc?docId=56148>
- SLOCAT. (2023). *SLOCAT Transport, Climate and Sustainability Global Status Report. 3rd edition*. <https://tcc-gsr.com/wp-content/uploads/2023/09/SLOCAT-Transport-Climate-and-Sustainability-Global-Status-Report-%E2%80%933rd-Edition.pdf>

Bijlage 1:

Tijdens de workshops komen de volgende thema's aan bod:

1. Inventarisatie primaire processen;
 - Klimaatakkoord van Parijs, ETS en ESR, CSRD.
 - SWOT Analyse
 - CO₂ rapportage: GHG protocol, ISO14083, GLEC Framework, COFRET.
 - Datasoorten en dataverzameling
 - Primaire processen
 - Brandstof en elektriciteitsverbruik
2. Keuze methodieken en vastleggen blind spots;
 - Presentatie studenten inventarisatie
 - Overzicht van brandstof en elektriciteitsverbruik
 - Analyse van gegevens en ontbrekende gegevens
 - Bepalen van detailniveau van de CO₂ berekening, jaar-maand-week, klant of ritniveau.
 - Methodiek van calculatie en allocatie toelichten.
3. Uitkomsten en bepalen van een actieplan;
 - Studentpresentatie uitkomsten CO₂ uitstoot berekeningen.
 - Reductie van CO₂ uitstoot o.b.v. ASI model en Green Logistics Framework
 - Cultuurscan o.b.v. concurrerende waarden model
 - SWOT analyse
4. Opvolging van het actieplan.
 - Uitkomsten berekeningen reductiemogelijkheden
 - Uitkomsten cultuurscan
 - Acties opstellen op basis van innovatie actieplan