

The logo for RIVM (Rijksinstituut voor milieuhygiëne en publieke gezondheid) is displayed in white lowercase letters on a yellow rectangular background. The letters are in a sans-serif font, with the 'i' and 'v' having a distinctive shape.

Rapport 607793003/2009

H.J. van Wijnen | L.J. Brandes | C.J. Peek | J. Bakker

Herziening indicatoren Nederlandse prioritaire stoffen

Fase 1: methodiekontwikkeling

RIVM-rapport 607793003/2009

Herziening indicatoren Nederlandse prioritaire stoffen

Fase 1: methodiekontwikkeling

H.J. van Wijnen

L.J. Brandes, PBL

C.J. Peek, PBL

J. Bakker

Contact:

H.J. van Wijnen

Laboratorium voor Ecologische Risicobeoordeling

harm.van.wijnen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM/DGM/Risicobeleid, in het kader van het RIVM-project M/607793 Monitoring van prioritaire stoffen

© RIVM 2009 Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Rapport in het kort

Herziening indicatoren Nederlandse prioritaire stoffen

Fase 1: methodiekontwikkeling

Het RIVM stelt een nieuwe manier voor om de zogeheten Milieudrukindicator (MDI) voor schadelijke chemische stoffen te berekenen. De MDI geeft aan hoeveel van deze zogeheten Nederlandse prioritaire stoffen wordt uitgestoten, afgezet tegen de gewenste hoeveelheid volgens een beleidsdoel. Europese wetgeving verplicht lidstaten om gegevens over emissies van veel van deze stoffen naar lucht, water en bodem beschikbaar te hebben. De oude rekenwijze voor de indicator voldoet niet meer sinds het aantal prioritaire stoffen in 2006 is uitgebreid. Voorheen werden de gegevens over emissies gekoppeld aan het beleidsdoel en in één figuur weergegeven. Van de toegevoegde stoffen is het beleidsdoel echter niet bekend. Door de aanpassing is de kwaliteit van de indicator verbeterd omdat de toxiciteit van de stoffen nu in de berekening is verwerkt.

Met de nieuwe informatie is het mogelijk de uitstoot van de stoffen gewogen bij elkaar op te tellen. Op deze manier wegen de stoffen die slechter worden afgebroken en schadelijker zijn zwaarder mee. Ook is het mogelijk om per compartiment (water, lucht, bodem) één indicator voor alle stoffen te geven. Daarnaast zijn deelindicatoren, per stof of groep van emissiebronnen, mogelijk. De huidige indicator die de concentratie in het milieu weergeeft (Milieukwaliteitsindicator) en de indicator voor het effect in het milieu (Milieueffectindicator) voldoen nog en zijn niet gewijzigd.

Sinds ongeveer 1995 berekenen het RIVM en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) indicatoren om de trends in emissies van Nederlandse schadelijke chemische stoffen naar het milieu en in de concentraties ervan in het milieu te volgen. Op basis van deze indicatoren kan de overheid het milieubeleid bijsturen.

Trefwoorden: Nederlandse prioritaire stof, Milieudrukindicator, Milieukwaliteitsindicator, Milieueffectindicator, emissie, milieuconcentratie

Abstract

Reconsideration of the indicators for Dutch priority substances

Phase 1: development of the methodology

The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) proposes a new methodology to calculate the so-called Environmental Pressure Indicator (EPI) for harmful chemical substances. The EPI indicates the extent of the actual emission of a so-called ‘Dutch priority substance’ compared to the desirable emission formulated as a policy target. European legislation requires that the emission quantities of many of these substances in the air, water and soil be provided by member states. The arithmetic method that has been used to calculate the indicator is no longer satisfactory due to the increase in the number of priority substances since 2006. In this method, the indicator is calculated by relating the actual emissions with the emission policy targets to obtain a specific indicator value for each substance. As the policy targets of the substances newly added to the list of priority substances are not known, it is impossible to calculate the EPI for each substance. The newly proposed methodology incorporates the toxicity of the Dutch priority substances into the calculation, thereby increasing the quality of the EPI.

The new methodology enables a weighted sum of the emissions to be obtained. Applying this approach, the emission of substances which degrade more slowly and/or are more toxic to the environment is given more weight in the calculation. It is also possible to calculate an indicator for all of the substances in a single compartment (air, water and soil) as well sub-indicators according to substance or types of emission sources, respectively. The current Environmental Quality Indicator (EQI), which indicates the concentration of substances in the environment, and the Environmental Effect Indicator (EEI), which indicates the extent of the environmental effects, are still acceptable indicators and have not been amended.

Since 1995, the RIVM and the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) have been calculating indicators in order to be able to follow the trends in emissions and environmental concentrations of Dutch priority substances. These indicators can be used by policy-makers to implement amendments to the government’s environmental policy.

Key words: Dutch priority substances, environmental pressure indicator, environmental quality indicator, environmental effect indicator, emission, environmental concentration

Inhoud

Samenvatting	6
1 Inleiding	7
1.1 Leeswijzer	8
2 Achtergrond	9
2.1 Distance to target	9
2.2 Doelgroepen	9
2.3 Aggregatieniveaus	10
2.4 Een voorbeeld	10
3 MDI	11
3.1 Doel van dit hoofdstuk	11
3.2 Huidige indicator	11
3.3 Nieuwe indicator	11
3.4 LCA (Life Cycle Assessment)	12
3.5 Characterisation factors / Impact Scores	14
3.6 Samenhang indicatoren Verspreiding – LCA	15
3.7 Voorbeeldberekeningen vernieuwde MDI	15
4 MKI/MEI	19
4.1 Doel van dit hoofdstuk	19
4.2 Huidige indicatoren	19
4.3 Nieuwe indicatoren	19
5 Conclusies en aanbevelingen	21
5.1 MDI	21
5.2 MKI/MEI	21
5.3 Aanbevelingen	22
Literatuur	23

Samenvatting

In dit rapport is onderzocht hoe de huidige Milieudrukindicator (MDI) voor de Nederlandse prioritaire stoffen kan worden herzien. Dit was nodig omdat de indicator niet meer voldeed sinds de uitbreiding van de Nederlandse prioritairestoffenlijst in 2006 (VROM, 2006). Met deze vernieuwde indicator kan, ook met de uitgebreide lijst van prioritaire stoffen, een beter beeld worden verkregen van het verloop van de emissies en kan er beter sturing worden gegeven aan het milieubeleid.

De huidige Milieudrukindicator (MDI) voor emissies van prioritaire stoffen naar lucht en water is opgebouwd uit emissiecijfers waarvoor emissiereductiedoelstellingen zijn afgeleid (VROM, 2001). Deze indicator geeft een beeld van het verloop van de emissies sinds 1990 ten opzichte van de beleidsdoelstellingen. Sinds de uitbreiding van het aantal prioritaire stoffen ontbreken voor deze 'nieuwe' stoffen de reductiedoelstellingen. Hierdoor is het berekenen van de huidige Milieudrukindicator voor de complete lijst van prioritaire stoffen niet meer mogelijk. In dit rapport is een nieuwe methodiek beschreven die het wel mogelijk maakt om een indicator voor de gehele lijst van prioritaire stoffen te berekenen.

De methodiek om de Milieukwaliteitsindicator (MKI) en de Milieueffectindicator (MEI) te berekenen voldoet nog. Ook met de uitgebreide lijst van prioritaire stoffen kunnen deze indicatoren worden berekend. Grootste probleem bij deze indicatoren is dat ze niet met terugwerkende kracht voor de uitgebreide lijst met stoffen kunnen worden berekend, waardoor er een trendbreuk ontstaat.

1 Inleiding

Een indicator is een kwantitatieve maat die een aanwijzing geeft over een achterliggend fenomeen. Wanneer dit fenomeen de kwaliteit van het milieu betreft, gaat het om getallen die een indicatie geven van de kwaliteit; de effecten op natuur en gezondheid, concentraties en normoverschrijdingen van stoffen in het milieu en de uitstoot van stoffen door sectoren naar de compartimenten water, bodem en lucht. In het geval van milieuconcentraties van Nederlandse prioritaire stoffen is dit de Milieukwaliteitsindicator (MKI) en bij de milieueffecten is dit de Milieueffectindicator (MEI). Om te overzien hoe het staat met het verloop van de emissies, wordt een Milieudrukindicator (MDI) berekend. De huidige milieukwaliteit wordt uitgedrukt door deze te vergelijken met een referentiewaarde. Dit kan bijvoorbeeld de streefwaarde zijn, of bijvoorbeeld een doelemissie. Het geeft dus aan hoe ver de toestand van het milieu is verwijderd van de wenselijke situatie. Aan de hand hiervan kan sturing worden gegeven aan het milieubeleid en kan men zien of het huidige beleid voldoet.

Sinds 1995 wordt er al gewerkt aan deze indicatoren voor het thema verspreiding. Ze zijn in het verleden berekend voor een deel van de vijftig ‘oude’ prioritaire stoffen (MDI: Van de Bovenkamp et al., 1999; MKI: Sterkenburg et al., 2000; MEI: De Zwart et al., 2006). Er zijn tijdreeksen berekend die het verloop van de indicatoren tussen 1990 en 2005 laten zien (Sterkenburg et al., 2006; De Zwart et al., 2006). Hieruit bleek dat de milieudruk (emissie) is afgenomen en de milieukwaliteit (concentraties in het milieu) is verbeterd. Voor sommige stoffen worden de doelstellingen echter niet gehaald.

Om te voorkomen dat de aanwezigheid van stoffen onaanvaardbare risico’s veroorzaken voor het milieu zijn er normen geformuleerd. Als doelstelling geldt dat de milieuconcentratie van de prioritaire stoffen in 2000 beneden het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) -niveau moet liggen en in 2010 beneden het streefwaarde (SW) -niveau. Om te bereiken dat deze doelstellingen gehaald worden zijn er emissiereductiedoelstellingen geformuleerd (VROM, 2001). Deze emissiedoelen gelden echter alleen voor de vijftig oude prioritaire stoffen en dus niet voor de aanvullende en nieuw toegevoegde prioritaire stoffen. In de nabije toekomst zullen er voor deze stoffen naar verwachting geen emissiedoelen worden geformuleerd.

De situatie is zodanig veranderd dat er behoefte is aan herziening van de indicatoren. Zo is er sinds 2006 een grotere lijst met prioritaire stoffen, waardoor er voor meer stoffen emissiegegevens en milieuconcentraties nodig zijn. Door de invoering van de Europese Pollutant Release Transfer Register (E-PRTR) -verordening komen er in de toekomst voor meer stoffen emissiecijfers beschikbaar.

Voor een betrouwbare indicator is het nodig om goede basisgegevens te hebben. Dat wil zeggen: emissiegegevens en milieuconcentraties die landsdekkend iets zeggen over de milieukwaliteit. Dit is al lange tijd een probleem. Er zijn voor weinig stoffen betrouwbare emissiegegevens in de Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl), en de milieuconcentraties worden voor veel stoffen niet landsdekkend gemeten.

Verder worden er geen nieuwe doelemissies meer opgesteld, waardoor de berekening van de MDI in de huidige vorm niet meer mogelijk is, aangezien de doelemissies een onlosmakelijk onderdeel vormen van de huidige MDI-berekening. Een ander probleem is dat sommige stoffen in de huidige indicatoren sterk overheersend zijn.

In dit rapport wordt een voorstel gedaan voor een andere berekeningswijze van de MDI. Ook wordt bekeken wat er veranderd zou moeten worden aan de MKI en de MEI. Dit is de eerste oriënterende fase, waarna mogelijk in de tweede fase de indicatoren uitgerekend zouden kunnen worden.

1.1 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een algemene samenvatting van de achtergrond in het gebruik van de indicatoren. Hoofdstuk 3 zal ingaan op het berekenen van de vernieuwde MDI. Hoe zou de MDI eruit kunnen gaan zien en wat is de relatie met de oude indicator? Ook worden een paar voorbeeldberekeningen getoond. Hoofdstuk 4 zal kort ingaan op de berekening van de MKI en MEI. Welke aspecten kunnen verbeterd worden nu het aantal stoffen is toegenomen? Hoofdstuk 5 geeft de algemene conclusies en aanbevelingen van deze studie.

2 Achtergrond

2.1 Distance to target

De indicatoren MDI, MKI en MEI worden berekend/opgesteld volgens het ‘distance to target’-principe. Dit houdt in dat de afstand wordt bepaald tussen de huidige situatie en het doel waarnaar wordt gestreefd:

$$dt = \frac{\text{actueel} - \text{doel}}{\text{doel}}$$

In het geval van de MDI worden de huidige emissies afgezet tegen emissiedoelen die zijn geformuleerd voor de Nederlandse prioritair stoffen (VROM, 2001; Van de Bovenkamp et al., 1999). Voor de MKI worden de huidige milieuconcentraties vergeleken met de streefwaarden en voor de MEI wordt het verlies aan soorten door toedoen van het gebruik van de prioritair stoffen in Nederland afgezet tegen het verlies aan soorten in Europa (zie ook hoofdstuk 4).

2.2 Doelgroepen

Voor de berekening van de MDI worden de emissies geaggregeerd in doelgroepen. De emissies per doelgroep worden verkregen via de Emissieregistratie. Hieronder is de lijst met gehanteerde doelgroepen weergegeven.

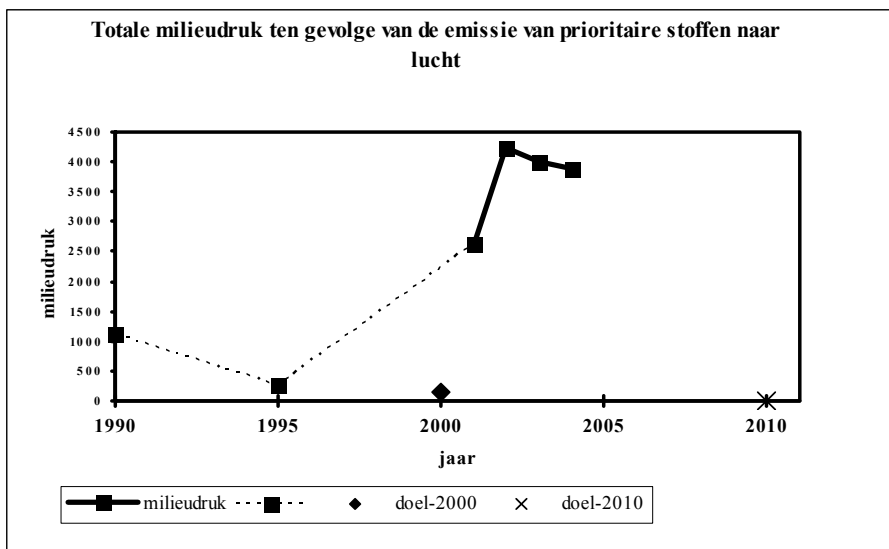
Doelgroep	Type bron
○ Afvalverwijdering	Puntbron
○ Bouw	Diffuse bron
○ Consumenten	Diffuse bron
○ Drinkwatervoorziening	Puntbron
○ Energiesector	Puntbron
○ Handel, diensten en overheid (HDO)	Diffuse bron
○ Industrie	Puntbron
○ Landbouw	Diffuse bron
○ Raffinaderijen	Puntbron
○ Riolering en waterzuiveringsinstallaties	Puntbron
○ Verkeer en vervoer	Diffuse bron

2.3 Aggregatieniveaus

Een indicator kan worden berekend op verschillende aggregatieniveaus:

- **Basisindicator:** één stof per compartiment en per doelgroep (bij MDI) of per gebied (bij MKI);
- **Deelindicator:** 1) alle stoffen gesommeerd per doelgroep/gebied;
2) één stof voor alle doelgroepen/gebieden;
- **Totaalindicator:** alle stoffen en doelgroepen/gebieden gesommeerd per compartiment.

De basisindicator levert de meest gedetailleerde informatie, maar kent vaak ook een grillig verloop. De totaalindicator geeft een overzicht over heel Nederland van alle stoffen en doelgroepen samen. Dit is het hoogste aggregatieniveau. Het verloop is vaak minder grillig en laat over het algemeen een duidelijke trend zien. De wijze waarop wordt geaggregeerd staat beschreven in verschillende rapporten (Van de Bovenkamp et al., 1999; Sterkenburg et al., 2000). Een voorbeeld Hieronder een figuur met de MDI zoals deze voor 1990-2004 is berekend volgens de huidige methodiek (Bakker et al., 2007). De trend in deze figuur was anders dan verwacht, hetgeen wordt veroorzaakt door de doelemissies die zijn berekend op basis van foutieve emissies uit 1995 van fluoriden en kwik. De MDI die een jaar eerder voor 1990-2003 is berekend geeft wel een dalende trend aan, aangezien bij deze berekening de fluoriden- en kwikconcentraties eruit zijn gelaten (Sterkenburg et al., 2006). Dit geeft de problematiek aan die speelt rond het gebruik van doelemissies in de indicator. Hierdoor kunnen bepaalde stoffen niet worden meegenomen in de huidige indicator.



Figuur 1. MDI 2006 voor lucht zoals berekend met de oude indicator (Bakker et al., 2007).

3 MDI

3.1 Doel van dit hoofdstuk

Het opstellen van een vernieuwde MDI-indicator Verspreiding.

3.2 Huidige indicator

De huidige indicator wordt berekend volgens de distance to target-benadering, zoals in hoofdstuk 2 is uitgelegd. In dit geval worden de emissies in een bepaald jaar vergeleken met de doelemissies:

$$MDI = \frac{\text{emissie} - \text{doelemissie}}{\text{doelemissie}}$$

Om tot een totaalindicator per compartiment te komen worden de MDI's per stof ongewogen bij elkaar opgeteld. Herziening van de indicator is nodig vanwege:

- het wegvallen van de doelemissies;
- de publicatie van een herziene versie van de Nederlandse prioritarestoffenlijst eind 2006 door het ministerie van VROM;
- het feit dat het basisjaar soms niet representatief is, omdat met name in 1995 de kwaliteit van de emissiegegevens voor een aantal stoffen slecht was;
- de verdwenen mogelijkheid tot het optellen van emissies om tot één lijnfiguur te komen. Omdat de doelemissies wegvallen kunnen deelindicatoren niet meer worden geaggregeerd.

Door het wegvallen van de doelemissies blijven alleen de werkelijke emissies over. De indicator zou zonder doelemissies alleen een trend kunnen weergeven in de tijd, zonder een beleidsdoel. Ook kunnen nu bij het aggregeren geen milieudrukken meer bij elkaar worden opgeteld, zodat één lijnfiguur voor de totaalindicator onmogelijk wordt.

3.3 Nieuwe indicator

Randvoorwaarden voor een vernieuwde indicator:

- berekening moet mogelijk zijn zonder doelemissies;
- alleen betrouwbare emissiegegevens hanteren;
- consensus tussen RIVM en PBL;
- hanteerbaar voor alle Nederlandse prioritaire stoffen;
- moet een goed beeld geven van de emissies van de Nederlandse prioritaire stoffen (kan dus niet uit een beperkt aantal stoffen bestaan);
- moet een goede indicatie geven van de ontwikkeling van de emissies vanaf 1990. Aangezien emissies met terugwerkende kracht worden berekend, wordt bij de MDI geen trendbreuk verwacht;
- indicator moet hanteerbaar/te begrijpen zijn.

Voor een nieuwe indicator is het wenselijk dat er een breed draagvlak is, zowel wetenschappelijk als beleidsmatig. Ook moet zo'n indicator goed onderbouwd zijn. Daarom is gezocht naar een techniek die bruikbaar is voor dit doel en waar (inter)nationaal consensus over is bereikt. De techniek die is gevonden wordt ook in Life Cycle Assessment (LCA) toegepast. Er zijn reeds vele publicaties over verschenen (zoals Hauschild et al., 2008; Rosenbaum et al., 2008), en er is bij het RIVM-LER veel expertise aanwezig (prof. dr. D. van de Meent en dr. J Struijs). Omdat de techniek al goed is uitgedacht kan het vrij eenvoudig worden gebruikt voor de Milieudrukindicator.

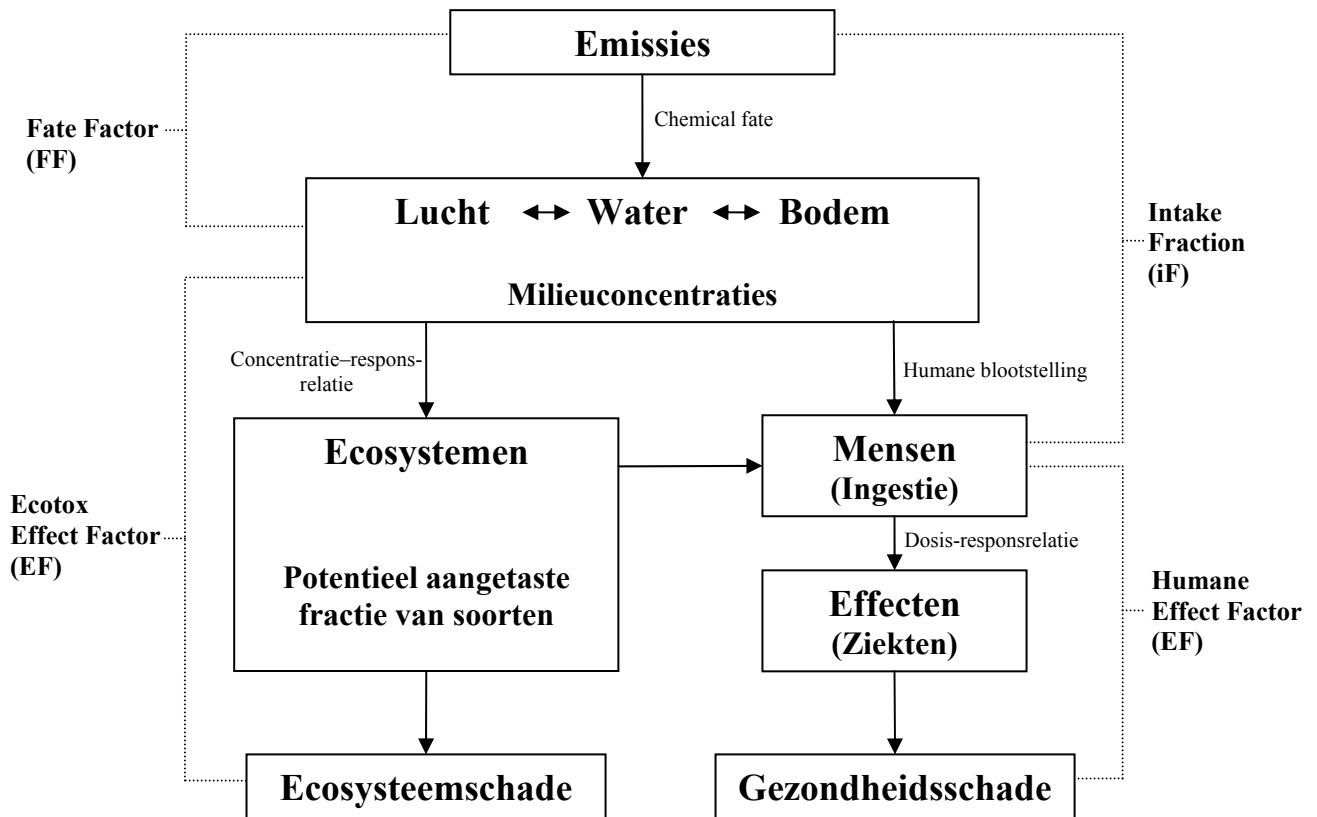
3.4 LCA (Life Cycle Assessment)

LCA is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en menselijke activiteiten op het milieu en de gezondheid van mensen. Daarbij wordt gebruikgemaakt van speciale rekenmodellen. In LCA wordt de hele levenscyclus van een product of activiteit bekeken. Van de winning van grondstoffen via productie en (her)gebruik tot en met afvalverwerking. Ofwel: van de wieg tot het graf. Omdat het hierbij gaat om een keten van processen wordt LCA beschouwd als een vorm van ketenanalyse. LCA kan echter niet worden gebruikt om te bepalen of ergens de concentratienormen worden overschreden. Daar zijn andere instrumenten voor.

De sterke punten van LCA zijn:

- Het milieuprofiel geeft een duidelijk en overzichtelijk beeld.
- Het is geaccepteerd in de wetenschappelijke wereld.
- Het maakt het mogelijk om in één figuur de toestand van de emissies of het milieu in beeld te brengen door de emissies gewogen bij elkaar op te tellen.
- Er is veel expertise bij RIVM (LER) en Radboud Universiteit Nijmegen aanwezig, met 'state of the art'-resultaten.

In Figuur 2 staat een overzicht van de methodiek uit de LCA.



Figuur 2. Overzicht van de werkwijze van LCA waarbij een stof wordt gevolgd vanaf de emissie tot aan het effect op mens en milieu (naar Figuur 1 uit Hauschild et al., 2008).

Zoals in de figuur is te zien wordt er met deze methodiek gewerkt met factoren die voor de stoffen aangeven hoe de overgang tussen compartimenten verloopt. De Fate Factor (FF), bijvoorbeeld, geeft onder andere aan hoe persistent een stof is. Als een stof meteen na emissie snel wordt afgebroken, zodat er relatief weinig in het milieu terechtkomt, dan zal deze stof een lage Fate Factor hebben. Een persistente stof, daarentegen, zal een hogere Fate Factor hebben. In het geval van humane blootstelling wordt een Intake Fraction (IF) berekend. Dit is de fractie van de opname van een stof door mensen en de emissie van die stof. Hoe hoger de opname bij een bepaalde emissie, hoe hoger de Intake Fraction. Vervolgens kan een stof vanuit de compartimenten lucht, water en bodem terechtkomen in planten en dieren en via deze weg ecosysteemschade teweegbrengen, en/of via de voedselketen in mensen terechtkomen en zodoende voor gezondheidsschade zorgen. De mate waarin een stof deze schade teweegbrengt wordt uitgedrukt in Effect Factoren (EF). Meer informatie over de LCA-techniek is te vinden op:

- RIVM (<http://www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/lca/>)
- Radboud Universiteit Nijmegen (http://www.ru.nl/environmentalscience/research/life_cycle/multimedia_toxic/)

3.5 Characterisation factors / Impact Scores

LCA maakt onder andere gebruik van karakterisatiefactoren (ook wel *toxiciteitsequivalentiefactoren* genoemd als wordt gekeken naar toxische effecten). Hierdoor kunnen de emissies van verschillende stoffen bij elkaar worden opgeteld. Door de karakterisatiefactoren als weegfactoren te gebruiken, en de emissies zodoende gewogen op te tellen, wordt in LCA de totale milieuschade in beeld gebracht die het gebruik van een product veroorzaakt. Karakterisatiefactoren zijn getallen die aangeven hoeveel een standaardhoeveelheid van een stof bijdraagt aan een bepaald milieueffect. Hoe hoger de karakterisatiefactor, hoe sterker de bijdrage. De stof methaan heeft bijvoorbeeld een hogere karakterisatiefactor voor het milieueffect 'broeikas effect' dan de stof koolstofdioxide. Dat houdt in dat een kilo methaan de aarde sterker doet opwarmen dan een kilo koolstofdioxide. De toxiciteitsequivalentiefactoren zijn met name van belang om de meest belangrijke stoffen te identificeren die bijdragen aan het totale effect.

Karakterisatiefactoren (CF) zijn het product van de al eerdergenoemde Fate Factoren (FF) en Effect Factoren (EF):

$$CF_x = FF_x \cdot EF_x$$

De Fate Factoren worden berekend door een kleine verandering in de milieuconcentratie van een stof te delen door een kleine verandering in de emissie van die stof. Als een kleine verandering in de emissie niet leidt tot een kleine of grote verandering in de milieuconcentratie, dan zal de Fate Factor ook klein zijn. Als het wel leidt tot een verandering in de milieuconcentratie, dan zal de Fate Factor groter zijn.

De Effect Factor voor ecosysteemschade wordt berekend door een kleine verandering in het aantal soorten dat wordt aangetast te delen door een kleine verandering in de milieuconcentratie van een stof (Van Zelm et al., 2007). De Effect Factor zal dus klein zijn als het aantal soorten dat wordt aangetast hetzelfde blijft bij een kleine toename van de milieuconcentratie. Omgekeerd zal de Effect Factor groter zijn als er meer soorten worden aangetast.

Met behulp van de karakterisatiefactoren, die voor elke prioritaire stof kunnen worden berekend, kan vervolgens een Impact Score (IS) worden afgeleid volgens Rosenbaum et al. (2008):

$$IS = \sum (CF \cdot E)$$

waar *IS* de som is (van alle stoffen) van het product van de karakterisatiefactoren (CF) met de emissies (E).

Deze Impact Score geeft dus het totale effect aan die alle prioritaire stoffen samen teweegbrengen, gegeven een bepaalde emissie. Als 1990 als basisjaar wordt gebruikt (volgens Emissieregistratie een jaar met goede emissiecijfers), dan kan de vernieuwde MDI worden berekend volgens:

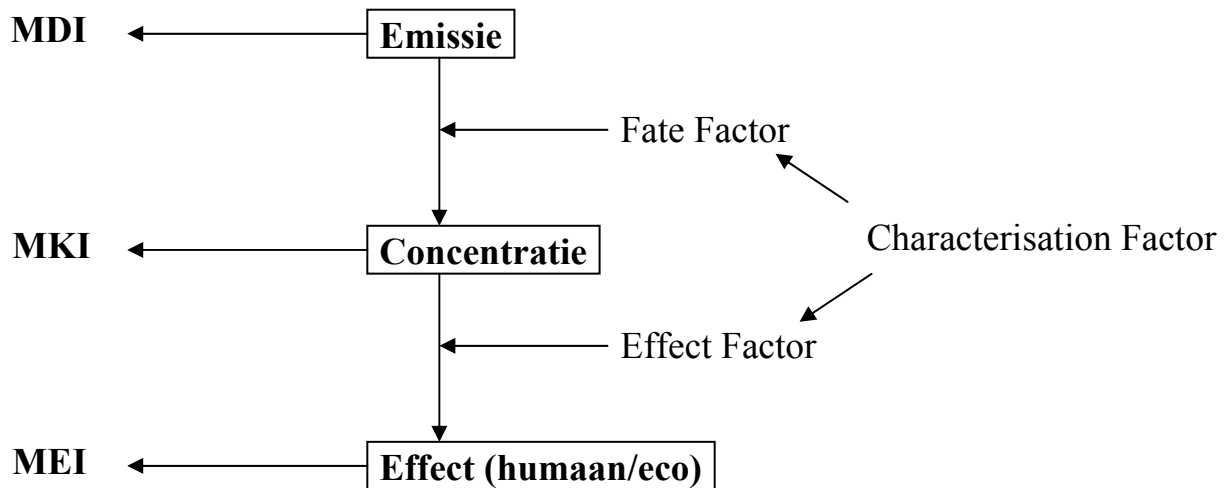
$$MDI = \frac{IS_m}{IS_{basisjaar}}$$

waarbij *IS_m* de Impact Score is in jaar *m* en *IS_{basisjaar}* de Impact Score is in het basisjaar (bijvoorbeeld 1990).

Zo ontstaat een geïndexeerde Impact Score, waarbij het basisjaar altijd op 1 begint. Deze indicator kan per compartiment worden uitgerekend, maar onderscheid naar doelgroepen is ook mogelijk.

3.6 Samenhang indicatoren Verspreiding – LCA

De huidige MDI-indicator wordt berekend met behulp van emissies (en doelemissies), de huidige MKI wordt berekend uit de milieuconcentraties (en de streefwaarden), en de MEI wordt berekend uit de effecten (Figuur 3). Nu de doelemissies wegvallen wordt de vernieuwde MDI berekend uit de toxiciteits-gewogen emissies van alle prioritaire stoffen, zodat de meest persistente en toxische stoffen of stoffen met hoge emissies het zwaarst meewegen in de indicator. Stoffen met een lage toxiciteitsfactor, en/of stoffen met lage emissies, zullen minder bijdragen aan de indicator.

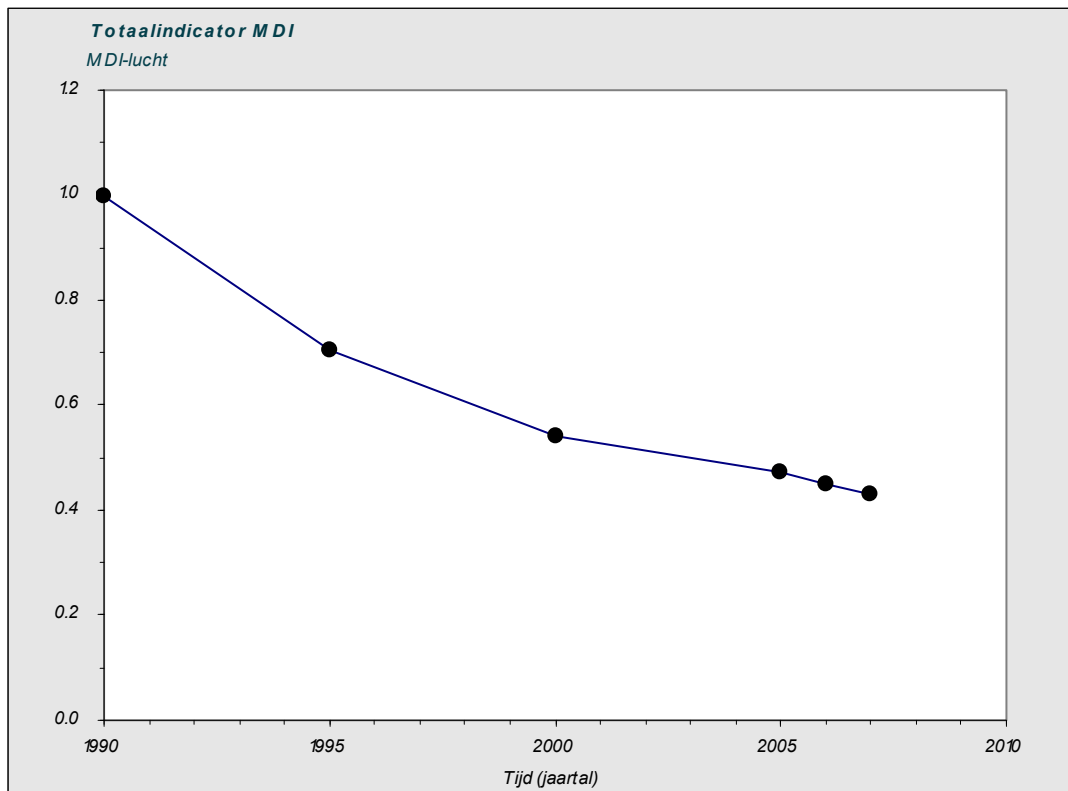


Figuur 3. Overzicht van de samenhang tussen de huidige indicatoren en de LCA-methodiek.

3.7 Voorbeeldberekeningen vernieuwde MDI

Met behulp van karakterisatiefactoren voor ecosysteemeffecten en emissiegegevens uit de Emissieregistratie is er een voorbeeldberekening uitgevoerd voor lucht en water. Eenzelfde berekening kan uitgevoerd worden voor de humane effecten. Omdat de karakterisatiefactoren nog in ontwikkeling zijn worden ze hier niet gepubliceerd. Waarschijnlijk worden in 2009 de definitieve karakterisatiefactoren gepubliceerd. Een ander probleem was dat nog niet van alle stoffen waar emissiegegevens voor zijn ook karakterisatiefactoren bekend zijn. Deze zullen in 2009 worden afgeleid. De resultaten moeten dus voorzichtig worden geïnterpreteerd aangezien de uitkomst bij de definitieve berekening nog anders kan uitpakken. Verder zijn er alleen emissiegegevens gebruikt als ze voor alle jaren beschikbaar waren. Ook is een aantal stoffen en stofgroepen niet meegenomen omdat ze al in andere beleidsdossiers worden behandeld, met eigen doelstellingen (zoals de broeikasgassen, verzurende stoffen, fijn stof, NMVOS en de bestrijdingsmiddelen).

Figuur 4 geeft de voorlopige berekening van de MDI-lucht-totaalindicator, berekend met de nieuwe methode. In de definitieve indicator is het de bedoeling om ook deelindicatoren te berekenen. Er is een duidelijke afname te zien, wat aangeeft dat de emissies voor de belangrijkste – in deze figuur gebruikte – stoffen zijn afgenomen. Een probleem is dat er nog geen beleidsdoel aangegeven kan worden. Het is wel de bedoeling om dit in fase 2 nader uit te werken. Dit kan worden gedaan door indicatieve doelemissies uit te rekenen. Aangezien er met deze methodiek een duidelijke rangorde aangegeven kan worden in de stoffenlijsten, hoeven er waarschijnlijk slechts voor enkele stoffen die van belang zijn indicatieve doelemissies bepaald te worden. Deze kunnen mogelijk berekend worden uit de streefwaarde.



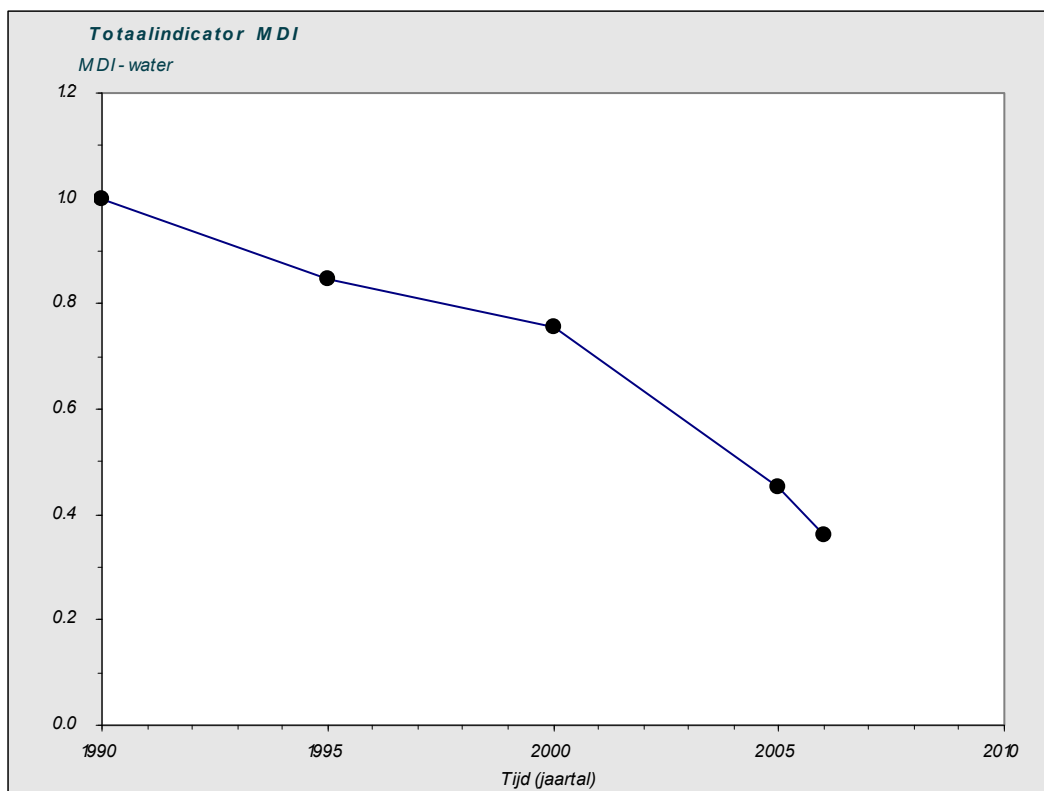
Figuur 4. Voorbeeldberekening van de vernieuwde MDI voor de emissies naar lucht. De grafiek geeft het verloop in de tijd aan van emissies van een reeks stoffen naar lucht, gewogen naar de mate van toxiciteit van een stof.

In onderstaande tabel is weergegeven op welke stoffen de MDI-lucht is gebaseerd en welke bijdrage elke stof aan de MDI levert. Dit is slechts een beperkte lijst van stoffen, enerzijds door een gebrek aan karakterisatiefactoren en anderszijds door een gebrek aan emissiegegevens. Verwacht wordt dat voor de definitieve berekening in 2009 een grotere lijst gebruikt kan worden. Dioxinen hebben een heel hoge karakterisatiefactor, maar een heel lage emissie, waardoor ze toch weinig bijdragen. Omgekeerd geldt voor etheen een vrij lage karakterisatiefactor en vrij hoge emissies. De chloorfenolen hebben een hoge karakterisatiefactor, maar ook een relatief hoge emissie, waardoor ze bovenaan komen te staan.

<u>Stofnaam</u>	<u>Bijdrage</u>
Chloorfenolen	43,37 %
Etheen	30,01 %
Acroleïne	23,68 %
Formaldehyde	2,21 %
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	0,65 %
1,1,1-Trichloorethaan	0,04 %
Etheenoxide	0,01 %
Vinylchloride	0,01 %
Loodverbindingen (als Pb)	0,01 %

Hierbij moet worden opgemerkt dat de stoffen die weinig bijdragen aan de MDI omdat ze een relatief hoge karakterisatiefactor hebben in combinatie met een lage emissie, toch van belang kunnen zijn. Enerzijds omdat mogelijk de emissies niet goed geschat zijn en anderzijds omdat lokaal de emissies toch hoog kunnen zijn.

Ook voor het oppervlaktewater is er een voorbeeldberekening uitgevoerd (Figuur 5). Er waren voor de emissies naar water van meer stoffen emissiecijfers en karakterisatiefactoren bekend.



Figuur 5. Voorbeeldberekening van de vernieuwde MDI voor emissies naar water. De grafiek geeft het verloop in de tijd aan van emissies van een reeks stoffen naar water, gewogen naar de mate van toxiciteit van een stof.

Ook deze indicator laat een dalende trend zien, met de grootste daling rond 2005. De grootste bijdrage aan deze indicator in 2006 zijn de tin-, koper- en zinkverbindingen (zie tabel hieronder). Ook hier geldt een combinatie van een hoge karakterisatiefactor met relatief hoge emissies voor deze stoffen.

Nu de doelemissies zijn losgelaten in de berekening van de MDI, is de berekening niet meer afhankelijk van onzekere en mogelijk foutieve doelemissies. Op basis van emissies en toxiciteitsequivalenten wordt meteen duidelijk welke stoffen de problemen vormen en hoe de afname van de emissies verloopt voor de belangrijkste stoffen. Voor deze stoffen kunnen vervolgens beleidsdoelen worden vastgesteld door indicatieve doelemissies uit te rekenen uit de streefwaarden voor deze stoffen.

Stofnaam	Bijdrage	Stofnaam	Bijdrage
Tinverbindingen (als Sn)	71,374 %	Diuron	0,028 %
Tributyltinverbindingen	15,586 %	Tetrachlooretheen	0,014 %
Koperverbindingen (als Cu)	4,538 %	Tolueen	0,011 %
Zinkverbindingen (als Zn)	3,057 %	Vanadiumverbindingen (als V)	0,011 %
Fluorantheen	1,567 %	Benzeen	0,008 %
Endosulfan	0,758 %	Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	0,006 %
Anthraceen	0,481 %	Formaldehyde	0,003 %
Nonylfenol/Ethoxylaten(Np/Npe)	0,432 %	1,4-Dichloorbenzeen	0,002 %
Benzo(a)Anthraceen	0,424 %	PCB's	0,002 %
Loodverbindingen (als Pb)	0,388 %	PCB's en PCT's	0,002 %
Nikkelverbindingen (als Ni)	0,333 %	Trichloorbenzenen	0,001 %
Fenanthreen	0,149 %	Hexachloorbenzeen	0,001 %
Hexachloorcyclohexaan	0,124 %	Styreen	0,000 %
Naftaleen	0,123 %	Trichlooretheen	0,000 %
anorg. Fluorverbindingen (als F)	0,115 %	Hexachloorbutadien	0,000 %
Kwikverbindingen (als Hg)	0,104 %	Trichloormethaan	0,000 %
Dibutylftalaat	0,088 %	Dichloormethaan	0,000 %
Pentachloorfenol	0,055 %	1,2-Dichloorethaan	0,000 %
Arseenverbindingen (als As)	0,053 %	Tetrachloormethaan	0,000 %
Benzo(a)Pyreen	0,053 %	1,1,1-Trichloorethaan	0,000 %
Xylenen (Totaal)	0,045 %	Drins (Aldrin, Dieldrin)	0,000 %
Chroomverbindingen (als Cr)	0,033 %	gamma-Hexachloorcyclohexaan	0,000 %
Cadmiumverbindingen (als Cd)	0,031 %		

4 MKI/MEI

4.1 Doel van dit hoofdstuk

Bezien wat er veranderd moet worden aan de MKI en MEI.

4.2 Huidige indicatoren

De huidige Milieukwaliteitsindicator (MKI) en de Milieueffectindicator (MEI) worden berekend volgens:

$$MKI = \frac{\text{milieuconcentratie} - \text{streefwaarde}}{\text{streefwaarde}}$$

$$MEI_{ECO} = 1 - \prod_{TMOA} (1 - \text{Added.msPAF}_{TMOA,NL})$$

waarbij TMOA de Toxic Mode of Action is. Hierbij worden de concentraties of de effecten van stoffen die toxisch hetzelfde werkingsmechanisme hebben bij elkaar opgeteld.

Het probleem bij deze indicatoren is niet zozeer de indicator zelf als wel de onderliggende data.

- 1) Het eerste probleem is dat het aantal prioritaire stoffen is uitgebreid. Hierdoor bestaat de indicator uit meer stoffen dan in voorgaande jaren. In de figuren levert dit een trendbreuk op zodat de vergelijkbaarheid met voorgaande jaren ontbreekt.
- 2) Verder heeft de MKI van alle stoffen streefwaarden en landsdekkende concentraties nodig. Voor veel prioritaire stoffen zijn deze niet bekend, en zeker niet landsdekkend (zie voor een overzicht Van Wijnen et al., 2008). Ook de MEI is afhankelijk van milieuconcentraties (of emissies waaruit milieuconcentraties berekend zouden kunnen worden).

4.3 Nieuwe indicatoren

Voorgesteld wordt om de MKI- en MEI-indicatoren zoals ze nu worden berekend te handhaven. Net als bij de MDI zouden ook voor deze indicatoren aan de hand van de Impact Scores bepaalde stoffen met voorrang worden behandeld, zodat de concentraties van stoffen die het meest toxisch en persistent zijn als eerste worden bepaald of afgeleid. Het is met name voor deze stoffen belangrijk dat de concentraties nauwkeurig worden geschat of gemeten. Dit is minder belangrijk voor de overige stoffen met lagere Impact Scores. Naast deze analyse moet er een nieuwe lijst van stoffen worden opgesteld die in de indicatoren kunnen worden opgenomen. Dit moet een vaste lijst van stoffen zijn om de vergelijkbaarheid in komende jaren te waarborgen. De stoffen in deze lijst moeten ofwel een hoge Impact Score hebben, ofwel ze moeten een probleem vormen in Nederland.

Ad 1) Om het probleem met de vergelijkbaarheid op te lossen zou een figuur kunnen worden gemaakt waarin de trend met de oude set van stoffen wordt gezet (zoals tot nu toe berekend), met daarbij een punt dat het begin van de nieuwe trend weergeeft (met de nieuwe uitgebreide set van stoffen). Een alternatief zou zijn om een correctiefactor toe te passen voor het aantal stoffen, gewogen naar mate van toxiciteit. Dit maakt de berekening wel minder doorzichtig.

Ad 2) Afhankelijk van de nieuwe lijst van stoffen moet worden bezien van welke stoffen er nog onvoldoende gegevens zijn. Deze kunnen mogelijk worden geschat of berekend uit de emissies of uit de enquête die in 2010 door het bedrijfsleven wordt gehouden. Aangezien er in de toekomst via de E-PRTR-regeling van meer stoffen emissiecijfers beschikbaar komen (zo'n honderd stoffen), levert dit mogelijkheden op voor het berekenen van milieuconcentraties. Dit zal echter niet voor alle ontbrekende concentraties van stoffen mogelijk zijn.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 MDI

Het gebruik van de Impact Score-methode levert een indicator op die zonder doelemissies berekend kan worden en waarbij er rekening wordt gehouden met de mate van verspreiding/afbraak en toxiciteit van een stof. Ook levert het een rangorde op van de stoffen die het meest urgent zijn en waar beleidsdoelen voor geformuleerd moeten worden. Dit alles tezamen levert een vernieuwde indicator op die kan bijdragen aan de sturing van het milieubeleid.

Samenvattend levert dit de volgende conclusies op:

- Het is mogelijk een nieuwe MDI te berekenen die aan de vooraf gestelde eisen voldoet, op basis van de bestaande en uitgewerkte LCA-techniek, zonder dat er doelemissies nodig zijn.
- Het is mogelijk deze indicator te berekenen voor alle prioritaire stoffen, mits er karakterisatiefactoren en emissies bekend zijn.
- Indicatieve emissiedoelen kunnen eventueel later worden toegevoegd.
- Met de vernieuwde MDI is het mogelijk de emissies gewogen op te tellen, zodanig dat de meest persistente en toxische stoffen zwaarder wegen. Hierdoor ontstaat per compartiment één lijnfiguur. Deelindicatoren, zoals per stof of per doelgroep, zijn ook mogelijk.
- De indicator geeft een goede indicatie van de ontwikkeling van de emissies, met name voor wat betreft de meest toxische stoffen.
- Het is met de LCA-techniek mogelijk een rangorde aan te brengen in de prioritairestoffenlijst, zodat duidelijk wordt welke stoffen het meest bijdragen aan de milieudruk (als gevolg van emissies).
- In de voorbeeldberekeningen van de indicatoren voor lucht en water bepaalt een relatief kleine groep van stoffen in belangrijke mate de indicator. Als de gegevens van de volledige lijst van stoffen beschikbaar komen, kan worden gezien of dit zo blijft.

5.2 MKI/MEI

De huidige MKI en MEI voldoen, mits er wordt nagedacht over het toegenomen aantal stoffen. Hiervoor is het volgende nodig:

- Er moet een nieuwe vaste lijst van stoffen worden opgesteld die in de MKI en MEI moet worden opgenomen.
- De figuren met daarin de trend sinds 1990 van de MKI en MEI moeten worden aangepast, aangezien het aantal prioritaire stoffen is toegenomen. De milieuconcentraties van deze toegevoegde stoffen zijn voor eerdere jaren niet bekend, waardoor een trendbreuk in de figuur ontstaat.
- Van de toegevoegde prioritaire stoffen moet worden gezien of er landsdekkende milieuconcentraties bekend zijn en hoe ze eventueel berekend of geschat zouden kunnen worden.

5.3 Aanbevelingen

- Voor de MDI moet er nog een beleidsdoel worden bedacht. Nu geeft de figuur alleen een trend aan. Indicatieve doelemissies zouden mogelijk kunnen worden afgeleid voor de belangrijkste stoffen. Dit vergt nog nadere studie.
- Onderzoeken welke stoffen het best in aanmerking komen om te worden opgenomen in de MDI.
- De emissie- en milieukwaliteitsgegevens moeten worden verbeterd en uitgebreid. De stoffen die de hoogste milieudruk veroorzaken moeten met voorrang worden behandeld. Bij voldoende kwaliteit van de emissiegegevens kunnen de milieuconcentraties vanuit de emissies worden berekend.
- De karakterisatiefactoren moeten ook worden afgeleid voor prioritair stoffen waar ze nu nog ontbreken.
- Er moet per stof een relatie worden gelegd tussen de MDI en de MKI/MEI. Nu worden ze apart berekend en hebben ze vaak geen relatie met elkaar, terwijl dat wel te verwachten is. Een hogere milieudruk zou moeten leiden tot een lagere milieukwaliteit. In Geelen et al. (2009) wordt ook geconcludeerd dat de MDI, MKI en MEI soms verschillende stoffen aanwijzen die van belang zijn in de indicator. Daarom is het belangrijk ook de MEI mee te nemen in de prioritering van de emissiereducties.
- Zowel de emissies als de milieuconcentraties van sommige stoffen zijn met name lokaal een probleem. Dit levert in de figuur met de totaalindicator een vertekend beeld op. Het is daarom aan te bevelen om zowel de emissies, de milieuconcentraties als de milieueffecten ruimtelijk te analyseren, zodat direct duidelijk wordt welke gebieden een probleem vormen in Nederland. Deze analyse kan zowel per stof of per doelgroep worden uitgevoerd. Als er ruimtelijke gegevens zijn van alle (belangrijke) stoffen, dan zou zelfs een ruimtelijk beeld van de totaalindicator gemaakt kunnen worden. Dit geeft meer informatie, naast een figuur met een trendlijn vanaf 1990.

Dankwoord

Graag willen we de reviewers van dit rapport (Dik van de Meent, Mark Huijbregts, Jaap Struijs) danken voor het lezen en het geven van commentaar op het conceptrapport. Verder zijn we Henri den Hollander en de leden van het prioritairstoffenoverleg (Elbert Hogendoorn, Charles Bodar, Gerrit Niebeek, Thomas Haverkamp) dankbaar voor hun bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport.

Literatuur

- Bakker, J., H.A. den Hollander, A. Sterkenburg (2007) Milieudrukindicator 2006. RIVM-briefrapport 607793001, RIVM, Bilthoven.
- Geelen, L.M.J., M.A.J. Huijbregts, H. den Hollander, A.M.J. Ragas, H.A. van Jaarsveld, D. de Zwart (2009) Confronting environmental pressure, environmental quality and human health impact factors of priority air emissions. *Atmospheric Environment* 43, 1613-1621.
- Hauschild, M.Z., M.A.J. Huijbregts, O. Jolliet, M. MacLeod, M. Margni, D. van de Meent, R.K. Rosenbaum, T.E. McKone (2008) Building a Model based on scientific consensus for life cycle impact assessment of chemicals: the search for harmony and parsimony. *Environ. Sci. Technol.* 42, 7032–7037.
- Huijbregts, M.A.J., J. Struijs, M. Goedkoop, R. Heijungs, A.J. Hendriks, D. Van de Meent (2005) Human population intake fractions and environmental fate factors of toxic pollutants in Life Cycle Impact Assessment. *Chemosphere* 61 (10), 1495-1504.
- Peek, C.J. (2007) Emissies van prioritaire stoffen naar lucht in Nederland 1990-2005. Consequenties herziening stoffenlijst. PBL-rapport 500080010, PBL, Bilthoven.
- Rosenbaum, R.K., T.M. Bachmann, M.Z. Hauschild, M.A.J. Huijbregts, O. Jolliet, R. Juraske, A. Köhler, H.F. Larsen, M. MacLeod, M. Margni, T.E. McKone, J. Payet, M. Schuhmacher, D. van de Meent (2008) USEtox – the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterization factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assessment. Submitted to IntJLCA.
- Sterkenburg, A., A. van de Bovenkamp, H.A. den Hollander, D. van de Meent (2000) Milieukwaliteitsindicator Verspreiding. RIVM-rapport 607880001, RIVM, Bilthoven.
- Sterkenburg, A., J. Bakker, H.A. den Hollander (2006) Prioritaire stoffen in het milieu. Analyse van de milieudruk en -kwaliteit in Nederland over de periode 1990-2005. RIVM-rapport 607880005, RIVM, Bilthoven.
- Van de Bovenkamp, B., A. Sterkenburg, B. Wesselink (1999) Milieudrukindicator Verspreiding. RIVM-rapport 601503018, RIVM, Bilthoven.
- Van de Meent, D., M.A.J. Huijbregts (2005) Evaluating ecotoxicological effect factors based on the Potentially Affected Fraction of species. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24 (6): 1573-1578.
- Van Wijnen, H.J. (2008) Opzet monitoring prioritaire stoffen. RIVM-rapport 607793002, RIVM, Bilthoven.
- Van Zelm, R., M.A.J. Huijbregts, J.V. Harbers, A. Wintersen, J. Struijs, L. Posthuma, D. van de Meent (2007) Uncertainty in msPAF-based ecotoxicological effect factors for fresh water ecosystems in life cycle impact assessment. *Integrated Environmental Assessment and Management* 3 (2), 203-210.
- VROM (2001) Emissiereductiedoelstellingen prioritaire stoffen. Notitie in het kader van NMP4, thema Verspreiding. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Den Haag.
- VROM (2006) Voortgangsrapportage milieubeleid voor Nederlandse prioritaire stoffen. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Den Haag.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl