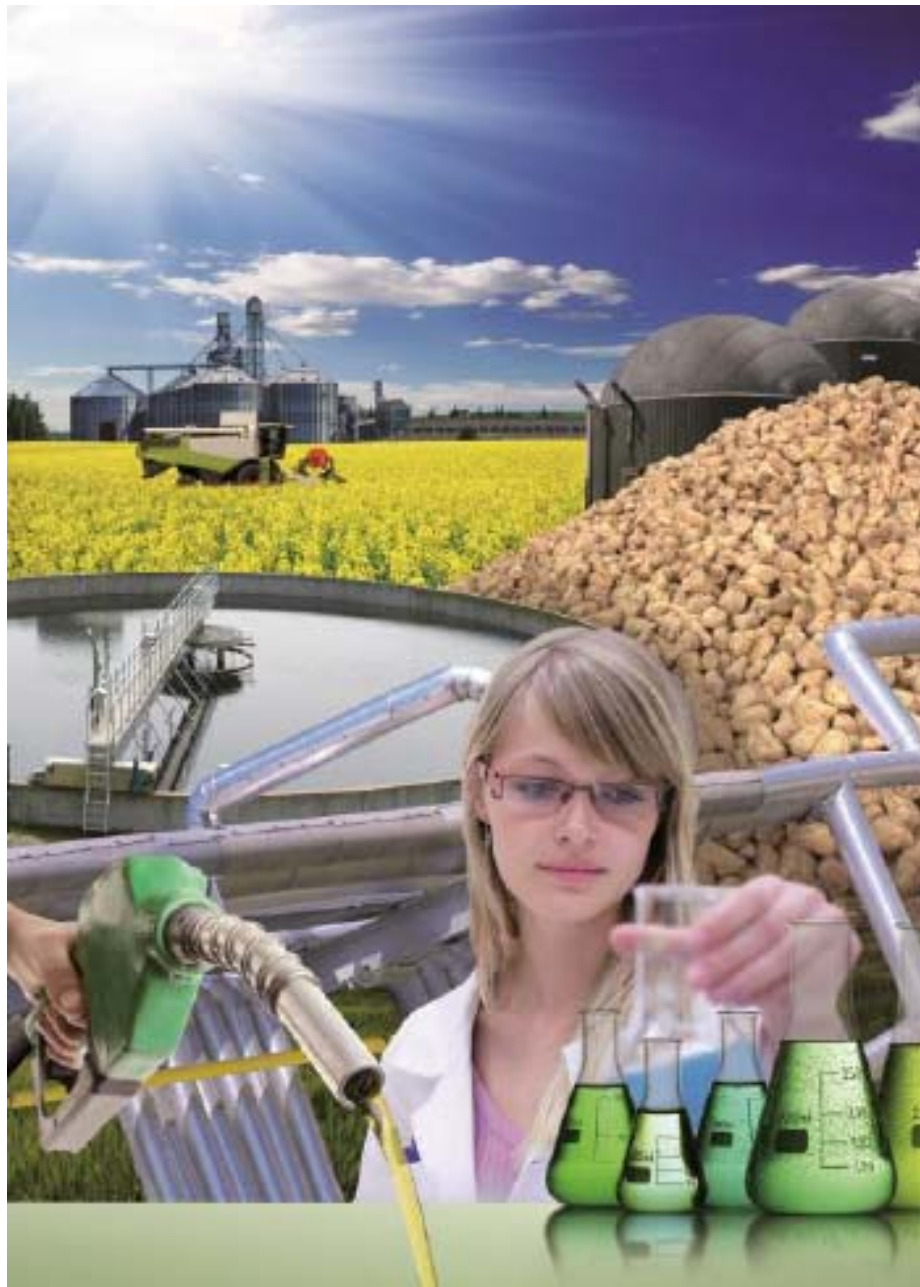


LCA screening tool voor duurzaamheidsanalyse

Dr ir Jerke W. de Vries, VHL, University of Applied Sciences

Workshop Planet, docentendag 'Sustainable Transition & Sustainability Analysis in de Biobased Economy', 4 februari 2015



Voorwoord

Het doel van deze workshop is om te werken met de levenscyclusanalyse (LCA) screening tool voor duurzaamheidsanalyse. Deze tool kan ingezet worden om inzicht te krijgen in de wijze waarop een LCA studie is uitgevoerd en of/ hoe de resultaten uit een studie te vergelijken zijn met andere studies. De workshop en de tool zijn ontwikkeld uit de behoefte om meer handvatten aan docenten en studenten te geven om LCA resultaten te kunnen interpreteren. De tool is vrij beschikbaar onder vermelding van bron en afkomst en kan gebruikt worden in het (groene) onderwijs, maar ook daarbuiten. Ik wil Jos Theunissen, opleiding milieukunde bij Van Hall Larenstein, bedanken voor het proeflezen van deze uitgave.

Introductie

De biobased economy is de laatste jaren een belangrijk thema geworden, zowel in maatschappelijke context als in het (groene) onderwijs. In het onderwijs wordt veel aandacht besteed aan de technische aspecten van de biobased economy, zoals conversietechnieken en energietechnieken. Vaak wordt daarbij vanzelfsprekend verondersteld dat de biobased producten wel 'duurzamer' of 'groener' zullen zijn ten opzichte van hun fossiele counterparts, omdat ze gewonnen worden uit hernieuwbare grondstoffen. Maar hoe duurzaam is dat nu echt? Of hoe 'groen' is eigenlijk 'groen'? Of als u in de krant leest over een elektrisch voertuig, dan hebt u zich vast wel eens afgevraagd hoe duurzaam dat nou echt is!? Voor het beantwoorden van deze vragen zijn levenscyclusdenken en de bijbehorende levenscyclusanalyse (LCA) methode van belang. Op basis van deze methode kan namelijk een eenduidige vergelijking gemaakt worden tussen producten en diensten. De methode is veelvuldig gebruikt voor het analyseren van de productie van bijvoorbeeld bioplastics of bioenergie, maar ook bijvoorbeeld voor de productie van agrarische producten en transport. Maar, een belangrijke kanttekening bij deze analysemethode is dat de uitkomsten en verschillende studies vaak niet een op een te vergelijken zijn. Je kan dus niet altijd zomaar zeggen dat product A groener is dan product B. Dit is niet alleen afhankelijk van de daadwerkelijke productiemethode van product A en B, maar ook afhankelijk van het doel en een aantal keuzes die gemaakt zijn in de analyses. Om hier inzicht in te krijgen is deze LCA screening tool ontwikkeld voor het vergelijken van LCA studies en uitkomsten. Deze tool kan ingezet worden om snel inzicht te krijgen in hoe een bepaald resultaat tot stand is gekomen en of dit vergelijkbaar is met andere resultaten. Het biedt een houvast om resultaten te interpreteren en te vergelijken. De tool is ontwikkeld met het oog op docenten en studenten in het (biobased of groene) onderwijs, maar kan ook gebruikt worden voor het vergelijken van LCA studies buiten het biobased spectrum.

In de volgende hoofdstukken wordt eerst een algemene introductie van levenscyclusdenken en levenscyclusanalyse (LCA) gegeven. Daarna volgt een korte toelichting op de belangrijkste keuzes die gemaakt worden in een LCA. Daarna wordt de tool toegelicht.

Levenscyclusdenken en levenscyclusanalyse

Levenscyclusdenken (vertaald, life cycle thinking) is een belangrijke benadering om de duurzaamheid van producten en diensten te bepalen. Deze manier van denken is belangrijk om het gebruik van (schaarse) hulpbronnen terug te dringen en de milieubelasting naar bodem,

water en lucht te verlagen. Het bijzondere aan levenscyclusdenken is dat de volledige keten in ogenschouw wordt genomen, vanaf het delven van de grondstoffen, de productie en verwerking van die grondstoffen tot het eindproduct, de gebruiksfase, en tot en met de afval of recycling fase. De denkwijze kan daarmee als holistisch worden bestempeld. Door deze wijze van kijken kunnen de belangrijkste bijdragers aan de milieueffecten in de keten worden vastgesteld, ook wel hotspots genoemd, maar kan ook afwenteling van milieueffecten zichtbaar gemaakt worden. Al deze informatie kan weer gebruikt worden voor het formuleren van beleid of voor het maken van besluiten.

Binnen levenscyclusdenken is levenscyclusanalyse (LCA) een belangrijke methode voor het kwantificeren en beoordelen van de duurzaamheid van een product of een dienst. Diverse dimensies van duurzaamheid kunnen worden gekwantificeerd met LCA: planet of ecologische duurzaamheid, profit of economische duurzaamheid en tegenwoordig kunnen ook people ofwel sociale impacts worden gekwantificeerd. Het gebruik van LCA begon in de '60er jaren van de vorige eeuw, maar nam pas eind jaren '80 een grotere vlucht. De eerste LCA's werden uitgevoerd voor de verpakkingindustrie, bijvoorbeeld voor het vergelijken van de milieueffecten voor het gebruik van melkflessen of melkpakken. De methode is vervolgens wetenschappelijk gefundeerd en wordt intussen gebruikt in diverse onderzoeksdisciplines, zoals in de omgevingswetenschappen, agrarische wetenschappen, maar ook in de bedrijfskunde.

In het uitleggen van deze tool zullen we ons met name richten op de planet kant van duurzaamheid, ofwel het kwantificeren van milieueffecten (note: de tool kan voor alle dimensies van duurzaamheid worden ingezet). Voorbeelden van milieueffecten die met LCA berekend kunnen worden zijn: klimaatverandering door de emissie van broeikasgassen (uitgedrukt in CO₂ equivalenten), zoals koolstofdioxide (CO₂), lachgas (N₂O) en methaan (CH₄); verzuring (uitgedrukt in b.v. SO₂ equivalenten) door bijvoorbeeld ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂); maar ook energieverbruik en landgebruik kunnen worden gekwantificeerd.

De LCA methode is vastgelegd in de ISO-14040 norm en wordt ingedeeld in vier fases: 1. Definitie van doel en reikwijdte, 2. Data verzameling (life cycle inventory, LCI), 3. Milieueffectbeoordeling (life cycle impact assessment, LCIA) en 4. Interpretatie van de uitkomsten. Een korte uitleg van ieder fase:

1. Tijdens fase 1 wordt een duidelijk doel gedefinieerd met bijbehorende systeemgrenzen, geografische reikwijdte en tijdsbestek. In deze fase wordt vastgesteld wat het doel en de functie is van het te bestuderen systeem. Op basis hiervan wordt de eenheid voor vergelijking vastgesteld, ook wel functionele eenheid genoemd. In lijn met het doel vindt de verzameling van data en interpretatie van de resultaten plaats.
2. In fase 2 worden de benodigde gegevens verzameld, zoals het energieverbruik van een machine en CO₂ emissie getallen voor de gebruikte elektriciteit. Hiervoor kunnen onder andere databases gebruikt worden of gegevens uit de literatuur worden gezocht. Alle gegevens worden uitgedrukt per functionele eenheid die is vastgesteld in fase 1.
3. In fase 3 worden de emissies die verzameld en berekend zijn in fase 2 gecategoriseerd onder de verschillende milieueffecten. Aan bijvoorbeeld klimaatverandering dragen

emissies bij die een verschillende wegingsfactor of impactfactor hebben. Bijvoorbeeld CO₂ kan een factor van 1 hebben, N₂O een factor van 298 en CH₄ een factor van 25. Dit betekent dat N₂O 298 keer zo veel bijdraagt aan klimaatverandering als CO₂. Voor deze milieueffectbeoordeling kunnen verschillende milieueffectbeoordelingsmethoden (of impact assessment methods) worden gebruikt. Deze methoden zijn vaak ingebed in software om LCA's uit te voeren, maar zijn ook los verkrijgbaar.

4. In fase 4 worden de resultaten uit fase 3 geïnterpreteerd met oog op het vastgestelde doel en de reikwijdte van de studie zoals vastgelegd in fase 1. Hieruit voort kunnen diverse conclusies of aanbevelingen volgen voor verbeteringen.

Ondanks de voorgaande ISO norm moeten bij het uitvoeren en interpreteren van een LCA diverse belangrijke keuzes worden gemaakt. Deze keuzes hebben effect op het eindresultaat en de vergelijkbaarheid van de resultaten, met name tussen verschillende onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is bioplastic. Uitkomsten van studies laten variatie zien van tussen de 0,50 tot 2,38 kg CO₂-equivalenten voor de productie en het gebruik van een kg plastic (NOVA, 2012). Dit is een verschil van bijna een factor 5. Het verschil in uitkomsten is niet erg, maar vraagt om bewust gebruik door de eindgebruiker. De vraag die daarbij speelt is: 'Hoe kun je eigenlijk de resultaten interpreteren en toepassen afhankelijk van de gemaakte keuzes'?

Belangrijke keuzes bij LCA

Bij het uitvoeren en interpreteren van een LCA zijn een aantal keuzes van cruciaal belang (correspondeert met de Tabel):

- Het **doel** van de betreffende studie. De bijbehorende vraag is: 'Wat is het doel van deze studie en binnen welke grenzen is dit gedefinieerd (geografisch, systematisch en tijd)?' Dit moet helder gedefinieerd zijn en de specifieke context beschrijven, zoals de plaats, tijdsbestek en de omvang.
- Keuzes rondom de **eenheid voor de vergelijking**, de functionele eenheid. De vraag die hierbij van belang is, is: 'Wat is de functie van het systeem en in welke eenheid kan die tot uitdrukking worden gebracht?' Deze moet duidelijk aangegeven zijn. Voor energie productie kan deze eenheid bijvoorbeeld 1 megajoule betreffen of 1 kWh geproduceerde energie. Voor transportsystemen wordt dit al wat moeilijker. Pratend over passagierstransport, dan moet deze eenheid de functie van het vervoeren van personen over een bepaalde afstand definiëren, zoals 'persoon kilometer' (pkm). Voor transport kan dit bijvoorbeeld ton kilometer (tkm) zijn; een bepaald gewicht getransporteerd over een bepaalde afstand. Voor biobased plastics kan dit bijvoorbeeld 1 kg plastic zijn of 1000 plastic zakjes, afhankelijk van de systeemgrens.
- De keuze t.a.v. de **systeemgrens**. De bijbehorende vraag is: 'Welke onderdelen vallen binnen het systeem en welke niet?' Dit moet helder aangegeven zijn, vaak in een systeemdiagram, en duidelijk beschreven zijn. In de regel kunnen drie algemene systeemgrenzen worden gehanteerd:
 - o Cradle to grave (wieg tot graf): hiermee wordt bedoeld het delven van grondstoffen en de keten bekijken tot en met de afvalfase. Bijvoorbeeld tot en met de vuilverbranding van plastic.

- Cradle to gate (wieg tot hek): hiermee wordt bedoeld het delven van grondstoffen en de keten bekijken tot en met de plaats waar het product het terrein of erf verlaat bedoeld. Bijvoorbeeld tot en met het punt waar het plastic de fabriek verlaat.
- Cradle to cradle (wieg tot wieg): hiermee wordt bedoeld het delven van grondstoffen en de keten bekijken tot en met de recycling. Het recyclede materiaal wordt weer gebruikt in het productieproces van een nieuw product. Bijvoorbeeld plastics die opnieuw gepolymeriseerd worden.
- De wijze van omgang met meerder eindproducten uit een proces, ofwel **multifunctionele processen**. De bijbehorende vraag is: 'Op welke wijze is er met de milieueffecten van bijproducten omgegaan'? Deze vraag speelt wanneer er productieprocessen zijn waaruit meerdere producten voortkomen. Denk bijvoorbeeld aan een suikerfabriek waarbij niet alleen suiker als product wordt geproduceerd, maar ook melasse, bietenstaartjes en afvalwater. Hoe verdeel of verreken je de milieueffecten van suikerproductie nu naar suiker en de bijproducten? Deze multifunctionaliteit kan op twee manieren benaderd worden in de LCA:
 - Door een deel van de milieueffecten, zoals van suikerproductie, te alloceren (toe te rekenen) naar de verschillende producten op basis van bijvoorbeeld economische waarde, energie-inhoud of gewicht.
 - Door systeemuitbreiding toe te passen. Hierbij gaat men ervan uit dat een bijproduct een ander product verdringt via marktwerking. De milieueffecten van de productie van het 'verdrongen product' worden van het desbetreffende systeem afgetrokken als een soort credit. Bijvoorbeeld, melasse uit suiker verdringt gerst in diervoeders als energiecomponent. De milieueffecten van het 'verdrongen gerst' worden dan van het suikerproductiesysteem afgetrokken.
- De keuze van het **referentiesysteem**. De bijbehorende vragen zijn: 'Met welk (vergelijkbaar) product of dienst wordt vergeleken?' en 'Levert dit product dezelfde functie?'. Dit moet helder zijn uit de studie.
- **Methode voor de milieueffectbeoordeling** en meegenomen milieueffecten. Hierbij geldt de vraag: 'Welke methode is voor de milieueffectbeoordeling gebruikt en welke milieueffecten zijn geanalyseerd?'. Deze moeten beschreven staan. Afhankelijk van de gebruikte methode kunnen de eenheden voor hetzelfde milieueffect verschillen tussen studies. Bijvoorbeeld voor eutrofiering kan de eenheid verschillen tussen kg N-equivalenten of kg PO_4^{3-} -equivalenten. Deze kunnen omgerekend worden naar dezelfde eenheid wanneer de wegingsfactoren bekend zijn (vaak beschikbaar in een verwijzing naar de gebruikte methode. Een overzicht van een aantal methoden is beschikbaar via Sleswijk et al. (2010)).

Tool voor het vergelijken van LCA uitkomsten

In de tool kan alle bovenstaande informatie geordend worden. Op basis van deze informatie kan vervolgens een eenvoudige vergelijking of interpretatie volgen. De onderstaande Tabel dient ingevuld te worden aan de hand van de bovenstaande punten. Uit de ingevulde Tabel volgt een duidelijk beeld van de overeenkomsten en verschillen tussen uitkomsten. De volgende zaken moeten minimaal overeenkomen willen resultaten vergelijkbaar zijn:

- Systeemgrens/ afbakening. De vraag is: 'Zitten in beide studies dezelfde processen en stappen inbegrepen?'
- Methode voor omgaan met multifunctionele processen. De vraag die hierbij gesteld wordt is: 'Wordt allocatie of systeemuitbreiding gebruikt?' en 'Welke vorm van allocatie (o.b.v. bijvoorbeeld energieinhoud, massa of economie)?'.

Vergelijken van studies

Wanneer voorgaande vragen positief beantwoord kunnen worden zouden de resultaten vergelijkbaar zijn of vergelijkbaar gemaakt moeten kunnen worden. Als de functionele eenheid, het referentiesysteem en de methode voor milieueffectbeoordeling hetzelfde zijn, kunnen de resultaten direct vergeleken worden. Wanneer deze anders zijn tussen studies moeten deze omgerekend worden naar een vergelijkbare eenheid. Er kunnen bijvoorbeeld verschillen zijn tussen andere onderdelen, zoals plaats en tijd of functionele eenheid. Om dit om te rekenen moet men op zoek naar gedetailleerde informatie over de functionele eenheid en milieueffectbeoordelingsmethoden. In de workshop zullen we hier kort naar kijken, maar zal dit omrekenen en omwerken geen hoofddoel zijn.

Tabel. Screening informatie nodig voor het vergelijken en interpreteren van LCA uitkomsten

Studie #	Doel (wat is het doel van de studie? Plaats, tijd, omvang)	Functionele eenheid (wat is de eenheid van vergelijking?)	Systeemgrens (wat wordt meegenomen?)	Methode voor multifunctionele processen (welke methode wordt gehanteerd? allocatie of systeemuitbreiding)	Referentie systeem (waarmee wordt vergeleken?)	Methode voor milieueffect-beoordeling en meegenomen milieueffecten (welke zijn toegepast?)
1						
2						
3						
...						

Gebruikte referenties en suggesties voor verdere informatie

- Bauman, H., Tillman, A.M., 2004. The hitch hiker's guide to LCA: An orientation in life cycle assessment methodology and application. 3rd Edition, Lightning Source Incorporated, 543 p.
- Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D., Suh, S. 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, **91**(1), 1-21.
- Guinée, J., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppers, G., Kleijn, R., de Koning, A., van Oers, L., Wegener-Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A.d.B., H., van Duin, R., Huijbregts, M.A.J., Lindeijer, E., Roorda, A.A.H., van der Ven, B.L., Weidema, B. 2001. Levenscyclusanalyse. De ISO-normen uitgewerkt in een praktijkgerichte handleiding. Ministerie van VROM & Centrum voor Milieukunde Universiteit Leiden (CML).
- Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. 2010. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, **45**(1), 90-96.
- ISO-14040, 2006. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework. International Organisation for Standardisation (ISO), Geneva, Switzerland.
- NOVA, 2012. Meta-analyse von ökobilanzen für bio-basierte polymere in der produktion vor proganic. NOVA institut für ökologie und innovation, 5 März 2012.
- Sleeswijk, A., Bijleveld, M.M., Sevenster, M.N., 2010. Een inventarisatie van weegmethoden voor LCA. CE Delft, rapport april 2010.
- Weidema, B.P., Ekvall, T., Heijungs, R. 2009. Guidelines for application of deepend and broadened LCA. Deliverable D18 of workpackage 5 of the CALCAS project. Coordination Action for innovation in Life Cycle Analysis for Sustainability.