

TNO-rapport  
TNO-MEP – R 98/503a

## Bladlood en het milieu

TNO Milieu, Energie  
en Procesinnovatie

TNO-MEP  
Business Park E.T.V.  
Laan van Westenenk 501  
Postbus 342  
7300 AH Apeldoorn

Telefoon: 055 549 34 93  
Fax: 055 541 98 37  
Internet [www.mep.tno.nl](http://www.mep.tno.nl)

Datum  
januari 1999

Auteurs  
A.A.H. Roorda  
B.L. van der Ven

Projectnummer  
29689

Trefwoorden  
– bladlood  
– milieu-effecten

Bestemd voor  
ELSIA

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1998 TNO

Het kwaliteitssysteem van TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie voldoet aan ISO 9001.

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is een nationaal en internationaal erkend kennis- en contractresearch instituut voor bedrijfsleven en overheid op het gebied van duurzame ontwikkeling en milieu- en energiegerichte procesinnovatie.

Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

## Samenvatting

Bladlood is traditioneel het meest populaire bouw materiaal voor voeglood en re-gendichte afdekking; het wordt tevens op uitgebreide schaal gebruikt voor dakbe-dekking en bekleding van prestigieuze en historische gebouwen. Het gebruik van bladlood is in de afgelopen jaren significant gestegen, wat zijn geschiktheid voor toepassing bewijst. Doordat bladlood zacht en pletbaar is, is de toepassing ervan eenvoudig. Doordat het eveneens corrosiebestendig is, kan het meer dan 100 jaar meegaan, waarna het gemakkelijk gerecycled kan worden tot nieuw bladlood.

Ondanks deze corrosiebestendigheid gaat het gebruik van bladlood gepaard met een zekere mate van uitspoeling. Aangezien lood in sommige vormen toxisch is, heeft de European Lead Sheet Industry Association (ELSIA) aan TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (TNO-MEP) opdracht gegeven om te bepalen of het gebruik van bladlood nadelige milieu-effecten heeft en deze effecten te vergelijken met die van potentiële alternatieve materialen. De studieresultaten zijn geconfir-meerd door het Centrum voor Milieuwetenschappen van de Rijksuniversiteit Lei-den (CML).

Om volledig inzicht te krijgen in de verhouding tussen bladlood en het milieu werd de studie uitgevoerd in twee delen: een vergelijking met alternatieve materialen en een meer gedetailleerde milieurisicoanalyse.

### Bladlood versus alternatieve materialen

Deze vergelijking is gebaseerd op de methodiek van de levenscyclusanalyse (LCA), waarbij belangrijke milieu-effecten gedurende de gehele levenscyclus van een product in kaart worden gebracht. Deze “van de wieg tot het graf” analyse omvat dus ook de verwerking van grondstoffen en de verschillende fasen van installa-tie, gebruik en afvalverwerking / recycling.

De bestudeerde alternatieve materialen waren:

- EPDM (ethyleenpropyleendiene) voor spouwmuurtoepassing.
- PiB (poly-isobutyleen) voor muur/daktoepassing.

De analyse laat zien dat de milieuprestatie van bladlood duidelijk beter is dan die van de alternatieve materialen. De belangrijkste reden is dat de verwachte levens-duur van de alternatieve materialen belangrijk korter is dan die van lood.

### Milieurisico

Aquatische ecotoxiciteit blijkt het belangrijkste milieu-effect te zijn van het ge-bruik van bladlood. Om die reden is een meer gedetailleerde analyse uitgevoerd om te bepalen in welke mate bladlood het oppervlaktewater en sedimenten, alsmede het waterzuiveringsslib (blootstelling en biologische beschikbaarheid) verontrei-nigt. De werkelijke concentratiemetingen zijn vergeleken met milieunormen en

streefwaarden om te bepalen of loodemissies naar oppervlaktewater een negatief effect hebben op de waterkwaliteit.

Het blijkt dat uitspoeling van bladlood een te verwaarlozen effect heeft op het aquatische ecosysteem, gebaseerd op nieuwere toxicologische gegevens. In feite is lood één van de stoffen die de streefwaarde voor waterkwaliteit in Nederland haalt.

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	2
Inhoudsopgave .....	4
1. Inleiding .....	5
2. Milieuproductanalyse van lood .....	8
2.1 Inleiding .....	8
2.2 Resultaten van de milieu-analyse .....	9
2.3 Conclusie van de milieuproductanalyse .....	12
3. Milieukwaliteit .....	13
3.1 Emissies van (blad)lood naar water, sediment en slib .....	13
3.2 Het effect van loodemissies op water- en onderwaterbodemkwaliteit .....	15
3.3 Aantasting van het ecosysteem .....	17
3.4 RWZI-slib en rioolslib .....	17
4. Conclusie .....	19
4.1 Productgerichte analyse .....	19
4.2 Milieukwaliteit .....	19
4.3 Eindconclusie .....	20
5. Referenties .....	21
6. Verantwoording .....	22
Eindnoten .....	23

## 1. Inleiding

Bladlood wordt al eeuwenlang toegepast in de bouw als weerbestendig materiaal en als tussenlaag tussen andere bouwmaterialen. Het product is populair, omdat het gemakkelijk te verwerken, waterafstotend, zeer duurzaam en gemakkelijk te hergebruiken is. Er zijn gevallen bekend, waarin stukken bladlood honderden jaren hebben gefungeerd als waterafdichting. Naast de functionele eigenschappen van lood wordt bladlood vaak toegepast op esthetische gronden.

De laatste jaren is er echter een discussie ontstaan over het effect van zware metalen op het milieu. Net als andere metalen corrodeert bladlood, en zeer kleine hoeveelheden lood spoelen weg bij nat weer. Voor lood wordt een corrosiegetal van ongeveer  $5 \text{ g/m}^2/\text{j}$  aangenomen (dit is vermoedelijk een overschatting; deze hoeveelheid is gebaseerd op metingen in het verleden). Het gecorrodeerde lood wordt met het regenwater grotendeels via riolen en rioolwaterzuiveringsinrichtingen afgevoerd. Vandaar verspreidt het lood zich naar water en sediment. Het grootste deel van het lood blijft achter in RWZI-slib en riolslib, terwijl het restant in het oppervlaktewater terecht komt. Slechts een te verwaarlozen deel belandt uiteindelijk in de bodem. Zodra de concentratie van het lood dat naar de verschillende milieucompartmenten wordt geëmitteerd, de norm overschrijdt, kan dit milieuproblemen geven. Daarom voert de overheid een beleid dat gericht is op het terugdringen van de emissies om zodoende de kwaliteit van het water en van andere milieucompartmenten te verbeteren.

Het onderhavige rapport geeft een samenvatting van de resultaten van verschillende onderzoeken en rapporten, en is bedoeld inzicht te geven in de relatie tussen bladlood en het milieu. De problematiek wordt vanuit twee invalshoeken benaderd. Beide invalshoeken tezamen geven een volledig inzicht in de relatie tussen bladlood en het milieu. Deze beide invalshoeken zijn:

- Productgerichte benadering van de gehele levenscyclus;
- Huidige kwaliteit van een specifiek gebied/compartiment.

De productgerichte benadering vindt plaats in de vorm van een zogenaamde levenscyclusanalyse (kortweg LCA). Een LCA brengt alle mogelijke milieu-effecten van een product in kaart tijdens de gehele levenscyclus, vanaf het ontginnen van de grondstof en het vervaardigen van het product, tot en met de gebruiks- en af-dank/hergebruiksfase. Deze ‘van de wieg tot het graf’-evaluatie heeft twee belangrijke voordelen, namelijk, ten eerste geeft ze evenwichtige informatie over het relatieve belang van de milieu-impact, en ten tweede biedt ze de mogelijkheid alternatieve producten en processen te vergelijken.

In deze studie richt de LCA zich op tien belangrijke milieuthema's, zoals broeikas-effect, verzuring, vermisting en humane toxiciteit, waarbij geprobeerd is de potentiële milieu-effecten zo volledig mogelijk af te dekken. De ‘score’ van elk thema wordt tijdens de hele LCA integraal gewogen en verschaft aldus correct en even-

wichtig inzicht in de milieu-impact van het product – of, ingeval van een vergelijkende analyse – van de milieu-impact van elk afzonderlijk product.

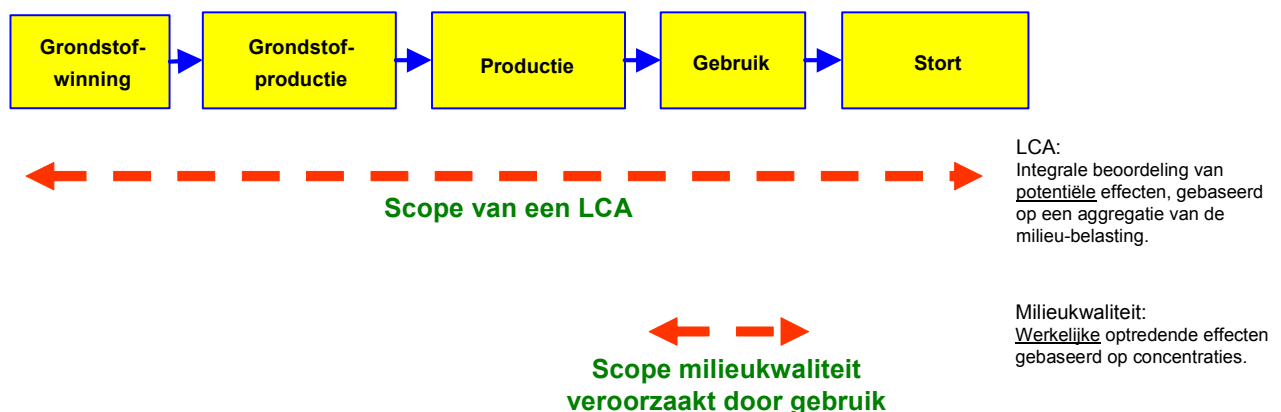
Het moet benadrukt worden, dat een LCA alleen potentiële effecten beschouwt; deze geven inzicht in het relatieve belang van de optredende emissies en maken een integrale evaluatie mogelijk van verschillende milieu-effecten tijdens de gehele levenscyclus van een product. Deze potentiële effecten zijn echter gebaseerd op equivalentiefactoren, en niet op werkelijke concentraties in het (plaatselijke) milieu. Deze methode geeft derhalve geen inzicht in de werkelijke milieu-effecten in een specifiek geografisch gebied. Die informatie kan alleen verkregen worden, indien –naast een LCA– ook een afweging wordt gemaakt op basis van concentraties.

Een milieukwaliteitsanalyse heeft tot doel de werkelijke milieukwaliteit te bepalen in een bepaald gebied ten gevolge van de toepassing van (blad)lood. De milieukwaliteit wordt bepaald door de loodconcentratie in het milieu te relateren aan een referentiestandaard, zoals grens- en streefconcentratie.

Bij een concentratiegericht onderzoek moeten twee factoren bepaald worden:  
a) een geografisch gebied (voor deze studie is de keuze op Nederland gevallen);  
b) een enkel milieuthema.

Aangezien een milieukwaliteitsanalyse zich op slechts één thema richt, ligt het voor de hand om het meest overheersende en binnen de LCA meest omstreden thema te kiezen: ecotoxiciteit.

In de onderstaande figuur is de relatie tussen productgerichte en milieugerichte analyse schematisch weergegeven.



Figuur 1 Relatie tussen productgerichte analyse en milieugerichte analyse.

In dit rapport worden dus de resultaten van twee soorten analyses gepresenteerd, t.w. 1) productgericht en 2) milieugericht. Beide analyses samen geven een betrouwbaar beeld van de milieu-impact van bladlood en leiden tot de algemene conclusie die aan het eind van dit rapport wordt genoemd.

## 2. Milieuproductanalyse van lood

### 2.1 Inleiding

In opdracht van de European Lead Sheet Association (ELSIA) heeft TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (TNO-MEP) een vergelijkende LCA uitgevoerd, waarbij bladlood is vergeleken met de synthetische materialen EPDM en PiB. Hierbij werd de volgende doelstelling geformuleerd ten aanzien van de milieu-effecten:

*Het analyseren en vergelijken van de milieu-effecten bij de toepassing van bladlood, versterkt EPDM en versterkt PiB, in de gehele levenscyclus van elk afzonderlijk product voor zowel de Nederlandse als de Duitse situatie. Het besteden van extra aandacht aan de uitspoeling, verspreiding en toxiciteit van lood.*

Een levenscyclusanalyse (LCA) is uitgevoerd om de milieu-impact van de drie materialen binnen een en dezelfde situatie te vergelijken.

In tegenstelling tot bladlood, dat voor een groot aantal toepassingen gebruikt kan worden, kennen de twee synthetische materialen een beperkte toepassing. Versterkt EPDM wordt voornamelijk toegepast in spouwmuren, terwijl PiB voornamelijk in muur/dakconstructies wordt toegepast. Beide synthetische materialen zijn dus een alternatief voor lood, maar dan voor verschillende toepassingen. Derhalve moeten er twee vergelijkingen worden gemaakt, namelijk:

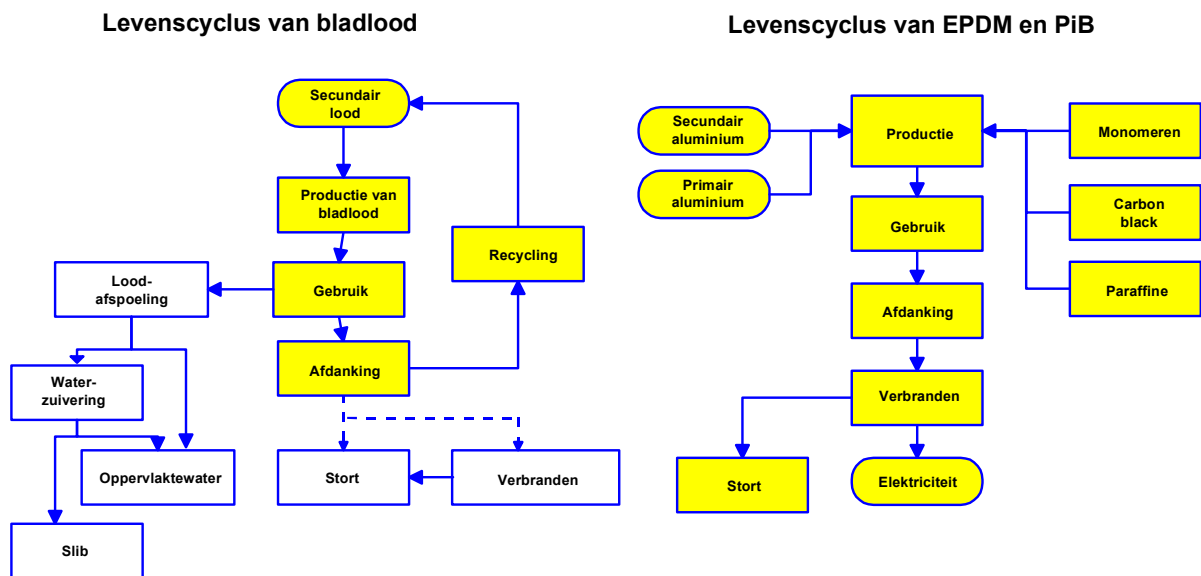
1. EPDM en lood (voor spouwmuurtoepassingen);
2. PiB en lood (voor muur/daktoepassingen).

Elk van de drie materialen heeft voor- en nadelen. Lood is gemakkelijk toe te passen in gebouwen en het is zeer duurzaam (het gaat honderden jaren mee). Een nadeel van lood is de (geringe) corrosie die veroorzaakt wordt door aan water blootgestelde deeltjes. In spouwmuren wordt 10% van het oppervlak blootgesteld, in muur/daktoepassingen 95%.

Synthetische materialen (alleen gebruikt in betrekkelijk eenvoudige toepassingen) zijn veel lichter dan lood, maar moeten na een paar decennia worden vervangen. Omdat aangenomen wordt dat gebouwen een levensduur hebben van 75 jaar, zullen de twee synthetische materialen gemiddeld tweemaal moeten worden vervangen.

Er is een analyse gemaakt van de hele levenscyclus van de drie materialen. In figuur 2 wordt een globaal overzicht gegeven van de drie levenscycli (lood, EPDM en PiB).





Figuur 2 De vereenvoudigde levenscycli van lood en de synthetische materialen (EPDM en PiB). N.B. Het schema toont alle mogelijke fasen; de pijlen geven niet de grootte van de massastroom weer.

## 2.2 Resultaten van de milieu-analyse

### Representativiteit

De hier gepresenteerde LCA-resultaten tonen de milieu-impact die optreedt bij toepassing van (a) EPDM en lood in spouwmuuren, en (b) PiB en lood in muur/dakconstructies, voor zowel de huidige Nederlandse als de huidige Duitse situatie. Deze resultaten zijn gebaseerd op een door TNO verbeterde methodiek voor het evalueren van ecotoxiciteitsthema's<sup>1</sup>.

### Voornaamste resultaten voor bladlood

De enige wezenlijke milieu-effecten in de levenscyclus van bladlood treden op tijdens de gebruiksfase. De potentiële effecten zijn *aquatische toxicologische effecten* (ECA) en *humane toxiciteit* (HT). In de meeste loodtoepassingen wordt de potentiële humane toxiciteit voornamelijk veroorzaakt door een klein gedeelte van het lood (0,5%) dat terechtkomt in de Afvalverbrandingsinstallatie (AVI). In deze studie is, vanwege het uitspoelen van lood, de score voor aquatische toxiciteit alleen significant, als het (aan regenwater) blootgestelde oppervlak van een bladloodtoepassing betrekkelijk groot is (95% werd geanalyseerd). Andere milieu-effecten zijn te verwaarlozen.

Om de gevoeligheid van de resultaten te analyseren werden de parameters gewijzigd binnen realistische marges. Na deze globale gevoeligheidsanalyse bleven de resultaten constant.

*Voornaamste resultaten voor de synthetische materialen EPDM en PiB*

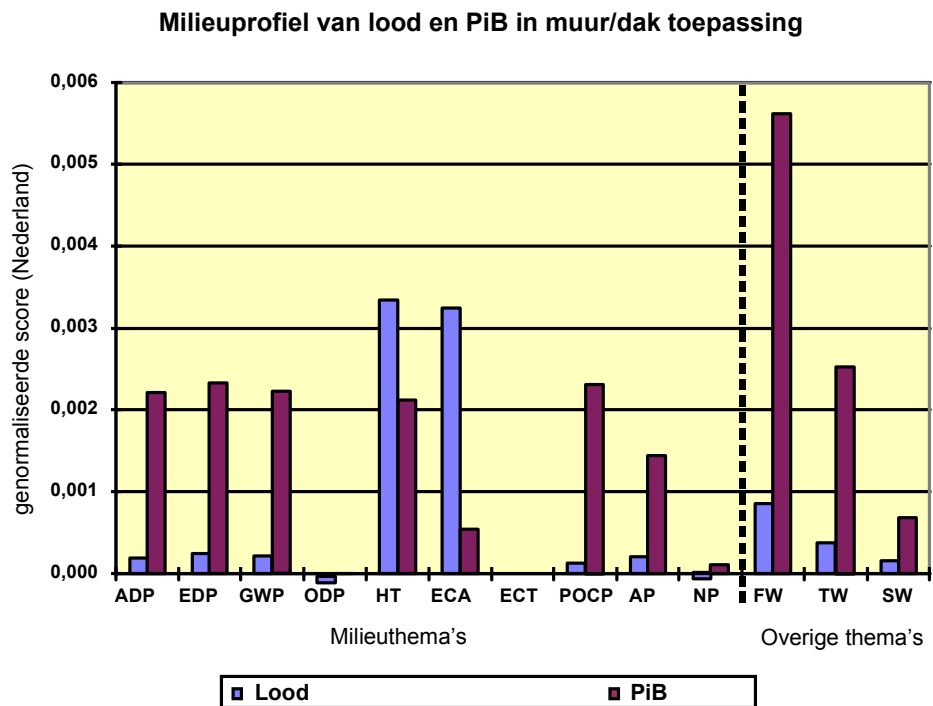
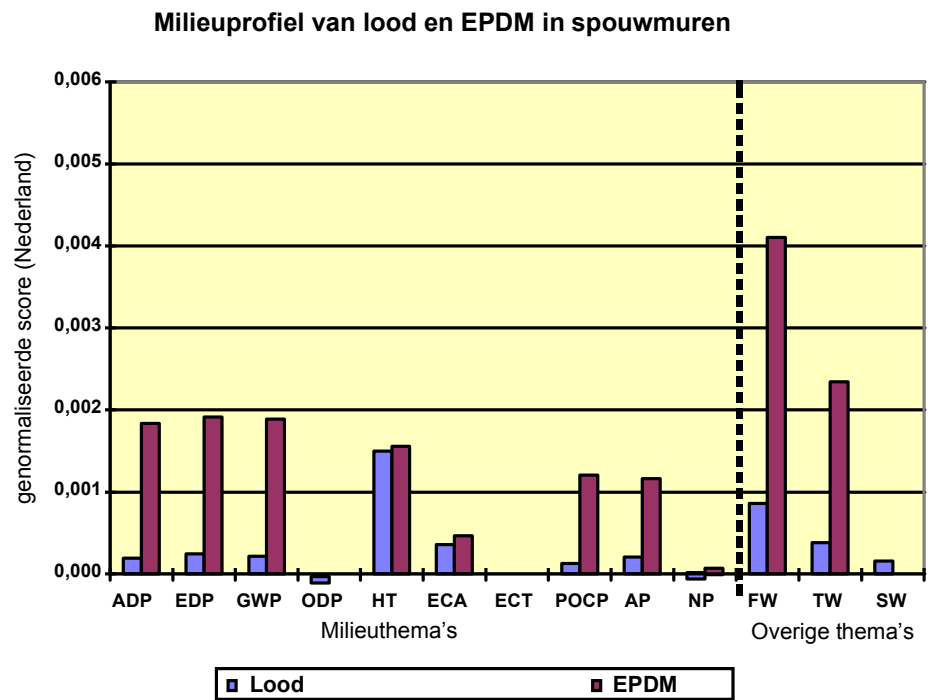
De milieu-impact van EPDM en PiB wordt voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van energie en grondstoffen bij het productieproces. Een tweede belangrijk milieu-effect wordt veroorzaakt, doordat er een grote hoeveelheid energie nodig is voor het vervaardigen van zuiver aluminium. Een gevoeligheidsanalyse laat zien dat, vanuit milieu-oogpunt, de levensduur van de synthetische materialen de belangrijkste parameter is.

*Resultaten van de vergelijkingen tussen lood en de synthetische materialen EPDM en PiB*

Na het wegen van de tien milieuthema's met een op beleidsstreefwaarden gebaseerde methodiek<sup>2</sup> is de belangrijkste conclusie die getrokken kan worden uit de twee vergelijkende studies (lood en EPDM, en lood en PiB, respectievelijk voor spouwmuur- en muur/daktoepassingen):

***De milieu-impact van bladlood is gunstiger dan die van de synthetische materialen (aangenomen dat de praktische situatie overeenkomt met de bestudeerde situatie). Alleen als de synthetische materialen even duurzaam zouden zijn als het gebouw (75 jaar in deze studie), dan zou de milieu-impact van lood en de synthetische materialen vergelijkbaar zijn.***

In figuur 3 worden, voor de Nederlandse situatie, de genormaliseerde resultaten weergegeven van de vergelijking tussen lood en de twee synthetische materialen. Op de y-as staat de genormaliseerde milieuscore<sup>3</sup> en op de x-as staan de afkortingen van de milieuthema's<sup>4</sup>. Op basis van de in de grafiek weergegeven genormaliseerde resultaten kunnen de milieuthema's gewogen worden. Het karakter van de scores vertoont na weging geen drastische verandering. Daarom worden alleen de genormaliseerde resultaten weergegeven. Voor de weegresultaten wordt verwezen naar Roorda (1998).



Figuur 3 *Het genormaliseerde milieuprofiel van lood en EPDM en van lood en PiB, respectievelijk voor spouwmuur- en muur/daktoepassingen. De resultaten geven de huidige situatie in Nederland weer.*

### **2.3 Conclusie van de milieuproductanalyse**

De respectievelijk in muur/dakconstructies en spouwmuren toegepaste synthetische materialen PiB en EPDM zijn vanuit milieu-oogpunt minder gunstig dan lood, zolang de levensduur van de synthetische materialen korter is dan die van lood of van het desbetreffende gebouw. De herhaalde vervanging van de synthetische materialen leidt tot een drastische verhoging van de milieu-impact.

Met EPDM en PiB is tot nu toe weinig praktische ervaring opgedaan. Alleen de tijd zal derhalve leren of de levensduur van deze synthetische materialen kan wedijveren met de levensduur van een gebouw of de bewezen levensduur van lood.

### 3. Milieukwaliteit

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat gedurende de levenscyclus van bladlood ecotoxiciteit een dominante rol vervult – niet alleen vanwege het feit dat dit thema hoog scoort, maar ook vanwege de grote onzekerheden die dit thema oproept binnen de LCA-methodiek. Vandaar dat in dit hoofdstuk nader wordt ingegaan op ecotoxiciteit, gebaseerd op werkelijk gemeten concentraties in het milieu.

Om een uitspraak te kunnen doen over de milieukwaliteit ten gevolge van het gebruik van bladlood, moeten de volgende vragen worden beantwoord:

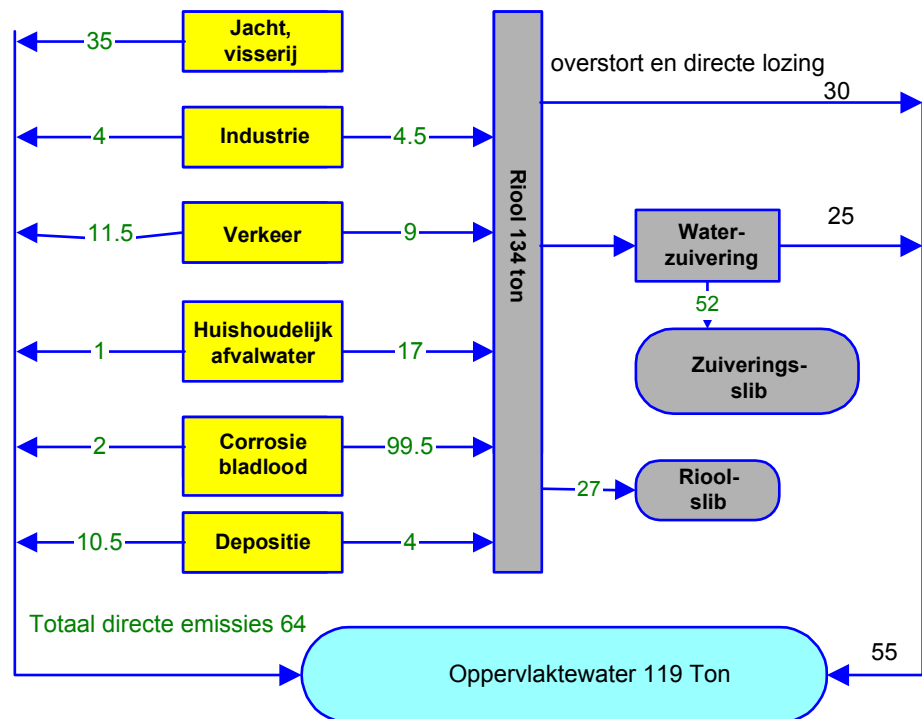
- In welke milieucompartimenten komen de emissies van bladlood terecht na uitloging, en in welke hoeveelheden?
- Hoeveel lood wordt er in totaal geëmitteerd naar deze compartimenten?

Eerdere studies hebben aangetoond dat het overgrote deel van het uitgeloopte bladlood in riool, RWZI, oppervlaktewater en sediment terecht komt (Coppoolse, 1993; Verstappen, 1996); de emissie van lood naar de bodem is te verwaarlozen<sup>5</sup> (Annema, 1995). Het is derhalve noodzakelijk het effect van lood op water en waterbodemsediment nader te onderzoeken. Ook zal gekeken moeten worden naar de mate waarin rioolslib en zuiveringsslib worden verontreinigd door het gebruik van bladlood.

#### 3.1 Emissies van (blad)lood naar water, sediment en slib

Op het Nederlandse oppervlaktewater en waterbodemsediment wordt ongeveer 280 ton lood<sup>6</sup> per jaar geloosd. Het grootste deel hiervan (57%) is afkomstig uit het buitenland; minder dan de helft (43%) komt in Nederland zelf vrij (Annema et al., 1995).

In figuur 4 wordt de herkomst van het in Nederland geëmitteerde lood naar oppervlaktewater en sediment (in tonnen) weergegeven.



*Figuur 4 Geschatte Nederlandse loodvracht naar RWZI en oppervlaktewater (in tonnen). In deze gegevens is geen rekening gehouden met via de grote rivieren uit het buitenland geïmporteerd lood. De gegevens in deze tabel zijn gebaseerd op Verstappen (1996), Annema (1995) en Coppoolse (1993).*

Hieruit kunnen de volgende conclusie worden getrokken:

- Een klein deel van het uitgespoelde bladlood komt direct in het oppervlaktewater terecht (2%).
- Bladlood vormt een belangrijke bron van lood in het rioolstelsel.
- Men schat de hoeveelheid lood (van allerlei soort en van Nederlandse oorsprong) die terechtkomt in het oppervlaktewater op 120 ton; 40% hiervan is afkomstig van bladlood. Wanneer “geïmporteerd” lood wordt meegerekend (totaal 280 ton), vermindert de bijdrage van Nederlands bladlood tot ongeveer 18%.
- De industriële bijdrage is relatief gering. Voor landen met een ander industrieel profiel zou dit volkomen anders kunnen zijn.

In Nederland zijn emissiereductiedoelstellingen voor oppervlaktewateren geformuleerd in het Rijn Actie Plan (RAP) en in de Derde Nota Waterhuishouding. In het RAP is een reductiedoelstelling vastgelegd van 70% voor de periode 1985-1995. In de Derde Nota Waterhuishouding is een emissiereductiedoelstelling van 50% voor 1995 bepaald, met als einddoel een vermindering van 90%. Gezien de huidige ontwikkelingen zullen deze doelstellingen vrijwel zeker niet gehaald worden voor lood (noch voor de meeste andere metalen). In 1993 was de emissie met circa 40%

gereduceerd ten opzichte van 1985. Verwacht wordt dat dit percentage constant zal blijven, wat inhoudt dat de werkelijke emissie de streefwaarde te boven blijft gaan.

### **3.2 Het effect van loodemissies op water- en onderwaterbodemkwaliteit**

In het voorgaande hoofdstuk zijn de loodemissies naar oppervlaktewater geïnventariseerd. De cruciale vraag is nu: Heeft de emissie van lood naar het oppervlaktewater een negatieve invloed op de waterkwaliteit?

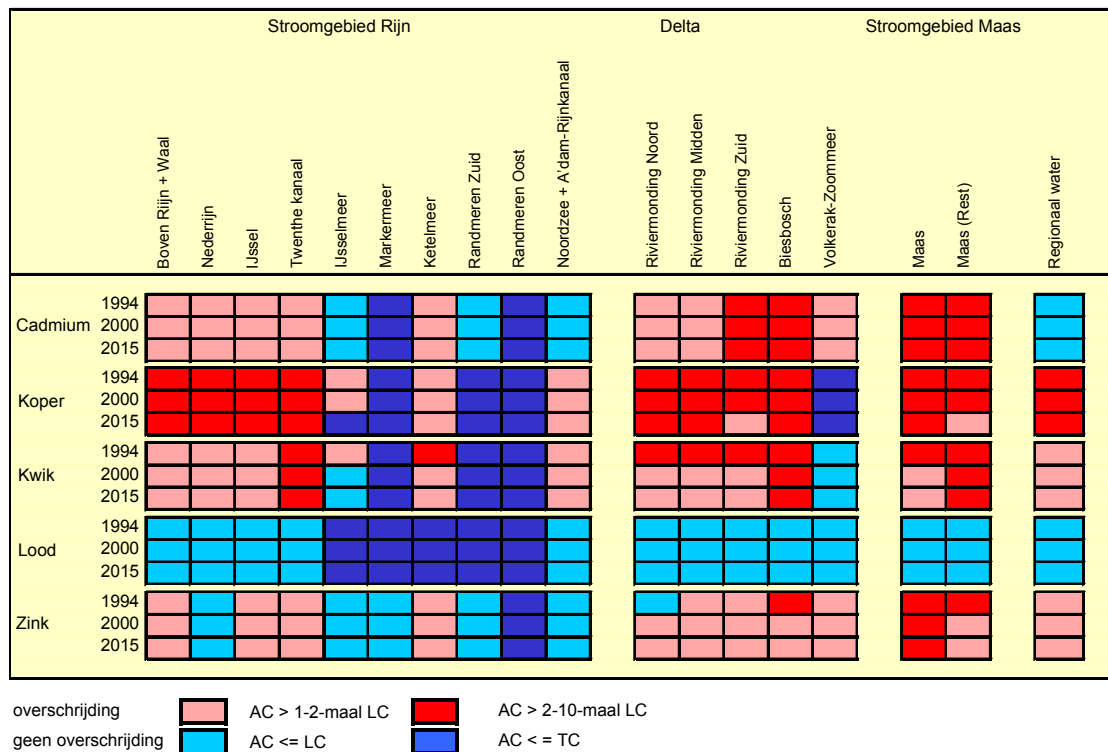
De waterkwaliteit wordt beoordeeld aan de hand van de gemeten concentraties en de grens- en streefwaarde<sup>7</sup>, zoals geformuleerd in de Evaluatienota Water (VROM, 1994). Er wordt aangenomen dat de waterkwaliteit bevredigend is, als 80% van de wateren voldoet aan de grenswaarden.

Uit het RIZA-rapport “Watersysteemverkenningen” (1996) blijkt dat in meer dan 90% van het Nederlandse oppervlaktewater de werkelijke concentratie (AC) lager is dan de grenswaarde (LC) en dat in ongeveer een kwart zelfs de streefwaarde (TC) bereikt wordt (zie figuur 5).

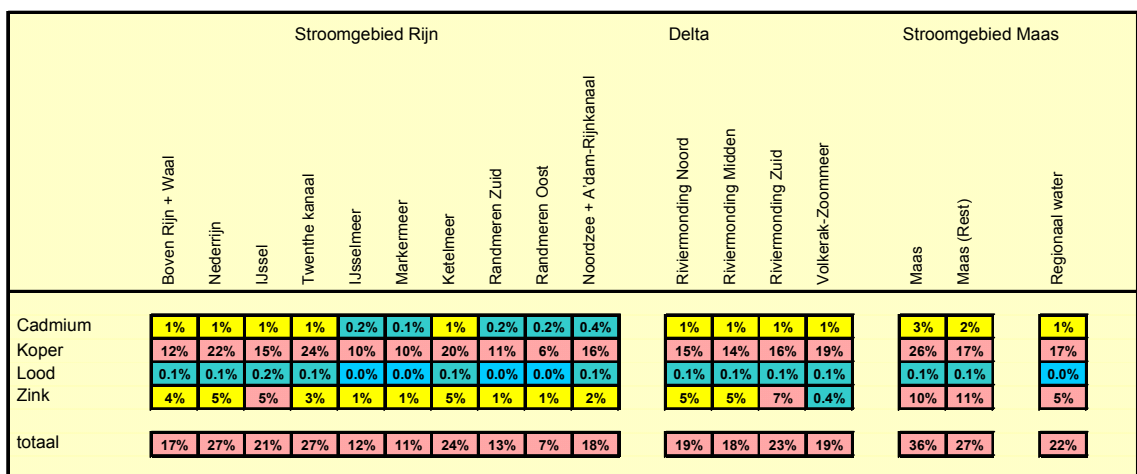
Voor onderwaterbodems geldt dat de loodconcentratie in regionale wateren (dat wil zeggen wateren die niet behoren tot het stroomgebied van Maas en Rijn) bijna nooit de grenswaarde overschrijdt. In de wateren die behoren tot het stroomgebied van Maas en Rijn (rijkswateren) wordt de grenswaarde specifiek overschreden in het bovenstroomgebied van deze rivieren vanwege uit België en Duitsland geïmporteerde verontreinigingen.

Opvallend in deze figuur is dat lood (het enige zware metaal dat de streefwaarde haalt) zeer gunstig afsteekt bij de overige metalen. In alle grote meren is de loodconcentratie zelfs onder de streefwaarde (RIZA, 1996). Aangezien het huidige beleid ten aanzien van de impact van lood op de water- en onderwaterbodemkwaliteit naar verwachting ongewijzigd blijft, is het hoogst waarschijnlijk dat ook in de toekomst de milieukwaliteitsdoelstellingen voor lood worden gehaald.

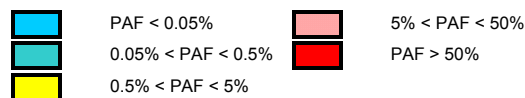
Het is opvallend dat zelfs daar waar de loodconcentratie de streefwaarde te boven gaat (zie 3.1), de waterkwaliteit bevredigend blijft. Aangezien waterkwaliteit de voornaamste doelstelling is, lijkt het redelijk de emissiereductiedoelstellingen aan te passen.



Figuur 5 Gemeten en verwachte concentraties van metalen in Nederlandse oppervlaktewateren, vergeleken met streef- en grenswaarden. AC = werkelijke concentratie; TC = streefconcentratie en LC = grensconcentratie. Meer informatie over deze figuur in eindnoot<sup>8</sup>.



De resultaten hebben betrekking op 1994



Figuur 6 Ecologische aantasting volgens een PAF-studie (grafiek gebaseerd op RIVM (1997)).



### 3.3 Aantasting van het ecosysteem

De waterkwaliteit kan worden uitgedrukt in termen van chemische waterkwaliteit en ecologische aantasting. Om de aantasting aan een ecosysteem te meten, is door het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) de zogenaamde PAF-methodiek (Potentieel Aangetaste Soorten) ontwikkeld. De PAF<sup>9</sup> indiceert het percentage soorten dat door een bepaalde verontreiniging aangetast is. Zolang dit percentage beneden de 5 blijft, wordt de verontreiniging toelaatbaar geacht.

Uit figuur 6 blijkt, dat volgens PAF-normen de door lood veroorzaakte ecologische aantasting te verwaarlozen is en gunstig afsteekt bij andere metalen.

### 3.4 RWZI-slib en rioolslib

Bij het bestuderen van de milieu-effecten van bladlood zijn de loodconcentraties in rioolslib en RWZI-slib belangrijk. In Nederland is BOOM (Besluit Overige Organische Meststoffen) geïntroduceerd als standaard voor de toepassing van slib als voedingsbron in de landbouw. Volgens BOOM mag alleen dat slib gebruikt worden dat 100 mg/kg lood (in droge fractie) of minder bevat. In de praktijk zijn de loodconcentraties in rioolslib gewoonlijk hoger. Door Eggels et al. (1997) is aangenomen, dat de gemiddelde loodconcentratie in RWZI-slib ongeveer 200 mg/kg (in droge fractie) bedraagt. Daarom wordt slib nog nauwelijks toegepast in de landbouw; gewoonlijk wordt het verbrand (na eventuele droging) of gestort.

Hierdoor zou men kunnen denken dat het eenvoudigweg reduceren van de loodconcentraties het slib wel geschikt zou maken als meststof in de landbouw. Dat is echter niet het geval. In feite is lood slechts een van de vele verontreinigingen die een beperking vormen voor toepassing van slib in de landbouw. Omdat gemiddeld bijna alle metalen in zeer verhoogde concentraties blijken voor te komen in rioolslib en RWZI-slib, geeft het verminderen van de loodconcentratie geen of nauwelijks enige verbetering.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de normen volgens BOOM, en de gemiddelde concentraties volgens Eggels et al. (1997). Het blijkt dat bijna alle metalen de norm overschrijden.

*Tabel 1 Gemiddelde metaalconcentraties in rioolslib in Nederland.*

<b>Stof</b>	<b>Grenswaarden organische meststoffen (BOOM) mg/kg (in droge fractie)</b>	<b>Gemiddelde concentratie in slib mg/kg (in droge fractie)</b>
Cadmium	1,25	4
Chroom	75	50
Koper	75	400
Kwik	0,75	2
Nikkel	30	40
Lood	100	200
Zink	300	1000
Arseen	15	8

## 4. Conclusie

In dit rapport is de milieu-impact van bladlood onderzocht vanuit een productgerichte en een milieugerichte benadering. Op basis hiervan kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

### 4.1 Productgerichte analyse

De belangrijkste effecten bij de toepassing van bladlood op het milieu blijken in de gebruiksfase te liggen; de effecten kunnen uitgedrukt worden in termen van potentiële aquatische toxicologische effecten (ECA) en potentiële humane toxiciteit (HT). Wanneer een relatief groot deel (95%) van het bladlood (aan regenwater) wordt blootgesteld, wordt de score voor ECA significant, als gevolg van zeer kleine corrosie-effecten. De score van bladlood op de andere milieuthema's is te verwaarlozen.

Om de gevoeligheid van de resultaten te analyseren, zijn de parameters gewijzigd binnen realistische marges. Na deze globale gevoeligheidsanalyse zijn de resultaten constant gebleven.

De hoofdconclusies van de twee vergelijkende milieu-analyses (tussen lood en EPDM, en tussen lood en PiB, respectievelijk voor spouwmuur- en muur/daktoepassing) kunnen als volgt worden samengevat:

***De milieu-impact van bladlood is gunstiger dan die van de synthetische materialen (aangenomen dat de praktische situatie overeenkomt met de bestudeerde situatie). Alleen als de synthetische materialen even lang zouden meegaan als het gebouw (75 jaar in deze studie), dan zouden lood en de synthetische materialen dezelfde milieu-impact hebben. Op dit moment is dit echter nog niet het geval.***

Deze conclusie is van toepassing op de in deze studie ontwikkelde en gebruikte methode. Hierbij moet worden opgemerkt dat TNO ten behoeve van deze studie de conventionele evaluatiemethode voor ecotoxiciteitsthema's heeft verbeterd.

### 4.2 Milieukwaliteit

Men schat dat de emissie van bladlood voor 40% bijdraagt aan het lood in het oppervlaktewater in Nederland. De doelstellingen voor loodemissiereductie in oppervlaktewater worden niet gehaald. Opmerkelijk genoeg worden echter de doelstellingen met betrekking tot milieukwaliteit wel gehaald.

Een analyse toont aan dat de werkelijke concentratie in oppervlaktewater en onderwaterbodems relatief laag is en binnen de gestelde officiële limiet blijft (RIZA, 1996). In een aantal gevallen (ongeveer 25%) wordt zelfs de streefwaarde bereikt.

Blijkbaar zijn de emissiereductiedoestellingen en de kwaliteitsdoelstellingen niet altijd aan elkaar gekoppeld. Aangezien de gewenste waterkwaliteit bereikt is, ligt het voor de hand de emissiereductiedoelstellingen bij te stellen.

### **4.3 Eindconclusie**

De toepassing van bladlood als waterkerende constructie bij gebouwen verdient de voorkeur boven de toepassing van alternatieve materialen zoals EPDM en PIB, in respectievelijk spouwmuren en muur/dakverbindingen. Bij gebouwen met een levensduur van 75 jaar of meer is de milieuprestatie van bladlood beter dan die van de alternatieve materialen.

Het meest belangrijke potentiële milieu-effect van bladlood is de aquatische toxiciteit, die veroorzaakt wordt door uitspoeling van bladlood tijdens de gebruiksfase. Een vergelijking echter van werkelijke loodconcentraties in oppervlaktewater met de huidige kwaliteitsdoelstellingen in Nederland laat zien dat bladlood geen merkbare bijdrage levert aan aquatische toxiciteit en dat de waterkwaliteitsdoelstelling voor de totale loodconcentratie gehaald wordt.

Derhalve is er geen reden om, vanuit milieu-overwegingen, daklood te vervangen door synthetische materialen.

## 5. Referenties

Annema, J.A., E.M. Paardekooper, H. Booij, L.F.C.M. van Oers, E. van der Voet, P.A.A. Mulder, *Stofverdeling van zes zware metalen in het milieu; effecten van autonome ontwikkelingen en metingen*. CML/RIVM, Rapport no. 601014010, Bilthoven, april 1995.

Coppoolse, 1993, *Zware metalen in oppervlaktewater; bronnen en metingen*. SPEED-document, RWS/RIZA, Lelystad, april 1993.

Eggels, P.G., L.P.M. Rijpkema, W. Toonen, *Vergelijking van emissies van warmteverkenningen van biomassa*. TNO-rapport R 97/487, Apeldoorn, december 1997.

Heijungs, R. et al., *Milieulevenscyclus-assessment van producten, Handleiding en achtergronden*. Centrum van Milieuwetenschappen, Universiteit Leiden (CML)/TNO/Bureau B&G, 1992.

RIVM, *Nationale milieuverkenningen + Achtergronden 1997 -2002*, RIVM, Bilthoven, 1997.

RIZA, *Achtergrondnota. De toekomst van water; project Watersysteemverkenningen*. RIZA-memorandum no. 96.058, 1996.

Roorda, A.A.H., *Milieu- en kostenvergelijking van lood en twee alternatieve materialen*. TNO-rapport R 98/197, Apeldoorn, mei 1998.

Verstappen, G.G.C. et al., *Promise; een scenariostudie voor het berekenen van de milieubelasting van oppervlaktewater; concept-rapport*. RIZA/RIVM, november 1996.

VROM, *Evaluatienota water: regeringsbeslissing: aanvullende beleidsmaatregelen en financiering 1994-1998*, Sdu, Tweede Kamer: vergaderjaar 1993-1994, 21250; nummer 27-28, 's-Gravenhage, 1994.

## 6. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

ELSIA

Namen en functies van de projectmedewerkers:

A.A.H. Roorda

B.L. van der Ven

projectleider

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

1998

Ondertekening:

Goedgekeurd door:

Ir. B.L. van der Ven  
projectleider

Ir. J. de Koning  
afdelingshoofd

## Eindnoten

- <sup>1</sup> Methodische aanpassingen: deze studie maakt gebruik van de door CML voorgestelde LCA-methodiek (Heijungs, 1992) voor het berekenen van milieuprofielen. Enkele onderdelen van deze methodiek zijn door TNO verbeterd om meer betrouwbare resultaten te verkrijgen (Roorda, 1998). Met betrekking tot de ecotoxiciteitsthema's (ECA en ECT) binnen de LCA zijn de toxiciteitsgetallen bijgewerkt en is biologische beschikbaarheid toegevoegd als toxiciteitsparameter.
- <sup>2</sup> De voor de weging van de genormaliseerde resultaten gebruikte methode is de afstand-tot-doel-methodiek. Deze methode en de gebruikte weeggetallen worden door Roorda gedetailleerd beschreven (1998).
- <sup>3</sup> De genormaliseerde score is de verhouding van de berekende score en de totale score voor alle activiteiten in een gebied of land. In deze studie is Nederland en/of Duitsland het referentiegebied per hoofd van de bevolking per jaar. De methodische achtergrond van deze genormaliseerde score is te vinden in Heijungs et al. (1992).
- <sup>4</sup> De verklaring van de thema's is:

ADP = Abiotisch Depletiepotentieel;	POCP = Fotochemisch smogpotentieel;
EDP = Energie Depletiepotentieel;	AP = Verzuringspotentieel;
GWP = Potentieel door opwarmen van de aarde;	NP = Nitrificatiepotentieel;
ODP = Ozondepletiepotentieel;	FW = Eindafval;
HT = Humane Toxiciteit;	TW = Toxisch afval;
ECA = Ecotoxiciteit, aquatisch;	SW = Speciaal afval.

(Extra informatie is te vinden in Heijungs et al., 1992)
- <sup>5</sup> Ammunitie door jacht en loodhoudende benzine zijn de enige bronnen voor een beduidende verhoging van de loodconcentratie in de bodem.
- <sup>6</sup> Dit is inclusief diffuse bronnen.
- <sup>7</sup> Streefwaarde is de verontreinigingsconcentratie die op de lange termijn door de overheid wordt nagestreefd en een te verwaarlozen risico inhoudt. De grenswaarde geeft de maximaal toelaatbare concentratie aan. Bij het berekenen van de grenswaarde worden zowel toxicologische gegevens als sociaal-politieke aspecten in ogenschouw genomen. Dit betekent dat de grenswaarden voor veel stoffen veel strenger zijn dan zuiver toxicologische gegevens zouden kunnen suggereren. Gesuspendeerde vaste stoffen in oppervlaktewater worden meegenomen bij het berekenen van de grenswaarden.
- <sup>8</sup> De werkelijke concentratie (AC) is de loodconcentratie in oppervlaktewater in de huidige situatie en berekend voor de toekomst. De AC is afgeleid van chemische analyse of berekeningen. De AC geeft de 90-percentielwaarde weer van de resultaten van berekeningen of metingen. Slechts in regionaal oppervlaktewater is de AC gebaseerd op de mediaan. De milieukwaliteitsbeoordeling is gebaseerd op de verhouding tussen de werkelijke concentratie in 1994 en de grenswaarde (LC) en streefconcentratie (TC). Daarnaast worden werkelijke concentraties in 2000 en 2015 gesimuleerd door extrapolatie, gebaseerd op het huidige regeringsbeleid.
- <sup>9</sup> 90 soorten indicatoren zijn geselecteerd om de PAF-waarde te berekenen. Deze indicatorsoorten zijn een goede weerspiegeling van een ecosysteem. Op basis van werkelijk waargenomen concentraties kan het aantal aangetaste soorten met behulp van de PAF aangegeven worden.