

productie, het gebruik en de afvalverwerking. Het wordt wel een analyse van wieg tot graf genoemd (zie fig. 1). Bij LCA wordt in beginsel naar alle milieuaspecten gekeken: emissies van toxische stoffen, beïnvloeding van leefomgeving of klimaat en uitputting van grondstoffen.

Het milieu wordt dus 'breed' bekeken, terwijl veel van het huidige milieubeleid gericht is op het voorkomen van één milieuprobleem.

### Toepassingen van LCA

Vele bedrijven en overheidsorganisaties passen in toenemende mate LCA toe. Jaarlijks worden tientallen studies over allerlei onderwerpen gepubliceerd. Ook in opdracht van Rijkswaterstaat zijn diverse LCA's uitgevoerd. De eerste LCA's van diensten waren vaak vooral bedoeld als proef-LCA. Maar momenteel wordt LCA daadwerkelijk gebruikt bij het maken van keuzes. Enkele recente voorbeelden zijn weergegeven in tabel 1.

LCA is overigens niet specifiek bedoeld voor weg- en waterbouwkundige onderwerpen. Een LCA kan ook ant-

woorden geven op andere beleidsmatige vragen, bijvoorbeeld bij vergelijking van verschillende vervoerssystemen. Voor 'groene' onderwerpen en onderwerpen met een sterk lokaal karakter is de methode vooralsnog minder geschikt. Dan kan beter een MER worden uitgevoerd.

De toepassingen kunnen worden ingedeeld in een aantal categorieën:

1. productkeuze: is product A of product B 'beter voor het milieu'? Dit is de bekendste maar ook lastigste toepassing, omdat discussies met de producenten van A en B niet vermeden kunnen worden;
2. ontwerp en innovatie: is ontwerp variant A of ontwerpvariant B 'beter voor het milieu'? Deze toepassing kan interactief plaatsvinden tijdens het ontwerpproces.
3. opsporen knelpunten: welke processen leveren een grote bijdrage aan de milieubelasting van een product? Vervolgens kan prioriteit worden gelegd bij het verminderen van de milieu belasting van deze processen;
4. regelgeving: de Nederlandse milieu-

keur wordt gegeven op basis van uitkomsten van LCA's. In de toekomst kunnen wellicht LCA-eisen worden opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen;

5. beleid: men kan bijvoorbeeld nagaan of voorgenoemd beleid geen nadelige consequenties heeft voor andere milieuthema's. Ook zou men de keuze tussen alternatieve beleidslijnen kunnen ondersteunen.

Het gebruik bij Rijkswaterstaat valt momenteel in twee categorieën:

- a. intern, categorie 1 of 2: RWS wil als ontwerper/opdrachtgever een constructie zo milieuvriendelijk mogelijk maken;
- b. extern, categorie 5: RWS wil als beleidsvoorbereider een goed onderbouwd beleidsadvies geven.

Het is belangrijk om dit onderscheid in het oog te houden omdat de aanpak van de LCA-studie nogal kan verschillen. Bij gebruik van LCA voor een ontwerpkeuze blijft de studie grotendeels binnen de deur; wel is een adviesbureau nodig voor het uitvoeren van de berekeningen. Een standaard-LCA is dan meestal voldoende. Bij gebruik van LCA voor beleid is het vrijwel altijd noodzakelijk om diverse betrokken partijen te laten meepraten. De studie zal vaak diepgaander zijn. Ook komen vaak aspecten aan de orde waarbij de standaardaanpak verfijnd moet worden.

### Aanpak van LCA

Een LCA wordt uitgevoerd conform een vast stappenplan. Dit is in onderstaand schema weergegeven. In het kader worden de helaas onvermijdelijke vaktermen toegelicht. Het is noodzakelijk om voor het uitvoeren van de LCA specialisten in te schakelen; diverse adviesbureaus en onderzoeksinstellingen hebben deze in huis. De DWW en andere specialistische diensten kunnen ondersteunen bij de begeleiding.

Tabel 1. Enkele recente LCA-studies binnen Rijkswaterstaat

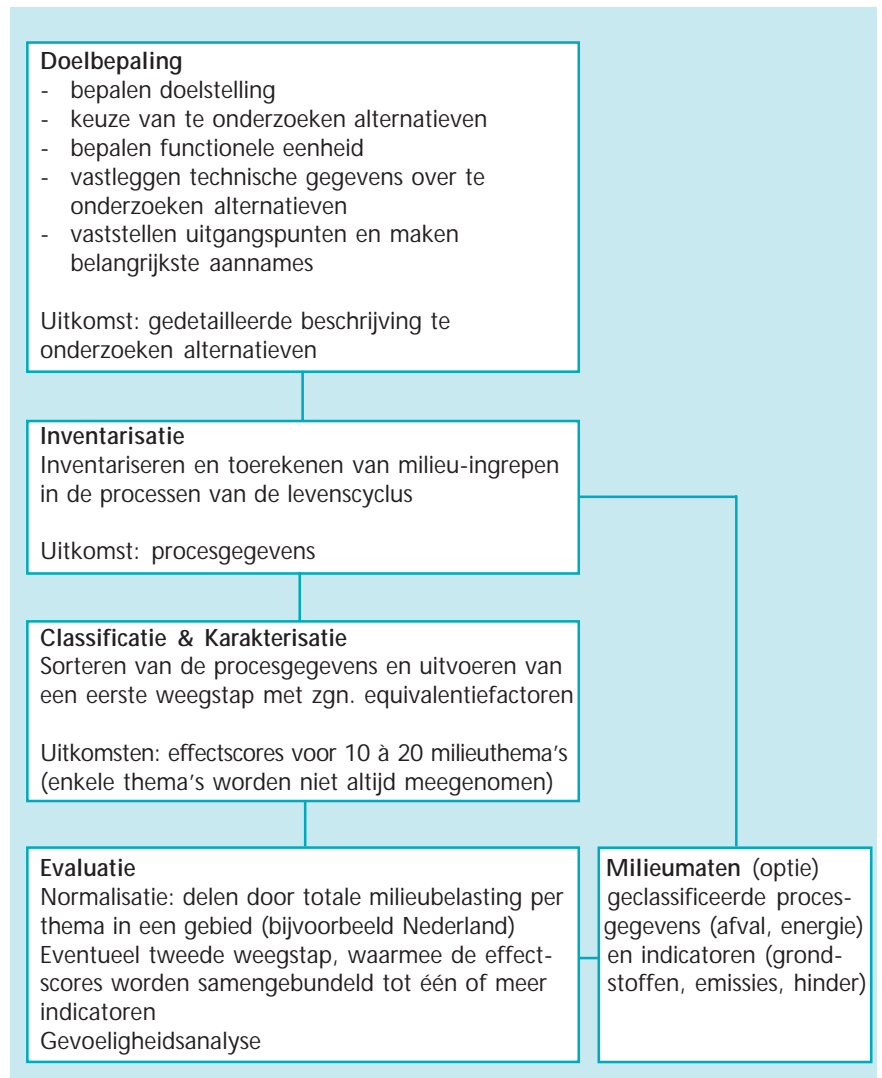
onderwerp	vraagstelling in het kort
dijkbekledingsmaterialen	Neem in een integrale beoordelingsmethode voor dijkbekledingsconstructies ook de 'grijze' milieuaspecten mee.
geluidwallen en geluidschermen	Kunnen we langs de te verbreden A12 beter wallen leggen of schermen?
oeverbeschoeiingsmaterialen	Wat zijn de milieu-effecten van alternatieven voor (beleidsmatig ongewenste) oeverbeschoeiingen van verduurzaamd hout?
verwerkingsroutes voor AVI-vliegas, waaronder toepassing in asfalt	Wat is de beste wijze om AVI-vliegas te verwerken? Hergebruiken of niet?
verwerkingsroutes voor baggerspecie	Wat zijn de milieu-effecten van diverse verwerkingsroutes voor baggerspecie?

Het is goed om te weten hoe het stappenplan werkt, maar in de praktijk is deze al lang geautomatiseerd. Het leeuwendeel van het werk van een LCA zit niet in het rekenen, maar in het verzamelen van basisgegevens, vaststellen van de uitgangspunten en interpreteren van de resultaten:

- Er is een gedetailleerd overzicht nodig van de gebruikte materialen en de uit te voeren processen. Deze informatie vertoont overeenkomst met een bestek. Vaak is echter informatie nodig die tot dusver de opdrachtgever niet nodig had (bijvoorbeeld de transportafstand als iets franco op het werk wordt geleverd).
- Daarnaast zijn milieugegevens nodig van processen die voorkomen in de keten van het product. Voor heel veel processen zijn al milieugegevens bekend. Bijvoorbeeld voor transport, energieproductie, kunststoffen en beton zijn er uitgebreide databases. Maar voor bijzondere processen moet nieuwe informatie worden verzameld bij de bedrijven die deze processen uitvoeren.
- De meeste onzekerheid en discussie wordt vaak veroorzaakt door het vaststellen van uitgangspunten voor onder andere toerekening (zie kader), functionele eenheid (idem) en afvalverwerking. Het is voor bouwers niet vanzelfsprekend om na te denken over de einde van het levensduur van hun product, omdat dit tientallen jaren meegaat. Maar voor levenscyclusanalyse is het wel van belang.
- De uitkomst is van een LCA is meestal niet alleen 'A of B'. Ook gaat men na welke oorzaken een bepaalde score heeft, welke mogelijkheden er zijn om de milieuscores te verbeteren, etc.

### LCA is in ontwikkeling

De methode is voor het eerst gebruikt rond 1970 in de Verenigde Staten. Sindsdien hebben bedrijven en organisaties in verschillende landen



Figuur 2. Stappenplan van de LCA.

de methode toegepast en verder ontwikkeld. In 1992 is een handleiding ontwikkeld door het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden (CML) [2]. Deze handleiding vormt een belangrijke basis voor de lopende internationale standaardisering (ISO) [1]. Maar de handleiding en de standaard laten nog veel open. Onderzoekers zijn wereldwijd bezig met het opvullen van deze witte vlekken.

Voorlopig komen er bijvoorbeeld geen internationaal geaccepteerde equivalentiefactoren. In Nederland

worden de factoren van het CML echter breed geaccepteerd, hoewel sommige van deze factoren nog wel kunnen worden verbeterd. Voor enkele milieuthema's moeten nog bruikbare equivalentiefactoren worden ontwikkeld. De DWW heeft zich over één van deze milieuthema's ontfermd: het ontwikkelen van equivalentiefactoren voor aantasting van ecosystemen en landschap. Verder is er nog veel te doen aan het verbeteren van standaard procesgegevens en aan kwaliteitsbewaking van LCA's.

### Toelichting:

#### - *functionele eenheid:*

als meerdere producten worden vergeleken moet dit op basis van gelijke functies. Men vergelijkt niet 1 kg van product A met 1 kg van product B, maar hoeveelheden die een gelijke functie kunnen leveren. Een functie is bijvoorbeeld "1 m<sup>2</sup> verharding voor een autosnelweg op niet-zettingsgevoelige ondergrond in Nederland gedurende 30 jaar". Als een verhardingsmateriaal het geen 30 jaar volhoudt dan moeten de benodigde onderhoudsmaatregelen ook worden meegenomen in de LCA.

#### - *inventariseren:*

het gaat om procesgegevens van de 'wieg' tot het 'graf', dus men moet ook beschikken over technische gegevens over productieprocessen van grondstoffen en afvalverwerking.

#### - *toerekenen:*

komt voor bij hergebruik en bij coproductie. Een voorbeeld van toerekening bij hergebruik: een huis wordt gesloopt en het puin wordt na breken toegepast in de wegenbouw. Is de milieubelasting voor het breken te wijten aan degene die een huis laat slopen of aan degene die een weg bouwt?

Wat een 'eerlijke' verdeling is, is vaak lastig te bepalen. Soms kan toerekening worden voorkomen, bijvoorbeeld door te werken met zogenoemde 'vermeden effecten'. Door toepassing van secundaire grondstoffen wordt de winning van primaire grondstoffen vermeden. De milieubelasting van de winning van primaire grondstoffen wordt dan geheel of gedeeltelijk afgetrokken van de milieubelasting van de productie van secundaire grondstoffen.

#### - *milieuthema:*

met LCA wordt nagegaan wat de bijdrage van een emissie is aan een bepaald milieuthema. Milieuthema's die worden onderscheiden zijn:

- . uitputting . ozonlaagaantasting
- . abiotische . stank
- . grondstoffen . toxiciteit voor
- . smogvorming . de mens
- . uitputting . lawaai
- . biotische . waterverontreiniging
- . grondstoffen . aantasting natuur/
- . verzuring . landschap
- . versterking . bodemverontreiniging
- . van het broei-  
kaseffect
- . vermesting . slachtoffers

#### - *equivalentiefactor/effectscore:*

de equivalentiefactor wordt gebruikt om verschillende ingrepen

die bijdragen aan hetzelfde milieuthema te wegen. Het resultaat van deze weging is een effectscore. Bijvoorbeeld: emissie van 1 kg methaan levert dezelfde bijdrage aan de versterking van het broeikas-effect als 11 kg kooldioxide.

#### - *indicator:*

de uitkomst van het wegen van effectscores tot één getal. In eigenstelling tot de eerdere stappen van de LCA is deze wegstap per definitie enigszins subjectief. Wel zijn er weegfactoren bekend waar goed over nagedacht is en die vaak zullen voldoen. Een bekende indicator is de Eco-indicator.

#### - *milieumaten:*

een andere weergave van de uitkomsten van een LCA. Er worden vijf milieumaten onderscheiden: grondstoffen, emissies, hinder, energie en afval. Deze vijf milieumaten zijn prima bruikbaar voor productinformatie omdat ze ook voor leken op milieugebied duidelijk zijn. Hinder is overigens nog niet operationeel. Een nadeel van milieumaten is dat ze elkaar deels overlappen: een proces dat veel energie gebruikt geeft ook veel emissies van bijvoorbeeld kooldioxide.

### Kan LCA eenvoudiger?

Een LCA is vrij complex. Wil men een grondige analyse doen van de milieuaspecten dan moet deze berekening worden gemaakt. Een ruwe 'screening' LCA is enkele mensweken werk. Bij een gewone LCA loopt dit op tot enkele mensmaanden en in uitzonderingsgevallen tot jaren.

Een standaard-LCA kan echter verregaand worden geautomatiseerd. In principe is het mogelijk dat een ontwerper technische ontwerpgegevens

in het LCA-programma invoert en vervolgens door het programma een indicator laat berekenen. In de B&U-sector zijn dit soort programma's in ontwikkeling (Ecoquantum, Greencalc). LCA-basisgegevens van alle gebruikelijke materialen en processen moeten dan in het programma zitten. Alleen als ongebruikelijke materialen worden gebruikt is er aanvullende informatie nodig. Ook voor de uitgangspunten moeten ook standaardkeuzes gemaakt zijn.

Een andere manier om LCA te vereenvoudigen is het aanpassen van de methode (zie bijvoorbeeld DWW-wijzer 76). Dit kan nodig zijn als er niet voldoende gelegenheid is om een grondige analyse te doen. Of als uitkomsten van de LCA-analyse toch maar een beperkte rol zullen spelen in de besluitvorming. Het is wel gevaarlijk, omdat gemakkelijk milieuproblemen die verborgen zitten verwaarloosd worden. Het is aan te bevelen om voor belangrijke keuzes te streven naar het uitvoer-

ren van een volledige LCA. Het zou toch te gek zijn om miljoenen guldens uit te geven voor 'milieuvriendelijker' product terwijl uit een onderzoek van minder dan een ton had kunnen blijken dat het juist milieu-onvriendelijker is!

#### **Hoe betrouwbaar is LCA?**

De diverse stappen in LCA brengen onzekerheden met zich mee. Vaak zijn de basisgegevens deels schattingen; of ze zijn gemeten, maar ietwat verouderd. Ook de equivalentiefactoren zijn deels onzeker. De betrouwbaarheid in de waarden op diverse niveaus verschilt enorm. Hoe betrouwbaar een LCA is, is daarvoor sterk afhankelijk van de aard van het probleem en er zijn geen algemene uitspraken over te doen.

De weegfactoren tussen de effectscores, die leiden tot indicatoren, zijn in tegenstelling tot de andere weegfactoren niet objectief, natuurwetenschappelijk vast te stellen. Daarom is de acceptatiegraad van de tweede weegstap minder. Toch is het bij toepassing van LCA in een ontwerp-proces welhaast noodzakelijk om 'blind' te vertrouwen op een bepaalde indicator. Soms is deze uitkomst onjuist, maar zolang de uitkomst

vaker goed is dan fout gaat het met het milieuprofiel van het ontwerp toch de goede kant op!

Bij toepassing van LCA in een beleidsproces zal een indicator meestal niet gebruikt kunnen worden. De belangen die geschaad worden bij een foute uitkomst zijn zo groot dat toepassing van indicatoren niet verantwoord is.

Verder moet nog bedacht worden dat de methode slechts een model van de werkelijkheid geeft. LCA-effectscores staan voor potentiële effecten. De werkelijke effecten in het milieu die ontstaat door een product kunnen niet worden uitgerekend. Daarvoor zijn de processen die zich afspelen in milieu en maatschappij te ingewikkeld.

En toch wordt LCA gebruikt. LCA is het best beschikbare middel voor het soort keuzeproblemen waarvoor het bedoeld is. En het heeft een behoorlijke reputatie. Zo is in het Milieuberaad Bouw afgesproken dat LCA zal worden gebruikt voor het uitwisselen van milieu-informatie in de bouw. De uitkomsten van een correct uitgevoerde LCA worden in het algemeen wel serieus genomen. Meestal kan men er niet blind op varen, maar de resultaten kunnen zeker een rol spelen in de besluitvorming.

#### **Meer weten**

Voor meer informatie over LCA kunt u contact opnemen met Joris Broers van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde ((015) 2518 203) of met LCA-specialisten bij de andere specialistische diensten. Ook kunt u de publicaties bestellen die in de literatuurlijst onder 3 en 4 zijn vermeld.

Voor vragen over Duurzaam Bouwen kunt u terecht bij: de Helpdesk Duurzaam Bouwen van het Programmabureau Duurzaam Bouwen ((015) 2518 262 of [d.u.b.o.helpdesk@bwd.rws.minvenw.nl](mailto:d.u.b.o.helpdesk@bwd.rws.minvenw.nl)).

#### **Literatuur**

1. ISO 14040: 1997; ISO 14041: concept-standaard juni 1997; ISO 14042: concept oktober 1997; ISO 14043: concept oktober 1997.
2. R. Heijungs (red.), Milieugerichte Levenscyclusanalyses van Producten: Handleiding en Achtergronden, CML i.o.v. NOH, NOH rapporten 9253/9254, 1992.
3. N.W. van den Berg e.a., LCA voor beginners: handleiding milieugerichte levenscyclusanalyse, CML/Unilever i.o.v. NOH, NOH rapport 9509, 1995.
4. folder 'Beste maatjes met duurzaam bouwen', Milieuberaad Bouw, publicatie nr. R17, [1996].

Dienst Weg- en Waterbouwkunde  
Postbus 5044  
2600 GA Delft  
The Netherlands  
tel.: 015 251 85 18  
fax: 015 251 85 55  
e-mail: [postmaster@dww.rws.minvenw.nl](mailto:postmaster@dww.rws.minvenw.nl)  
<http://www.minvenw.nl/rws/dww>  
ISSN 0926 - 8618

