

Levenscyclusanalyse

**De ISO-normen uitgewerkt in een
praktijkgerichte Handleiding**



Levenscyclusanalyse

De ISO-normen uitgewerkt in een praktijkgerichte Handleiding

Jeroen B. Guinée (eindredacteur) – Marieke Gorrée – Reinout Heijungs
Gjalt Huppes – René Kleijn – Arjan de Koning – Laurant van Oers
Anneke Wegener Sleeswijk – Sangwon Suh – Helias A. Udo de Haes
Centrum voor Milieukunde – Universiteit Leiden (CML)

Hans de Bruijn
Technische Bestuurskunde – Technische Universiteit Delft

Robbert van Duin
Bureau Brand- en Grondstoffen

Mark A.J. Huijbregts
*Interfacultaire Vakgroep Milieukunde – Universiteit van Amsterdam
Momenteel werkzaam bij de Universiteit van Nijmegen - Afdeling Milieukunde, Nijmegen*

Met bijdragen van:

Erwin Lindeijer
*IVAM-Environmental Research
Momenteel werkzaam bij TNO-Industrie - afdeling Duurzame Product Innovatie, Delft*

Aksel A.H. Roorda* – Bernhard L. van der Ven
*Nederlandse organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
* Momenteel werkzaam bij IWACO, 's Hertogenbosch*

Bo P. Weidema
2.-0 LCA consultants

VROM contract nummers: 97220023, 99220028, 2000220039; verslag afgerond mei 2001

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van:

- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM-DGM);
Rijnstraat 8, postbus 30945, 2500 GX Den Haag,
Tel 070 3393939
Coördinator: H.L.J.M. Wijnen
- Ministerie van Economische Zaken (EZ);
Bezuidenhoutseweg 30, postbus 20101, 2500 EC Den Haag,
Tel 070 3798911
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W).
Plesmanweg 1-6, postbus, 2500 EX Den Haag,
Tel 070 3516171
- Ministerie Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV);
Bezuidenhoutseweg 73, postbus 20401, 2500 EK Den Haag,
Tel 070 3786868

De opdrachtgevers zijn niet verantwoordelijk voor eventuele fouten of hiaten in het rapport, noch voor fouten in de beschreven ontwerpen, structuren, producten, productiemethoden en hun toepasbaarheid.

Deze studie is gezamenlijk uitgevoerd door:

- CML (Centrum voor Milieukunde – Universiteit Leiden)
Einsteinweg 2, postbus 9518, 2300 RA Leiden,
Tel 071 5277 477, fax 071 5277 434
- Bureau B&G (Bureau Brand- en Grondstoffen)
Pollenseveenweg 11, 8166 HT Emst,
Tel 0578 662227, fax 0578 662456
- Technische Bestuurskunde – Technische Universiteit Delft.
Jaffalaan 5, postbus 5015, 2600 GA Delft,
Tel 015 2787100, fax 015 2784811

Met bijdragen door:

- Interfacultaire Vakgroep Milieukunde – Universiteit van Amsterdam (UvA)
Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ Amsterdam,
Tel 020 525 6206, fax 020 525 6272
- IVAM-ER (IVAM Environmental Research)
Plantage Muidersgracht 14, postbus 18180, 1001 ZB Amsterdam,
Tel 020 525 6206, fax 020 525 6272
- TNO (Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek)
Laan van Westenenk 501, postbus 342, 7300 AH Apeldoorn,
Tel 055 493 493, fax 055 419 837
- 2.-0 LCA consultants
Borgergade 6, 1., 1300 København K, Denemarken
Tel +45 333 22822, fax +45 339 11103

© Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Centrum voor Milieukunde - Universiteit Leiden (CML)

Disclaimer

Dit rapport geeft richtlijnen, operationele modellen, gegevens en wetenschappelijke achtergrondinformatie met betrekking tot LCA en is kritisch nagekeken door zowel interne als externe deskundigen. Dit is echter geen garantie dat de inhoud volledig foutloos is.

Het CML en onderaannemers kunnen niet verantwoordelijk gehouden worden voor fouten in de richtlijnen, modellen en gegevens, noch voor misbruik hiervan. Het CML en onderaannemers kunnen ook niet verantwoordelijk gehouden worden voor de resultaten van de toepassing van de richtlijnen, modellen en gegevens in de praktijk. Het noemen van merk- of productnamen betekent niet dat het genoemde merk of product voor gebruik aanbevolen wordt.

Inhoudsopgave¹

| | |
|------------------------------------------------------------|------------|
| Voorwoord..... | ix |
| Inleiding..... | xi |
| Deel 1: LCA in perspectief..... | 1 |
| 1. Waarom een nieuwe LCA-Handleiding? | 5 |
| 2. Hoofdkenmerken van LCA | 6 |
| 3. Internationale ontwikkelingen | 11 |
| 4. Leidraad voor de Handleiding | 13 |
| 5. Leeswijzer | 14 |
| | |
| Deel 2a: Handleiding..... | 15 |
| Leeswijzer | 19 |
| 1. Management van LCA-projecten: procedures..... | 21 |
| 2. Vaststelling van doel en reikwijdte | 31 |
| 3. Inventarisatie..... | 41 |
| 4. Effectbeoordeling | 65 |
| 5. Interpretatie | 99 |
| Appendix A: Termen, definities en afkortingen | 111 |

¹ Deel 2b en 3 van deze Handleiding zijn alleen in het Engels beschikbaar: zie <http://www.leidenuniv.nl/cml/lca2/index.html>. Deel 2b en 3 maken dus geen deel uit van deze Nederlandse vertaling van de Handleiding.

Voorwoord

Het milieubeleid is gericht op de overgang naar duurzame productie en consumptie. Dit gebeurt op verschillende manieren en op verschillende niveaus. Daar waar vooral bedrijven actief zijn om continue verbeteringen aan te brengen in hun producten en activiteiten is het beschikken over kennis van de milieueffecten van hun keuzen onontbeerlijk. De integrale beoordeling van wieg tot graf van alle milieueffecten vormt de basis voor vele beslissingen om tot verbeterde producten en diensten te komen. De meest gebruikte beoordelingsmethode hiervoor is de milieugerichte Levenscyclusanalyse ofwel LCA.

Voor u ligt de nieuwe Nederlandse handleiding LCA die de oude uit 1992 vervangt. Nieuwe ontwikkelingen in de LCA methodiek, wereldwijd, zijn bediscussieerd en zo mogelijk in deze handleiding opgenomen. Integratie van alle ontwikkelingen in een nieuwe, consistente methode is het hoofddoel voor de nieuwe handleiding geweest. Het denken over milieu en duurzaamheid is echter in een snelle ontwikkeling zodat nu al bekend is dat deze nieuwe LCA handleiding alweer op de allerlaatste ontwikkelingen achterloopt. Er zullen daarom in de toekomst nog verdere aanpassingen plaatsvinden.

Groot voordeel van deze handleiding is dat nu ook aangegeven is welke procedures gevolgd zouden moeten worden om tot adequate, relevante en geaccepteerde resultaten te komen. Verder maakt het onderscheid in een gedetailleerde LCA en eenvoudige LCA deze handleiding breder toepasbaar, terwijl voor specialistische toepassingen is aangegeven welke aanvullende informatie relevant kan zijn.

Ik hoop dat deze handleiding bij zal dragen aan de noodzakelijke transitie naar duurzame productie en consumptie.

Namens VROM-DGM,

Mw. Mr. C.M. Zwartepoorte
Directeur van Directie Klimaatverandering en Industrie

Inleiding

In 1992 werkte het Centrum voor Milieukunde van de Universiteit Leiden (CML) samen met de Nederlandse organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) en het Bureau Brand- en Grondstoffen (Bureau B&G) aan de publicatie van een rapport met achtergronden en richtlijnen over de milieugerichte LCA-methodologie. De volledige titel van het rapport was “Milieugerichte Levenscyclusanalyse van producten. Handleiding-oktober 1992” door R. Heijungs, J.B. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.A. Udo de Haes, A. Wegener Sleeswijk, A.M.M. Ansems, P.G. Eggels, R. van Duin and H.P. de Goede. Sindsdien hebben er veel nieuwe methodologische ontwikkelingen plaatsgevonden en het einde is nog niet in zicht. Om deze nieuwe ontwikkelingen in kaart te brengen is het project “LCA in milieubeleid” opgestart, met als resultaat een geheel nieuwe Handleiding, die nu voor u ligt.

“LCA in milieubeleid” werd gefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), het Ministerie van Economische Zaken (EZ), het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W). Het project is tussen juni 1997 en mei 2001 uitgevoerd door het CML, met bijdragen van het Instituut voor Milieustudies (IVM) - Vrije Universiteit van Amsterdam; de Technische Bestuurskunde - Technische Universiteit Delft (TUD/TB); Bureau B&G; het Interfacultaire Vakgroep Milieukunde - Universiteit van Amsterdam (UvA); IVAM-Environmental Research (IVAM-ER); TNO; en 2.-0 LCA consultants (Denemarken).

Allereerst is er een basisnotitie opgesteld door het IVM, om een overzicht te krijgen van de behoeftes van potentiële gebruikers van LCA en aanverwante instrumenten voor het milieubeleid in het algemeen en het milieugerichte productenbeleid in het bijzonder. De bevindingen van dit verslag vormden het kader waarbinnen het project verder is uitgewerkt. De basisnotitie is door VROM-DGM als een apart rapport gepubliceerd. Vervolgens heeft TNO alle mogelijke toepassingen van LCA geïnventariseerd, alsmede de beperkingen van de reikwijdte van LCA, de eisen die specifieke toepassingen aan LCA stellen en eventuele overlap met andere instrumenten. Verder zijn de mogelijkheden onderzocht om LCA toepasbaar te maken voor multifunctionele systemen (cascadesystemen bijvoorbeeld).¹

TUD/TB en Bureau B&G hebben voor een aantal toepassingen van LCA aanbevelingen opgesteld om LCA in procedurele richtlijnen vast te leggen. Dit onderwerp is nog niet eerder behandeld in het kader van LCA-studies. Het gaat hier dus om innovatief werk dat zich nog in het ontwikkelingsstadium bevindt. De resultaten van het werk van TUD/TB en Bureau B&G zijn weergegeven in twee rapporten, die verwerkt zijn in de hoofdtekst van deze Handleiding.

Toerekening (allocatie) is een van de meest gevoelige onderwerpen binnen de LCA-methodologie. Het is daarom van het grootste belang dat de manier waarop dit onderwerp in de delen Handleiding en Achtergronden behandeld de grootst mogelijke steun geniet. Het onderwerp is daarom met zeer veel zorg uitgewerkt in een bureaustudie van het IVAM-ER, in nauwe samenwerking met het CML. Daarnaast heeft het Deense consultancybureau 2.-0 LCA ook een bijdrage aan dit onderwerp geleverd.²

¹ Het verslag van TNO is als bijlage in deel 3 van de Engelse versie van deze LCA-Handleiding opgenomen: zie <http://www.leidenuniv.nl/cml/lca2/index.html>.

² De rapportage van de bureaustudie van IVAM-ER is als bijlage en de rapportage van het Deense consultancybureau 2.-0 LCA als aparte paragraaf in deel 3 van de Engelse versie van deze LCA-Handleiding opgenomen: zie <http://www.leidenuniv.nl/cml/lca2/index.html>.

De behandeling van het thema toxiciteit in de Handleiding en Achtergronden uit 1992 was onvolledig en onbevredigend; er ontbrak bijvoorbeeld een analyse van het lot van stoffen in het milieu. Als onderdeel van een promotie aan de UVA zijn de toxiciteitsfactoren van meer dan 180 substanties berekend, hierbij zowel gebruik makend van het recente USES 2.0 model als van meer verfijnde gegevens. De resultaten hiervan zijn in de hoofdttekst geïntegreerd.

De nieuwe Handleiding bestaat uit drie delen. Deel 1 - "LCA in perspectief" – geeft een algemene inleiding over LCA, een discussie over de mogelijkheden en beperkingen van LCA en een overzicht van de betrokken organisaties.

Deel 2 bestaat uit twee delen, 2a ("Handleiding") en 2b ("Operationele bijlage"). Deel 2a geeft een inleiding over de procedurele opzet van een LCA-project, en richtlijnen voor de best beschikbare praktijk voor elk van de stappen van een LCA-studie, waarbij twee niveaus worden onderscheiden: vereenvoudigd en gedetailleerd. Deze twee niveaus houden verband met uiteenlopende besluitvormingssituaties, die gekoppeld zijn aan verschillende methodologische keuzes. Het is mogelijk dat op bepaalde punten een analyse gemaakt moet worden, die verder gaat dan de 'standaard' gedetailleerde LCA. Een dergelijke, diepgaande analyse is hier niet opgenomen als een aparte methode; in plaats daarvan geven wij daar, waar de tekortkomingen van de gedetailleerde LCA het meest duidelijk zijn, een indicatie van mogelijkheden die de kwaliteit van een gedetailleerde LCA nog verder kunnen verbeteren.

Deel 2b geeft als een apart document de meest actuele operationele modellen en gegevens, die verbonden zijn met de best beschikbare praktijk voor de twee verschillende niveaus. Dit is zo gedaan om het up-to-date maken van deze operationele elementen te vereenvoudigen, aangezien de meeste regelmatig zullen veranderen. Deel 2b operationaliseert de richtlijnen die gegeven worden in Deel 2a.

Deel 3 schetst de wetenschappelijke achtergrond van de studie en rechtvaardigt de keuzes die gemaakt zijn bij het uitstippelen van de best beschikbare praktijk voor elke fase van een LCA.

Tot slot willen wij alle mensen bedanken die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van deze Handleiding, waaronder, naast de auteurs, de stuurgroep, de denktank, de begeleidingscommissie en de 'International Observers Group'. Het aantal betrokken mensen is zo groot, bijna honderd in totaal, dat zij hier niet apart genoemd kunnen worden. Een lijst met betrokken personen is opgenomen in bijlage A van Deel 3. Twee personen verdienen speciale vermelding. Aan de top van de projectpiramide, Henk Wijnen van VROM-DGM, die coördinatie, budgetvergroting etc. voor zijn rekening heeft genomen; op het CML, Ester Philips, die gedurende het hele project veel ondersteunende werkzaamheden heeft uitgevoerd.

Leiden, juli 2001
Jeroen Guinée,
projectleider

DEEL 1

LCA IN PERSPECTIEF

Inhoudsopgave Deel 1

| | |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 1. Waarom een nieuwe LCA-Handleiding? | 5 |
| 2. Hoofdkenmerken van LCA..... | 6 |
| 2.1 Wat is LCA? | 6 |
| 2.2 Rol van LCA bij producten..... | 7 |
| 2.3 Rol van LCA in ruimere toepassingen | 7 |
| 2.4 Beperkingen van LCA | 8 |
| 2.5 LCA als deel van een instrumentarium..... | 9 |
| 2.6 Management van LCA -projecten: procedures..... | 10 |
| 3. Internationale ontwikkelingen | 11 |
| 3.1 SETAC | 11 |
| 3.2 ISO..... | 12 |
| 3.3 UNEP | 13 |
| 4. Leidraad voor de Handleiding | 13 |
| 5. Leeswijzer | 14 |

1. Waarom een nieuwe LCA-Handleiding?

De eerste Nederlandse Handleiding voor Levenscyclusanalyse dateert uit 1992. De Handleiding was geschreven door het Centrum voor Milieukunde (CML), de Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) en het Bureau Brand- en Grondstoffen (Bureau B&G), in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Hergebruik van Afvalstoffen (NOH). De Handleiding kende vele namen: “de NOH-gids”, “de CML-gids”, “de Nederlandse gids”, “Heijungs et al. (1992)”, enzovoort. Er is intensief gebruik van gemaakt en de Handleiding heeft in zowel maatschappelijke als wetenschappelijke fora de discussie gestimuleerd. Er zijn echter vele redenen te noemen waarom een herziene Handleiding nu nodig is.

In de afgelopen tien jaar is er veel vooruitgang geboekt op het gebied van de LCA-methodologie, met name dankzij het wetenschappelijke werk van SETAC (the Society of Environmental Toxicology and Chemistry). Daarnaast hebben er uitgebreide ontwikkelingen plaatsgevonden op het gebied van de ISO-normen die met LCA verband houden. Ten derde is er de steeds groter wordende rol van UNEP in het stimuleren van wereldwijd gebruik van LCA. Ten slotte kent LCA tegenwoordig een lange reeks toepassingen, zodat het mogelijk is de oorspronkelijke tekst met actuele voorbeelden te verduidelijken.

Deze nieuwe Handleiding is gemaakt in opdracht van de Nederlandse regering, in het bijzonder het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), het Ministerie van Economische Zaken (EZ), het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W).

Meer dan honderd mensen hebben meegewerkt aan de totstandkoming van de nieuwe Handleiding. Zij bewaakten onze strategische aanpak, lazen en becommentarieerden onze voorstellen en teksten. Hieronder bevond zich de Begeleidingscommissie, de Stuurgroep, de Denktank van het project, de International Observers Group en talloze individuen. Een volledige lijst met namen is te vinden in appendix A van Deel 3.

De nieuwe Handleiding bestaat uit drie delen:

- Deel 1: LCA in perspectief. Een inleiding op LCA, de doelstelling ervan en de achtergronden.
- Deel 2: Handleiding. Een overzicht voor het gebruik van LCA in de praktijk, bestaande uit twee delen. Deel 2a laat zien hoe een specifiek LCA-project kan worden opgezet. Deel 2b¹ is een Operationele bijlage met daarin tabellen met gegevens en andere praktische zaken.
- Deel 3: Wetenschappelijke achtergrond. Hierin worden Deel 1 en 2 onderbouwd met nauwkeurige gegevens en literatuurverwijzingen.

Het huidige eerste deel zal verder het algemene doel en het perspectief van LCA verduidelijken.

¹ Deel 2b en 3 van deze Handleiding zijn alleen in het Engels beschikbaar: zie <http://www.leidenuniv.nl/cml/lca2/index.html>. Deel 2b en 3 maken dus geen deel uit van deze Nederlandse vertaling van de Handleiding.

2. Hoofdkenmerken van LCA

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag wat LCA is en welke rol het kan spelen in verschillende situaties van besluitvorming. Verder bekijken we hoe LCA-ontwikkelingen verankerd zijn in een internationaal raamwerk van consensusvorming en normering.

2.1 Wat is LCA?

In ISO 14040 (zie onder) wordt LCA gedefinieerd als de “samenstelling en beoordeling van de inputs, de outputs en de mogelijke milieueffecten van een productsysteem gedurende zijn levenscyclus”. LCA is dus een instrument dat de milieulast van producten analyseert in alle fasen van hun levenscyclus – van grondstofwinning, productie, gebruik van het product tot de afvalfase, hergebruik of recycling (een productanalyse ‘van de wieg tot het graf’). Het totaal aan eenheidsprocessen betrokken bij de levenscyclus van een product heet het ‘productsysteem’.

De milieubelasting omvat alle effecten op het milieu van onder meer de winning van verschillende typen grondstoffen, de emissie van schadelijke stoffen en manieren van bodemgebruik. De term ‘product’ wordt gebruikt in de breedste zin van het woord – hieronder vallen goederen en diensten, zowel op operationeel - als op strategisch niveau. Het is belangrijk te weten dat in vergelijkende LCA-studies de functie van een product de basis vormt voor vergelijking, niet het product zelf.

LCA is, zover mogelijk, kwantitatief van aard. Waar dit niet mogelijk is, moet er rekening worden gehouden met kwalitatieve aspecten, zodat er een zo volledig mogelijk beeld ontstaat van alle betrokken milieueffecten.

Het belangrijkste kenmerk van de ‘wieg tot graf’ - aanpak is het holistische karakter. De milieueffecten worden in een consistent raamwerk geplaatst, waar en wanneer deze effecten ook hebben plaatsgevonden, of zullen plaatsvinden. Eén fundamentele reden voor een dergelijke aanpak hangt samen met het feit dat de drijvende kracht achter de economie wordt gevormd door de uiteindelijke consumptie van producten. Deze consumptie biedt grote mogelijkheden voor indirecte milieuzorg van een hele keten of netwerk van eenheidsprocessen, gerelateerd aan een product.

Een andere fundamentele reden voor de ‘wieg tot graf’ - aanpak is het feit dat een dergelijke aanpak voorkomt dat problemen in een bepaalde fase van de levenscyclus van een product worden afgewenteld naar een andere fase (probleemafwenteling). De productie van een aluminium auto in plaats van een auto van staal bijvoorbeeld, betekent weliswaar dat het benzinegebruik van de auto vermindert, maar de productie van aluminium kost meer energie dan die van staal. Slechts wanneer er met al deze aspecten rekening wordt gehouden is het mogelijk te zeggen of een aluminium auto inderdaad milieuvriendelijker is dan een auto van staal.

De voornaamste toepassingen van LCA liggen in:

- het analyseren van de oorzaken van problemen bij een bepaald product;
- het vergelijken van verschillende manieren voor verbetering van een product;
- het ontwerpen van nieuwe producten;
- het maken van een keuze tussen vergelijkbare producten.

Op strategisch niveau, bij overheidsbeleid en bedrijfsstrategieën, kunnen vergelijkbare toepassingen worden onderscheiden. De wijze waarop een LCA-project precies ten uitvoer

wordt gebracht is afhankelijk van de toepassing, oftewel het beoogde gebruik van de LCA-resultaten.

2.2 Rol van LCA bij producten

LCA kan een zeer nuttige rol spelen bij productgerichte milieuzorg door de overheid of de private sector. Dit kan zowel bij een milieugerichte vergelijking van bestaande producten, als bij de ontwikkeling van nieuwe producten, waaronder ook de vergelijking van prototypen. In deze paragraaf zullen we verschillende soorten technische toepassingen bespreken; in paragraaf 2.6 zullen de daarbij te onderscheiden procedurele situaties kort belicht worden.

Een belangrijke toepassing van LCA betreft bijvoorbeeld de onderbouwing van 'groen' aankoopbeleid door zowel de overheid als bedrijfsleven. Het classificeren van grondstoffen, materialen of producten ten behoeve van de aankoop hoeft echter niet per se op kwantitatieve basis te geschieden, met behulp van LCA. Tropisch hardhout met een label van het 'Forest Stewardship Council' (FSC) kan zonder LCA worden vergeleken met hardhout dat een dergelijk label niet heeft (als alle andere factoren hetzelfde blijven). Daarbij kan dan gebruik gemaakt worden van een simpelere, meer toegespitste, analyse gebaseerd op slechts één criterium. Als er echter meerdere soorten bewerkt hout moeten worden vergeleken om andere redenen dan het vermijden van het gebruik van hardhout, dan kan LCA een essentiële bijdrage leveren.

Een andere toepassing is het zogenaamde milieukeur; het toekennen van een milieukeur aan milieuvriendelijke productalternatieven, wat consumenten de mogelijkheid geeft milieuaspecten bij hun productkeuze te betrekken. Milieukeurprogramma's zoals dat van de EU zijn steeds vaker gebaseerd op LCA. Tot nu toe hebben een aantal van deze programma's helaas de verwachtingen niet waargemaakt. Positieve voorbeelden op dit gebied zijn echter het 'Blaue Engel' milieukeur in de Bondsrepubliek en het 'Green Swan' milieukeur in Scandinavië.

Een laatste toepassing is het ontwerpen van meer milieuvriendelijke producten, ook wel aangeduid met milieugericht ontwerpen of 'eco-design'. Dit is een activiteit die steeds belangrijker wordt en die een specifieke vereiste oplegt aan de beschikbare informatie over de levenscyclus: het moet makkelijk zijn in het gebruik. In het geval van milieugericht ontwerpen worden de resultaten van een LCA over het algemeen binnen het bedrijf gebruikt, en minder voor marktdoelen.

2.3 Rol van LCA in ruimere toepassingen

Naast direct productgerichte toepassingen is het ook mogelijk LCA in ruimere zin te gebruiken. In plaats van op duidelijk omschreven, fysieke goederen of enkelvoudige diensten, wordt LCA dan toegepast op complexe bedrijfsstrategieën of overheidsbeleid aangaande consumptie- en 'lifestyle'-keuzes in verscheidene sectoren van de maatschappij. Net als in de hierboven beschreven situaties is ook hier de functie het centrale object van een LCA-project, al is in dit geval de functie veel complexer, veelomvattender en verbonden met strategische beslissingen.

Voorbeelden van ruimer gebruik van LCA zijn onder meer:

- De keuze voor een wegwerpverpakking door een bedrijf. De EU keurt dit alleen goed als het bewezen kan worden dat dit milieuvriendelijker is dan het gebruik van hergebruikbaar verpakkingsmateriaal.

- De vergelijking van verschillende soorten afvalbeheer door een gemeente, of de ontwikkeling van een strategie voor het afvalbeheer.
- Het vaststellen van de milieuvordelen van verschillende soorten biomassagebruik (bijvoorbeeld het kappen van hout), voor de productie van bijvoorbeeld elektriciteit of papier.
- De strategische vergelijking van verschillende manieren van vrachtvervoer (water, weg, spoor), als rechtvaardiging voor een overheidsinvestering in nieuwe infrastructuur.
- Het 'groener maken' van de bouwindustrie. In Nederland moeten nieuw gebouwde huizen in de toekomst bijvoorbeeld voldoen aan de minimum-milieueisen. Naast energieverbruik omvatten deze eisen ook voorschriften voor de te gebruiken bouwmaterialen, opgesteld op basis van een kwantitatieve LCA.

Het verschil tussen de twee hier onderscheiden gebieden, het ene verbonden met producten, het andere met ruimere toepassingen, is er slechts één van gradatie. Het voorbeeld van de keuze voor een wegwerpverpakking en over LCA in de bouwindustrie biedt de mogelijkheid de hele bedrijfstak groener te maken. Aan de andere kant is het ook een voorbeeld van productgericht beleid, met misschien een ongewoon groot product: een heel gebouw.

Bij milieugericht ontwerpen is er ook sprake van een samenvallen van de vereisten van productgericht LCA en de 'ruimere' LCA. LCA wordt bijvoorbeeld gebruikt in de Duitse auto-industrie voor het ontwerpen van nieuwe auto's. Het ontwerpproces zelf laat alleen het gebruik van simpele criteria toe, maar als een auto eenmaal voltooid is, wordt er een volledige LCA van het eindproduct gemaakt. De resultaten van deze analyse vormen de basis voor nieuwe, eveneens eenvoudige, ontwerpcriteria. Dit proces leidt tot een leertraject.

Het bovenstaande voorbeeld toont nog een andere toepassing. In al de hierboven beschreven toepassingen wordt LCA op projectbasis gebruikt; het doel van het project is duidelijk, men maakt een analyse en trekt de conclusies. Maar de reikwijdte van LCA kan verder worden vergroot door LCA op continue basis te gebruiken als een managementhulpmiddel. In dat geval zijn de criteria afkomstig van een uitgebreidere LCA-studie en worden zij gebruikt voor voortdurende observatie van het managementproces. Een specifiek voorbeeld is het vaststellen van maatstaven ('benchmarking') voor bedrijfs- en overheids werkzaamheden.

2.4 Beperkingen van LCA

Het basiskarakter van LCA is het holistische karakter van de analyse. Dit kenmerk is zowel de grootste kracht als de grootste zwakte van LCA. De breedheid van het analyseren van de gehele levenscyclus van een product kan alleen bereikt worden door anders aspecten te simplificeren.

Zo kan LCA in de eerste plaats lokale effecten niet goed meenemen. Het is nog wel mogelijk om LCA-resultaten met regio-specifiek weer te geven door de regio's waarin bepaalde emissies plaatsvinden te identificeren en daarna rekening te houden met de verschillen in gevoeligheid van deze regio's. Maar LCA voorziet niet in een raamwerk waarbinnen een volledige risicoanalyse (RA) kan worden uitgevoerd en waarmee kan worden vastgesteld welke effecten het functioneren van een installatie op een bepaalde plek heeft.

Hetzelfde geldt voor de factor tijd. LCA is eerder een statische aanpak dan een dynamische, alhoewel in gedetailleerde LCA-studies steeds meer rekening gehouden wordt met toekomstige technologische ontwikkelingen.

Het LCA-model richt zich op de fysieke kenmerken van industriële activiteiten en andere economische processen; het houdt geen rekening met marktmechanismen of neveneffecten op technologische ontwikkeling.

In het algemeen beschouwt LCA alle economische- en milieuprocessen als lineair. Ook hier wordt al vooruitgang geboekt om deze beperking zo veel mogelijk op te heffen, maar in de kern blijft LCA een instrument dat gebaseerd op lineaire modellen.

LCA richt zich verder uitsluitend op de milieuaspecten van producten, en zegt niets over hun economische, sociale en andere kenmerken. De milieueffecten worden vaak omschreven als 'potentiële' effecten (zie ook de ISO-definitie), omdat zij niet gespecificeerd zijn in tijd en plaats en samenhangen met een (dikwijls) arbitrair vastgestelde functionele eenheid.

Hoewel LCA probeert zo veel mogelijk wetenschappelijk onderbouwd te zijn, gaan er toch steeds een aantal technische aannames en waarde-oordelen mee gemoeid. Een belangrijke rol is hier weggelegd voor het ISO-normeringsproces, dat willekeur helpt voorkomen (zie onder). Een belangrijk doel is het zo transparant mogelijk maken van alle aannames en gemaakte keuzes; dit is eveneens een belangrijk element bij het inbedden van LCA in procedures (zie ook Deel 2a).

Een andere beperking ligt mogelijk in de beschikbaarheid van gegevens. Databases worden in verschillende landen opgezet, en het formaat gestandaardiseerd (zie onder). In de praktijk zijn de gegevens echter nog vaak verouderd, niet vergelijkbaar of van onbekende aard. Ook zijn de gegevens dikwijls alleen beschikbaar op het niveau van combinaties van processen, zoals 'elektriciteitsproductie' of 'aluminiumproductie', in plaats van de afzonderlijke deelprocessen.

Ten slotte nog iets over het fundamentele kenmerk van LCA als analytisch instrument. LCA levert informatie die ter ondersteuning van een te nemen beslissing kan worden gebruikt. LCA kan echter nooit het besluitvormingsproces vervangen. Je kunt dus niet zeggen dat 'de LCA-studie heeft bewezen dat die-en-die beslissing moet worden genomen'. Correct zou zijn: 'Gebaseerd op de resultaten van een LCA en andere informatie, is de volgende beslissing genomen.' Dit laatste kenmerk vereist een duidelijk begrip van de procedurele aspecten van LCA, iets waaraan ruimschoots aandacht wordt besteed in deze Handleiding.

2.5 LCA als deel van een instrumentarium

De hierboven geschetste beperkingen kunnen worden aangepakt door de analyse uit te breiden of door andere analyse-instrumenten te gebruiken.

Een product kan bijvoorbeeld worden geanalyseerd met behulp van LCA, terwijl tegelijkertijd een Risico Analyse (RA) wordt uitgevoerd voor een aantal kernactiviteiten in de keten, waarbij de nadruk ligt op lokale milieueffecten. Beide soorten gegevens kunnen belangrijk zijn in het besluitvormingsproces.

Een andere, nuttige aanpak is het gebruik van LCA aangevuld met een Stofstroomanalyse. Dit is met name zinvol als het product door één bepaalde stof wordt gedomineerd, zoals cadmium in oplaadbare batterijen of fosfaat in schoonmaakmiddelen. In geval van een enkelvoudige stof kunnen marktmechanismen dan ook bij de analyse betrokken worden.

Complementair gebruik van verschillende instrumenten is natuurlijk noodzakelijk als men geïnteresseerd is in andere aspecten van een nieuw product, zoals de bredere gevolgen

voor het milieu, of sociale- en economische aspecten. Daarbij valt te denken aan gezondheidszorg en veiligheid (bijvoorbeeld bij de kwaliteit van voedselproducten), dierwelzijn en de inzet van kinderarbeid bij de productie.

Waar het gaat om economische aspecten, kan de Life Cycle Costing (LCC) aanpak gebruikt worden om de economische kant van de levenscyclus te evalueren. In de toekomst zal LCC mogelijk een vaste aanvulling gaan vormen op LCA.

Het doel is om een instrumentarium aan te bieden dat het mogelijk maakt om verschillende soorten analyses uit te voeren, al naar gelang de vereisten van een gegeven besluitvormings situatie. De beperkingen, beschreven in de vorige paragraaf, zijn niet alleen een gevolg van de eigenschappen van de huidige instrumenten, maar ook van de beschikbaarheid van de juiste gegevens. Dus, hoewel het combineren van verschillende instrumenten voor een bepaalde besluitvormingssituatie een valide doel is, is het voorsnog wel een lange-termijn doelstelling.

2.6 Management van LCA -projecten: procedures

LCA -studies kunnen bij een hele reeks besluitvormingssituaties gebruikt worden, variërend van intern gebruik tot publieke vergelijkende uitspraak onderzoek. Deze verschillende situaties stellen ook verschillende eisen aan de soort besluitvormingsprocedure die gevolgd dient te worden.

De huidige Handleiding onderscheidt de volgende zes besluitvormingssituaties (zie tabel).

| | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Globale verkenning van opties | De LCA wordt uitgevoerd om een eerste indruk te krijgen van het milieueffect van mogelijke ontwikkelingen. |
| Bedrijfsinterne innovatie | De LCA wordt uitgevoerd om te bezien wat de milieueffecten zijn binnen een bedrijf mogelijke productverbetering, productontwikkeling of andere innovaties. |
| Sectorbrede innovatie | Idem; niet binnen een bedrijf maar binnen een sector. (Een formele organisatie van branche of keten kan de LCA desgewenst als interne activiteit beschouwen). |
| Strategiebepaling | De LCA wordt uitgevoerd om te bezien wat de milieueffecten zijn van mogelijke ontwikkelingsrichtingen. |
| Toetsing/vergelijking | De LCA wordt uitgevoerd om te bezien of een product of systeem voldoet aan bepaalde milieunormen, dan wel of het voor het milieu beter is dan een ander product(systeem). |
| Publieksbenadering (publieke-vergelijkende uitspraak) | De LCA wordt uitgevoerd om daarmee (besluiten m.b.t.) een product(systeem) publiek te kunnen verantwoorden voor wat betreft de milieugevolgen ervan. |

Deze zes categorieën zijn weer geordend in drie groepen: ten eerste situaties met weinig divergerende belangen en potentieel grote gevolgen; vervolgens situaties met veel divergerende belangen maar met potentieel geringe gevolgen en ten slotte situaties met veel divergerende belangen en potentieel grote gevolgen. Er moeten in het bijzonder richtlijnen worden opgesteld hoe om te gaan met opdrachtverlening, kritische beoordeling, procesplanning en -management en participatie van belanghebbenden. Deze richtlijnen worden strikter naarmate men opschuift van de eerste naar de derde groep besluitvormingssituaties.

3. Internationale ontwikkelingen

LCA is een essentieel onderwerp op het gebied van milieubeheer. De geschiedenis van LCA gaat terug tot begin jaren '70, toen het nog bekend stond onder namen als 'Resource and Environmental Profile Analysis' (REPA), 'Energy Analysis' en 'Product Ecobalance'. In het volgende hoofdstuk zullen een aantal internationale organisaties belicht worden die betrokken zijn geweest – en nog steeds betrokken zijn – bij de ontwikkeling en toepassing van LCA.

3.1 SETAC

SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) was het eerste internationale lichaam dat fungeerde als een overkoepelende organisatie voor de ontwikkeling van LCA. Het is een wetenschappelijke organisatie met zijn wortels in de universitaire gemeenschap, overheid en bedrijfsleven en heeft in die hoedanigheid gefungeerd als een wetenschappelijk platform voor de coherente ontwikkeling van LCA. De doelstellingen van SETAC zijn wetenschappelijke ontwikkeling op specifieke onderzoeksgebieden en de toepassing van de resultaten in het milieubeheer.

De betrokkenheid van SETAC met LCA dateert uit 1989, toen de eerste workshop over LCA plaatsvond in Smugglers Notch, Vermont. Een jaar later vond er in Leuven, België opnieuw een workshop plaats. Deze workshops waren de aanleiding voor het ontstaan van twee verschillende scholen binnen de LCA-ontwikkeling die de jarenlang de toon hebben gezet, de ene met als basis Europa, de andere met als basis Noord-Amerika.

De hoofdactiviteiten van de LCA-sectie van SETAC zijn:

- jaarlijkse wetenschappelijke bijeenkomsten, zowel in Europa als in Noord-Amerika, die onderdeel zijn van de reguliere bijeenkomsten kalender van SETAC en die specifieke sessies over LCA-methodologie hebben.
- een jaarlijks Case Studies Symposium in Brussel, dat zich richt op de toepassing van LCA in verschillende bedrijfstakken.
- sinds 1996 een aantal werkgroepen in Europa en Noord-Amerika, die zich richten op verschillende aspecten van de LCA-methodologie en -toepassing.

De Europese werkgroepen hebben zich de ontwikkeling en harmonisatie van de LCA-methodologie ten doel gesteld. Hun Noord-Amerikaanse collega's hebben zich gericht op het analyseren van de beperkingen van LCA en het waarschuwen tegen het ongeoorloofd gebruik van LCA.

Ondanks de verschillen tussen de twee scholen binnen SETAC, is er ook sprake van uitgebreide samenwerking. Een sprekend voorbeeld is de ontwikkeling van de zogenaamde 'Code of Practice' voor LCA. Dit betekende een belangrijke stap richting de harmonisatie van het instrument, omdat de Code of Practice het eerste, internationaal geaccepteerde, technische raamwerk voor LCA was. Het is vandaag de dag misschien moeilijk voor te stellen, maar eind jaren '80 was zelfs de term LCA nog niet algemeen geaccepteerd – het instrument stond nog bekend onder een aantal verschillende namen. De Code of Practice wees erop dat LCA naast wetenschappelijk ook procedurele aspecten en waardeoordelen omvat. De Code of Practice was de voorloper van de werkzaamheden die nu door ISO worden uitgevoerd.

3.2 ISO

ISO (International Organization for Standardization) is een wereldwijde, particuliere organisatie, met nationale afdelingen in zowel geïndustrialiseerde- als ontwikkelingslanden, die tot doel heeft en grote variëteit aan producten en activiteiten te standaardiseren. Een van de kernactiviteiten is de ontwikkeling van de 9000-normenreeks, die de integratie van kwaliteitsaspecten in het bedrijfsleven moet bewerkstelligen.

De 14000-reeks normen omvat onder andere norm 14001 over milieuzorgsystemen en een normenreeks die betrekking heeft op LCA (de 14040-reeks). De werkzaamheden hieraan begonnen in 1994 en hebben als doel het opstellen van een complete reeks van LCA-normen voor LCA.

De ISO LCA normen hebben zowel betrekking op de technische als de organisatorische kanten van een LCA-project. De organisatorische aspecten richten zich vooral op het ontwerp van kritische beoordelingen ('critical reviews'), met speciale aandacht voor publieke vergelijkende uitspraken ('comparative assertions disclosed to the public'). Ook komen zaken als de betrokkenheid van belanghebbenden aan bod.

De volgende algemene normen en technische rapporten zijn (of worden) door ISO gemaakt in de 14040-reeks (Milieumanagement –levenscyclusanalyse) :

- ISO 14040: Een norm voor principes en raamwerk. 1e Editie 1997
- ISO 14041: Een norm voor de Vaststelling van doel en reikwijdte en Inventarisatie. 1e Editie 1998
- ISO 14042: Een norm voor levenscyclus-effectbeoordeling. 1e Editie 2000
- ISO 14043: Een norm voor levenscyclus-interpretatie. 1e Editie 2000
- CD 14047: Een technisch conceptrapport met voorbeelden voor ISO 14042 over levenscyclus-effectbeoordeling. (in voorbereiding)
- CD 14048: Een conceptnorm over gegevensformaat. (in voorbereiding)
- TR 14049: Een technisch rapport met voorbeelden voor ISO 14041 over de levenscyclus-inventarisatiefase. 1e Editie 1999.

Ook andere ISO werkzaamheden hebben een relatie met de ISO-reeks over LCA. Een voorbeeld is het technische rapport TR 14025 over zogenaamde Type III milieuverklaringen, die een levenscyclus-aanpak vereisen, waaronder een formele LCA. Een ander voorbeeld is TR 14062, een rapport dat nog in voorbereiding is, over richtlijnen voor de integratie van milieuaspecten in productontwikkeling, iets waar levenscyclusaspecten ook bij betrokken zijn.

De wetenschappelijke activiteiten binnen SETAC hebben de kwaliteit van het werk van ISO sterk verbeterd. Aan de andere kant heeft ISO een grote rol gespeeld in het bijeenbrengen van de verschillende scholen binnen SETAC, omdat ISO voor elk woord in de verschillende normen de goedkeuring nodig had van de LCA-deskundigen. De woordkeuze in het geval van de termen 'kan', 'kan moeten' of 'moet' – de drie normatieve dragers van iedere norm – is een goed voorbeeld hiervan. De internationale normen en technische rapporten hebben de acceptatie van LCA als instrument ter ondersteuning van besluitvorming sterk vergroot, zowel onder het bedrijfsleven als de overheid.

Het ligt in de lijn der verwachtingen dat na de voltooiing van de eerste, volledige reeks 14040-normen en technische rapporten, een tweede, herziene reeks het licht zal zien. Daarin zal rekening gehouden worden met de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de LCA-methodologie.

3.3 UNEP

Een derde internationale speler op het gebied van LCA is UNEP ('United Nations Environmental Programme'), vertegenwoordigd door het 'Departement of Technology, Industry and Economics' in Parijs. UNEP richt zich voornamelijk op de toepassing van LCA, met name in de ontwikkelingslanden. Een belangrijke bijdrage van UNEP was de publicatie van de gebruiksvriendelijke en makkelijk te lezen handleiding voor LCA uit 1996, getiteld 'Life Cycle Assessment: What it is, and what to do about it'. Een tweede belanghebbende publicatie is 'Towards Global Use of Life Cycle Assessment' uit 1999. Verder worden er onder auspiciën van UNEP een aantal internationale workshops gehouden, waarin verschillende facetten van LCA aan bod komen, georganiseerd door het 'Environmental Protection Agency' uit de VS (US-EPA) en het CML.

SETAC en UNEP werken momenteel samen aan een geheel nieuwe taak: het vaststellen van de best beschikbare praktijk op het gebied van levenscyclusanalyse, op initiatief van een Europese SETAC-werkgroep. Deze taak omvat onder meer het identificeren van de best beschikbare praktijk om een database op te zetten voor de levenscyclusinventaristatiefase, en het samenstellen van een lijst van milieueffectcategorieën en bijbehorende factoren om de bijdragen aan deze milieueffectcategorieën te kwantificeren.

4. Leidraad voor de Handleiding

Bij het opstellen van de huidige Handleiding zijn de volgende principes aangehouden:

- De Handleiding moest gebaseerd worden op de nieuwste wetenschappelijke ontwikkelingen, zoals ontwikkeld binnen de SETAC en zijn werkgroepen.
- De Handleiding moest de ISO-normen vertalen in 'kookboekformaat', maar wel zo compatibel mogelijk met diezelfde ISO-normen. Bovendien moest duidelijk worden aangegeven waar de Handleiding verder gaat dan ISO.
- De Handleiding moet ondubbelzinnig zijn in het specificeren van de best beschikbare praktijk. Op sommige plaatsen worden meerdere methodische alternatieven vermeld, die uiteenlopende uitkomsten opleveren. Dit is echter op zo'n manier gedaan dat zij eenvoudig in een gevoeligheidsanalyse kunnen worden opgenomen.
- De Handleiding moest van belang zijn voor verscheidene typen toepassingen, wat inhoudt dat er een basismethode omschreven moest worden, met daarin een onderscheid tussen het vereenvoudigde en het gedetailleerde niveau. Mogelijkheden voor verdere verbetering van het gedetailleerde niveau ten behoeve van specifieke toepassingen worden eveneens beschreven.
- Het moest een praktische Handleiding zijn, met precieze richtlijnen voor gebruik in de praktijk. Deze richtlijnen worden met een aantal voorbeelden geïllustreerd en apart behandeld naast de beschrijvingen van operationele methoden en -gegevens en naast de beschrijving de wetenschappelijke achtergronden.
- De richtlijnen moesten behandeld worden binnen het raamwerk van een aantal mogelijke besluitvormingssituaties, waarbij de te nemen procedurele stappen nader gespecificeerd zouden worden.

5. Leeswijzer

De Handleiding bestaat uit de volgende onderdelen:

Deel 1, dat voor u ligt, geeft een algemeen overzicht van LCA in perspectief: de redenen voor de ontwikkeling van een nieuwe Handleiding, de hoofdkenmerken van LCA, de voornaamste, actuele wetenschappelijke ontwikkelingen en de leidraad voor de Handleiding. De doelgroep voor dit deel zijn diegenen die de resultaten van LCA gebruiken, zoals beleidsmakers en bedrijfsmanagers.

Deel 2 is de Handleiding zelf, bestaande uit wederom twee delen: a en b. Deel 2a gaat over procesmanagement en procedurele richtlijnen, en bevat een algemene beschrijving van de technische richtlijnen. Deel 2b is een operationele bijlage, met daarin elementen voor alle LCA-fasen, maar met de nadruk op modelleertechnieken voor de Inventarisatie en op factoren voor de Effectbeoordeling. Dit deel is voornamelijk bedoeld voor diegenen die de LCA uitvoeren.

Deel 3 geeft een overzicht van de wetenschappelijke achtergrond bij de richtlijnen gepresenteerd in Deel 2a. Dit deel is vooral bedoeld voor wetenschappers die werken aan de verdere ontwikkeling van LCA en personen die LCA's uitvoeren of de resultaten gebruiken en die meer willen weten over het hoe en waarom van de gemaakte methodologische keuzes, over andere mogelijkheden die beschouwd zouden kunnen worden en over het hoe en waarom van de mogelijkheden en beperkingen van LCA.

Extra leeswijzers voor Deel 2 en 3 worden in die delen zelf gegeven.