

HOEVEEL WATER IS NODIG VOOR EEN PRODUCT?

AUTEURS



Anne Hollander
(RIVM)



Mark Huijbregts
(Radboud Universiteit
Nijmegen)



Michiel Zijp
(RIVM)



Francesca Verones
(Department of
Energy and
Process Engineering,
Noorwegen)

Zoetwater wordt wereldwijd steeds schaarser. In de ene regio schaarser dan in de andere. Hoe breng je in beeld wat de invloed is van producten en productieprocessen op de beschikbaarheid van zoetwater? Het Nederlandse ReCiPe is een levenscyclus-impactmodel om inzicht te geven in milieueffecten, waaronder het gebruik van water.

Milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en productieprocessen op het milieu. Van de winning van grondstoffen via productie en (her)gebruik tot en met afvalverwerking. Het is te verwachten dat zulke benaderingen een steeds belangrijker rol gaan spelen bij het beoordelen van de duurzaamheid van producten.

Binnen een LCA wordt met milieumodellen (levenscyclus-impact modellen; LCIA-modellen) berekend wat de impact op het milieu is van alle emissies en gebruik (van grondstoffen) in de hele levenscyclus van het product.

Het in Nederland ontwikkelde *ReCiPe-model* is wereldwijd een bekende en veelgebruikte LCIA-methode. In dit model worden milieueffecten op twee niveaus beschouwd: *midpoint* en *endpoint*. Midpoints geven de bijdrage van een product aan een specifiek milieueffect aan. Voorbeelden van midpoints zijn klimaatverandering en verzuring. Endpoints worden gedefinieerd als de uiteindelijke schade op de natuurlijke omgeving (biodiversiteit), humane gezondheid en grondstoffenuitputting, die wordt veroorzaakt door de verschillende milieueffecten op midpointniveau.

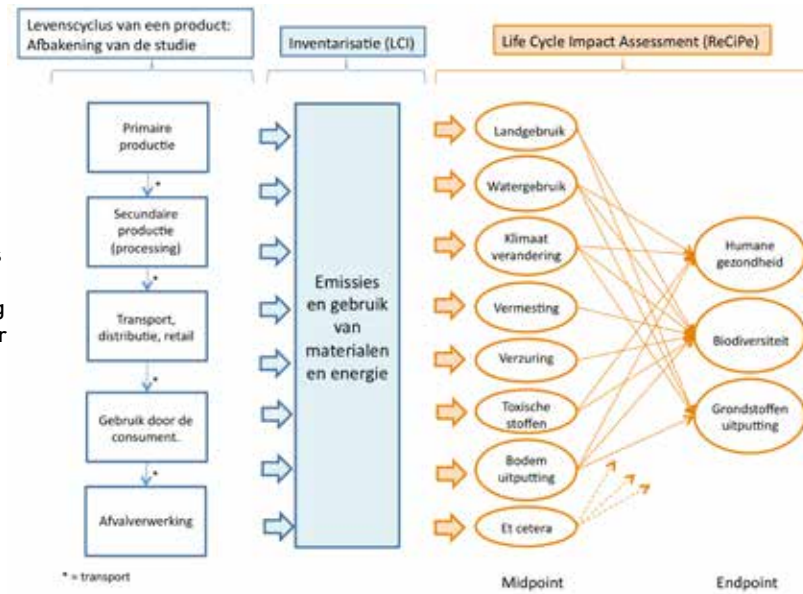
In figuur 1 is schematisch een beeld gegeven van de levenscyclus van een product en de wijze waarop hier een milieuschadeberekening op uitgevoerd kan worden. Van links naar rechts zijn de fasen in een LCA-onderzoek gevisualiseerd, met een uiteindelijke impactberekening in ReCiPe op zowel midpoint- als endpointniveau.

Milieu-impact waterconsumptie

In 2016 wordt een nieuwe versie van het ReCiPe-model gepubliceerd, waarin ook de bepaling van de schade van zoetwaterconsumptie op biodiversiteit (bodem en zoetwater) en menselijke gezondheid is gekwantificeerd. De milieu-impact van waterconsumptie wordt zowel op midpoint- (waterconsumptie) als op endpointniveau (schade aan ecosystemen en humane gezondheid) bepaald (zie figuur 2).

De midpoint-factoren hebben als eenheid het aantal kubieke meters water dat wordt geconsumeerd per het aantal kubieke meters gewonnen water en geven het relatieve verlies van water door verdamping of incorporatie in producten weer.

Figuur 1
Schematische weergave van de levenscyclus van een product en de wijze waarop door middel van LCA een milieuschadeberekening hierop uitgevoerd kan worden. Van links naar rechts zijn de fasen in een LCA-onderzoek gevisualiseerd, met een uiteindelijke impactberekening in ReCiPe op zowel midpoint- als endpointniveau



Hoeveel water is nodig voor een product?

8

Modellering van de verschillende typen schade begint steeds met kwantificering van de vermindering van de beschikbaarheid van zoetwater.

Schade voor mensen wordt vervolgens veroorzaakt door de competitie tussen waterverbruik voor irrigatie en andere doeleinden. Tekort aan irrigatie leidt uiteindelijk tot voedselgebrek voor lokale bevolkingsgroepen en uiteindelijk verlies in levensjaren. Schade aan ecosystemen op land wordt gekwantificeerd als soortenverlies via het effect van watertekorten op netto bioproductiviteit, terwijl schade aan zoetwater-ecosystemen wordt gekwantificeerd op basis van de relatie tussen aantallen zoetwatervissoorten en de waterafvoer van rivieren.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor individuele landen om rekening te houden met het feit dat de invloed van waterconsumptie in waterrijke landen heel anders kan uitpakken dan in waterarme landen.

Midpoint- en endpointfactoren

De uiteindelijke impact over de levenscyclus van een product als gevolg van waterconsumptie is de som van het geconsumeerde water (verschil tussen gewonnen en weer vrijkomende water) over alle processen die een rol spelen in de levenscyclus van een product, gewogen met midpointfactoren of endpointfactoren:

$$I_{Se} = iWE_{i,j} + jxMF_{i,j} + jxEF_{j,e}$$

- WE_{i,j} staat voor de waterextractie in proces i van de levenscyclus (bijvoorbeeld irrigatie van graan) in

land j, [kubieke meters gewonnen water].

- MF_{i,j} is de midpointfactor voor waterextractie door proces i in land j (kubieke meters geconsumeerd water per kubieke meters gewonnen water).
- EF_{j,e} is de mid-to-endpointfactor voor waterconsumptie in land j voor endpoint e (bijvoorbeeld verlies aan levensjaren per kubieke meter geconsumeerd water).

Op basis van deze rekenmethode is per land vastgesteld wat de zogenoemde *water requirement ratio* is: de verhouding tussen de hoeveelheid geconsumeerd water en de hoeveelheid onttrokken water voor landbouwdoeleinden. Uit figuur 3 kan worden afgelezen dat de consumptiefractie van het water dat gewonnen wordt voor landbouwdoeleinden tussen landen sterk varieert. Dit komt doordat tussen landen grote verschillen bestaan in de efficiëntie van irrigatiesystemen. In de geïndustrialiseerde landen wordt irrigatie zeer efficiënt toegepast, terwijl in ontwikkelingslanden vaak veel water verloren gaat. Bij het uitvoeren van een LCA van een landbouwproduct is het dus van belang dat wordt gekeken naar het herkomstland van de waterconsumptie. De midpoint-niveau-berekening is dus gebaseerd op de hoeveelheid onttrokken water voor een bepaald proces vermenigvuldigd met de *water requirement ratio* en dat gesommeerd over alle processen die relevant zijn voor de levenscyclus van een product (zie ook formule hierboven). Dit geeft de totale hoeveelheid werkelijk geconsumeerd water over de levenscyclus van een product.

Figuur 2
Oorzaak-effect keten van waterconsumptie zoals geïmplementeerd in ReCiPe 2015



In figuur 4 zijn de karakterisatiefactoren (CF) per land voor menselijke gezondheid weergegeven als verlies in levensjaren per kubieke meter waterconsumptie. Op basis hiervan worden dus endpoints berekend, in dit geval voor gezondheid. In een aantal rijke landen (onder andere de Verenigde Staten, Canada, Australië en landen in Europa) is het verlies aan levensjaren nihil. Deze landen hebben water in overvloed. Voor relatief arme landen, zoals India en de landen rond de Sahel, is het verlies aan levensjaren per kubieke meter gebruikt water relatief hoog (6 jaar verlies per miljoen kubieke meter).

Discussie

De beschreven methode is natuurlijk niet perfect. LCA-methodieken moeten geschikt zijn voor het beschrijven van alle stappen in de levenscyclus voor een zeer breed scala aan producten en diensten. Bovendien wordt een groot aantal milieuaspecten naast elkaar beoordeeld in een LCA-studie, en daarbij moeten de methoden geschikt zijn voor milieubeoordelingen op mondiale schaal.

De gehanteerde methoden geven een sterk vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Bovendien moeten door gebrek aan data aannamen gedaan worden. Er is voor het milieuaspect van waterschaarste bijvoorbeeld geen rekening gehouden met fysisch-geografische verschillen op lokale schaal, zoals bodemgesteldheid en beschikbaarheid van grondwaterlichamen. Voor locatiespecifieke vraagstukken is het dus altijd beter om een analyse te maken op basis van lokale omstandigheden. Voor vraagstukken op mondiale schaal en voor het beoordelen van ketens, geeft LCA echter goed inzicht in de verwachte milieueffecten van een bepaalde activiteit.

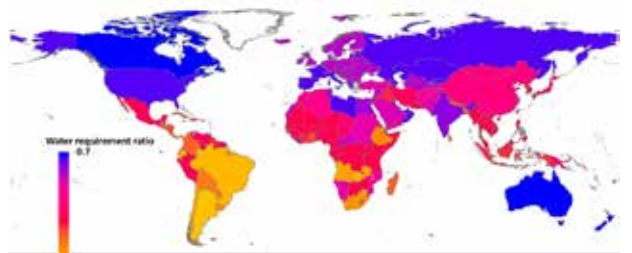
De praktijk

Grootschalig tekort aan zoetwater is een mondiaal

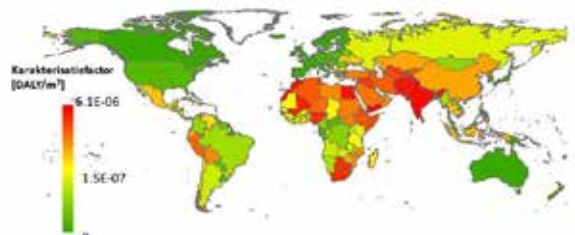
probleem, dat vooral speelt in ontwikkelingslanden. Hoewel het ver van ons bed lijkt, zijn we er via bijvoorbeeld de voedselproductieketens in Nederland direct bij betrokken.

Hoewel de hier beschreven methodiek een vrij grove benadering geeft, kunnen we hiermee goed in beeld brengen wat het effect is van de consumptie van goederen hier op de waterproblematiek elders in de wereld.

Door sperzieboontjes uit Senegal te importeren, importeer je indirect water uit een gebied waar het een schaars goed is. Voor de productie van een katoenen T-shirt is meer dan 1.000 liter water nodig is, in de katoenteelt en in het industriële productieproces. Met het T-shirt importeren wij als het ware kostbaar water uit gebieden waar dit schaars is.



Figuur 3: Midpointfactoren (in m³ geconsumeerd/m³ onttrokken) voor landbouwdoeleinden



Figuur 4: Kaart met karakterisatiefactoren per land voor menselijke gezondheid als verlies in levensjaren per m³ waterconsumptie

De bewustwording over het effect van de consumptie van voedsel en goederen uit waterarme gebieden groeit maar langzaam bij de Nederlandse consument. Voor het vergroten van die bewustwording is een rol weggelegd voor overheid en bedrijfsleven. Het ontsluiten van kennis over productieketens (wat komt waar vandaan?) en het slim combineren van kennis over waterbeheer en LCA kunnen helpen de wereldwijde informatievoorziening rond zoetwatervoorziening en –schaarsteproblemen beter in beeld te brengen.

Vergelijkbare methoden hiervoor zijn de ‘water footprint’ (www.waterfootprint.org), specifiek de ‘blue water footprint’, of de methodiek van ‘water pricing’: het toekennen van een geldwaarde aan waterconsumptie op basis van schaarste-indicatoren (onder andere www.oecd.org). Hoewel onze berekeningswijze afwijkt van bijvoorbeeld die van de water footprint, is de benaderingswijze vergelijkbaar en dienen beide methodieken het doel om de impact van onze consumptie van producten en diensten op de waterproblematiek in de wereld in beeld te brengen.

Literatuur

Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M. A. J., De Schryver, A., Struijs, J. and van Zelm, R. (2009). ReCiPe 2008: *A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and endpoint levels. First edition*. Report I: Characterization. The Netherlands, Ruimte en Milieu, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Huijbregts, M.A.J., Steinman Z.J.N., Elshout P.M.F., Stam G., Verones, F., Vierra M., Van Zelm, R., 2015. ReCiPe 2015: *A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization. . Department of Environmental Science*. Radboud University Nijmegen.

Pfister, S., Koehler, A. and Hellweg, S. (2009). *Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA*. Environ. Sci. Technol. 43(11): 4098-4104.

De Schryver, A. M., Van Zelm, R., Humbert, S., Pfister, S., McKone, T. E. and Huijbregts, M. A. J. (2011). *Value Choices in Life Cycle Impact Assessment of Stressors Causing Human Health Damage*. Journal of Industrial Ecology 15(5): 796-815.
Hanafiah, M. M., Xenopoulos, M. A., Pfister, S., Leuven, R. S. and Huijbregts, M. A. J. (2011). *Characterization Factors for Water Consumption and Greenhouse Gas Emissions Based on Freshwater Fish Species Extinction*. Environ. Sci. Technol. 45(12): 5572-5278.

Anne Hollander
(RIVM)

Mark Huijbregts
(Radboud Universiteit Nijmegen)

Michiel Zijp
(RIVM)

Francesca Verones
(Department of Energy and Process Engineering,
Noorwegen)

Hoeveel water is
nodig voor een
product?

SAMENVATTING

Levenscyclusanalyse (LCA) is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en processen op het milieu. Schade door waterverbruik is in LCA-studies vaak één van de beschouwde milieueffecten, naast bijvoorbeeld klimaatverandering.

In dit artikel wordt besproken hoe de milieuschade van het verbruik van water wereldwijd bepaald wordt in het LCA-model ReCiPe. De berekeningen worden gedaan voor alle landen in de wereld.

De milieu-impact van waterconsumptie is zowel op midpoint- (waterconsumptie) als endpoint-niveau (schade aan ecosystemen en humane gezondheid) bepaald. De waterconsumptiefactoren hebben als eenheid kubieke meters geconsumeerd water per kubieke meters gewonnen water. De modellering van de verschillende typen schade start steeds met de kwantificering van de reductie in beschikbaarheid van zoetwater. Schade voor mensen wordt vervolgens veroorzaakt door de competitie tussen waterverbruik voor irrigatie en andere doeleinden. Tekort aan irrigatie leidt uiteindelijk tot voedselgebrek voor lokale bevolkingsgroepen. Schade aan ecosystemen op land wordt gekwantificeerd via het effect van watertekorten op netto bioproductiviteit, terwijl schade aan zoetwater ecosystemen wordt gekwantificeerd op basis van de relatie tussen aantal zoetwatervissoorten en de waterafvoer van rivieren.