

*TNO-rapport*  
TNO-MEP – R 99/212

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)

## **Zink in Zuid-Holland Milieukwaliteit, emissies, huidig beleid en aanvullende maatregelen**

Datum  
juni 1999

Auteurs  
J.H.J. Hulskotte  
P.W.H.G. Coenen  
G.P.J. Draaijers

Projectnummer  
29537

Trefwoorden  
– zink  
– milieukwaliteit  
– emissies  
– beleid  
– Zuid-Holland

Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar  
gemaakt door middel van druk, foto-  
kopie, 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 onder-  
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel  
de betreffende terzake tussen de  
partijen gesloten overeenkomst.  
Het ter inzage geven van het  
TNO-rapport aan direct belang-  
hebbenden is toegestaan.

© 1999 TNO

Bestemd voor  
Provincie Zuid-Holland  
Directie Water en Milieu  
Afd. Algemeen Beleid en Coördinatie

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 ontwikke-  
ling 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  
gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank en de  
Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.



## Samenvatting

### *Kader en doelstellingen*

In het kader van het Milieubeleidsplan van de provincie Zuid-Holland is door TNO een zogenaamd 'Verspreidingsdossier zink' opgesteld. Middels dit dossier wil de provincie inzicht krijgen waar en in welke mate de milieukwaliteitsnormen van zink in de provincie Zuid-Holland overschreden worden en bovendien waar mogelijkheden liggen om middels aanvullend beleid via maatregelen bij de bron de toekomstige milieubelasting te verminderen. Deze informatie zal als basis dienen voor overleg richting doelgroepen en actoren welke een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de oplossing van de problematiek.

De volgende doelstellingen zijn geformuleerd:

- Het genereren van een samenvattende beschrijving van de kwaliteit van de verschillende milieucompartimenten (lucht, bodem, grondwater, oppervlaktewater, waterbodem, biota) voor zink in de provincie Zuid-Holland, mede in relatie tot milieukwaliteitsnormen;
- Het vaststellen van de emissies naar het milieu (lucht, water, bodem) en stofstromen van zink in de provincie Zuid-Holland, daarbij uitgesplitst naar relevante doelgroepen en emissie-oorzaken;
- Het inschatten van de gevolgen van reeds ingezet beleid op de zinkemissies en milieukwaliteit in de provincie Zuid-Holland en het aangeven van potenties om middels aanvullend beleid zinkemissies verder terug te dringen.

### *Milieukwaliteit*

Met betrekking tot de milieukwaliteit in de provincie Zuid-Holland kan gesteld dat de grootste knelpunten met betrekking tot zink optreden in de milieucompartimenten oppervlaktewater en waterbodem. Huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden betreffen het Noordelijk Veenweidegebied, de Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden, Delfland, Schieland, Drechtsteden en Westland. Voor de overige milieucompartimenten (m.n. bodem) zijn verschillende gebieden aanwezig in de provincie Zuid-Holland (Drechtsteden, Westland, B-Driehoek, Bodegraven-Noord) welke speciale aandacht behoeven. In het algemeen kan gesteld worden dat de luchtkwaliteit met betrekking tot zink geen knelpunten oplevert.

Gedurende de afgelopen 20 jaar zijn met betrekking tot zink geen significante trends waargenomen in milieukwaliteit met uitzondering van het Noordoostelijk veenweidegebied (verslechtering oppervlaktewaterkwaliteit en verbetering waterbodemkwaliteit). Trends in bodemkwaliteit behoeven echter nadere studie. Geconstateerde trends in de tijd zijn soms moeilijk op waarde te schatten door *i*) eventuele verandering in monsternamen- dan wel analysetechniek, *ii*) onvoldoende informatie over de representativiteit van de afzonderlijke metingen (in zowel ruimte en

tijd) en *iii*) de afwezige of gebrekkige statistische onderbouwing van geconstateerde verschillen.

### *Emissies en stofstromen*

De grootste bronnen van *emissie naar water* in Zuid-Holland zijn corrosie van dakgoten van woningen en kantoren, alsmede tuinbouwkassen, en huishoudelijk afvalwater. Zink in het huishoudelijk afvalwater vindt zijn oorsprong in menselijke afvalstoffen (toiletspoeling, corrosie apparaten en waterleidingen, verf en wasmiddelen) en in mindere mate cosmetica en farmaceutische producten. De *belasting van oppervlaktewater* wordt door een groot scala aan bronnen veroorzaakt, te weten door directe emissies alsmede effluenten, overstorten, regenwaterriolen, ingelaten water en depositie.

Slijtage van autobanden en de staalindustrie zijn in Zuid-Holland veruit de belangrijkste bronnen van *emissies naar lucht*. Zink wordt als katalysator toegevoegd tijdens het vulcanisatieproces van banden toegevoegd. De emissies van zink van de staalindustrie is afkomstig van één bedrijf dat secundair staal produceert. De emissies die daarbij ontstaan hangen samen met de aanwezigheid van zink in de grondstoffen, te weten verzinkt staal en zink-bruinsteen batterijen.

De *belasting van de bodem* in de provincie Zuid-Holland wordt met name veroorzaakt door corrosieprocessen, landbouw en depositie. Corrosieprocessen treden met name op bij dakgoten van kantoren, woningen en tuinbouwkassen. De belasting van de bodem door de landbouw is een gevolg van de toevoeging van zink aan mengvoer wat uiteindelijk via de mest op de bodem terecht komt. Depositie van zink in Zuid-Holland hangt voor het overgrote deel samen met emissies welke plaatsvinden buiten de provinciegrenzen.

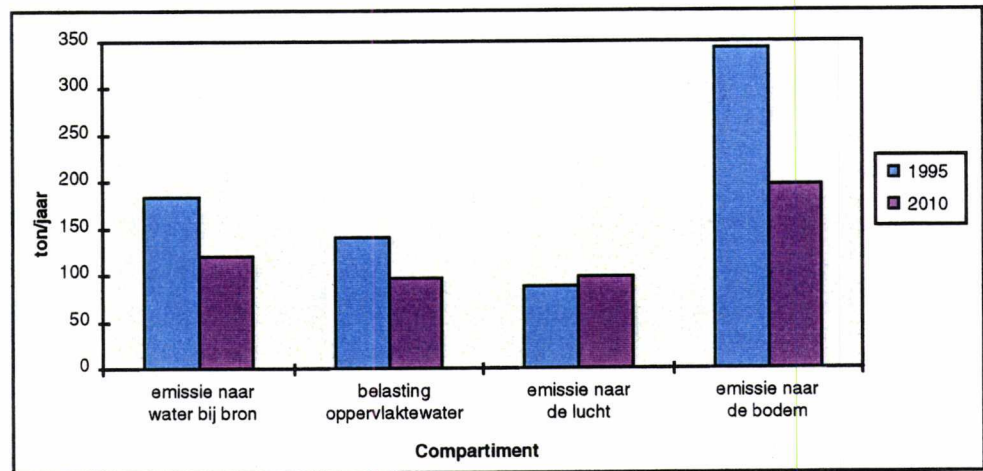
### *Gevolgen van beleid voor emissies en milieubelasting, mogelijke aanvullende maatregelen en bedreigingen*

Door de reductie van de zwavelemisssies en het effect daarvan op de snelheid van corrosieprocessen, alsmede de start welke is gemaakt met het duurzaam bouwen, zullen de *emissies naar water* in de provincie Zuid-Holland over de periode 1995-2010 naar verwachting met *ca* 40% dalen (Figuur I). Kansrijke aanvullende maatregelen betreffen onder andere *i*) het toepassen van elektrische corrosiebescherming van zinkanodes op schepen en sluisdeuren, *ii*) het coaten van het verzinkte staal van tuinbouwkassen en *iii*) het vervangen van verzinkt stalen dakgoten van kantoren en woningen. Als gevolg van uitvoering van emissiereducties bij de bron, de verminderde veebezetting in de landbouw, de sanering van overstorten en de aansluiting ongerioleerde woningen zal de *belasting van het oppervlaktewater* in de provincie Zuid-Holland over de periode 1995-2010 naar verwachting met *ca* 30% dalen (Figuur I). Het is echter twijfelachtig of de gewenste milieukwaliteit in de huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden in de provincie Zuid-Holland hierdoor bereikt

zal kunnen worden. Kansrijke aanvullende maatregelen betreffen *i)* het verder terugdringing van de directe emissies, *ii)* het verder terugdringen van deposities middels internationale maatregelen en *iii)* effluentpolishing gericht op het verwijderen van micro-verontreinigingen. Doordat zink is geschrapt uit het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen bestaat het risico dat het in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van de emissies naar en belasting van het oppervlaktewater tot gevolg zal hebben.

Gezien het feit dat lopende maatregelen met name betrekking hebben op relatief onbelangrijke zinkbronnen zullen de *emissies naar de lucht* in de provincie Zuid-Holland door autonome ontwikkelingen naar verwachting *ca* 12% stijgen over de periode 1995-2010 (Figuur I). Kansrijke maatregelen voor het verder terugdringen van de emissies naar lucht betreffen *i)* het verlagen van het zinkgehalte in autobanden en *ii)* het aanscherpen van de NER richtlijn voor zware metalen (staalindustrie). Belangrijkste bedreigingen voor de emissies naar lucht vormen de snellere slijtage van autobanden, de toename van het wegverkeer en een mogelijke toename van de inzet van zinkhoudende grondstoffen in de staalindustrie.

Als gevolg van doorvoering van diverse maatregelen (vermindering veebezetting landbouw; daling van de corrosiesnelheid door beperking zwavelemissies; duurzaam bouwen) nemen de *emissies naar de bodem* over de periode 1995-2010 naar verwachting af met *ca* 40% (Figuur I). Het is echter twijfelachtig of de gewenste milieukwaliteit in de huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden in de provincie Zuid-Holland hiermee bereikt zal worden. Kansrijke maatregelen voor het verder terugdringen van de belasting van de bodem betreffen *i)* het verlagen van het zinkgehalte in veevoeder en *ii)* het coaten, vervangen dan wel toepassen van verbeterd verzinkt staal bij dakgoten, tuinkassen en/of wegmeubilair. Indien het zinkgehalte in mengvoer voor koeien, net als bij varkens, zal stijgen, kan dit een stijging van de belasting van de bodem tot gevolg hebben in plaats van de daling welke nu is voorzien als gevolg van de vermindering van de veebezetting. Een andere bedreiging vormt het feit dat zink is geschrapt uit het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen. Zoals reeds eerder vermeld bestaat hierdoor het risico dat zinkhet in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van de belasting van de bodem tot gevolg zal hebben.



*Figuur I Emissies naar water, lucht en bodem en de belasting van oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland in 1995 en 2010, uitgaande van doorvoering van lopende beleidsmaatregelen.*

## Inhoudsopgave

	Samenvatting .....	2
1.	Inleiding .....	8
2.	Milieukwaliteit in relatie tot normstelling.....	10
2.1	Lucht.....	12
2.1.1	Algemeen overzicht.....	12
2.1.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	12
2.1.3	Trend in milieukwaliteit.....	12
2.1.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	13
2.2	Bodem .....	13
2.2.1	Algemeen overzicht milieukwaliteit.....	13
2.2.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	13
2.2.3	Trend in milieukwaliteit.....	14
2.2.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	15
2.3	Grondwater.....	15
2.3.1	Algemeen overzicht milieukwaliteit.....	15
2.3.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	15
2.3.3	Trend in milieukwaliteit.....	16
2.3.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	16
2.4	Oppervlaktewater .....	17
2.4.1	Algemeen overzicht milieukwaliteit.....	17
2.4.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	17
2.4.3	Trend in milieukwaliteit.....	18
2.4.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	18
2.5	Waterbodem .....	19
2.5.1	Algemeen overzicht milieukwaliteit.....	19
2.5.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	19
2.5.3	Trend in milieukwaliteit.....	20
2.5.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	20
2.6	Biota .....	21
2.6.1	Algemeen overzicht milieukwaliteit.....	21
2.6.2	Regionale verschillen binnen provincie .....	22
2.6.3	Trend in milieukwaliteit.....	22
2.6.4	Vergelijking met streef- en grenswaarden.....	22
3.	Emissies en stofstromen .....	23
3.1	Emissies naar water bij de bron.....	23
3.1.1	Stofstroomschema .....	23
3.1.2	Emissies per type proces .....	24
3.2	Emissies naar lucht .....	28
3.2.1	Stofstroomschema .....	28
3.2.2	Emissies per type proces .....	29

3.3	Emissies naar de bodem.....	30
3.3.1	Stofstroomschema .....	30
3.3.2	Emissies per type proces .....	31
4.	Gevolgen van beleid en aanvullende maatregelen op emissies en milieukwaliteit .....	35
4.1	Invloed van beleid op emissies.....	35
4.1.1	Emissies naar water bij de bron .....	36
4.1.2	Belasting van oppervlaktewater.....	38
4.1.3	Emissie naar lucht .....	41
4.1.4	Emissies naar de bodem.....	43
4.2	Invloed van toekomstige veranderingen in emissies en belasting op de milieukwaliteit.....	45
4.3	Maatregelen welke in het huidige geleid niet of onvoldoende benut worden, alsmede bedreigingen .....	48
4.3.1	Emissies naar water bij de bron .....	48
4.3.2	Belasting van oppervlaktewater.....	49
4.3.3	Emissies naar lucht.....	50
4.3.4	Emissies naar de bodem.....	50
4.3.5	Bedreigingen door recente ontwikkelingen.....	51
5.	Conclusies en aanbevelingen .....	53
5.1	Milieukwaliteit in relatie tot normstelling.....	53
5.2	Emissies en stofstromen .....	54
5.3	Gevolgen beleid en aanvullende maatregelen op emissies en milieukwaliteit .....	55
5.4	Samenvattend overzicht lopende en aanvullende maatregelen, alsmede onderzoeks-aanbevelingen.....	57
6.	Referenties .....	60
7.	Verantwoording .....	63
	<b>Bijlagen</b>	
Bijlage I	Emissies in Zuid-Holland 1995	
Bijlage II	Berekening van emissies in 2010	
Bijlage II.a	Samenvattende tabellen prognose zinkemissies in 2010	
Bijlage II.b	Detailtabellen prognose zinkemissies in 2010	
Bijlage III	Het verband tussen corrosiesnelheid en SO <sub>2</sub> -concentratie	
Bijlage IV	Historische ontwikkeling van de concentraties zink in zuiveringslib en rendement RWZI's	
Bijlage V	Historische ontwikkeling kwaliteit van Rijnwater	
Bijlage VI	Historische ontwikkelingen bodembelasting door landbouw	



## 1. Inleiding

Via verschillende routes van verspreiding komt het metaal zink in het milieu terecht. Als gevolg hiervan kunnen milieukwaliteitsnormen overschreden worden. Dit is voor de provincie Zuid-Holland aanleiding geweest om in het kader van het Milieubeleidsplan een zogenaamd ‘Verspreidingsdossier zink’ op te stellen. Middels dit dossier wil de provincie inzicht krijgen waar en in welke mate de milieukwaliteitsnormen van zink in de provincie Zuid-Holland overschreden worden en bovendien waar mogelijkheden liggen om middels aanvullend beleid via maatregelen bij de bron de toekomstige milieubelasting te verminderen. Als onderdeel van dit dossier heeft de Provincie Zuid-Holland een project laten uitvoeren teneinde bovengenoemde informatie boven tafel te krijgen. Deze informatie zal als basis dienen voor overleg richting doelgroepen en actoren welke een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de oplossing van de problematiek.

Voor genoemd project zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Het genereren van een samenvattende beschrijving van de kwaliteit van de verschillende milieucompartimenten (lucht, bodem, grondwater, oppervlaktewater, waterbodembodem, biota) voor zink in de provincie Zuid-Holland, mede in relatie tot milieukwaliteitsnormen;
- Het vaststellen van de emissies naar het milieu (lucht, water, bodem) en stofstromen van zink in de provincie Zuid-Holland, daarbij uitgesplitst naar relevante doelgroepen en emissie-oorzaken;
- Het inschatten van de gevolgen van reeds ingezet beleid op de zinkemissies en -milieukwaliteit in de provincie Zuid-Holland en het aangeven van potenties om middels aanvullend beleid zinkemissies verder terug te dringen en zodoende aan de milieukwaliteitsnormen te voldoen.

In deze studie zijn de milieukwaliteitsnormen zoals gehanteerd bij het Integrale Milieukwaliteits Beoordeling (IMB) van het Project Integratie Milieu Metingen (PIMM) als uitgangspunt gebruikt. Opgemerkt kan worden dat deze milieukwaliteitsnormen voor zink recentelijk ter discussie zijn gesteld in een advies van de Gezondheidsraad [39]. Deze is van mening dat geringe veranderingen in zinkgehalten al kunnen leiden tot wezenlijke veranderingen in soortensamenstelling van ecosystemen en dat momenteel de zinkgehalten in het milieu aanzienlijk hoger zijn dan die in de natuurlijke situatie. De raad stelt daarom voor minimaal te streven naar een stand-still situatie waarbij sprake is van een balans tussen aan- en afvoer van zink. Daarnaast wordt voorgesteld in de toekomst te streven naar een gebiedsgerichte normstelling. Dit laatste aspect van het advies van de Gezondheidsraad is niet in deze studie betrokken. Voor een dergelijk onderzoek zou een geheel afwijkende onderzoeksopzet gevolgd moeten worden. Het voorliggende onderzoek richt zich op mogelijke aanvullende emissiereductiemaatregelen. Of die maatregelen uiteindelijk zouden leiden tot een stand-still situatie wordt daarbij in het midden gelaten.

De resultaten van bovengenoemd project worden besproken in dit rapport. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht van de milieukwaliteit van de verschillende milieucompartmenten voor zink in Zuid-Holland gepresenteerd. Het overzicht is gebaseerd op informatie aanwezig in bestaande onderzoeksrapporten. Voor zover mogelijk is een nadere specificatie gegeven van regionale verschillen binnen de provincie, van trends in de tijd en de relatie van de geconstateerde milieukwaliteit tot streef- en grenswaarden.

In hoofdstuk 3 van dit rapport worden de emissies en stofstromen van zink naar respectievelijk tussen de verschillende milieucompartmenten gepresenteerd. De meeste informatie is daarbij afkomstig uit de centrale database van de nationale emissieregistratie. Voor het milieucompartment water zijn zowel de emissies bij de bron als de belasting van het oppervlaktewater in kaart gebracht. Naast een algemeen overzicht van de stofstromen worden in dit hoofdstuk de emissies ook meer in detail besproken per type emissie-oorzaak.

In hoofdstuk 4 worden de maatregelen besproken welke momenteel reeds werkzaam zijn ten aanzien van de emissies van zink naar de milieucompartmenten lucht, bodem en water alsmede de belasting van het oppervlaktewater. Daarbij wordt per type emissie-oorzaak een inschatting gemaakt van de reductie in emissie welke naar verwachting het gevolg zal zijn van deze maatregelen. Tevens wordt een inschatting gemaakt voor de gevolgen voor de toekomstige milieukwaliteit ten aanzien van zink. Tenslotte worden, mede in relatie tot de gesignaleerde knelpunten in milieukwaliteit de meest-effectieve en kansrijke aanvullende emissiereducerende maatregelen besproken.

In hoofdstuk 5, tenslotte, worden conclusies getrokken met betrekking tot de voorgaande hoofdstukken en wordt specifiek ingegaan op de mogelijkheden die de provincie heeft om middels aanvullend beleid resterende knelpunten met betrekking tot zink in het milieu van Zuid-Holland op te lossen. Tevens wordt aangegeven waar nog grote hiaten in kennis aanwezig zijn en worden aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

## 2. Milieukwaliteit in relatie tot normstelling

In dit hoofdstuk wordt een samenvattende beschrijving gegeven van de kwaliteit van de verschillende milieucompartimenten voor het metaal zink in de provincie Zuid-Holland. Voorzover mogelijk is op basis van bestaande literatuur een algemeen overzicht gegeven met een nadere specificatie van regionale verschillen, trends en relatie tot streef- en grenswaarden. Hierbij wordt, zover de bronnen dat vermelden, de terminologie van de Integrale milieukwaliteitsbeoordeling (IMB) van PIMM gevolgd. In onderstaande tabel wordt deze toegelicht.

Tabel 1 Integrale milieukwaliteitsbeoordeling (IMB).

Beoordeling	Bodem/(grond)water	Neerslag	Gras	Kroos, fauna
Geaccepteerd niveau	≥ 75% van de locaties voldoet aan streefwaarde (140 mg/kg d.s resp. 9 µg/l)	gemiddelde jaarconcentratie ≤ grenswaarde oppervlaktewater (30 µg/l)	≥ 75% van de locaties voldoet aan de veevoedernorm (500 mg/kg d.s.)	gehalte op niveau van achtergrondgehalte in Zuid-Holland
Aandachtspunt	> 25 % van de locaties overschrijdt de streefwaarde (140 mg/kg d.s resp. 9µg/l)		> 25% van de locaties overschrijdt de veevoedernorm (500 mg/kg d.s.)	
Knelpunt	> 25% van de locaties overschrijdt de grenswaarde (480 mg/kg d.s. resp. 30 µg/l)	gemiddelde jaarconcentratie > grenswaarde oppervlaktewater (30 µg/l)		gehalte significant hoger dan het achtergrondgehalte in Zuid-Holland
Ernstig knelpunt	> 25% van de locaties overschrijdt het dubbele van de grenswaarde(480 mg/kg d.s. resp. 30 µg/l)			
Onbekend	Toetswaarde < bepalingsgrens			

De verschillende compartimenten worden in de volgende zes paragrafen beschreven.

### *Advies van de Gezondheidsraad*

In februari 1998 is een advies verschenen van de Gezondheidsraad over zink. Het ging daarbij om een gezondheidkundige en ecologische beoordeling van de momenteel gehanteerde advies- en grenswaarden. Aanleiding voor dit advies was een van de zijde van het bedrijfsleven ingebracht “addendum” bij het “Basisdocument Zink”.

Hier worden zeer kort de conclusie van Gezondheidsraad wat betreft de risico's van zink voor ecosystemen samengevat.

De commissie is van mening dat geringe veranderingen in zinkgehaltenes al kunnen leiden tot wezenlijke veranderingen in soortensamenstelling van een ecosysteem.

De commissie meent dat zink, in combinatie met andere factoren, invloed heeft gehad op het ontstaan van de verscheidenheid aan soorten en ecosystemen in Nederland. Het is daarom voor zink - net zoals voor andere milieufactoren zoals de zuurgraad of het stikstof- en fosfaatgehalte- niet mogelijk om generieke concentratiegrenzen af te leiden, dat wil zeggen grenzen die gelden voor alle Nederlandse ecosystemen.

De huidige zinkgehaltenes zijn, ook in door de menselijke activiteiten minst beïnvloede ecosystemen, aanzienlijk hoger dan de gehaltenes twee eeuwen geleden, de zogenoemde pre-industriële gehaltenes. De commissie vindt het aannemelijk dat, mede door deze toename, in de loop van vele jaren ook in deels als "relatief schoon" beschouwde natuurgebieden de diversiteit binnen ecosystemen is afgenomen, en mogelijk ook het functioneren van deze systemen is aangetast. Bij een ongewijzigd emissiebeleid zal het zinkgehalte in het milieu verder toenemen, met als mogelijk gevolg een verdere aantasting van ecosystemen. Dit geldt te meer gelet op de zeer lange verblijftijd van zink in het milieu en op de, door het diffuse en grootschalige karakter van de toevoer van zink aan ecosystemen, beperkte mogelijkheden voor ecologisch herstel.

De commissie beveelt aan om de keuze van achtergrondgehaltenes- die zij als een maatschappelijke keuze beschouwt- mede op grond van de informatie in dit advies te herzien. Een differentiatie naar verschillende types aquatische en terrestrische ecosystemen acht zij daarbij noodzakelijk. Een risico-evaluatie acht zij daarbij noodzakelijk. Een risico-evaluatie van zink is volgens de commissie alleen voor afzonderlijke ecosysteemtypes mogelijk, en dient vooral gebaseerd te zijn op resultaten van ecologisch onderzoek. Gezien het ontbreken van dergelijke resultaten kan de commissie zich voorstellen dat het beleid een pragmatische benadering volgt.

*Elders licht de commissie toe wat zij zich kan voorstellen bij een pragmatische benadering:*

Indien de overheid vasthoudt aan het "toegevoegd risicoconcept", inhoudende dat een vaste concentratie mag worden toegevoegd aan het achtergrondgehalte, dan vindt de commissie een andere uitwerking, namelijk een gebiedsgerichte differentiatie naar achtergrondgehaltenes, meer voor de hand liggen. Het toegevoegde gehalte dat maatschappelijk nog acceptabel wordt geacht, zou bij voorkeur uitgedrukt moeten worden als percentage van het achtergrondgehalte.

*Even verderop stelt de commissie:*

Een gebiedsgerichte benadering waarbij wordt uitgegaan van bijvoorbeeld een "stand-still" benadering -gebaseerd op de aan- en afvoer van zink- zou zo'n beleidsmatige oplossing kunnen zijn.

## 2.1 Lucht

### 2.1.1 Algemeen overzicht

De jaargemiddelde concentratie in de lucht varieert van jaar tot jaar rond een niveau van  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Als een maat voor de totale depositie wordt de natte depositie gemeten. De natte depositie van zink lag in 1997 op een niveau van circa  $11.500 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$ . In 1996 bedroeg de depositie circa  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$ . De natte depositie in Zuid-Holland is ongeveer even groot als in de rest van Nederland [1a].

### 2.1.2 Regionale verschillen binnen provincie

Gegevens met betrekking tot regionale verschillen in concentraties in de lucht binnen de provincie zijn niet beschikbaar. De depositie (gemeten met moss bags) bleek in 1987 in de vier wintermaanden in de Hoekse Waard ( $67 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jaar}$ ) significant hoger dan in Flakkee ( $38 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jaar}$ ) [2]. Vergelijkbare metingen in 1986 tonen deposities van zink bij de Akerdijkse Plassen en Noordwijkerhout van respectievelijk 43 en  $17 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jaar}$  [19].

Met behulp van wet-only vangers is gedurende 1997 regenwater bemonsterd op vijf meetpunten in de provincie Zuid-Holland: Vlaardingen, Westvoorne, Nieuwkoop, Bergambacht en de Korendijkse Slikken [23]. De gegevens werden aangevuld met gegevens van de meetpunten van het RIVM in Zuid-Holland: Rotterdam en De Zilk. De natte depositie van zink blijkt het hoogst te zijn in Noordwijk en het laagst in Bergambacht en Westvoorne. In tegenstelling tot eerdere jaren was in 1997 de natte depositie van zink op de Korendijksche Slikken relatief hoog. Verschillen in de geografische spreiding tussen de meetstations kunnen van jaar tot jaar anders liggen. Dit komt omdat uitschieters mogelijk zijn als toevallig een meetpunt onder de pluim van een vervuiler ligt.

### 2.1.3 Trend in milieukwaliteit

De Zn concentratie in de lucht vertoont geen trend [1c]. De depositieniveau's in de periode 1992-1997 bewegen zich in de range tussen  $9.200$  en  $12.700 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$  [3]. Er is geen significante trend te zien [1a].

### 2.1.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

Voor de concentratie van Zn in de lucht en voor de depositie van Zn zijn geen streef- en of grenswaarden vastgesteld. In 1983 bedroeg de gemiddelde zink concentratie in de lucht in Vlaardingen circa  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [8]. Het concentratieniveau is in de opvolgende jaren niet wezenlijk veranderd [8] en ligt beneden de INS kritische waarde. De nieuwe INS normen voor de kwaliteit van regenwater blijken niet geschikt omdat het proces van natte depositie er niet goed in verwerkt is [42, 43]. De gewogen gemiddelde concentratie op alle meetpunten lag op alle meetpunten hoger dan de INS norm voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit was in eerdere jaren niet het geval. De reden voor de verslechtering ligt in de aanscherping van de norm. Het verdient aanbeveling depositienormen voor zink te ontwikkelen.

## 2.2 Bodem

### 2.2.1 Algemeen overzicht milieukwaliteit

De gemiddelde gehalten van zink in de bodem bevinden zich in de meeste deelgebieden binnen de provincie Zuid-Holland beneden de (MILBOWA/INS) streefwaarde van  $140 \text{ mg}/\text{kg}$  d.s. (range in de gemiddelde concentratie per deelgebied:  $33 - 124 \text{ mg}/\text{kg}$  d.s.) [3, 5] In twee deelgebieden te weten het Westland en de B-Driehoek overschrijdt de gemiddelde concentratie de streefwaarde voor zink. De gemiddelde concentratie in deze deelgebieden bedroeg in 1996 respectievelijk  $146$  en  $210 \text{ mg}/\text{kg}$  d.s.. Deze situatie wordt beoordeeld als mede een gevolg van corrosie van verzinkte kasconstructies in de glastuinbouw.

### 2.2.2 Regionale verschillen binnen provincie

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde (gestandaardiseerde) gehalten voor zink in grond op de meetpunten van het bodemkwaliteitsmeetnet weergegeven voor 1996, gespecificeerd naar landgebruik [5]. In de twee laatste kolommen is het aantal metingen groter dan de streef/grenswaarde gegeven. Opgemerkt kan worden dat in de INS nota geen grenswaarden voor zware metalen in bodem worden gegeven gezien de relatief lange termijn waarover effecten van zware metalen in de bodem te verwachten zijn.

Tabel 2 Gemeten zinkgehalten in de bodem per regio in de provincie Zuid-Holland.

Deelgebied	Landgebruik	Aantal metingen	Zinkgehalte (mg/kg d.s.)	Aantal individuele metingen groter dan	
				Streefwaarde	Grenswaarde
Alblasserwaard/Vijfheerenland	Natuur	10	88,6	2	0
Alblasserwaard/Vijfheerenland	Weiland	15	78,7	1	1*
B-Driehoek	Tuinbouw	5	<b>210,4</b>	3	0
Bollenstreek	Bollen	20	63,9	0	0
Eilanden	Landbouw	20	60,4	0	0
Kop van Goeree	Tuinbouw	8	55,0	0	0
Kuststrook	Duinen	20	33,4	0	0
Krimpenerwaard	Weiland	10	124,4	4	0
Krimpenerwaard	Natuur	15	106,8	4	0
Polders met moerige bodem	Weiland	5	109,9	1	0
Midden Delfland	Weiland	10	73,6	1	0
Noordoostelijk Veenweidegebied	Weiland	15	105,6	3	0
Noordoostelijk Veenweidegebied	Natuur	10	107,8	3	0
Oude zeekleipolders	Weiland	6	64,2	0	0
Oude zeekleipolders	Landbouw	4	48,3	0	0
Strandwallen	Weiland	7	103,8	0	0
Westland	Tuinbouw	18	<b>146,0</b>	9	0

*Vet cursief*: overschrijding streefwaarde

\*: locatie met mogelijk lokale verontreinigingsbron

Uit de tabel blijkt dat in de hoogste gemiddelde zinkconcentraties worden gemeten in het Westland en de B-Driehoek wat waarschijnlijk een gevolg is van de eerder genoemde corrosie van verzinkte kasconstructies in de glastuinbouw. Ook in het Noordoostelijk Veenweidegebied en de Krimpenerwaard worden relatief hoge waarden gemeten. Deze zijn mogelijk het gevolg van de historische 'toemaakdekken'.

Hoewel de hoogste luchtmissie plaatsvindt als gevolg van een staalfabriek nabij Alblasserdam (zie paragraaf 3.2) is ter plaatse geen afwijkend patroon te onderscheiden in de resultaten van het PIMM-bodemkwaliteitsmeetnet [40].

### 2.2.3 Trend in milieukwaliteit

In het Noordoostelijk veenweidegebied is de zinkconcentratie in de bodem in de periode 1983-1994 niet significant gewijzigd [6]. In Midden-Delfland, onderdeel van de Groenblauwe Slinger, zijn de gehalten aan zware metalen in landbouwbodems de afgelopen tien jaar niet wezenlijk veranderd [3]. Het gehalte van zink in de bodem voor Midden-Delfland is in de periode 1985-1995 significant afgenomen met circa 20% [3]. Door ophoping ten gevolge van veeteelt wordt verwacht dat de LAC signaalwaarde (het niveau waarboven nadelige effecten kunnen optreden voor de gezondheid van mens en dier en voor de opbrengst en kwaliteit van agrarische producten) voor zink in de veenbodems van Zuid-Holland binnen 100 jaar wordt bereikt. Hetzelfde geldt voor de bollenteelt op zandgrond [7]. Opgemerkt kan wor-

den dat hier dus sprake is van een tegenstrijdigheid: de Toekomstverkenningen Milieu, Water en Natuur [7] voorspellen een ophoping terwijl metingen in Midden-Delfland laten in 10 jaar tijd een significante afname zien ( $p < 0.05$ ) [1, 8].

### 2.2.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

Voor het veenweidegebied Bodegraven-Noord is de bodemkwaliteit een aandachtspunt (meer dan 25% van de locaties overschreed de streefwaarde, 140 mg/kg d.s. in 1994) [9]. De zink concentraties in de bodem van het Westland en de B-driehoek (glastuinbouw) overschrijden plaatselijk de MILBOWA/INS streefwaarde van 140 mg/kg d.s. [3, 9]. De MILBOWA/INS grenswaarde van 480 mg/kg d.s. werd op één locatie in de Alblasserwaard in 1996 overschreden. Op basis van bovenstaande en de resultaten van het onderzoek 'Zware metalen in Zuid-Holland' kan de bodemkwaliteit voor zink in de provincie Zuid-Holland als volgt worden weergegeven [3, 6, 9].

Tabel 3 Evaluatie metingen zinkgehalten in de bodem in de provincie Zuid-Holland.

	Aandachtsgebieden in Zuid-Holland	Knelpuntgebieden	Ernstig knelpuntgebieden
Bodem	Drechtsteden, 1990 Bodengraven Noord, 1994, 1996 Westland, 1989, 1996		

De cursief afgedrukte getallen in bovenstaand schema betreffen de jaren waarin de PIMM onderzoeken in de verschillende gebieden hebben plaatsgevonden.

## 2.3 Grondwater

### 2.3.1 Algemeen overzicht milieukwaliteit

In een onderzoek naar het zinkgehalte in freatisch grondwater in de provincie Zuid-Holland in 1996 werden concentraties gemeten tussen  $< 2$  en  $26 \mu\text{g/liter}$  (zie ook 1.3.2) [5]. In 1991 is een landelijk onderzoek gedaan naar het voorkomen van zink in het freatisch grondwater langs snelwegen. De gevonden concentraties lagen tussen de 8 en  $618 \mu\text{g/liter}$  [10]. In het diepere grondwater (15-30 m onder maaiveld) worden lagere Zn waarden gemeten dan in het hogere grondwaterniveau (5-15 m onder maaiveld), d.w.z. bijna alle waarden liggen beneden de  $10 \mu\text{g/liter}$  [11].

### 2.3.2 Regionale verschillen binnen provincie

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde zinkgehalten voor freatisch grondwater in het provinciale bodemkwaliteitsmeetnet weergegeven [5]. De metingen hebben betrekking op het jaar 1996.



Tabel 4 Resultaten van metingen aan freatisch grondwater per deelgebied in de provincie Zuid-Holland.

Deelgebied	Landgebruik	Aantal metingen	Zinkgehalte ( $\mu\text{g/l}$ )
Bollenstreek	Bollen	10	4.3
Kop van Goeree	Tuinbouw	8	8.0
Kuststrook	Duinen	10	8.4
Strandwallen	Weiland	5	16.0
Westland	Tuinbouw	11	9.3

### 2.3.3 Trend in milieukwaliteit

Trends in de kwaliteit van het freatisch grondwater in de provincie Zuid-Holland zijn niet beschikbaar. De grondwaterkwaliteit in het traject tussen 5 en 30 meter diepte is in de periode 1989-1996 nauwelijks veranderd [11]. De zeer licht stijgende trend voor het Zn gehalte in het homogeen deelgebied 13 van het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit (gekaracteriseerd door veeteelt, klei/veengrond, infiltratie) is het gevolg van één gehalte boven de streefwaarde ( $65 \mu\text{g/l}$ ) in 1996 in het traject 15-30 m -mv (op een totaal van twee metingen). Wanneer de data worden gegroepeerd op basis van bodemgebruik, bodemtype en hydrologie wordt geen significante trend waargenomen [11].

### 2.3.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

In het Noordoostelijk veenweidegebied lag de zinkconcentratie in het freatisch grondwater ( $<10\text{-}58 \mu\text{g/l}$ ) in de periode 1983-1994 binnen een geaccepteerd niveau [9]. Dit gecombineerd met de resultaten van een samenvattend rapport betreffende de zware metalen problematiek in Zuid-Holland levert de volgende tabel met daarin de aandachtsgebieden met betrekking tot de milieukwaliteit voor zink van het freatisch water [12].

Tabel 4 Evaluatie metingen zinkgehalten in freatisch grondwater in de provincie Zuid-Holland.

	Aandachtsgebieden	Knelpuntgebieden	Ernstig knelpuntgebieden
Freatisch water	Drechtsteden, 1990 Westland, 1989, 1996		

De cursief afgedrukte getallen in bovenstaande tabel betreffen de jaren waarin de PIMM onderzoeken in de verschillende gebieden hebben plaatsgevonden.

De streefwaarde voor zink ( $65 \mu\text{g/l}$ ) werd in 1996 op twee meetpunten van het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit (grondwater 5-30 m beneden maaiveld) overschreden. Dit zijn meetpunten met oeverinfiltratie, waar een hogere zinkconcentratie wordt gemeten wellicht door de invloed van gebiedsvreemd water [11]. In de

toekomst worden met uitzondering van die gebieden waar gebiedsvreemd water wordt ingelaten, geen problemen verwacht om de streefwaarde te bereiken [5].

## 2.4 Oppervlaktewater

### 2.4.1 Algemeen overzicht milieukwaliteit

Zink komt niet voor in de Zuid-Hollandse top tien van probleemstoffen in het oppervlaktewater [13]. Desalniettemin vormt de zinkconcentratie in deelgebieden van de provincie een knelpunt, daar op verschillende locaties concentraties (ruim) boven de streef- (9 µg/l) en grenswaarde (30 µg/l) worden gemeten. Het niet voorkomen van zink in de top tien van probleem stoffen is terug te voeren op het feit dat andere stoffen een groter probleem vormen.

### 2.4.2 Regionale verschillen binnen provincie

Op basis van het rapport “Zware metalen in Zuid-Holland” [7] kan het volgende overzicht worden gegeven betreffende de Zn concentraties in oppervlaktewater in de verschillende PIMM gebieden (zie ook 1.4.4).

*Tabel 5 Resultaten van metingen zinkconcentraties in oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland.*

PIMM gebied	Concentratie range (µg/l)
Waarden, 1988	n.d.-180
Bollenstreek, 1986	n.d.- 50
Drechtsteden, 1990	n.d. - 220
Midden Delfland 1984	5 -56
Tussengebied 1991	n.d. - 460
Duinen 1992	n.d. - 345
Midden-Delfland 1995	48-158
Bodengraven Noord 1994	< 20 -125
Westland 1989	20-1100

n.d. : beneden detectiegrens.

### 2.4.3 Trend in milieukwaliteit

Over de gehele provincie Zuid-Holland is in de periode 1985-1989 de waterkwaliteit wat zink betreft licht verbeterd [14]. Eén en ander is in overeenstemming met de geconstateerde ontwikkeling van de kwaliteit van Rijnwater (zie bijlage V). In het Noordoostelijk veenweidegebied is de zinkconcentratie in het oppervlaktewater in de periode 1983-1994 sterk toegenomen (circa 130%) [9], terwijl in Midden-Delfland in de periode 1984-1995 geen significante verandering is geconstateerd [15].

### 2.4.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

In het kader van het project diffuse bronnen [13] is een inventarisatie gemaakt van de norm-overschrijdingen op verschillende meetpunten binnen de verschillende waterkwaliteitsbeheersgebieden in 1994/1995. Onderstaande tabel geeft een overzicht. Er is sprake van normoverschrijding wanneer de meetwaarde groter is dan de grenswaarde (G = grenswaarde, S = streefwaarde).

Tabel 6 *Vergelijking van metingen van zinkconcentraties in oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland met grens- en streefwaarden.*

	Zuid Hollandse Eilanden en Waarden		Rijnland				Delfland				Schieland				Rijks- wateren	
	polder		polder	boezem	polder	boezem	polder	boezem	polder	boezem	polder	boezem	n	%	n	%
Kwaliteits- klasse	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Klasse 1 ( $m \leq S$ )	20	21.5	45	97.8	59	81.9	0	0	0	0	0	0	20	39.2	0	0
Klasse 2 ( $S < m \leq G$ )	69	74.1	0	0	5	6.9	0	0	1	8.3	2	22.2	16	31.3	4	30.7
Klasse 3 ( $G < m \leq 2G$ )	4	4.3	0	0	6	8.3	1	25	2	16.6	5	55.5	9	17.6	9	69.2
Klasse 4 ( $2G < m \leq 5G$ )	0	0	1	2.1	1	1.3	3	75	8	66.6	0	0	5	9.8	0	0
Klasse 5 ( $m > 5G$ )	0	0	0	0	1	1.3	0	0	1	8.3	2	22.2	1	1.9	0	0
totaal	93	100	46	100	72	100	4	100	12	100	9	100	51	100	13	100
% normover- schrijdende meetpunten	4.33		2.17		11.1		100		91.6		77.7		29.4		69.2	

m: meetwaarde; n: aantal meetwaarden in kwaliteitsklasse; %: percentage meetwaarden in kwaliteitsklasse; totaal: aantal waarnemingen

De oppervlaktewaterkwaliteit in Zuid-Holland voldoet voor zink niet geheel aan de doelstelling (100% van de meetpunten in klasse 1 of 2). Thans valt 80% van de meetwaarden in klasse 1 of 2 [3]. In het Haringvliet (1995) overschrijdt zink de

grenswaarde [7]. Hoewel de mediaan waarde in het Noordoostelijk veenweidegebied op het niveau van de achtergrondconcentratie (35-40 µg/l) ligt worden veel hogere 90 percentielwaarden gemeten (25% meetpunten klasse 3 en 75% klasse 5). De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt in dit gebied gezien als een zeer ernstig knelpunt [9]. Bovenstaande toetsingen zijn uitgevoerd op basis van een streefwaarde van 9 µg/l en een grenswaarde van 30 µg/l. In de INS (en ook de vierde Nota water) zijn deze iets verruimd tot respectievelijk 12 en 40 µg/l (MTR). In het kader van het Noordzee- en Rijn Actieplan dient de (landelijke) emissie van Zn in 2000 met 50% te worden gereduceerd t.o.v. 1985. Deze doelstelling wordt waarschijnlijk niet gehaald. De verwachting tot voor kort was dat de emissies naar water zullen gaan toenemen [7]. Dit wordt in dit onderzoek niet bevestigd.

## 2.5 Waterbodem

### 2.5.1 Algemeen overzicht milieukwaliteit

De component zink staat nummer één in de top tien van probleemstoffen in waterbodems in de provincie Zuid-Holland [13]. In onderstaande tabel zijn gemeten waterbodemkwaliteit in Zuid-Holland gegeven in mg/kg d.s.. De waarden hebben betrekking op de LAWABO gegevens uit 1991 voor 741 locaties in Zuid-Holland [16].

Tabel 7 Resultaten van metingen aan zinkconcentraties in waterbodems in de provincie Zuid-Holland.

Geometrisch gemiddelde	5 percentiel	16 percentiel	84 percentiel	95 percentiel
185,2	25,2	68,3	502,2	1361,9

In het rapport Zware metalen in Zuid-Holland, 1994 wordt een concentratierange voor Zn in waterbodems genoemd van 16 tot 1130 mg/kg d.s..

### 2.5.2 Regionale verschillen binnen provincie

Het rapport Zware metalen in Zuid-Holland [11] levert de volgende tabel betreffende de milieukwaliteit voor zink in waterbodems in de verschillende PIMM gebieden in de provincie Zuid-Holland.

Tabel 8 *Gemeten zinkgehalten in waterbodems per regio Pimmgebied in de provincie Zuid-Holland.*

PIMM gebied	Concentratie range (mg/kg d.s.)	Mediaan concentratie
Waarden, 1988	44 - 145	80
Bollenstreek, 1986	16 - 802	75
Eilanden, 1987	27 - 115	70
Drechtsteden, 1990	36 - 423	123
Midden Delfland 1984	59 - 145	115
Tussengebied 1991	58 - 1130	99
Duinen 1992	16 - 380	27
Midden-Delfland	53-123	?
Bodengraven Noord, 1994	58 - 120	90
Westland, 1989	77 - 1010	346

De relatief hoge mediane waarden voor Drechtsteden is waarschijnlijk een gevolg van emissies van Nedstaal terwijl de hoge waarden in Midden-Delfland en Westland waarschijnlijk samenhangen met de aanwezigheid van kassen.

### 2.5.3 Trend in milieukwaliteit

In het Noordoostelijk veenweidegebied is de zinkconcentratie in waterbodems in de periode 1983-1994 significant afgenomen met circa 45% en bevindt zich op een geaccepteerd niveau [3]. Het is onbekend in hoeverre deze daling reëel is, of dat deze een gevolg is van bijvoorbeeld de onderzoeksopzet (te weinig meetpunten). In Midden-Delfland is de kwaliteit van de waterbodem niet significant veranderd [15]. Gezien de verwachting dat de belasting van het oppervlaktewater met Zn de komende jaren niet significant zal afnemen wordt verwacht dat ook na 2000 matig verontreinigd slib zal blijven ontstaan [5].

### 2.5.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

In waterbodems overall in de provincie worden grenswaarden van zware metalen overschreden (meetwaarde in klasse 1, 2, 3 of 4) [7]. Een en ander komt tot uitdrukking in onderstaand overzicht [13]. Hierbij zij opgemerkt dat de klasse 4 waterbodems vaak het gevolg lijken te zijn van historische verontreinigingen en puntlozingen. De (huidige) diffuse bronnen leiden met name tot klasse 1, en 2 waterbodems. Klasse 3 bestaat niet voor zink omdat de toetsingswaarde gelijk is aan de interventiewaarde.

Tabel 9 Evaluatie van de waterbodempkwaliteit in de provincie Zuid-Holland (1995/1996).

Kwaliteitsklasse	ZHEW		Delfland		Schieland	
	n	%	n	%	n	%
Klasse 0 ( $m \leq S$ )	527	54.7	126	7.7	89	57.4
Klasse 1 ( $S < m \leq G$ )	356	37	366	22.4	59	38
Klasse 2 ( $G < m \leq 2G$ )	41	4.2	982	60.1	4	2.5
Klasse 4 ( $5G < m$ )	38	3.9	159	9.7	3	1.9
totaal	962	100	1633	100	155	100
% norm-overschrijdende meetpunten	45.2		92.2		42.5	

n : aantal meetwaarden in de kwaliteitsklasse

% : percentage van de meetwaarden in de kwaliteitsklasse

totaal : meetwaarde

S : streefwaarde

G : grenswaarde

n : aantal waarnemingen

ZHEW : Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden

Bovenstaande toetsingen zijns gebaseerd op MILBOWA normen (een streefwaarde van 140 mg/kg d.s. en een grenswaarde van 480 mg/kg d.s.). In de INS (en ook de vierde Nota Water) is de grenswaarde iets verruimd tot 620 mg/kg d.s. (MTR).

## 2.6 Biota

### 2.6.1 Algemeen overzicht milieukwaliteit

De milieukwaliteit van het biotisch milieu wordt in de provincie Zuid-Holland bepaald aan de hand van metingen in gras, kroos, regenwormen en mollen. Het meest frequent worden mollen en regenwormen onderzocht. Beide organismen zijn geen goede biomonitor voor zink omdat in deze organismen het zinkgehalte gereguleerd wordt via de stofwisseling [17]. Het zinkgehaltes in wormen in Zuid-Holland variëren tussen 300 en 1000 mg/kg d.s.. In organen van mollen werden waarden gevonden in de range 80 tot 170 mg/kg d.s. [17, 18, 19].

### 2.6.2 Regionale verschillen binnen provincie

In 1991 werden mollen onderzocht op zink in het kader van het PIMM-onderzoek in het Tussengebied. Uit dit onderzoek bleek dat de zinkgehalten in het Tussengebied laag waren en vermoedelijk achtergrondconcentraties betroffen [18]. De gehalten in kroos en regenwormen in het Noordoostelijk veenweidegebied zijn relatief hoog en vormen een aandachtspunt [9].

### 2.6.3 Trend in milieukwaliteit

In Midden-Delfland, onderdeel van de Groenblauwe Slinger, zijn de gehalten aan zware metalen in gras de periode 1985-1995 niet wezenlijk veranderd [3]. In het PIMM-gebied Bodengraven-Noord zijn de zinkgehalten in regenwormen niet significant veranderd in de periode 1984-1994 [18]. Ook in Midden-Delfland is in gras geen verandering geconstateerd [17]. In het Noordoostelijk veenweidegebied is de zinkconcentratie in gras in de periode 1983-1994 niet significant gewijzigd [9]. Het zinkgehalte in regenwormen in Midden Delfland is gemiddeld genomen toegenomen in de periode 1984-1995 [17], maar blijft op het niveau van gehalten zoals die gevonden worden in andere gebieden in Zuid-Holland. Eén en ander is in tegenpraak met de constatering dat de zinkconcentraties in de bodem in Middel Delfland zijn afgenomen (zie paragraaf 1.2.3). De variabiliteit van de meetresultaten ligt hieraan wellicht ten grondslag.

### 2.6.4 Vergelijking met streef- en grenswaarden

Met name het zinkgehalte in kroos is plaatselijk een aandachtspunt [6]. De gehalten in kroos en regenwormen in het Noordoostelijk veenweidegebied zijn relatief hoog en vormen een aandachtspunt (25% meetwaarden boven de referentiewaarde = veevoedernorm [500 mg Zn/kg d.s.]) [9]. Bovenstaande te samen met de resultaten van een samenvattend rapport betreffende de zware metalen problematiek in Zuid-Holland levert de volgende tabel betreffende de milieukwaliteit voor zink in biota.

Tabel 10 Evaluatie zinkgehalten gemeten in biota in de provincie Zuid-Holland.

Aandachtsgebieden		Knelpuntgebieden	Ernstig knelpunt gebieden
Grassen			
Kroos	Westland 1989, Bodegraven Noord 1994		
Regenwormen	Noordoostelijk Veenweidegebied		
Mollen	?		





### 3. Emissies en stofstromen

#### 3.1 Emissies naar water bij de bron

##### 3.1.1 Stofstroomschema

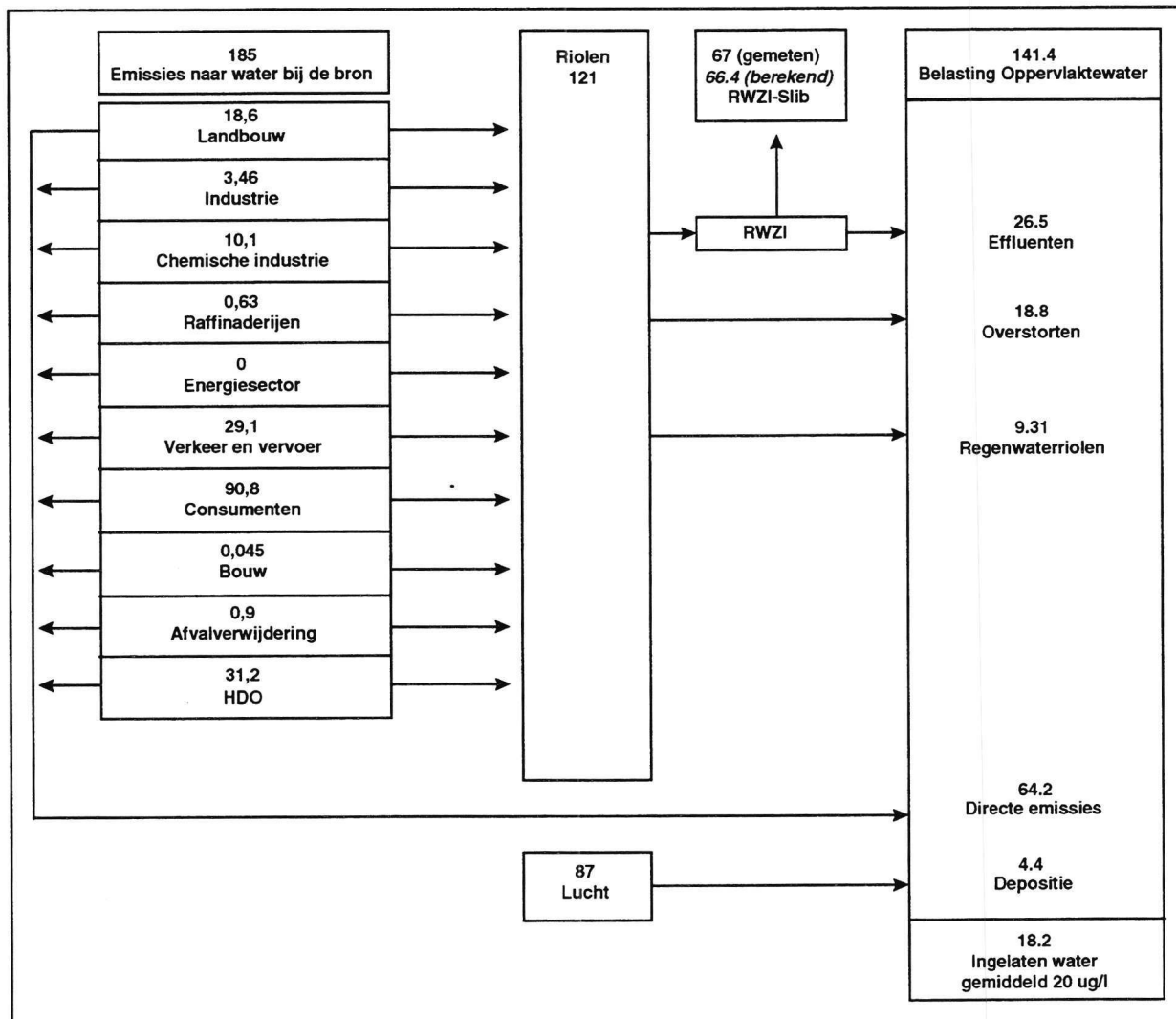
In onderstaande figuur zijn de emissies naar water in de provincie Zuid-Holland in 1995 weergegeven. De bron van de informatie is afkomstig uit de Emissieregistratie [21] tenzij hier anders wordt vermeld. *Van groot belang bij het stofstroomschema water is het onderscheid tussen emissies aan de bron en de belasting van oppervlaktewater.* Het schema is gebaseerd op regionale data.

De effluenten van rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn door het CBS grotendeels berekend op basis van een gemiddeld rendement waarbij het gehalte dat per RWZI is gemeten in het zuiveringsslib hoofdzakelijk als invoerparameter is gebruikt. Deze gegevens zijn per rioolwaterzuiveringsinstallatie opgeslagen in de centrale database van de Emissieregistratie (ERC). De emissies van overstorten en regenwaterriolen zijn bepaald door het RIZA middels berekeningen met PROMISE-model. Binnen de landelijke database (ERC) werden deze emissies geregionaliseerd aan de hand van het aantal inwoners aangesloten op binnen het systeem gelokaliseerde overstorten.

De directe emissies op oppervlaktewater zijn bepaald middels het subsysteem voor transport en verwerking van afvalwater (TVA) dat onderdeel is van de centrale database van de Emissieregistratie (ERC). Hierin is aangegeven wat de bestemming van de wateremissie van elke bron is. Van de individueel geregistreerde bedrijven is ongeveer 10 ton zink afkomstig. Deze hoeveelheid wordt in Zuid-Holland grotendeels op de grote rivieren geloosd. Bij de kleinere (collectieve) bronnen van inwoners en van bedrijven is eveneens binnen het TVA-systeem aangegeven wat de bestemming van de lozing is (oppervlaktewater of rioolwaterzuivering). Van de overige bronnen die niet aan inwoners of bedrijven zijn gekoppeld is aangenomen dat ze rechtstreeks op oppervlaktewater lozen (bijvoorbeeld uitspoeling landbouw, of de emissies van verkeerswegen buiten de bebouwde kom).

De belasting van oppervlaktewater door het ingelaten rivierwater is geschat op basis van ongeveer 900 miljoen m<sup>3</sup>/jaar waarbij een gemiddeld zinkgehalte van 20 µg/liter is gehanteerd. Deze concentratie komt ongeveer overeen met de huidige kwaliteit van Rijnwater, ontleend aan diverse rapporten van RIWA [22a, b, c, d]. Aangenomen mag worden dat het ingelaten water grotendeels bestaat uit Rijnwater en ook ongeveer deze kwaliteit bezit. Van de depositie is slechts een ruwe schatting gemaakt ten behoeve van deze rapportage. Daarbij is uitgegaan van een depositieflux van 100 gram zink per hectare per jaar welke werd afgeleid uit natte depositiemetingen (zie ook hoofdstuk 2) en een wateroppervlak van 439 vierkante kilometer (water breder dan 6 meter) in de provincie Zuid-Holland [23]. Verondersteld werd bovendien dat 25 procent van de depositie van binnen de provincie afkomstig is. Uit berekeningen van het IWAD-project [33] bleek dat 34 procent van de depo-

sitie van zink op het Nederlands grondgebied afkomst is uit Nederland zelf. Voor kleinere gebieden in Nederland gelden uiteraard kleinere verhoudingen die wel afhangen van de omvang van de bronnen in die gebieden.

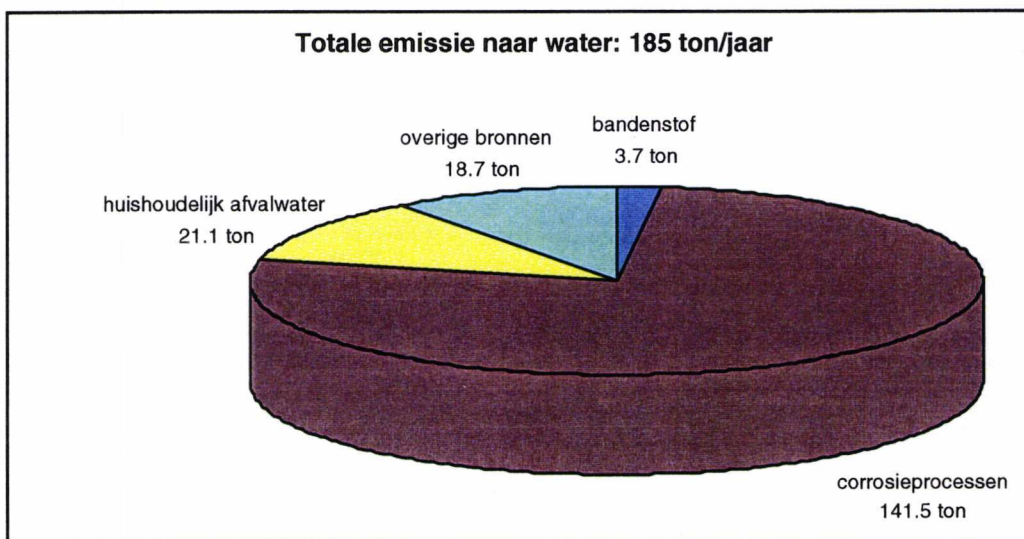


Figuur 1 Emissies naar water en totale belasting van water in de provincie Zuid-Holland (ton/jaar).

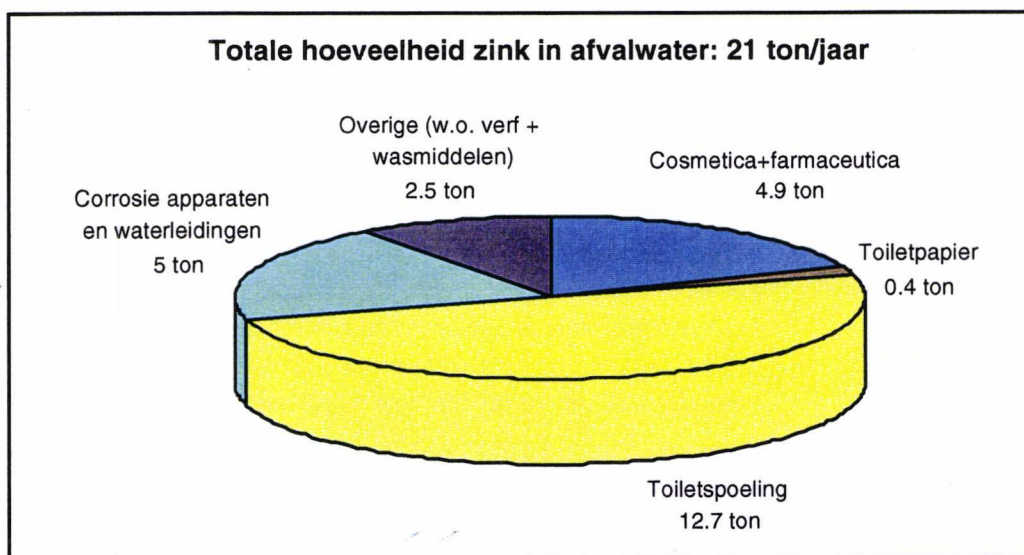
### 3.1.2 Emissies per type proces

In onderstaande figuur zijn de emissies naar water (totalen) opgenomen per type proces. Uit deze tabel kan men eenvoudig opmaken dat slechts weinig processtypen een significante bijdrage leveren aan de emissies van zink naar water. Met name corrosieprocessen en huishoudelijk afvalwater zijn de belangrijkste emissiebronnen. De emissies van bandenslijtage worden veroorzaakt doordat zink als katalysator aan het vulcanisatieproces van banden wordt toegevoegd. Het gehalte van zink in het loopvlak van een band van een personenauto is gemiddeld 1,2 gram

zink per kilogram, voor zwaar verkeer is dat gemiddeld 2,3 gram zink per kilogram. Het gehalte van zink in stof van wegdek is gesteld op 35 mg per kilogram slijtstof. Het gehalte van zink in gelekte motorolie is gesteld op 825 mg/kilogram [24]. Aan corrosieprocessen wordt een aparte paragraaf besteed. Het gehalte van zink in huishoudelijk afvalwater wordt voornamelijk bepaald door menselijke afvalstoffen en in veel mindere mate door cosmetica en farmaceutische producten. De onzekerheid van de emissiefactor van huishoudelijk afvalwater is tamelijk groot [25] doordat separate meting (onderscheid van andere bronnen) tot nu toe moeilijk is gebleken.



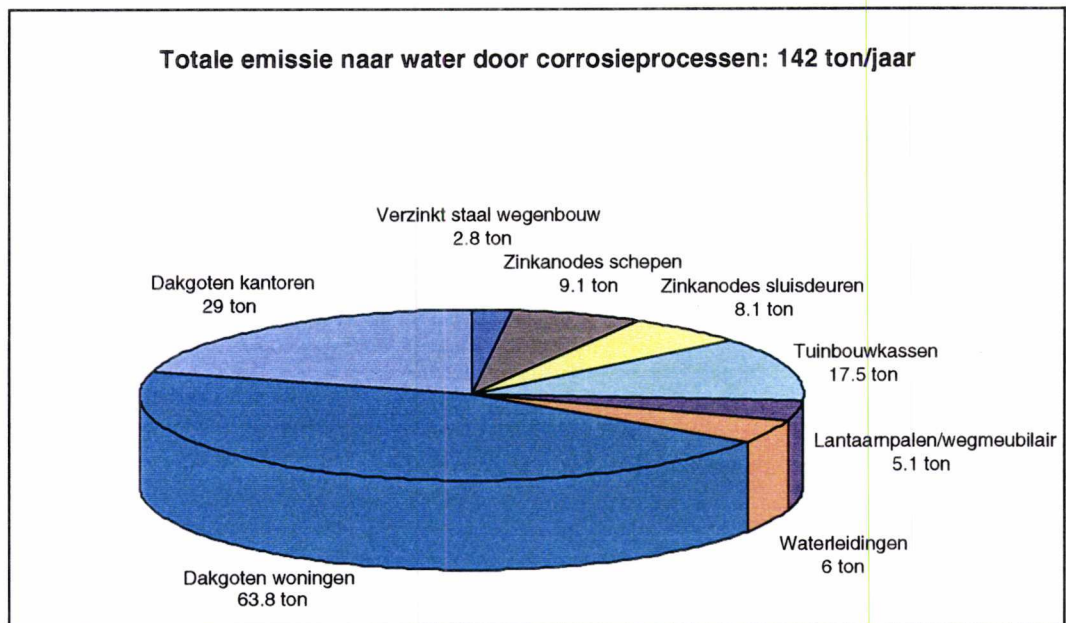
*Figuur 2 Emissies naar water per procestype in de provincie Zuid-Holland in 1995.*



*Figuur 3 Zink in huishoudelijk afvalwater in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

### Overzicht corrosieprocessen

In onderstaande figuur 4 is weergegeven wat het relatieve bijdrage is van corrosieprocessen van materialen die voor diverse toepassingen worden gebruikt. Een groot deel van de corrosie vindt plaats aan bouw materiaal waarbij woningen, kantoren en tuinbouwkassen het grootste deel van het blootgestelde zink vertegenwoordigen. Een bijzondere toepassing van corrosiebescherming vormen de zinkanodes op schepen en sluisdeuren. Onderstaande gegevens per onderdeel werden ontleend aan een interne notitie van het RIZA [26].



Figuur 4 Emissies naar water door corrosieprocessen in de provincie Zuid-Holland.

### Corrosie verzinkt staal wegebouw

Het oppervlak aan verzinkte vangrails in Nederland was in 1990  $4.8 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ . De corrosiesnelheid in 1990 was  $28 \text{ g/m}^2$  per jaar. De afname van de corrosiesnelheid tussen 1985 en 2010 is gesteld op 0,8 procent per jaar. De toename van de hoeveelheid verzinkt staal is lineair verondersteld aan de lengte van de autosnelwegen. Ook in ERC is de emissie van dit proces gelokaliseerd<sup>ez</sup> middels autosnelwegen. Verder is verondersteld dat 90 procent van de emissie in het oppervlaktewater terecht komt.

### Corrosie van tuinbouwkassen

Het oppervlak van verzinkt staal in tuinbouwkassen is in 1990 ongeveer  $12 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ . Het atmosferisch blootgesteld gedeelte hiervan is 25 procent. De corrosiesnelheid is vanwege de klimatologische omstandigheden in de kassen gelijkgesteld aan de corrosiesnelheid op industriële locaties namelijk  $40 \text{ gram/m}^2$  per jaar in 1985. De afname van de corrosiesnelheid is vanwege verlaging van de  $\text{SO}_2$ -concentratie is gesteld op 0,8 procent per jaar. Het oppervlak aan kassen in Nederland was in

1990 96400 hectare en in 1997 97400 hectare. In ERC zijn de kassen gelokaliseerd via de zogenaamde meetellingen (landbouwstatistieken LEI/CBS) gecombineerd met satellietbeelden.

Aangenomen is dat 75 procent van de emissies op de bodem geraken en 25 procent van de emissies in het oppervlaktewater terecht komen.

#### *Corrosie van dakgoten woningen*

In 1987 werden de volgende oppervlakte verzinkt staal aangenomen: dakgoten  $11.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ , daken  $3.1 \times 10^6 \text{ m}^2$  in totaal  $17.5 \times 10^6 \text{ m}^2$  bij een woningvoorraad van  $5.7 \times 10^6$ . In 1997 was de woningvoorraad  $6.441 \times 10^6$ . Verder zijn de corrosiesnelheden gedifferentieerd naar verschillende gebieden. Dit staat weergegeven in tabel 1.

*Tabel 11 Per gebiedstype het % blootgesteld oppervlak zink alsmede de gemiddelde corrosiesnelheid.*

soort gebied	oppervlak blootgesteld zink (% oppervlak)	corrosiesnelheid (g/m <sup>2</sup> per jaar)
landelijk gebied	20	14
stedelijk gebied	70	25
zeeklimaat	5	35
industriële locaties	5	40

De afgeleide corrosiesnelheid voor 1985 bedraagt 24 gram/m<sup>2</sup> per jaar. De afname van de corrosiesnelheid is vanwege verlaging van de SO<sub>2</sub>-concentratie is gesteld op 0,8 procent per jaar. De verdeling van de emissies naar de verschillende milieucompartimenten is als volgt: 30 procent naar de bodem, 70 procent naar riool en oppervlaktewater. Het gedeelte naar oppervlaktewater is daarbij afhankelijk van de aansluitingsgraad van de woningen per afzonderlijk rioleringsgebied zoals is vastgelegd in de centrale database van de Emissieregistratie (ERC).

#### *Corrosie van dakgoten van kantoren*

Het oppervlak van zinken daken van utiliteitsgebouwen in 1990 is gesteld op  $17.3 \times 10^6 \text{ m}^2$ . De corrosiesnelheid op industriële locaties is 40 gram/m<sup>2</sup> per jaar. In 1997 is de corrosiesnelheid bepaald op 36.2 gram/m<sup>2</sup> per jaar. De verdeling van de emissies naar de verschillende milieucompartimenten is als volgt: 30 procent naar de bodem, 70 procent naar riool en oppervlaktewater.

#### *Corrosie van lantaarnpalen en wegmeubilair*

Het oppervlak verzinkte lantaarnpalen in 1990 is  $6.7 \times 10^6 \text{ m}^2$ . Het atmosferisch blootgestelde gedeelte daarvan is 60 procent. De corrosiesnelheid in 1985 is 20 gram/m<sup>2</sup> per jaar. De afname van de corrosiesnelheid tussen 1985 en 2010 is gesteld op 0,8 procent per jaar. De verdeling van de emissies naar de verschillende milieucompartimenten is als volgt: 30 procent naar de bodem, 70 procent naar riool en oppervlaktewater. Het gedeelte naar oppervlaktewater is daarbij afhankelijk van de aansluitingsgraad van de woningen per afzonderlijk rioleringsgebied zoals is vastgelegd in ERC.

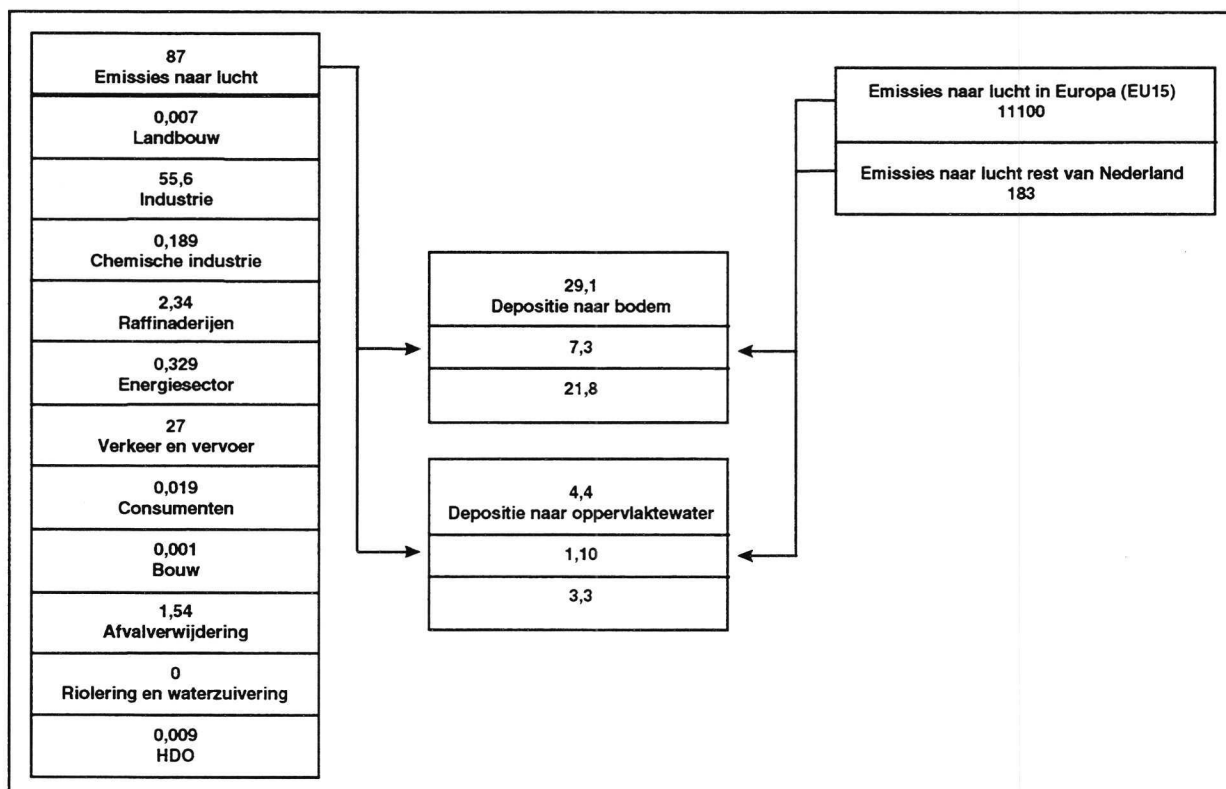
*Corrosie zinkanodes schepen en sluisdeuren*

De zinkemissie door corrosie van zinkanodes in sluisen is door het RIZA geschat op 25 ton per jaar. Dit is gebaseerd op informatie van de Bouwdienst van Rijkswaterstaat over de standtijd van zinkanodes op sluisdeuren in het Nederlandse kustgebied. De gemiddelde emissiefactor per sluis is 490 kg per jaar. In ERC zijn de emissies gekoppeld aan de intensiteit van de binnenvaart.

**3.2 Emissies naar lucht**

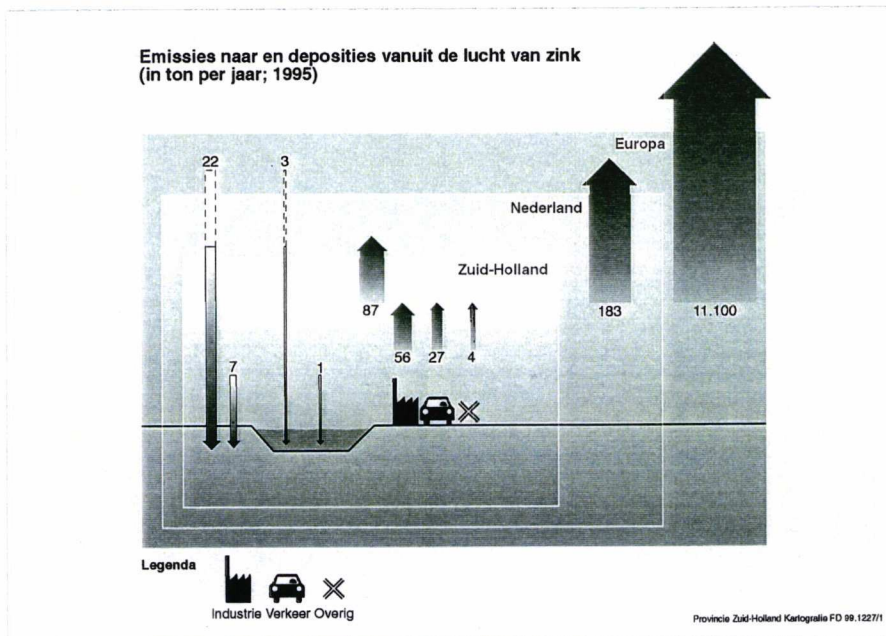
**3.2.1 Stofstroomschema**

In onderstaand stofstroomschema zijn de emissies van zink naar lucht aangegeven (in totaal 87 ton) . Tevens is aangegeven dat naar schatting 7 ton hiervan terecht komt op de Zuid-Hollandse bodem en 1 ton op oppervlaktewater via natte en droge depositie. Tevens wordt naar schatting van buiten de provincie nog 21 ton aangevoerd naar de Zuid-Hollandse bodem en nog 3 ton naar oppervlaktewater.



*Figuur 5 Emissies naar lucht en resulterende belasting van bodem en water in de provincie Zuid-Holland in 1995 (ton/jaar).*

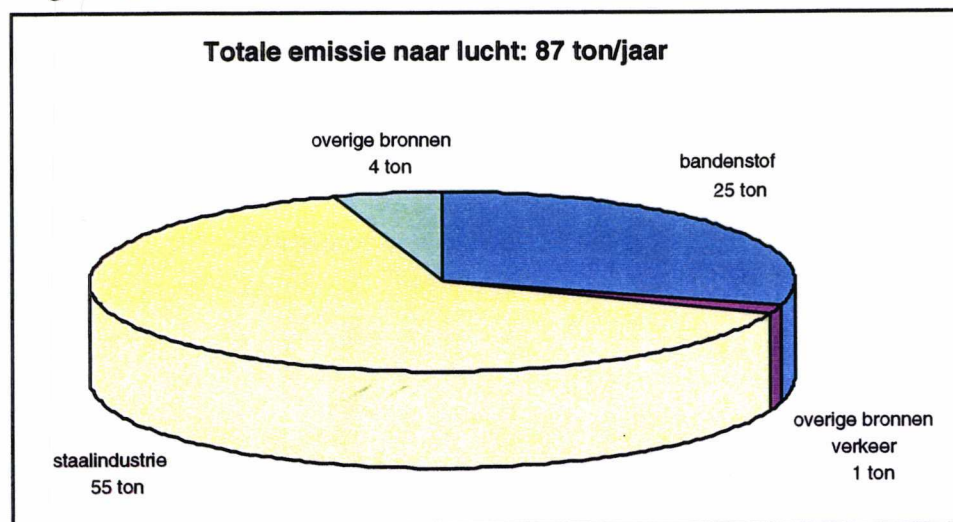
In figuur 6 staat op een andere manier verduidelijkt hoe de stofstromen van bovenstaande figuur verlopen.



**Figuur 6** Emissies naar en deposities vanuit de lucht van zink in 1995 (ton per jaar). De weergegeven emissies betreffen bruto emissies, d.w.z. niet gecorrigeerd voor depositie.

### 3.2.2 Emissies per type proces

In figuur 7 zijn de emissies naar lucht opgenomen per type proces. Uit deze figuur kan men eenvoudig opmaken dat slechts weinig processtypen een significante bijdrage leveren aan de emissies van zink naar lucht.



**Figuur 7** Emissies naar lucht per processtype in de provincie Zuid-Holland in 1995.

*Slijtage van autobanden*

De emissie van bandenslijtage wordt veroorzaakt doordat zink als katalysator aan het vulcanisatieproces van banden wordt toegevoegd. Het gehalte van zink in het loopvlak van een band van een personenauto is gemiddeld 1,2 gram zink per kilogram, voor zwaar verkeer is dat gemiddeld 2,3 gram zink per kilogram. Aangenomen is dat 75 procent van het slijtgestof naar de lucht wordt geëmitteerd. In tabel 12 staan de emissiefactoren van bandenstof weergegeven welke worden toegepast op de verschillende voertuigen.

Tabel 12 *Gehanteerde emissiefactoren voor bandenslijtage.*

Type voertuig	Bandslijtage (mg bandenstof/km)
Personenauto's	92
Bestelauto's	120
Vrachtauto's	495
Trekkers	495
Autobussen	360
Speciale voertuigen	405
Motoren	46
Bromfietsen	23

Bron: [24]

*Emissie secundaire staalindustrie*

De emissie van de staalindustrie is afkomstig van 1 bedrijf dat secundair staal produceert. De emissies van zink die daarbij ontstaan hangen sterk samen met de aanwezigheid van zink in de grondstoffen (o.a. verzinkt staal en zink-bruinsteen batterijen). De emissie van zink wordt dus grotendeels bepaald door de hoeveelheden oude batterijen en verzinkt schroot die worden verwerkt. Dit kan van jaar tot jaar variëren mede afhankelijk van de vraag naar bepaalde producten.

*Emissies overige bedrijven*

Bij raffinaderijen en afvalverwijdering bevat de resterende stofemissie een gering aandeel aan zink. De emissies van de afvalverwijderingsbedrijven worden bestreden en periodiek gemeten.

### 3.3 Emissies naar de bodem

#### 3.3.1 Stofstroomschema

Het stofstroomschema naar bodem is eenvoudig omdat alleen de netto bodembelasting in deze studie werd betrokken. De gegevens zijn afkomstig uit ERC (basisjaar 1995). Voor landbouw is gebruik gemaakt van gegevens uit totaalbalansen over landbouwgronden geproduceerd door CBS. Daarnaast is voor deze studie gebruikt gemaakt van de mestbalans van CBS over Zuid-Holland [28].



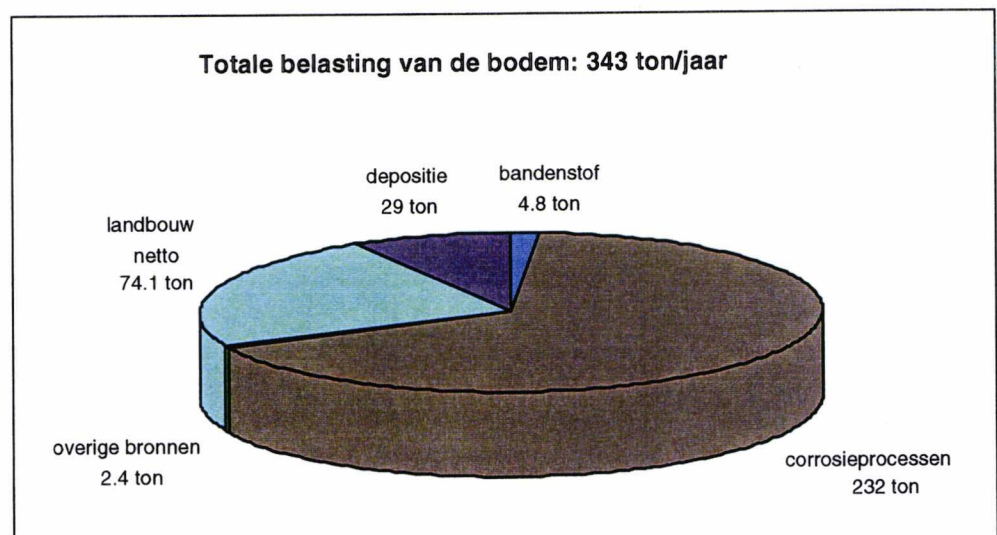
<b>343</b>
<b>Belasting bodem</b>
<b>126,5</b>
<b>Landbouw (netto) incl. corrosie tuinbouwkassen</b>
<b>41</b>
<b>Verkeer en vervoer</b>
<b>28</b>
<b>Consumenten</b>
<b>116</b>
<b>HDO</b>
<b>29</b>
<b>Depositie</b> ~
<b>2</b>
<b>Overig</b>

*Figuur 8 Belasting van de bodem in de provincie Zuid-Holland in 1995 (ton/jaar).*

De aandelen van de doelgroepen verkeer, consumenten en HDO worden bijna volledig bepaald door corrosie van verzinkt staal. De depositie van zink naar de bodem is voor het grootste deel (geschat wordt 75 procent) afkomstig uit het buitenland.

### 3.3.2 Emissies per type proces

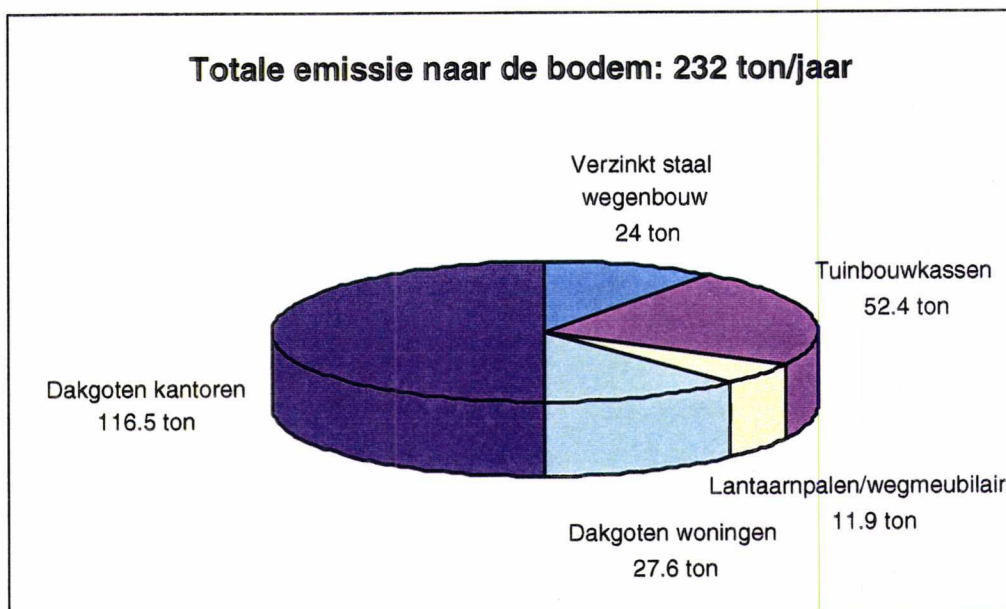
In figuur 9 zijn de emissies naar bodem opgenomen per type proces. Uit deze figuur kan men eenvoudig opmaken dat slechts weinig processtypen een significante bijdrage leveren aan de emissies van zink naar lucht. Dominante bronnen zijn corrosieprocessen van verzinkt staal, de aanvoer van zink op landbouwbodems via dierlijke mest, droge en natte depositie.



*Figuur 9 Belasting van de bodem per processtype in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

### *Emissies door corrosieprocessen*

In figuur 10 staan de emissies ten gevolge van corrosieprocessen gespecificeerd naar toepassingsgebied van verzinkt staal. In paragraaf 3.1.2 is reeds vermeld wat de achtergrond van deze cijfers is.



*Figuur 10 Emissies naar de bodem ten gevolge van corrosieprocessen in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

### *Emissies door landbouw*

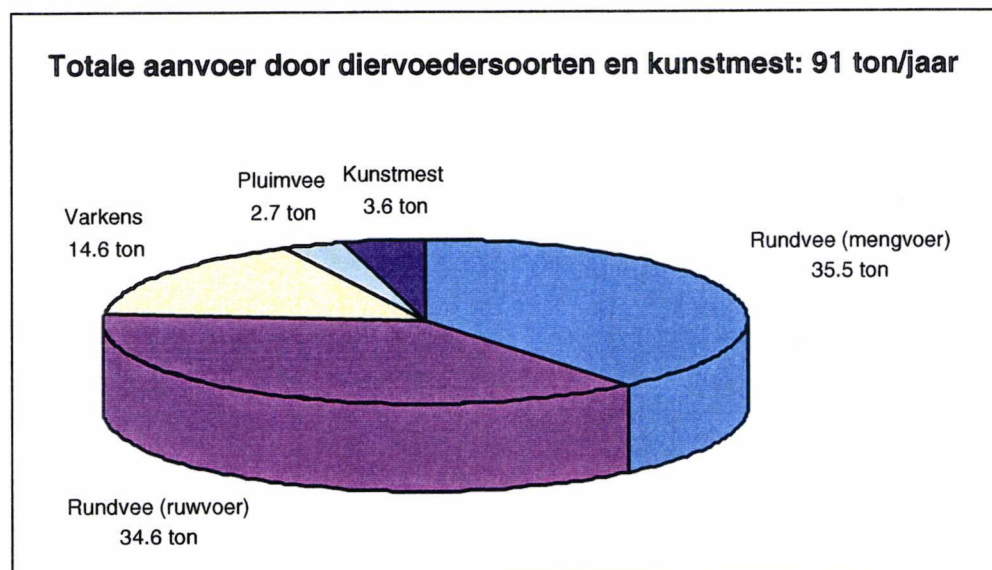
Het grootste deel van de belasting door landbouw wordt veroorzaakt door de aanwending van dierlijke mest. Van de ongeveer 90 ton die wordt opgebracht in Zuid-Holland vindt ongeveer 35 ton zijn herkomst in Zuid-Holland geproduceerd als ruwvoer. De rest (ongeveer 65 ton) komt derhalve van elders door aanvoer van mengvoeders welke worden gebruikt om de Zuid-Hollandse veestapel te voeren. Daarnaast worden nog enkele tonnen zink aangevoerd naar de bodem door het aanwenden van kunstmeststoffen. In figuur 11 staat verdeling van de verschillende aandelen van diervoedersoorten en kunstmest aan de toevoer van zink aan landbouwgrond in Zuid-Holland aangegeven.

In totaal blijft van de totale aanvoer op bodem in landbouwkundig gebruik per jaar ongeveer 80 ton zink achter in de bodem in Zuid-Holland. Een en ander staat schematisch weergegeven in figuur 12. De depositie op landbouwbodem is bepaald door uit te gaan van het aandeel van landbouwbodem op het totaal (1900 vierkante kilometer op een totaal van 3363 vierkante kilometer) en daarmee de fractie van de totale depositie te bepalen. Verder blijft nog ongeveer 50 ton zink in de Zuid-Hollandse bodem achter die afkomstig is van verzinkt staal van tuinbouwkassen. Deze laatste emissiebron wordt tevens onder de doelgroep landbouw gerekend.

### *Accumulatie in relatie tot de streefwaarden*

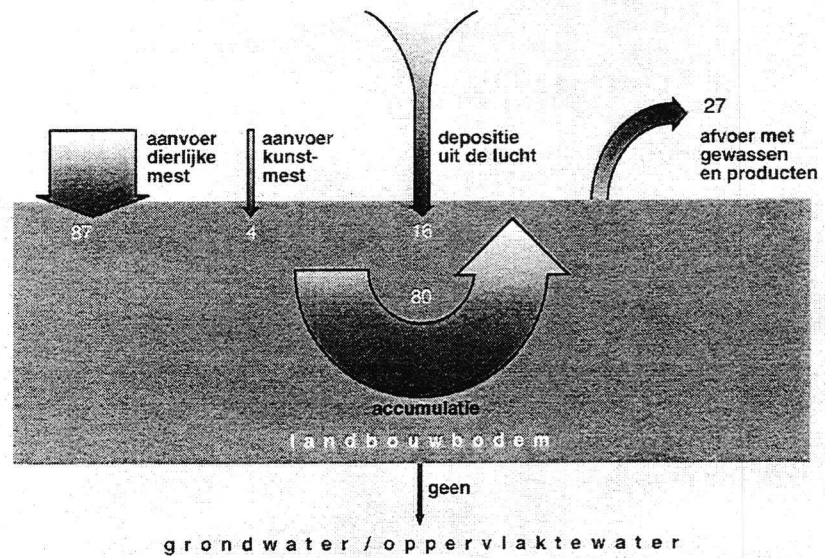
Informatie over de metaalbelasting van landbouwgronden in relatie tot de streefwaarden werd verder nog ontleend aan een rapport van IKC [27]. De emissies van zink door landbouw naar bodem kunnen in feite slechts worden uitgerekend met een model dat rekening de totale balans van aan- en afvoer per gebied berekend. Per bemestingsscenario en per gebied kunnen de opvulsnelheden van de normen en actuele gehalten van zink zeer drastisch verschillen. Voor Zuid-Holland zijn vooral de volgende bodem en gebruikssituaties van belang:

- melkveehouderij op veengrond  
Door de geringe ruimte tussen het actuele zinkgehalte en de streefwaarden alsmede de geringe bouwvoordikte wordt de streefwaarde in het algemeen zeer snel opgevuld. Voor grasland op klei zijn de streefwaarden dikwijls al overschreden.
- akkerbouw op zeeklei  
Alleen bij bemestingsscenario's waarbij veel dierlijke mest wordt toegepast kunnen de opvulsnelheden van de streefwaarde in de buurt komen van 1% per jaar.
- bloembollen  
Bij de meest waarschijnlijke bemestingsscenario's (rundveemest en GFT-compost) liggen de opvulsnelheden van de streefwaarde in de buurt van de 1%.



Bron: [27] + [28]

*Figuur 11 Aanvoer van zink door verschillende diervoedersoorten en kunstmest naar landbouwgrond in de provincie Zuid-Holland in 1995.*



Provincie Zuid-Holland Kartografie FD 99.1227/2

Figuur 12 Zinkbalans van landbouwbodem in Zuid-Holland (in ton per jaar).

## 4. Gevolgen van beleid en aanvullende maatregelen op emissies en milieukwaliteit

In dit hoofdstuk wordt het reeds lopende beleid ten aanzien van de emissies van zink naar de milieucompartimenten (water, bodem, lucht) en de belasting van het oppervlaktewater besproken. Een inschatting wordt gemaakt van de emissies in 2010, uitgaande van groei zonder doorvoering van maatregelen en van groei met doorvoering van lopende maatregelen. Vervolgens wordt een inschatting gemaakt van het effect van de emissieverandering en de verandering van de belasting op de toekomstige milieukwaliteit gelet op de huidige milieukwaliteit en vooral gelet op de daarin gesignaleerde knelpunten. Ten slotte wordt ingegaan op maatregelen welke in het huidige beleid nog niet of onvoldoende benut worden en bedreigingen als gevolg van enkele recente ontwikkelingen.

### 4.1 Invloed van beleid op emissies

Het effect van de maatregelen op de emissies in het jaar 2010 is geschat op basis van interviews en eigen aannames. Alle precieze getalsmatige aannames die daarbij gemaakt zijn staan weergegeven in bijlage 2 van dit rapport. Er zijn aannames gemaakt over het technische effect van de maatregelen, over de mogelijke penetratie van de maatregel in 2010 en over de groei van de emissie. De volgende formule is gehanteerd om de emissie in 2010 te berekenen:

$$Emissie-2010 = Emissie_{1996} * (100 + Trend_{2010})/100 * (100 - Effect * Penetratie-2010/100)/100$$

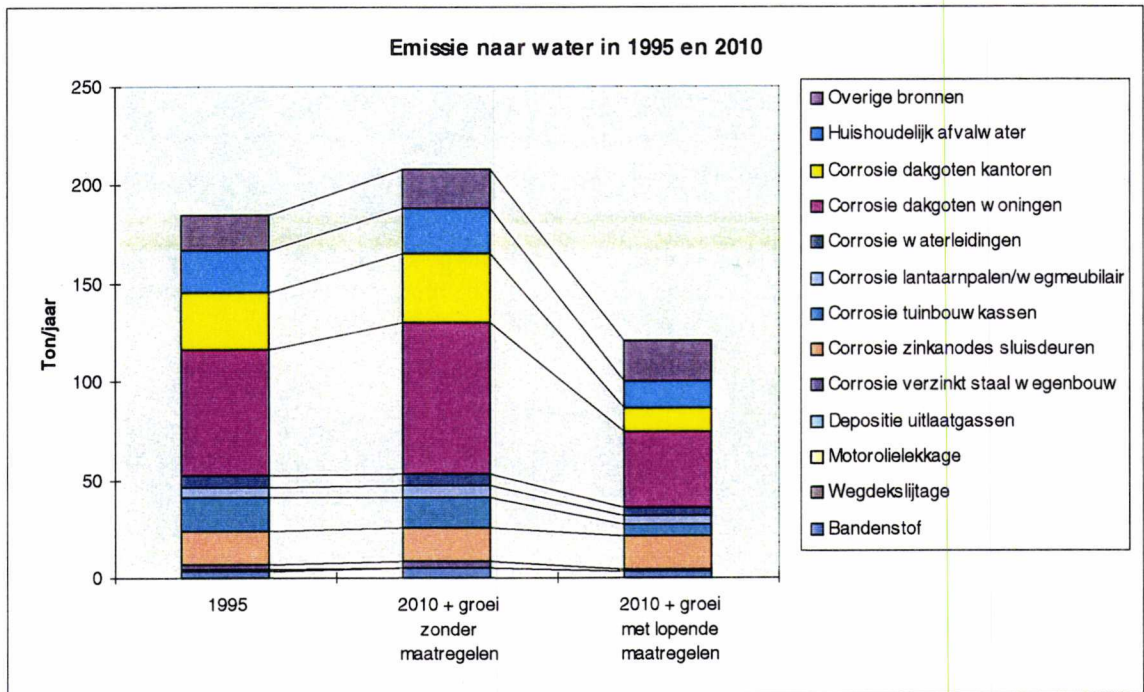
waarbij:

<i>Emissie-2010</i>	= emissie in het jaar 2010 (ton/jaar)
<i>Emissie-1996</i>	= emissie in het jaar 1996 (ton/jaar)
<i>Trend-2010</i>	= groei van de emissiebron in de periode 1996 - 2010 (procenten)
<i>Effect</i>	= technisch effect van een maatregel bij algemene invoering (procenten emissiereductie)
<i>Penetratie-2010</i>	= gedeelte van de emissiebron in 2010 onderhevig aan de maatregel (procent)

Tevens worden zo mogelijk aanvullende maatregelen besproken. Het potentiële effect van deze mogelijk aanvullende maatregelen staat aangegeven in bijlage II.

#### 4.1.1 Emissies naar water bij de bron

In figuur 13 staan de emissies naar water weergegeven per proces. De belangrijkste bronnen van zink zijn: corrosieprocessen (met namen verzinkt staal) en huishoudelijk afvalwater (met name menselijke excreta).



Figuur 13 Huidige en toekomstige zinkemissies naar water (per proces) in de provincie Zuid-Holland.

Uit de analyse blijkt dat indien geen maatregelen zouden worden genomen de berekende zink-emissies in de periode 1995 -2010 met ongeveer 15 procent (lees 10 tot 20 procent) zouden toenemen. Als gevolg van de uitvoering van diverse waarschijnlijke maatregelen, die hieronder genoemd worden, dalen de berekende emissies met ongeveer 40 procent (lees 30 - 50 procent). De belangrijkste afname van de emissies worden verwacht als gevolg van de vermindering van de corrosie van verzinkt stalen producten.

##### *Corrosie verzinkt staal wegenbouw*

Aangenomen is dat de hoeveelheid opgesteld zink langs wegen stabiliseert in verband met alternatieve materialen. Niettemin wordt een emissievermindering naar water verwacht doordat een groter deel van de autosnelwegen met ZOAB zal worden bedekt waardoor een groot deel van het zink als reinigingsafval zal worden afgevoerd. Tevens vermindert de corrosiesnelheid van het verzinkte staal als gevolg van de daling van de SO<sub>2</sub>-emissie van raffinaderijen (zie bijlage III). Daarnaast neemt ook de SO<sub>2</sub>-emissie van het wegverkeer af als gevolg van de daling van het zwavelgehalte van de brandstof. Het effect op de daling van de lokale concentratie is voor beide maatregelen ongeveer gelijk [29].

*Corrosie zinkanodes op schepen en sluisdeuren*

De toepassing van zinkanodes op schepen en sluisdeuren is statisch verondersteld. Dit geldt ook voor de emissies.

*Corrosie verzinkt staal van tuinbouwkassen*

Het areaal tuinbouwkassen neemt door de verstedelijking van traditionele kassen-gebieden in lichte mate af (10 procent). De provincie Zuid-Holland gaf later aan te willen uitgaan van een afname van 17 procent van het kassenareaal [41] bij de berekeningen. Gezien de gemelde onzekerheid van deze aanname (een middeling tussen twee schattingen van 0 en 34 procent) en de onzekerheid geldend voor de afname in de emissiefactor is het resultaat van de emissieberekening hierop niet aangepast. Tevens wordt verwacht dat een deel van de nieuwe kassen wordt uitgevoerd in aluminium in plaats van verzinkt staal. Ondermeer doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair*

Het volume van opgesteld verzinkt staal stijgt ongeveer half zo snel als de volume van het wegverkeer. Ondermeer doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie waterleidingen*

Aangenomen is dat de hoeveelheid verzinkt stalen waterleidingen stabiel is. Door de verdere uitvoering van drinkwaterontharding daalt de corrosiesnelheid van de leidingen.

*Corrosie dakgoten kantoren*

Het oppervlak aan kantoorgebouwen stijgt. Daarnaast worden oude kantoren gesloopt en vervangen door nieuwbouw. Tegelijkertijd worden steeds meer kantoren op duurzame wijze gebouwd. Het verkrijgen van een groen imago is hierbij belangrijk. Bij het duurzaam bouwen wordt verzinkt staal met een coating-laag toegepast, verbeterd verzinkt staal toegepast of wordt gebruik gemaakt van alternatieve materialen voor verzinkt staal. Ondermeer doordat tevens de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie dakgoten woningen*

Het aantal woningen in Zuid-Holland stijgt. Langzaam aan echter wordt steeds meer op duurzame wijze gebouwd waarbij geen verzinkt staal of verbeterd verzinkt staal wordt toegepast. Doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van het verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

#### *Huishoudelijk afvalwater*

De hoeveelheid huishoudelijk afvalwater stijgt iets sneller dan de bevolkingsomvang. Voor Zuid-Holland is een stijging van 10 procent voor de periode 1995-2010 geschat. Onder meer door een toenamen van de benutting van regenwater voor tuinen of andere toepassingen etc. wordt een lichte afname van het zinkgehalte van huishoudelijk afvalwater verwacht. Hierdoor zijn de zinkemissies vanuit huishoudelijk afvalwater stabiel tot licht dalend.

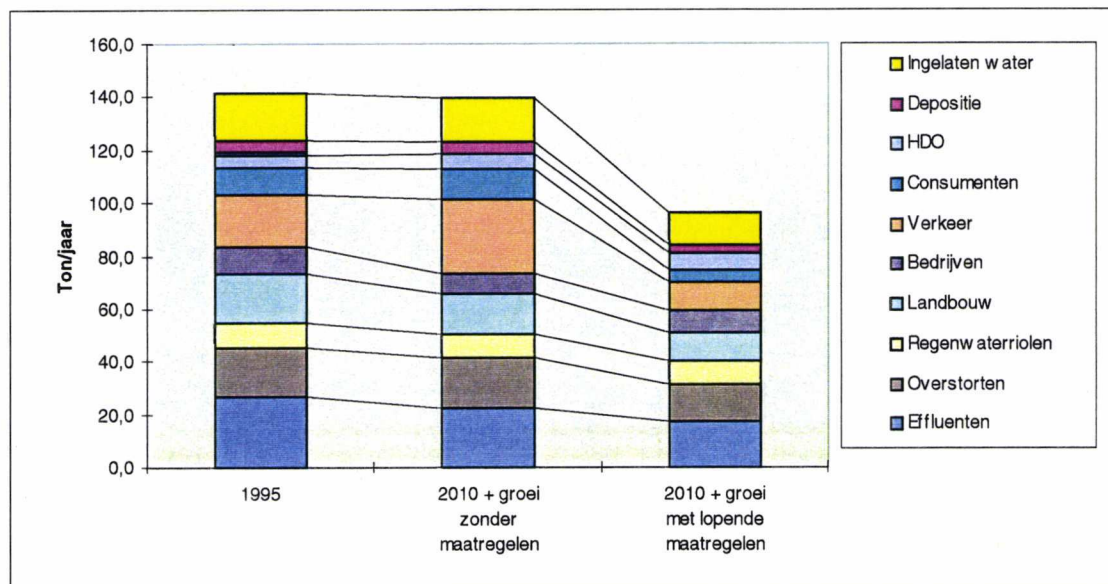
#### *Bandenstof, wegdekslijtage, motorolielekkage, depositie uitlaatgassen*

In verband met de toename van de verkeersintensiteit is aangenomen dat de emissies tussen 1995 en 2010 met 40 procent toenemen. Het effect van het zachter worden van autobanden waardoor de slijtage toeneemt is verondersteld gecompenseerd te worden door een evenredige vermindering van het zinkgehalte van het slijtvlak van banden. Niettemin wordt een emissievermindering naar water verwacht doordat een groter deel van de autosnelwegen met ZOAB zal worden bedekt. Dit levert een verminderde emissie op via 'runoff' en 'splash en spray'. Verder wordt op autosnelwegen in de toekomst het meeste hemelwater via bezinkputten of riool afgevoerd. Ook dit heeft een gunstig effect op de emissie naar water.

### **4.1.2 Belasting van oppervlaktewater**

In figuur 14 staat de belasting van oppervlaktewater weergegeven per proces. Opvallend is dat een groot aantal bronnen belangrijk in belangrijke mate bijdraagt aan de belasting van het oppervlaktewater. Dit beeld wordt nog versterkt als men bedenkt dat effluënten, overstorten en regenwaterriolen, en zo men wil tevens ingelaten water, onder invloed van een zeer groot aantal indirecte bronnen staan. Wel is het zo dat de invloed van corrosieprocessen op de aanvoer van zink op RWZI's, bij overstorten en regenwaterriolen volgens de bestaande huidige inzichten dominant geacht wordt.





Figuur 14 Huidige en toekomstige belasting van oppervlaktewater (per proces/doelgroep) in de provincie Zuid-Holland.

Uit de analyse blijkt dat indien geen maatregelen zouden worden genomen de berekende zinkbelasting van het oppervlaktewater zou stabiliseren. Als gevolg van de uitvoering van diverse waarschijnlijke maatregelen, die hieronder besproken worden, daalt de belasting van het oppervlaktewater met ongeveer 30 procent (lees 25 tot 35 procent). Een belangrijke veronderstelling hierbij is dat de aanvoer van zink op RWZI's als gevolg van emissiebeperkende maatregelen (zie vorige paragraaf) daalt met 15 procent.

#### *Effluenten*

Als gevolg van emissiebeperkende maatregelen (zie vorige paragraaf: wateremissies) daalt de aanvoer van zink op RWZI's met ongeveer 15 procent. De efficiëntie van het zuiveringsproces neemt bovendien geleidelijk aan toe als neveneffect van allerlei maatregelen (waaronder fosfaat- en stikstofverwijdering). De veronderstelde efficiëntieverbetering in 10 jaar is geschat op 15 procent (zie bijlage IV).

#### *Overstorten*

Aangenomen is dat bij ongeveer de helft van de overstortmaatregelen worden genomen hetgeen vervolgens kan leiden tot een halvering van de hoeveelheden overgestort rioolwater/slib.

### *Regenwaterriolen*

Er is geen trend verondersteld in de potentiële omvang van afvalwater afkomstig van verhard oppervlak direct lozend op oppervlaktewater via regenwaterriolen, noch is een trend aangenomen in de kwaliteit van het water afkomstig van regenwaterriolen. Wel is aangenomen dat door gedeeltelijke invoering van de afkoppeling van verharde oppervlakken de afvoer van vanaf verhard gebied via regenwaterriolen naar het oppervlaktewater licht afneemt.

### *Landbouw*

Doordat veel landbouwers de bedrijfsvoering stoppen en door de toenemende verstedelijking neemt het volume van het landbouwareaal af en neemt tevens het aantal bedrijven af. Aangenomen is een daling van 20 procent. Tevens zal door de mestwetgeving de gemiddelde veebezetting op de overblijvende bedrijven dalen. Aangenomen is een gemiddelde daling van 25 procent. Dit stemt globaal overeen met de landelijke plannen voor de overall gemiddelde veebezetting. Het streven is om van 3,7 GVE/hectare in 1995 te streven naar maximaal 2,5 GVE/hectare in 2008 [30] (GVE staat voor groot-vee-eenheden). Aangenomen is dat de totale zinkemissies naar het oppervlaktewater ongeveer evenredig aan de gemiddelde veebezetting per hectare landbouwgrond zullen dalen.

### *Bedrijven*

De directe lozingen van bedrijven nemen verder nog enigszins af door het effect van de heffing op zware metalen. Er zijn geen extra maatregelen bij bedrijven voorzien.

### *Verkeer*

In verband met de toename van de verkeersintensiteit is aangenomen dat de emissies van zink tussen 1995 en 2010 met 40 procent toenemen. Door het invoeren van ZOAB en het behandelen van Run-off-water op snelwegen nemen de directe emissies naar water niettemin toch af.

### *Consumenten*

Door toename van de verspreide bebouwing neemt het volume direct geloosd water in principe enigszins toe. Echter doordat er een algemene wettelijke verplichting geldt om alle verspreide bewoning te zuiveren of anders te voorzien van eenvoudige zuiveringsinstallaties (rendement < 50 procent) nemen de emissies niettemin af met ongeveer 60 procent.

### *HDO*

De omvang van de sector handel diensten en overheid stijgt. Er zijn geen maatregelen voorzien.

### Depositie

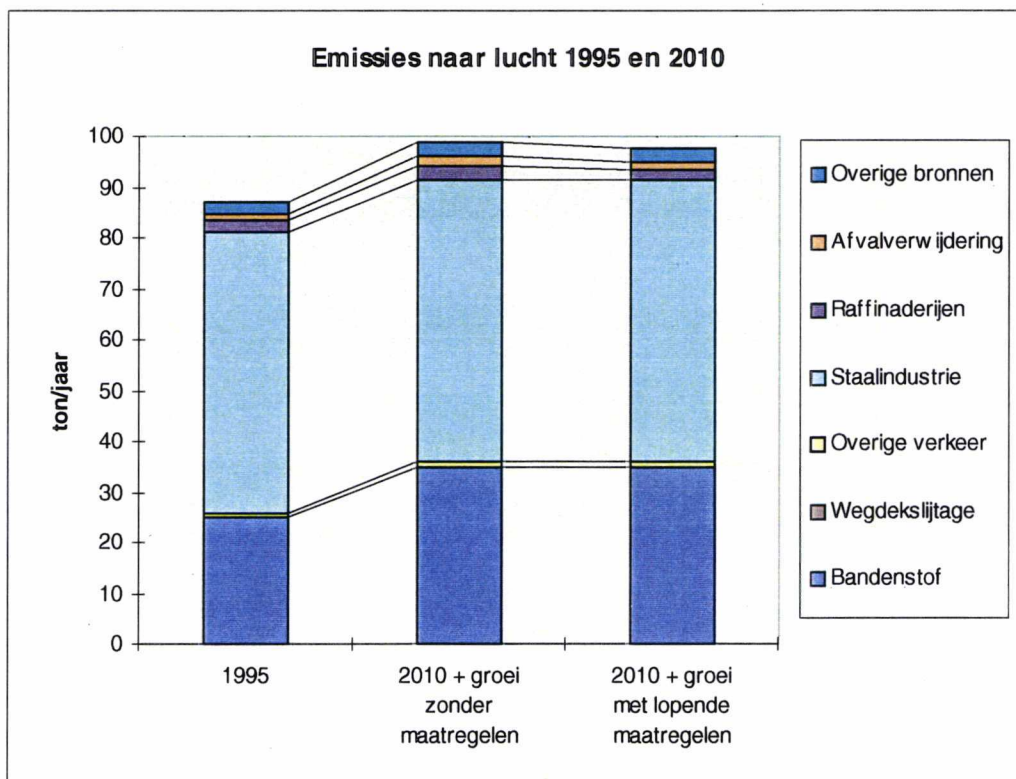
Indien er geen speciale internationale maatregelen worden genomen blijft de depositie die grotendeels uit het buitenland afkomstig is constant. Door de uitvoering van het Heavy Metals-protocol onder de UN/ECE LTRAP regeling zullen de emissies en depositie van zink echter waarschijnlijk dalen met ongeveer 25 procent [32].

### Ingelaten water

De meeste waterschappen voeren een beleid om de hoeveelheid ingelaten gebiedsvreemd water te beperken (vooral in natuurgebieden) door het gebiedseigen water langer vast te houden. Aangenomen is dat als gevolg van het gevoerde beleid de hoeveelheid ingelaten water met ongeveer 10 procent zal afnemen. Als gevolg van het internationale beleid neemt de kwaliteit van het ingelaten water toe (zie bijlage V) waardoor de zinkconcentratie afneemt. Een vermindering van 25 procent is aangenomen voor de periode 1995-2010.

### 4.1.3 Emissie naar lucht

Uit figuur 15 blijkt dat de belangrijkste bronnen van zink naar lucht bestaan uit de emissie van de (secundaire) staalindustrie en de emissies als gevolg van bandenstof.



Figuur 15 Huidige en toekomstige emissies van zink naar lucht (per proces/doelgroep) in de provincie Zuid-Holland.

Uit de analyse blijkt dat indien geen maatregelen zouden worden genomen de berekende emissies in de periode 1995-2010 met ongeveer 15 procent (lees 10 tot 20 procent) toenemen. Dit wordt vooral veroorzaakt door de toename van de emissies van bandenstof naar het compartiment lucht. Aangezien er slechts maatregelen zijn voorzien bij de kleinere bronnen nemen de emissies, rekening houdend met de waarschijnlijk uitgevoerde maatregelen, in totaliteit toe met 12 procent. Dit komt omdat voor de staalindustrie en bandenstof op dit moment geen maatregelen bekend zijn. De onzekerheid in de toekomstige emissie van de staalindustrie is echter inherent relatief groot. Dit maakt ook de totaalcijfers tamelijk onzeker. Zowel een forse stijging als een daling is goed mogelijk.

#### *Bandenstof*

In verband met de toename van de verkeersintensiteit is aangenomen dat de emissies tussen 1995 en 2010 met 40 procent toenemen. Het effect van het zachter worden van autobanden waardoor de slijtage toeneemt is verondersteld gecompenseerd te worden door een evenredige vermindering van het zinkgehalte van het slijtvlak van banden.

#### *Wegdekslijtage, overig verkeer*

Het volume van de verkeerstream neemt toe met respectievelijk 40 en 25 procent voor beide emissiebronnen. Er zijn geen maatregelen voorzien.

#### *Staalindustrie*

Er is geen volumeverandering voorzien in de productie en de emissie van de secundaire staalindustrie. Niettemin is bekend dat het productievolume nogal fluctueert en bovendien dat de inzet van batterijen als grondstof in het productieproces eveneens kan variëren. Beide zaken hebben grote invloed op de zinkemissie. Onderbouwde voorspellingen lijken echter niet mogelijk. Omdat het bedrijf voldoet aan de huidige emissie-eisen gesteld in het kader van de NER zijn geen aanvullende maatregelen voorzien. Dit overziende zijn de emissies constant verondersteld.

#### *Raffinaderijen*

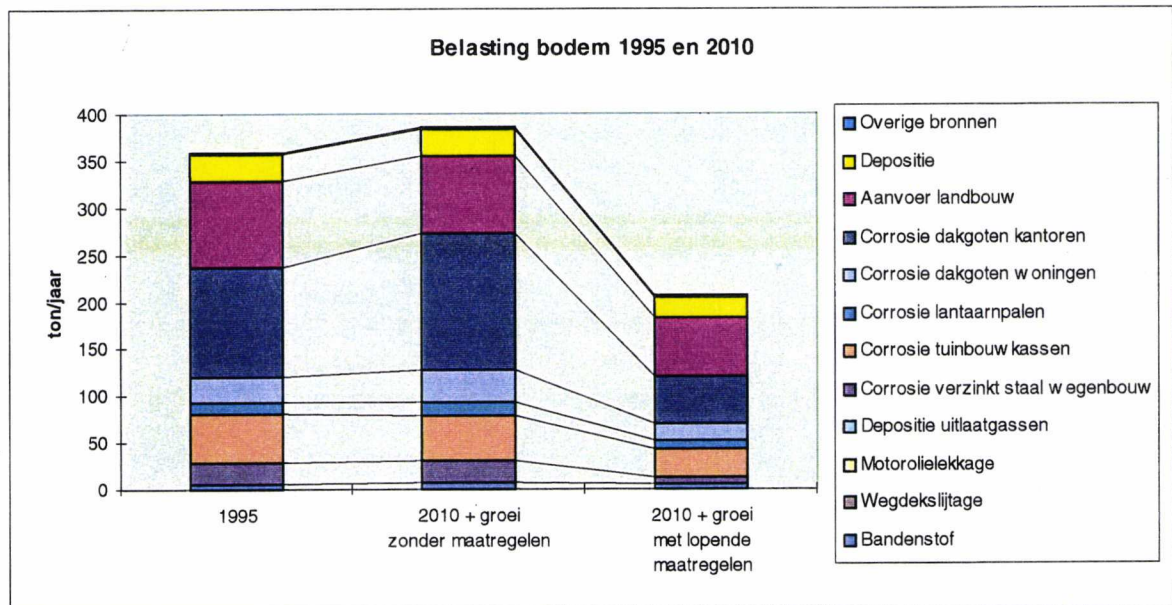
Er is gerekend met 25 procent productiestijging in de periode 1995-2010. Als gevolg van het toepassen van verdergaande zwaveldioxide beperking neemt de stofemissie en daarmee ook de zinkemissie nog enigszins af. Er is uitgegaan van 35 procent emissievermindering gerekend naar de totale productie.

#### *Afvalverwerking*

Er is gerekend met 25 procent meer afvalverwerking in de periode 1995-2010. Als gevolg van onderhoud en vernieuwing van stofvang-apparatuur kan de vangst-efficiëntie voor stof en zink nog worden opgevoerd. Uitgegaan is van een verbetering van 25 procent.

#### 4.1.4 Emissies naar de bodem

In figuur 16 staan de emissies naar de bodem weergegeven per type proces. De belangrijkste bronnen van zink zijn: corrosieprocessen, aanvoer via mest en kunstmest naar landbouwbodem en atmosferische depositie.



Figuur 16 Huidige en toekomstige belasting van de bodem (per proces) in de provincie Zuid-Holland.

Uit de analyse blijkt dat indien geen maatregelen zouden worden genomen, de berekende zinkbelasting van de bodem in de periode 1995 - 2010 met ongeveer 4 procent (lees 0 tot 10 procent) zou toenemen. Als gevolg van de uitvoering van diverse maatregelen, die hieronder worden besproken, zal de berekende belasting van de bodem met ongeveer 40 procent (lees 30 tot 50 procent) afnemen. Zowel de belasting vanuit corrosieprocessen als de belasting van landbouwbodem zal aanzienlijk verminderen als gevolg van de uitvoering van voorgenomen beleid (verzuringsbeleid en mestbeleid).

##### *Bandenstof, wegdekslijtage, motorolielekkage, depositie uitlaatgassen*

In verband met de toename van de verkeersintensiteit is aangenomen dat de emissies tussen 1995 en 2010 met 40 procent toenemen. Het effect van het zachter worden van autobanden waardoor de slijtage toeneemt is verondersteld gecompenseerd te worden door een evenredige vermindering van het zinkgehalte van het slijtvlak van banden. Niettemin wordt een emissievermindering naar bodem verwacht doordat een groter deel van de autosnelwegen met ZOAB zal worden bedekt. Dit levert een verminderde emissie op via 'runoff' en 'splash en spray' naar de bodem.

*Corrosie verzinkt staal wegenbouw*

Aangenomen is dat de hoeveelheid opgesteld zink langs wegen stabiliseert in verband met alternatieve materialen. Niettemin wordt een emissievermindering naar water verwacht doordat een groter deel van de autosnelwegen met ZOAB zal worden bedekt. Tevens vermindert de corrosiesnelheid als gevolg van de daling van de SO<sub>2</sub>-emissie van raffinaderijen. Daarnaast neemt ook de SO<sub>2</sub>-emissie van het wegverkeer af als gevolg van de daling van het zwavelgehalte van de brandstof. Het effect op de daling van de lokale concentratie is voor beide maatregelen ongeveer gelijk (den Boeft, 1999).

*Corrosie verzinkt staal van tuinbouwkassen*

Het areaal tuinbouwkassen neemt door de verstedelijking van traditionele kassengebieden in lichte mate af (10 procent). Tevens wordt een deel van de nieuwe kassen uitgevoerd in aluminium in plaats van verzinkt staal. Ondermeer doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair*

Het volume van opgesteld verzinkt staal stijgt ongeveer half zo snel als de volume van het wegverkeer. Ondermeer doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie dakgoten kantoren*

Het oppervlak aan kantoorgebouwen stijgt. Daarnaast worden oude kantoren gesloopt en vervangen door nieuwbouw. Tegelijkertijd worden steeds meer kantoren op duurzame wijze gebouwd. Het verkrijgen van een groen imago is hierbij belangrijk. Bij het duurzaam bouwen wordt verzinkt staal met een coating-laag toegepast of geen danwel verbeterd verzinkt staal toegepast. Onder meer doordat tevens de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

*Corrosie dakgoten woningen*

Het aantal woningen in Zuid-Holland stijgt. Langzaam aan echter wordt steeds meer op duurzame wijze gebouwd (ook bij onderhoud en renovatie) waarbij geen verzinkt staal of verbeterd verzinkt staal wordt toegepast. Doordat de zwaveldioxide-emissies van de raffinaderijen verder worden gereduceerd neemt de corrosiesnelheid van het verzinkt staal af met gemiddeld in Zuid-Holland ongeveer 35 procent.

### *Landbouw*

Doordat veel landbouwers de bedrijfsvoering stoppen en door de toenemende verstedelijking neemt het volume van het landbouwareaal af en neemt tevens het aantal bedrijven af. Aangenomen is een daling van 20 procent. Tevens zal door de mestwetgeving de gemiddelde veebezetting op de overblijvende bedrijven dalen. Aangenomen is een gemiddelde van 25 procent. Dit stemt globaal overeen met de landelijke plannen voor de overall gemiddelde veebezetting. Het streven is om van 3,7 GVE/hectare in 1995 te streven naar maximaal 2,5 GVE/hectare in 2008. Aangenomen is dat de totale zinkbelasting van de bodem iets minder dan de gemiddelde veebezetting zal dalen. Belangrijke randvoorwaarde is dat de zinkgehalten in meng- en ruwvoeder de komende jaren niet zullen stijgen (zie bijlage VI).

### *Depositie*

Indien er geen speciale internationale maatregelen worden genomen blijft de depositie die grotendeels uit het buitenland afkomstig is constant. Door de uitvoering van het Heavy Metals-protocol onder de UN/ECE LTRAP regeling zullen de emissies echter waarschijnlijk dalen met ongeveer 25 procent [32].

## **4.2 Invloed van toekomstig veranderingen in emissies en belasting op de milieukwaliteit**

In voorgaande paragraaf is de invloed van maatregelen in uitvoering op de ontwikkeling van de emissies en de milieubelasting geanalyseerd. In deze paragraaf zal in kwalitatieve zin worden besproken wat de verwachtingen zijn ten aanzien van de gesignaleerde knelpunten in milieukwaliteit zoals beschreven in hoofdstuk 2 van dit rapport. Als uitgangspunt is daarbij genomen dat de veranderingen in emissies naar water en lucht (in tegenstelling tot die naar de bodem) lineair doorwerken in de milieukwaliteit. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de gesignaleerde probleemgebieden welke naar voren zijn gekomen in hoofdstuk 2 mogelijk verschuiven indachtig het recentelijk uitgebrachte advies van de Gezondheidsraad [39].

### *Lucht*

In het algemeen kan worden gesteld dat de concentratie van zink in de lucht geen aanleiding geeft tot problemen. Niet bekend is echter in hoeverre de concentratie in de lucht rond een grote puntbron (bij Alblasterdam) lokaal problemen kan veroorzaken door lokaal verhoogde depositiefluxen richting oppervlaktewater en bodem. In de resultaten van het PIMM-bodemkwaliteitsmeetnet [40] is momenteel ter plaatse geen afwijkend patroon te onderscheiden. Hiermee is echter niet uit te sluiten dat dit in de toekomst niet het geval kan worden omdat de zink-emissies in de huidige omvang vermoedelijk niet reeds vele jaren hebben plaatsgevonden.

### *Bodem*

Op plaatsen waar de hoogste concentraties aan zink in de bodem worden aangetroffen (het Westland en B-driehoek) spelen emissies in de vorm van corrosie van kasconstructies wellicht een belangrijke rol. Hierover bestaat echter geen zekerheid. Verspreiding van zink vindt mogelijk plaats via de route oppervlaktewater → waterbodem → landbodem. Theoretisch bestaat in dat geval de mogelijkheid om via afvoer van op de kant gezet bodemslib en bagger deze verspreidingsroute te onderbreken. De effectiviteit en de kosten van een dergelijke maatregel zouden mogelijk een studie-onderwerp kunnen vormen. Verder zijn de concentraties op alle plaatsen met venige en organische bodems verhoogd. Vermoedelijk speelt de oxidatie van organische stof in gang gezet door de bemaling een belangrijke rol bij de concentratie van aan organische materiaal gebonden stoffen zoals metalen. Dit laatste proces kan alleen effectief worden voorkomen door in natuurgebieden het waterpeil hoger op te zetten. In veeteeltgebieden op de veenweidegrond is onbekend in hoeverre het mogelijk is om via een evenwichtsbenadering ook ten aanzien van zink te komen tot een stabilisering van concentraties. Overigens is tot nu toe ook niet onderzocht of het mogelijk is om te komen tot een evenwichtsituatie ten aanzien van aan- en afvoer van zink in de landbouw. Bij de rijksoverheid zou aangedrongen kunnen worden op uitvoering van een dergelijke studie.

### *Grondwater*

De streefwaarden voor freatisch grondwater worden overschreden in de gebieden Drechtsteden en Westland. Vermoed wordt dat de overschrijding in het Westland te maken heeft met de kassentuinbouw. Aangezien de corrosie van tuinbouwkassen afneemt mag verwacht worden dat een langzame verbetering zal intreden. De achterliggende oorzaak van de verhoogde gehalten in Drechtsteden is onbekend. Op twee meetpunten wordt de invloed oeverinfiltratie van gebiedsvreemd water geacht van invloed te zijn op de overschrijding van de streefwaarden. Aangezien de kwaliteit van het Rijnwater dominante invloed heeft op de kwaliteit van het gebiedsvreemde water mag verwacht worden dat deze problemen langzaam verminderen doordat nog een geringe verbetering van de kwaliteit van het Rijnwater wordt verwacht.

### *Oppervlaktewater*

De grenswaarde voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in het Noordoostelijk Veenweidegebied wordt overschreden. Tevens is een sterke toename van de zinkgehalten in het oppervlaktewater geconstateerd (1993-1994). Dit wordt gezien als een ernstig knelpunt. Vermoed wordt dat de hoge gehalten samenhangen met de hoge concentraties zink in de plaatselijke veenbodems. Dit probleem zal alleen maar toenemen zolang de toevoer van zink aan landbouwbodems de afvoer van zink blijft overtreffen. Het probleem zal daarom eerder toenemen dan verminderen. Dit ondanks de relatieve afname van de bodembelasting in de komende jaren. Het verdient aanbeveling daarom, in lijn met de aanbeveling van de Gezondheidsraad [39], om tevens te onderzoeken in hoeverre onder de lokale condities de zinkconcentraties in het oppervlaktewater daadwerkelijk een probleem vormen voor de



biologische kwaliteit van de nagestreefde lokale natuurdoeltypen. Ook in de gebieden Zuid Hollandse Eilanden en Waarden, Delfland en Schieland worden de grenswaarden regelmatig overschreden. In deze gebieden mag echter als gevolg van de verwachte verminderde belasting van het oppervlaktewater een langzame geleidelijke verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit worden verwacht. Tot nu toe is echter geen significante trend aangetoond in Midden Delfland (1984-1995). Het verdient aanbeveling om speciaal in gebieden met verhoogde concentraties en daardoor mogelijk verhoogde milieurisico's niet alleen de waterkwaliteit te monitoren doch ook een periodieke gebiedsgerichte monitoring van belasting van het oppervlaktewater uit te voeren

#### *Waterbodem*

De grenswaarde voor de waterkwaliteit van de waterbodem wordt overschreden in Delfland (knelpunt). Verwacht mag worden dat een geleidelijke verbetering zal optreden in verband met het verminderen van de emissies als gevolg van de corrosie van tuinbouwkassen. De streefwaarden worden overschreden in de gebieden Zuid Hollandse Eilanden en Waarden en Schieland (aandachtsgebieden). Voor Schieland mag verwacht worden dat een geleidelijke verbetering zal optreden in verband met het verminderen van de emissies als gevolg van de corrosie van tuinbouwkassen. Voor Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden is in het algemeen een lichte verbetering te verwachten omdat de belasting van het oppervlaktewater met ongeveer 30 procent kan afnemen. Dit laatste verondersteld wel dat het ingezette beleid met kracht wordt voortgezet.

De afname van de gehalte in waterbodems in het Noordoostelijke Veenweide gebied zijn moeilijk te rijmen met een sterke toename van het zinkgehalte van het oppervlaktewater. Mogelijk speelt een te gering aantal metingen, danwel het voorkomen van relatief grote fluctuaties, hierbij en rol.

In het algemeen mag verwacht worden dat ook na 2000 nog matig verontreinigd slib blijft ontstaan. De kwaliteit zal echter wel geleidelijk aan nog licht verbeteren. Van belang is hier om te vermelden dat er nieuwe inzichten worden verwacht ten aanzien van de invloed van omringende bodems op de lokale bodem en waterbodemkwaliteit (emissies naar water vanuit bodem). Dit zou kunnen betekenen dat de invloed van landbouw op de oppervlaktewaterkwaliteit betreffende metalen tot nu toe is onderschat. Tevens betekent dit dat een gunstige ontwikkeling in de landbouw meer effect heeft dan in dit rapport wordt berekend. Aanbevolen wordt om de nieuw verkregen inzichten zodra beschikbaar (over 1 tot twee jaar) in ogenschouw te nemen.

#### *Biota*

Aangezien de uitkomsten van de metingen aan biota tot nu toe zeer variabel en moeilijk verklaarbaar zijn wordt kan in dit rapport geen uitspraak worden gedaan over de invloed van de ontwikkeling in emissies op de gemeten kwaliteit van biota. Van belang hierbij is ook dat veel organismen beschikken over een actief mechanisme om zink uit te scheiden. Het ligt daarom voor de hand om voor biomonito-

ring van metalen over te gaan op organismen waarbij dit mechanisme niet of zwak ontwikkeld is.

### **4.3 Maatregelen welke in het huidige geleid niet of onvoldoende benut worden, alsmede bedreigingen**

In deze paragraaf wordt per milieucompartiment de nog niet of onvoldoende benutte maatregelen besproken. Een inschatting wordt gemaakt van het potentiële effect van deze maatregelen op de totale emissies naar het betreffende milieucompartiment. Tevens wordt een indicatie gegeven van de technische en economische haalbaarheid van de maatregelen. In paragraaf 4.3.5 worden enkele recente ontwikkelingen (bedreigingen) besproken welke in de toekomst kunnen leiden tot juist een toename van de zinkemissies.

#### **4.3.1 Emissies naar water bij de bron**

##### *Bandenstof, wegdekslijtage, motorolielekkage, depositie uitlaatgassen*

Nog niet benutte maatregelen betreffen het frequenter vegen van wegen en het aanleggen van bufferstroken langs wegen die naast doorgaande waterwegen liggen. Uitvoering en kosten van deze aanvullende maatregelen levert naar alle waarschijnlijkheid geen problemen op. Dit zou echter in MER-trajecten kunnen worden meegenomen. Het effect op de totale emissies naar water is echter relatief klein.

##### *Corrosie zinkanodes op schepen en sluisdeuren*

Onderzocht zou kunnen worden in hoeverre elektrische corrosiebescherming mogelijk is voor deze twee toepassingsbereiken van zink. Het effect van deze nog onbenutte maatregel op de totale emissies naar water is potentieel groot. Uitvoerbaarheid en kosten ervan behoeven nader onderzoek.

##### *Corrosie verzinkt staal van tuinbouwkassen*

Het coaten van verzinkt staal van tuinbouwkassen heeft een potentieel groot effect op de totale emissies naar water. De technische/economische haalbaarheid van deze aanvullende maatregel is niet bekend en behoeft daarom nader onderzoek.

##### *Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair*

Het coaten van verzinkte staal waardoor de corrosiesnelheid verregaand gereduceerd kan worden heeft een relatief klein effect op de totale emissies naar water (het effect is potentieel wel groot voor de emissies naar het bodemcompartiment). De uitvoerbaarheid en kosten van deze aanvullende maatregel vormen waarschijnlijk geen obstakels.

##### *Corrosie dakgoten kantoren*

Het vervangen van verzinkt staal in de bestaande bouw door technisch verbeterde alternatieven kan een potentieel groot effect hebben op de totale emissies naar wa-

ter. Deze maatregel heeft echter ingrijpende technische en grote financiële gevolgen.

#### *Corrosie dakgoten woningen*

Het vervangen van verzinkt staal in bestaande bouw heeft een potentieel groot effect op de totale emissies van zink naar water. Deze maatregel heeft echter ingrijpende technische en grote financiële gevolgen.

#### *Huishoudelijk afvalwater*

Onderzocht zou kunnen worden in hoeverre het reinigen van verfgereedschap (met name door de introductie van watergedragen verf) van invloed kan zijn op het zinkgehalte van huishoudelijk afvalwater. Inlevering van reinigingsvloeistof samen met KCA is mogelijk ook een optie. Het effect van deze maatregel op de totale emissies naar water kan ingeschat worden als matig tot groot. De uitvoerbaarheid en kosten verbonden aan de maatregel vormen waarschijnlijk geen groot probleem.

### **4.3.2 Belasting van oppervlaktewater**

#### *Effluenten*

Effluentpolishing (derde trap waterzuivering) gericht op verwijdering van microverontreinigingen is een kostbare ingreep met een beperkt rendement. De haalbaarheid en het rendement van een dergelijke maatregel is bij de huidige stand van de technologische ontwikkeling in de meeste gevallen twijfelachtig.

#### *Landbouw*

Een geringe verlaging van de toevoeging van zinkhoudende additieven aan veevoer is wellicht mogelijk. Het effect op de belasting van het oppervlaktewater is beperkt (het effect op bodembelasting is echter wel groot). De kosten in absolute zin zijn waarschijnlijk relatief beperkt. Verslechtering van de voerconversie brengt kosten met zich mee en kan mogelijk wel een nadelig effect hebben op stikstof en fosfaatemissies. Dit zou nader onderzocht moeten worden. In verband met wetgeving is een maatregel waarschijnlijk alleen op Europese schaal mogelijk.

Bij deze aanvullende maatregel kan de kanttekening gemaakt worden dat de momenteel heersende trend juist een verhoging van het zinkgehalte is (met name varkensvoer). In de periode 1990-1998 zijn de zinkgehalten in varkensmengvoer ongeveer verdubbeld [31]. In Zuid-Holland zijn echter relatief weinig varkenshouders aanwezig.

#### *Verkeer*

Vermindering van de toevoeging van zink aan autobanden zou kunnen worden onderzocht doch het effect ervan op de belasting van het oppervlaktewater van deze maatregel is klein (het effect op totale emissies naar lucht en bodem is wel groot). De technische uitvoerbaarheid en kosten verbonden aan deze maatregel zou nader onderzocht moeten worden.

### *Depositie*

Aangedrongen zou kunnen worden op aanscherping van de internationale afspraken ten aanzien van zinkemissies. Het effect op de belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland kan als matig omschreven worden. De bijbehorende kosten zijn potentieel zeer hoog doch indien op Europees niveau afgesproken vormen deze kosten wellicht geen probleem.

### *Ingelaten water*

In bijzonder kwetsbare gebieden is een voorzuivering van ingelaten water een aanvullende mogelijkheid tot vermindering van de belasting van het oppervlaktewater. Een dergelijke maatregel wordt bijvoorbeeld toegepast bij de Nieuwkoopse Plas-sen. Deze voorzuivering kan chemisch worden uitgevoerd doch kan ook met behulp van speciale bezinkbekkens (zogenaamde slibvangsers) in grotere waterlopen en/of helofytenfilters plaatsvinden. Het effect kan lokaal aanzienlijk zijn. Nadeel is dat voorzuivering alleen kan worden toegepast op kleinere hydrologisch geïsoleerde gebieden. De kosten zijn sterk afhankelijk van de gebruikte techniek en nagestreefd effect. De chemische voorzuivering is relatief duur.

## **4.3.3 Emissies naar lucht**

### *Bandenstof*

Onderzoek naar de vermindering van de toepassing van zink in autobanden kan worden aanbevolen. Het potentiële effect op de totale emissies naar lucht (en bodem) is relatief groot. De technische uitvoerbaarheid en kosten verbonden aan uitvoering van deze maatregel behoeven nader onderzoek.

### *Staalindustrie*

Wat betreft de staalindustrie kan gedacht worden aan een aanscherping van de NER richtlijn voor metaalemissies (met name zink). Het potentiële effect hiervan op de emissies naar lucht is zeer groot. Het effect op de depositie in Zuid-Holland zal echter beperkt zijn.

De uitvoerbaarheid en kosten verbonden aan aanscherping van de NER richtlijn zal uit nader onderzoek duidelijk moeten worden. De concurrentiepositie secundair staal is wellicht kwetsbaar.

## **4.3.4 Emissies naar de bodem**

### *Corrosie verzinkt staal wegebouw*

Het coaten van vangrails is een vooralsnog onbenutte maatregel welke een potentieel groot effect kan hebben op de totale emissies van zink naar de bodem. De uitvoerbaarheid en kosten vormen naar verwachting geen probleem.

#### *Corrosie verzinkt staal van tuinbouwkassen*

Het coaten van verzinkt staal van tuinbouwkassen kan een potentieel groot effect hebben op de emissies van zink naar de bodem. De technische/economische haalbaarheid hiervan is niet bekend en zal nader onderzocht moeten worden.

#### *Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair*

Het coaten van het verzinkte staal waardoor de corrosiesnelheid verregaand gereduceerd wordt heeft een relatief groot effect op de totale emissies naar de bodem. De uitvoerbaarheid en kosten van deze aanvullende maatregel vormen waarschijnlijk geen obstakels.

#### *Landbouw*

Een geringe verlaging van de toevoeging van zinkhoudende additieven aan veevoer is wellicht nog mogelijk. Het effect op de totale emissies naar de bodem is potentieel groot. De kosten in absolute zin zijn waarschijnlijk relatief beperkt. Verslechtering van de voerconversie brengt kosten met zich mee en kan mogelijk wel een nadelig effect hebben op de stikstof en fosfaatemissies. Dit zou nader onderzocht moeten worden. In verband met wetgeving is een maatregel waarschijnlijk alleen op Europese schaal mogelijk.

Bij deze aanvullende maatregel kan de kanttekening gemaakt worden dat de momenteel heersende trend juist een verhoging is van het zinkgehalte (van met name varkensvoer). In de periode 1990-1998 zijn de zinkgehalten in varkensmengvoer ongeveer verdubbeld [31]. In Zuid-Holland zijn echter relatief weinig varkenshouders aanwezig.

#### *Corrosie dakgoten kantoren*

Het vervangen van verzinkt staal in de bestaande bouw door technisch verbeterde alternatieven kan een potentieel groot effect hebben op de totale emissies naar water. Deze maatregel heeft echter ingrijpende technische en grote financiële gevolgen.

#### *Corrosie dakgoten woningen*

Het vervangen van verzinkt staal in bestaande bouw heeft een potentieel groot effect op de totale emissies naar water. Deze maatregel heeft echter ingrijpende technische en grote financiële gevolgen.

### **4.3.5 Bedreigingen door recente ontwikkelingen**

- Doordat zink is geschrapt uit het Nationaal Pakket Duurzaam bouwen [42] bestaat het risico dat zink in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van emissies tot gevolg zal hebben. Indien dit laatste onvermijdbaar is ligt het voor het hand om kwaliteitseisen ten aanzien van corrosie op te stellen. Aangeraden wordt om dit probleem op nationaal niveau onder de aandacht te brengen.

- Indien autobanden in verband met comfort en veiligheid steeds sneller slijten en tegelijkertijd de omvang van het verkeer blijft toenemen terwijl het zinkgehalte van banden niet daalt zullen de zinkemissies stijgen in plaats van stabiliseren. Aangeraden wordt om dit probleem op nationaal niveau onder de aandacht te brengen.
- Indien het zinkgehalte in mengvoer voor koeien, net als bij varkens, zal stijgen, kan dit een stijging van de bodembelasting door landbouw tot gevolg hebben in plaats van een daling. Aangeraden wordt om dit probleem op nationaal niveau onder de aandacht te brengen.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Milieukwaliteit in relatie tot normstelling

#### *Lucht*

Voor de concentratie van zink in de lucht en de depositie van zink zijn geen goede streef- en/of grenswaarden vastgesteld. De kritische waarden voor lucht zoals vermeld in INS zijn niet correct en onbruikbaar. De gewogen concentratie in neerslag ligt voor alle meetlocaties in Zuid-Holland hoger dan de INS norm voor oppervlaktewaterkwaliteit. Dit laatste was in het verleden niet het geval door een minder scherpe norm. Het verdient aanbeveling depositienormen voor zink te ontwikkelen. De zinkconcentraties in lucht en regenwater vertoonden geen significante trend in de periode 1992-1997.

#### *Bodem*

De streefwaarde voor de bodemkwaliteit wordt overschreden in de gebieden Drechtsteden, B-Driehoek, Bodegraven-Noord en Westland (aandachtgebieden). De Toekomstverkenningen voorspellen een ophoping van zink in de bodem terwijl metingen gedurende de afgelopen jaren (1983-1995) geen trend (Midden Delfland, Noordoostelijk Veenweidegebied) of een significante afname (Midden Delfland) laten zien. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar de oorzaken van deze schijnbare tegenstrijdigheid.

#### *Grondwater*

De streefwaarde voor zink wordt in het freatisch grondwater slechts overschreden in de gebieden Drechtsteden en Westland (aandachtsgebieden). Voor het grondwater op 5-30 m diepte wordt de streefwaarde op twee meetpunten overschreden. Dit zijn meetpunten met oeverinfiltratie, waar een hogere zinkconcentratie wordt gemeten door de invloed van gebiedsvreemd water. De zinkconcentraties in 5-30 m diep grondwater vertoonden geen significante trend in de periode 1989-1996. In de toekomst worden met uitzondering van die gebieden waar gebiedsvreemd water wordt ingelaten, geen problemen verwacht om de streefwaarde te halen.

#### *Oppervlaktewater*

De grenswaarde voor de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt overschreden in het Noordoostelijk Veenweidegebied (ernstig knelpunt) en het Haringvliet (knelpunt). De streefwaarde wordt overschreden in de gebieden Zuid Hollandse Eilanden en Waarden, Delfland en Schieland (aandachtsgebieden). Terwijl in Midden Delfland geen significante trend is waargenomen in de periode 1984-1995, is in het Noordoostelijk Veenweidegebied de afgelopen jaren (1983-1994) een sterke toename van de zinkgehalten in het oppervlaktewater geconstateerd. Doelstellingen gesteld in het kader van het Noordzee- en Rijn Actieplan worden waarschijnlijk niet gehaald. De streefwaarde lijkt ook in de toekomst onbereikbaar.

### *Waterbodem*

De grenswaarde voor de kwaliteit van de waterbodem wordt overschreden in Delfland (knelpunt). De streefwaarde wordt overschreden in de gebieden Zuid Hollandse Waarden en Eilanden en Schieland (aandachtsgebieden). Terwijl in Midden Delfland geen trend is waargenomen in de periode 1984-1995, is in het Noordoostelijk Veenweidegebied een significante afname geconstateerd (1983-1994). Het is onbekend in hoeverre deze daling reëel is, of dat deze een gevolg is van bijvoorbeeld de onderzoeksopzet (te weinig meetpunten). Verwacht wordt dat ook na 2000 matig verontreinigd slib zal blijven ontstaan.

### *Biota*

De grenswaarden voor de kwaliteit van biota wordt overschreden voor kroos in de gebieden Bodegraven-Noord en Westland (aandachtsgebieden) en voor mollen in het Noordoostelijk Veenweidegebied (aandachtsgebied). Er zijn in de periode 1983-1995 geen significante trends in kwaliteit waargenomen, met uitzondering van een toename van het zinkgehalte in wormen in Midden Delfland (1984-1995).

### *Algemeen*

Met betrekking tot de milieukwaliteit in de provincie Zuid-Holland kan gesteld dat de grootste knelpunten met betrekking tot zink optreden in de milieucompartimenten oppervlaktewater en waterbodem. Voor de overige milieucompartimenten (m.n. bodem) zijn verschillende gebieden aanwezig in de provincie Zuid-Holland (bijv. kassengebieden en gebied rond Alblasterdam) welke speciale aandacht behoeven. Opgemerkt kan worden dat de hier gesignaleerde knelpunten mogelijk verschuiven indachtig het recentelijk uitgebrachte advies van de Gezondheidsraad [39].

Gedurende de afgelopen 20 jaar zijn met betrekking tot zink geen significante trends waargenomen in milieukwaliteit met uitzondering van het Noordoostelijk veenweidegebied (verslechtering oppervlaktewaterkwaliteit en verbetering waterbodemkwaliteit). Trends in bodemkwaliteit behoeven nadere studie.

Geconstateerde trends in de tijd zijn soms moeilijk op waarde te schatten door *i*) eventuele verandering in monsternamen- dan wel analysetechniek, *ii*) onvoldoende informatie over de representativiteit van de afzonderlijke metingen (in zowel ruimte en tijd) en *iii*) de afwezige of gebrekkige statistische onderbouwing van geconstateerde verschillen.

## **5.2 Emissies en stofstromen**

### *Emissies naar water bij de bron*

De grootste bronnen van emissie naar water in Zuid-Holland zijn corrosieprocessen en huishoudelijk afvalwater. Beiden tezamen dragen 88% bij aan de totale emissie naar water in de provincie Zuid-Holland. Een groot deel van de corrosie vindt plaats via dakgoten van woningen en kantoren, alsmede tuinbouwkassen. Zink in het huishoudelijk afvalwater vindt zijn oorsprong in menselijke afvalstoffen



(toiletspoeling, corrosie apparaten en waterleidingen, verf en wasmiddelen) en in mindere mate cosmetica en farmaceutische producten.

#### *Belasting van het oppervlaktewater*

De belasting van oppervlaktewater wordt door een groot scala aan bronnen veroorzaakt, te weten door directe emissies (46%), effluenten (18%), overstorten (13%), regenwaterriolen (6%), ingelaten water (13%) en depositie (3%). Een groot deel van de directe emissies vindt plaats op de grote waterwegen en heeft daarmee weinig gevolgen voor de waterkwaliteit in de provincie.

#### *Emissies naar de lucht*

Slijtage van autobanden en de staalindustrie zijn in Zuid-Holland veruit de belangrijkste bronnen van zinkemissies, ieder 31% respectievelijke 64% bijdragend aan de totale emissie van zink naar lucht in de provincie Zuid-Holland. Zink wordt als katalysator tijdens het vulcanisatieproces van banden toegevoegd. De emissies van zink van de staalindustrie is afkomstig van één bedrijf dat secundair staal produceert. De emissies die daarbij ontstaan hangen samen met de aanwezigheid van zink in de grondstoffen, te weten verzinkt staal en zink-bruinsteen batterijen.

#### *Emissie naar de bodem*

De bodem in de provincie Zuid-Holland wordt met name belast door corrosieprocessen, landbouw en depositie (tesamen goed voor 98% van de totale belasting met zink). Corrosieprocessen hangen daarbij met name samen met de corrosie van dakgoten van kantoren, woningen en tuinbouwkassen. De belasting van de bodem door de landbouw hangt samen met het gebruik van zink in ruw- en mengvoer wat uiteindelijk via de mest op de bodem terecht komt. Depositie van zink in Zuid-Holland hangt voor het overgrote deel samen met emissies welke plaatsvinden buiten de provinciegrenzen.

### **5.3 Gevolgen beleid en aanvullende maatregelen op emissies en milieukwaliteit**

#### *Emissies naar water bij de bron*

Indien geen maatregelen zouden worden genomen zouden de emissies van zink naar water in de periode 1995-2010 door autonome ontwikkelingen met ca 15% toenemen. Door uitvoering van diverse maatregelen (m.n. reductie zwavelemisies en het effect daarvan op de snelheid van corrosieprocessen; duurzaam bouwen) zullen de emissies naar verwachting echter met ca 40% dalen. Hierdoor zal ook een langzame verbetering van de milieukwaliteit optreden. Het is echter twijfelachtig of de gewenste milieukwaliteit in de huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden in de provincie Zuid-Holland (Noordelijk Veenweidegebied, Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden, Delfland, Schieland, Drechtsteden, Westland) bereikt zal worden. Mogelijke aanvullende maatregelen betreffen onder andere *i*) het toepassen van elektrische corrosiebescherming van zinkanodes op schepen en sluisdeuren, *ii*) het coaten

van het verzinkte staal van bestaande tuinbouwkassen en *iii*) het vervangen van verzinkt stalen dakgoten van kantoren en woningen. Doordat zink is geschrapt uit het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen bestaat het risico dat het in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van de emissies tot gevolg zal hebben.

#### *Belasting van het oppervlaktewater*

Indien geen maatregelen genomen zouden worden zou de belasting van het oppervlaktewater met zink zich in 2010 min of meer stabiliseren op het niveau van 1995. Als gevolg van uitvoering van lopende maatregelen (m.n. bestrijding emissies aan de bron; vermindering veebezetting, sanering overstorten en aansluiting ongerioleerde woningen) zal de belasting van het oppervlaktewater echter met *ca* 30% dalen. Hierbij is verondersteld dat de aanvoer van zink op RWZI's als gevolg van emissiebeperkende maatregelen *ca* 15% daalt. Het is twijfelachtig of de gewenste milieukwaliteit in de huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden in de provincie Zuid-Holland (Noordelijk Veenweidegebied, Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden, Delfland, Schieland, Drechtsteden, Westland) bereikt zal worden door genoemde vermindering van de belasting van het oppervlaktewater. Mogelijke aanvullende maatregelen betreffen een combinatie van *i*) het verder terugdringen van de directe emissies, *ii*) het verder terugdringen van deposities middels internationale maatregelen en *iii*) effluentpolishing gericht op het verwijderen van microverontreinigingen. Doordat zink is geschrapt uit het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen bestaat het risico dat het in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van de emissies naar en belasting van oppervlaktewater tot gevolg zal hebben.

#### *Emissies naar de lucht*

Indien geen maatregelen genomen zouden worden zouden de emissies van zink naar lucht in 2010 door autonome ontwikkelingen *ca* 15% hoger zijn in vergelijking met die in 1995. Dit wordt met name veroorzaakt door de toename van emissies van bandenstof. Gezien het feit dat er slechts maatregelen in uitvoering zijn voor de kleinere bronnen (en niet bij de staalindustrie en voor bandenstof) is de verwachting dat de emissies in 2010 toch nog altijd *ca* 12% hoger zullen zijn in vergelijking tot de emissies in 1995. Hierbij moet wel bedacht worden dat de emissies van de staalindustrie voor de toekomst een grote mate van onzekerheid kennen. In het algemeen kan gesteld worden dat de emissies naar lucht geen problemen opleveren met betrekking tot de luchtkwaliteit in de provincie Zuid-Holland. Mogelijke maatregelen voor het verder terugdringen van de emissies naar lucht betreffen *i*) het verlagen van het zinkgehalte in autobanden en *ii*) het aanscherpen van de NER richtlijn voor zware metalen. Belangrijkste bedreigingen voor de emissies naar lucht vormen de steeds snellere slijtage van autobanden (i.v.m. comfort en veiligheid worden zachtere banden geproduceerd), de toename van het wegverkeer en een mogelijke toename van de inzet van zinkhoudende grondstoffen in de staalindustrie.

### *Emissies naar de bodem*

Door autonome ontwikkelingen zou de belasting van de bodem in 2010 met *ca* 5% toenemen ten opzichte van het niveau van 1995. Als gevolg van doorvoering van diverse maatregelen (vermindering veebezetting landbouw; daling van de corrosiesnelheid door beperking zwavelemissies; duurzaam bouwen) nemen de emissies over deze periode echter af met *ca* 40%. Het is twijfelachtig of de gewenste milieukwaliteit in de huidige aandachts- en/of knelpuntgebieden in de provincie Zuid-Holland (Drechtsteden, Westland, B-Driehoek, Bodegraven-Noord) hiermee bereikt zal worden. Mogelijke aanvullende maatregelen voor het verder terugdringen van de belasting van de bodem betreffen *i*) het verlagen van het zinkgehalte in veevoeder en *ii*) het coaten, vervangen dan wel toepassen van verbeterd verzinkt staal bij dakgoten, tuinkassen en/of wegmeubilair. Indien het zinkgehalte in mengvoer voor koeien, net als bij varkens, zal stijgen, kan dit een stijging van de belasting van de bodem tot gevolg hebben in plaats van de daling welke nu is voorzien als gevolg van de vermindering van de veebezetting. Een andere bedreiging vormt het feit dat zink is geschrappt uit het Nationaal pakket Duurzaam Bouwen. Hierdoor bestaat het risico dat het in toenemende mate zal worden toegepast in bouwprojecten, hetgeen een stijging in plaats van een daling van de belasting van de bodem tot gevolg zal hebben.

## **5.4 Samenvattend overzicht lopende en aanvullende maatregelen, alsmede onderzoeksaanbevelingen**

In tabel 13 is een samenvattend overzicht gepresenteerd van lopende en mogelijke aanvullende maatregelen teneinde de zinkemissies terug te dringen. Daarbij is aangegeven op welk milieucompartiment de maatregel invloed heeft. Indien het potentiële effect van de maatregel op de totale emissie relatief groot is, is dit met een asterix aangegeven. Uitgangspunt daarbij is de relatieve emissiebijdrage van de bron in 2010 na doorvoering bestaand beleid, alsmede de effectiviteit van de maatregel. In tabel 14 is een samenvattend overzicht gepresenteerd van aanbevelingen voor nader onderzoek.

*Tabel 13 Samenvattend overzicht van lopende en mogelijke aanvullende maatregelen teneinde de zinkemissies terug te dringen. Tevens is het compartiment aangegeven waarop de emissiereducerende maatregelen betrekking hebben.*

Broncategorie	Maatregel	Beleid		Compartiment		
		Reeds ingezet	Aanvullend	water	lucht	bodem
<i>Bandenstof, wegdekslijtage, moterolielekkage, depositie uitlaatgassen</i>						
	Vermindering zinkgehalte slijvlak banden	x			x	x
	Vergroting aandeel ZOAB autosnelwegen	x			x	
	Afvoer hemelwater snelwegen via bezinkputten of riool	x			x	
	Frequenter vegen van wegen		x		x	
	Aanleggen bufferstroken langs wegen		x		x	
<i>Corrosie verzinkt staal wegenbouw</i>						
	Gebruik alternatieve materialen	x			x	
	Vergroting aandeel ZOAB autosnelwegen	x			x	
	Vermindering SO <sub>2</sub> emissies	x			x	
	Coaten vangrails		x		x	
<i>Corrosie zinkanodes schepen en sluisdeuren</i>						
	Toepassen elektrische corrosiebescherming		x		x	
<i>Corrosie verzinkt staal tuinbouwkassen</i>						
	Gebruik alternatieve materialen	x			x	
	Vermindering SO <sub>2</sub> emissies	x			x	
	Coaten verzinkt staal bestaande kassen		x		x	
<i>Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair</i>						
	Gebruik alternatieve materialen	x			x	
	Vermindering SO <sub>2</sub> emissies	x			x	
	Coaten verzinkt staal bestaande wegmeubilair		x		x	
<i>Corrosie waterleidingen</i>						
	Doorvoering drinkwaterontharding	x			x	
<i>Corrosie dakgoten kantoren/woningen</i>						
	Aanbrengen coatinglaag		x		x	
	Toepassen verbeterd verzinkt staal	x			x	
	Gebruik alternatieve materialen	x			x	
	Vermindering SO <sub>2</sub> emissies	x			x	
	Vervanging verzinkt staal in bestaande bouw		x		x	
<i>Huishoudelijk afvalwater</i>						
	Toename benutting regenwater	x			x	
	Inlevering reinigingsvloeistoffen samen met KCA		x		x	
<i>Effluenten</i>						
	Verbetering efficiëntie zuiveringsproces	x			x	
	Doorvoering effluent polishing		x		x	
<i>Overstorten</i>						
	Vermindering hoeveelheid overgestort rioolwater/slib	x			x	
<i>Regenwaterriolen</i>						
	Afkoppeling verharde oppervlakken	x			x (+)	
<i>Landbouw</i>						
	Afname landbouwareaal	x			x	
	Vermindering gemiddelde veebezetting	x			x	
	Verlaging toevoeging additieven aan veevoer		x		x	
<i>Depositie</i>						
	Uitvoering Heavy- Metals protocol	x			x	x
	Aanscherping internationale afspraken		x		x	x

Tabel 13 Vervolg.

Broncategorie	Maatregel	Beleid		Compartiment		
		Reeds ingezet	Aanvullend	water	lucht	bodem
<i>Ingelaten water</i>	Langer vasthouden gebiedseigen water	x			x	
	Uitvoering Rijn actieplan	x			x	
	Voorzuivering ingelaten water		x		x	
<i>Bedrijven</i>	Heffing op lozing zware metalen	x			x	x
<i>Staalindustrie</i>	Aanscherping NER metaalemissies		x			x
<i>Raffinaderijen</i>	Vermindering stofemissies	x				x
<i>Afvalverwijdering</i>	Onderhouden en vernieuwen stofvangapparatuur	x				x

Tabel 14 Samenvattend overzicht van aanbevelingen voor nader onderzoek.

Aanbevolen onderzoek
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkeling depositienormen voor zink</li> <li>• Oorzaken schijnbare tegenstrijdigheid trends in bodemkwaliteit toekomstvoorspellingen en metingen PIMM</li> <li>• Oorzaken schijnbare tegenstrijdigheid trends in oppervlaktewaterkwaliteit Midden Delfland en Noordoostelijk Veenweidegebied</li> <li>• Representativiteit metingen in het kader van PIMM</li> <li>• Mogelijkheden elektrische corrosiebescherming zinkanodes op schepen en sluisdeuren</li> <li>• Technische en economische haalbaarheid coating van verzinkt staal</li> <li>• Invloed reinigen verfgereedschap op zinkgehalte huishoudelijk afvalwater</li> <li>• Mogelijkheden en gevolgen verlaging toevoeging additieven aan veevoer</li> <li>• Mogelijkheden en gevolgen verlaging zinkgehalten in autobanden</li> <li>• Uitvoerbaarheid en kosten verbonden aan aanscherping NER</li> </ul>



## 6. Referenties

- [1a] Verontreiniging neerslag in Zuid-Holland 1997, Provincie Zuid-Holland, september 1998.
- [1b] Verontreiniging neerslag in Zuid-Holland 1996, Provincie Zuid-Holland, oktober 1997.
- [1c] Trendberekeningen verontreiniging neerslag in Zuid-Holland 1992 tot en met 1996, Provincie Zuid-Holland, februari 1998.
- [ 2] Project Integratie Milieumetingen - 1987: Hoekse Waard en Flakkee, IVM, november 1988, ISBN 90-5192-017-2
- [ 3] Staat van milieu en water, Provincie Zuid-Holland, 1998
- [ 4] Grootschalige achtergrondconcentraties van sporelementen- en verbindingen in de Nederlandse buitenlucht, PEO, TNO en RIVM, november 1985.
- [ 5] Toekomstverkenningen Milieu, Water en Natuur 2000-2010, Provincie Zuid-Holland, 1996.
- [ 6] Evaluatie van de grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland, RIVM, januari 1998, Rapportnr. 714851001.
- [ 7] Zware metalen in Zuid-Holland 1983-1992, Provincie Zuid-Holland, november 1993.
- [ 8] Metingen in het milieu in Nederland 1993, CCRX-RIVM, 1995
- [ 9] Rapportage bodemkwaliteitsmeetnet provincie Zuid-Holland, Tauw Milieu bv, mei 1998, Rapportnr. R3545210.D02.
- [10] Metingen in het milieu in Nederland 1992, CCRX-RIVM, 1994.
- [11] Zware metalen in Zuid-Holland 1983-1992, Provincie Zuid-Holland, november 1993.
- [12] Top-tien probleemstoffen en -bronnen in oppervlaktewater, waterbodembodem en zuiveringsslib, Regioteam Diffuse Bronnen Zuid-Holland, 6 mei 1998.
- [13] Diffuse bronnen, Berekening van de waterbodembodemverontreiniging, BKH, januari 1994, Rapportnr. R0231159/1351K/Z1.
- [14] Leven door water, Waterhuishoudingsplan 1991-1995, Provincie Zuid-Holland.
- [15] De milieukwaliteit van het Veenweidegebied Midden-Delfland 1995, Provinciaal Integraal Meetnet Milieukwaliteit, Provincie Zuid-Holland, 1998.
- [16] PIMM-1991, Bodemkwaliteit in het Tussengebied, gemeten m.b.v. mollen en grond, IVM, september 1992, ISBN 90-5383-174-6.
- [17] Terrestrische bodemkwaliteit in Midden-Delfland (bodem, regenwormen en mol), IVM, december 1996, ISBN 90-5383-5415.
- [18] Terrestrische bodemkwaliteit rond Bodengraven-Noord 1994 (bodem, regenwormen en mol), IVM, december 1995, ISBN 90-5383-467-2.
- [19] PIMM-1986, Mossbagen en mollen als biomonitoren in de Zuid-Hollandse Bollenstreek, IVM, oktober 1987, ISBN 90-6256-575-1.
- [20] Beleidsindicatoren Water en Milieu, Provincie Zuid-Holland, oktober 1996.
- [21] Emissies en afval in Nederland, jaarrapport 1996 en ramingen 1997, nummer 47, januari 1999

- [22a] RIWA, Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, De samenstelling van het Rijnwater in 1997
- [22b] RIWA, Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, De samenstelling van het Rijnwater in 1994
- [22c] RIWA, Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, De samenstelling van het Rijnwater in 1993
- [22d] RIWA, Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, De samenstelling van het Rijnwater in 1990
- [23] CBS, Regionaal Statistisch zakboek 1989
- [24] EMMOB-files van de taakgroep Verkeer in het kader van de Emissiejaarrapportage, CBS 1998
- [25] Haskoning, Zinkemissies afkomstig van huishoudelijke producten, rapport voor ministerie van VROM, mei 1996
- [26] RIZA, Kentallen zinkcorrosie-processen, Joost van de Roovaart, 18 januari 1999
- [27] IKC, Aan- en afvoerbalsen van zware metalen van Nederlandse landbouwgronden, juni 1996
- [28] CBS, Transport en gebruik van mest en mineralen (diskette), 1994, 1995 en 1996, Voorburg/Heerlen, 1998
- [29] Persoonlijke mededeling ing. J. den Boeft, TNO-MEP, 5 april 1999
- [30] Mestbeleid op maat, Nederlandse aanpak van ongewenste milieueffecten van mest, brochure van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1999
- [31] Persoonlijke mededeling mevr. Drs. Van Eerd (CBS), 12 april 1999
- [32] Berdowski J.M.M. Berdowski, Pulles M.P.J., Visschedijk A.J.H., Incremental cost and remaining emission in 2010 of Heavy Metals (HM) resulting from the implementation of draft HM Protocol under the UN/ECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, TNO-MEP-R98/020, januari 1998
- [33] Baart A.C., Berdowski J.J.M., Jaarsveld J.A., Calculation of atmospheric deposition of Contaminants on the North Sea, TNO-MEP - R95/138, oktober 1995
- [34] Aantasting van materialen door luchtverontreiniging, R.W. Lanting and J.C. Moree, Rapport G 1157, IMG-TNO Delft, 1984
- [35] Corrosiviteit van het Milieu, M.N.M. Boers and H.J. Tiemens, PT Procestechniek, 39 Nr 2 (1984) pp.43-46
- [36] CBS, Bestand ontvangen van de heer K. Baas, januari 1999
- [37] CBS, Milieustatistieken voor Nederland, 1996
- [38] Hollander, J.C. Th. Internationaal Coöperatief Programma (ICP) voor effecten van luchtverontreiniging op materialen, Integraal eindverslag 1986-1997, TNO-MEP R98/230, juni 1998
- [39] Gezondheidsraad, Commissie Risico-evaluatie stoffen, Zink, Publicatienr 1997/34, Rijswijk 4 februari 1988
- [40] Mondelinge mededeling van dhr Th. Schiere aan R. Mes (beiden Provincie Zuid-Holland), 15 april 1999



- [41] Email-bericht van mevr. G. van Adrichem aan dhr. R. Mes (beiden Provincie Zuid-Holland), 3 mei 1999
- [42] Brieven van A. Wijbenga (hoofd bureau Luchtkwaliteit en Veiligheid, van de provincie Zuid-Holland) aan de leden van de INS-stuurgroep en Ministerie van VROM, directeur Directie Stoffen, Veiligheid en Straling). Resp. 23 september 1998 en 30 juni 1998.
- [43] Blij met regen. DWM-monitor 4<sup>e</sup> jaargang november 1998.



## 7. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Provincie Zuid-Holland  
Directie Water en Milieu  
Afd. Algemeen Beleid en Coördinatie

Namen en functies van de projectmedewerkers:

Ir. J.H.J. Hulskotte	projectmedewerker
Ir. P.W.H.G. Coenen	projectmedewerker
Dr. G.P.J. Draaijers	projectleider

Begeleidingscommissie:

Drs. R.G. Mes	Provincie Zuid-Holland
Drs. A.E. Bouman	Provincie Zuid-Holland
Ir. T.A.J. Schiere	Provincie Zuid-Holland
Drs. C.J. Dings	Provincie Zuid-Holland
Drs. J. van Zalinge	Provincie Zuid-Holland

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

N.v.t.

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

oktober 1998 t/m juni 1999

Ondertekening:



Dr. G.P.J. Draaijers  
projectleider

Goedgekeurd door:



Ir. H.S. Buijtenhek  
afdelingshoofd  
afd. Emissies en Milieubelasting  
TNO-MEP



## Bijlage I Emissies in Zuid-Holland 1995

Tabel I.1 Zinkemissies naar water (per proces) in de provincie Zuid-Holland in 1995 (ton/jaar).

Oorzaak	Emissie
Bandenstof	3.71
Wegdekslijtage	0.03
Motorolielekkage	0.07
Depositie uitlaatgassen	0.18
Corrosieprocessen	141.5 Zie tabel I.2
Huishoudelijk afvalwater	21.1 Zie tabel I.3
Overige bronnen	18.4
<b>Totaal water</b>	<b>185</b>

Tabel I.2 Zinkemissie naar water van corrosieprocessen in de provincie Zuid-Holland in 1995.

Oorzaak	ton/jaar
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	2.8
Corrosie zinkanodes schepen	9.1
Corrosie zinkanodes sluisdeuren	8.1
Corrosie tuinbouwkassen	17.5
Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair	5.1
Corrosie waterleidingen	6.0
Corrosie dakgoten woningen	63.8
Corrosie dakgoten kantoren	29.1
<b>Totaal corrosie</b>	<b>141.5</b>

Tabel I.3 Uitsplitsing zinkgehalten in huishoudelijk afvalwater naar onderliggende oorzaken in de provincie Zuid-Holland in 1995.

Oorzaak	ton/jaar
Cosmetische en farmaceutische producten	4.85
Toiletpapier	0.42
Was en reinigingsmiddelen	0.063
Toiletspoeling (faeces + urine)	12.7
Corrosie waterleidingen en apparaten	5
Overige(w.o.schoonmaken verfkwasten en lozing van motorolie op riool)	2.11
<b>Totaal huishoudelijk afvalwater</b>	<b>21.1</b>

*Tabel I.4 Zinkemissies naar lucht (per proces) in de provincie Zuid-Holland in 1995 (ton/jaar).*

oorzaak	Emissie
Bandenstof	25
Wegdekslijtage	0
Overige verkeer	1
Staalindustrie	55
Raffinaderijen	2,34
Afvalverwijdering	1,54
Overige bronnen	2,12
<b>Totaal lucht</b>	<b>87</b>

*Tabel I.5 Emissies naar de bodem (per procestype) in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

Oorzaak	ton/jaar	
Bandenstof	4.8	
Wegdekslijtage	0.03	
Motorolielekkage	0.09	
Depositie uitlaatgassen	0.17	
Corrosieprocessen	232.3	zie tabel I.6
Landbouw (aanvoer)	90.5	zie tabel I.7
Landbouw (afvoer)	-16.4	
Depositie	29.0	
Overige bronnen	2.1	
<b>Totaal bodem</b>	<b>343</b>	

*Tabel I.6 Emissies naar de bodem door corrosieprocessen in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

Oorzaak	ton/jaar
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	24.0
Corrosie tuinbouwkassen	52.4
Corrosie lantaarnpalen	11.9
Corrosie dakgoten woningen	27.6
Corrosie dakgoten kantoren	116.5
<b>Totaal corrosie</b>	<b>232.3</b>

*Tabel I.7 Zinkemissie naar de bodem door diverse landbouwgerelateerde oorzaken in de provincie Zuid-Holland in 1995.*

Oorzaak	ton/jaar
Melkvee (mengvoer)	35.0
Melkvee (ruwvoer)	34.1
Vleeskalveren	0.3
Vleesvarkens	11.8
Fokvarkens	2.3
Overige varkens	0.4
Leghennen	1.3
Vleeskuikens	1.4
Overig pluimvee	0.05
<b>Totaal Dierlijke Mest</b>	<b>86.7</b>
<b>Totaal Kunstmest</b>	<b>3.8</b>
<b>Totaal Aanvoer</b>	<b>90.5</b>





## **Bijlage II      Berekening van Emissies in 2010**

## Bijlage II.a Samenvattende tabellen prognose zinkemissies in 2010

Tabel II.a.1 Zinkemissies naar water per proces in de provincie Zuid-Holland (ton/jaar).

Oorzaak	Emissie 1995	Emissie 2010 autonoom	Emissie 2010 maatregelen
Bandenstof	3.7	5.2	3.1
Wegdekslijtage	0.03	0.042	0.03
Motorolielekkage	0.07	0.07	0.04
Depositie uitlaatgassen	0.18	0.18	0.11
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	2.8	2.8	0.78
Corrosie zinkanodes sluisdeuren + schepen	17.2	17.2	17.2
Corrosie tuinbouwkassen	17.5	15.8	6.30
Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair	5.1	6.12	3.98
Corrosie waterleidingen	6	6	4.5
Corrosie dakgoten woningen	63.8	76.6	38.3
Corrosie dakgoten kantoren	29.1	34.9	12.2
Huishoudelijk afvalwater	21.1	23.2	13.9
Overige bronnen	18.4	20.2	20.2
<b>Totalen</b>	<b>185</b>	<b>208</b>	<b>121</b>
<b>Trend % t.o.v. 1995</b>		<b>13</b>	<b>-35</b>

Tabel II.a.2 Belasting oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland (ton/jaar).

Emissiebron	Belasting in 1995	Belasting 2010 autonoom	Belasting 2010 maatregelen
Effluenten	26.5	22.5	16.9
Overstorten	18.8	18.8	14.1
Regenwaterriolen	9.3	9.3	8.9
Landbouw	18.6	14.9	11.2
Bedrijven	10.0	8.0	8.0
Verkeer	20.0	28.0	11.2
Consumenten	10	11.0	4.4
HDO	5.0	6.0	6.0
Depositie	4.4	4.4	3.3
Ingelaten water	18.2	16.4	12.3
<b>Totalen</b>	<b>141</b>	<b>139</b>	<b>96</b>
<b>Trend % t.o.v. 1995</b>		<b>-1</b>	<b>-32</b>

Tabel IIa.3 Zinkemissies naar lucht per proces in de provincie Zuid-Holland (ton/jaar).

Emissiebron	Emissie in 1995	Emissie 2010 autonoom	Emissie 2010 maatregelen
Bandenstof	25	35	35
Wegdekslijtage	0	0.00	0.00
Overige verkeer	1	1.25	1.25
Staalindustrie	55	55	55
Raffinaderijen	2.34	2.93	1.90
Afvalverwijdering	1.54	1.93	1.80
Overige bronnen	2.12	2.65	2.65
<b>Totalen</b>	<b>87</b>	<b>99</b>	<b>98</b>
<b>Trend % t.o.v. 1995</b>		<b>14</b>	<b>12</b>

Tabel IIa.4 Emissie naar de bodem per proces in de provincie Zuid-Holland.

Emissiebron	Emissie in 1995	Emissie in 2010 zonder maatregelen	Emissie in 2010 met maatregelen
Bandenstof	4.8	6.7	4.6
Wegdekslijtage	0.03	0.042	0.03
Motorolielekkage	0.09	0.09	0.06
Depositie uitlaatgassen	0.17	0.17	0.12
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	24	24	7.7
Corrosie tuinbouwkassen	52.4	47.2	30.7
Corrosie lantaarnpalen	11.9	14.9	9.7
Corrosie dakgoten woningen	27.6	34.5	17.3
Corrosie dakgoten kantoren	117	146	51
Landbouw (aanvoer)	90.5	72.4	54.3
Landbouw (afvoer)	-16.4	-13.1	-9.8
Depositie	29	29	22
Overige bronnen	2.1	2.1	2.10
<b>Totalen</b>	<b>343</b>	<b>373</b>	<b>196</b>
<b>Trend % t.o.v. 1995</b>		<b>9</b>	<b>-43</b>

## **Bijlage II.b    Detailtabellen prognose zinkemissies in 2010**

Tabel Iib.1 Prognoseberekening wateremissies in 2010.

Emissiebron	Maatregel	Betrokkenen	Effect	Penetratie	Netto_effect maatregel	Emissie 1995	trend2010	Emissie 2010		Emissie 1995 bij 100% penetratie maatregel	Emissie 2010 bij 100% penetratie maatregel
								zonder maatregelen	met maatregelen		
Bandenstof	Zinkgehalte banden beperken	Bandenfabrikanten, EG, rijk	50	0	0	3,71	40	5,194	5,19	1,86	2,60
Bandenstof	Afstand wegen en oppervlaktewater > 5 meter	Rijk, provincie	50	0	0	3,71	40	5,194	5,19	1,86	2,60
Bandenstof	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	30	40	12	3,71	40	5,194	4,57	2,60	3,64
Bandenstof	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	3,71	40	5,194	5,19	2,60	3,64
Bandenstof	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	3,71	40	5,194	3,74	1,11	1,56
<b>Bandenstof</b>	<b>Prognose</b>				<b>40</b>	<b>3,71</b>	<b>40</b>	<b>5,194</b>	<b>3,12</b>		
Wegdekslijtage	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,03	40	0,042	0,04	0,02	0,03
Wegdekslijtage	Afstand wegen en oppervlaktewater > 5 meter	Rijk, provincie	50	0	0	0,03	40	0,042	0,04	0,02	0,02
Wegdekslijtage	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	0,03	40	0,042	0,03	0,01	0,01
Wegdekslijtage	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	30	40	12	0,03	40	0,042	0,04	0,02	0,03
<b>Wegdekslijtage</b>	<b>Prognose</b>				<b>40</b>	<b>0,03</b>	<b>40</b>	<b>0,042</b>	<b>0,03</b>		
Motorolielekkage	Afstand wegen en oppervlaktewater > 5 meter	Rijk, provincie	50	0	0	0,07	0	0,07	0,07	0,04	0,04
Motorolielekkage	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	0,07	0	0,07	0,05	0,02	0,02
Motorolielekkage	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,07	0	0,07	0,07	0,05	0,05
Motorolielekkage	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	30	40	12	0,07	0	0,07	0,06	0,05	0,05
<b>Motorolielekkage</b>	<b>Prognose</b>				<b>40</b>	<b>0,07</b>	<b>0</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>		
Depositie uitlaatgassen	Afstand wegen en oppervlaktewater > 5 meter	Rijk, provincie	50	0	0	0,18	0	0,18	0,18	0,09	0,09
Depositie uitlaatgassen	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	0,18	0	0,18	0,13	0,05	0,05
Depositie uitlaatgassen	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,18	0	0,18	0,18	0,13	0,13
Depositie uitlaatgassen	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	30	40	12	0,18	0	0,18	0,16	0,13	0,13
<b>Depositie uitlaatgassen</b>	<b>Prognose</b>				<b>40</b>	<b>0,18</b>	<b>0</b>	<b>0,18</b>	<b>0,11</b>		
Corrosie verzinkt staal wegebouw	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	2,8	0	2,8	1,90	0,56	0,56
Corrosie verzinkt staal wegebouw	Zinkoppervlak beschermen (coaten)	Eigenaren, beheerders	80	0	0	2,8	0	2,8	2,80	0,56	0,56
Corrosie verzinkt staal wegebouw	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	20	100	20	2,8	0	2,8	2,80	2,24	2,24
Corrosie verzinkt staal wegebouw	SO2-emissie wegverkeer beperken	Rijk	20	100	20	2,8	0	2,8	2,80	2,24	2,24
<b>Corrosie verzinkt staal wegebouw</b>	<b>Prognose</b>				<b>72</b>	<b>2,8</b>	<b>0</b>	<b>2,8</b>	<b>0,78</b>		
Corrosie zinkanodes schepen	Electrische bescherming toepassen	Onderzoek	100	0	0	9,1	0	9,1	9,10	0,00	0,00
<b>Corrosie zinkanodes schepen</b>	<b>Prognose</b>				<b>0</b>	<b>9,1</b>	<b>0</b>	<b>9,1</b>	<b>9,10</b>		
Corrosie zinkanodes sluisdeuren	Electrische bescherming toepassen	Onderzoek	100	0	0	8,1	0	8,1	8,10	0,00	0,00
<b>Corrosie zinkanodes sluisdeuren</b>	<b>Prognose</b>				<b>0</b>	<b>8,1</b>	<b>0</b>	<b>8,1</b>	<b>8,10</b>		
Corrosie tuinbouwkassen	Zinkoppervlak beschermen (coaten)	Eigenaren, beheerders	80	0	0	17,5	-10	15,75	15,75	3,50	3,15
Corrosie tuinbouwkassen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	17,5	-10	15,75	10,24	11,38	10,24
Corrosie tuinbouwkassen	Zink vervangen door aluminium	Tuinbouwsector	100	25	25	17,5	-10	15,75	10,24	0,00	0,00
<b>Corrosie tuinbouwkassen</b>	<b>Prognose</b>				<b>60</b>	<b>17,5</b>	<b>-10</b>	<b>15,75</b>	<b>6,30</b>		
Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	5,1	20	6,12	3,98	3,32	3,98
Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair	Zinkoppervlak beschermen (coaten)	Eigenaren, beheerders	80	0	0	5,1	20	6,12	6,12	1,02	1,22
<b>Corrosie lantaarnpalen/wegmeubilair</b>	<b>Prognose</b>				<b>35</b>	<b>5,1</b>	<b>20</b>	<b>6,12</b>	<b>3,98</b>		
Corrosie waterleidingen	Drinkwater ontharden	Rijk, drinkwaterbedrijven	50	50	25	6	0	6	4,50	3,00	3,00
<b>Corrosie waterleidingen</b>	<b>Prognose</b>				<b>25</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>4,50</b>		
Corrosie dakgoten woningen	Duurzaam bouwen	Rijk, gemeenten, provincie	100	15	15	63,8	20	76,56	65,08	0,00	0,00
Corrosie dakgoten woningen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	63,8	20	76,56	49,76	41,47	49,76
<b>Corrosie dakgoten woningen</b>	<b>Prognose</b>				<b>50</b>	<b>63,8</b>	<b>20</b>	<b>76,56</b>	<b>38,28</b>		
Corrosie dakgoten kantoren	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	29,1	20	34,92	22,70	18,92	22,70
Corrosie dakgoten kantoren	Duurzaam bouwen	Rijk, gemeenten, provincie	100	30	30	29,1	20	34,92	24,44	0,00	0,00
<b>Corrosie dakgoten kantoren</b>	<b>Prognose</b>				<b>65</b>	<b>29,1</b>	<b>20</b>	<b>34,92</b>	<b>12,22</b>		
Huishoudelijk afvalwater	Benutten regenwater als sproei en gietwater	Rijk, gemeenten, provincie	100	15	15	21,1	10	23,21	19,73	0,00	0,00
<b>Huishoudelijk afvalwater</b>	<b>Prognose</b>				<b>15</b>	<b>21,1</b>	<b>10</b>	<b>23,21</b>	<b>19,73</b>		
Overige bronnen	Geen maatregel		100	0	0	18,4	10	20,24	20,24	0,00	0,00
<b>Overige bronnen</b>	<b>Prognose</b>				<b>0</b>	<b>18,4</b>	<b>10</b>	<b>20,24</b>	<b>20,24</b>		

Tabel Iib.2 Prognoseberekening oppervlaktewaterbelasting in 2010.

Emissiebron	Maatregel	Betrokkenen	Effect	Penetratie	Netto_effect maatregel	Emissie 1995	trend2010	Emissie 2010		Emissie 1995 bij 100% penetratie maatregel	Emissie 2010 bij 100% penetratie maatregel
								zonder maatregelen	met maatregelen		
Effluenten	Geleidelijke verbetering RZI's	Waterschappen	15	100	15	26,5	-15	23	21,12	22,53	19,15
Effluenten	Effluent polishing uitvoeren	Waterschappen, rijk	75	0	0	26,5	-15	23	28,16	6,63	5,63
Effluenten	Prognose				25	26,5	-15	23	16,89		
Overstorten	Overstortfrequentie beperken	Gemeenten, provincie, waterschappen	50	50	25	18,8	0	18,80	14,10	9,40	9,40
Overstorten	Prognose				25	18,8	0	18,80	14,10		
Regenwaterriolen	Verhard oppervlak afkoppelen	Gemeenten, provincie, waterschappen	100	10	10	9,31	0	9,31	8,91	0,00	0,00
Regenwaterriolen	Prognose				10	9,31	0	9,31	8,91		
Landbouw	Veebezetting terugdringen	Rijk, veehouderijsector	25	100	25	18,6	-20	14,88	11,16	13,95	11,16
Landbouw	Toevoeging zink aan veevoer beperken	Rijk, veevoederproducenten	20	0	20	18,6	-20	14,88	11,90	14,88	11,90
Landbouw	Prognose				25	18,6	-20	14,88	11,16		
Bedrijven	Geen maatregel		0	100	0	10	-20	8,00	8,00	10,00	8,00
Bedrijven	Prognose				0	10	-20	8,00	8,00		
Verkeer	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	20	40	28,00	20,16	6,00	8,40
Verkeer	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	20	40	28,00	19,04	4,00	5,60
Verkeer	Prognose				80	20	40	28,00	11,20		
Consumenten	Zuiveren verspreide bebouwing		75	80	60	10	10	11,00	4,40	2,50	2,75
Consumenten	Prognose				60	10	10	11,00	4,40		
HDO	Geen maatregel		0	100	0	5	20	6,00	6,00	5,00	6,00
HDO	Prognose				0	5	20	6,00	6,00		
Riolering en waterzuivering	Geleidelijke verbetering RZI's	Waterschappen	25	100	25	4,39	6	4,39	3,29	3,29	3,29
Depositie	Prognose				25	4,39	0	4,39	3,29		
Ingelaten water	Internationaal beleid: Hm-protocol/UN/ECE LTRAP	EG	25	100	25	18,2	-10	16,38	12,29	13,65	12,29
Ingelaten water	Prognose				25	18,2	-10	16,38	12,29		

Tabel Iib.3 Prognoseberekening luchtmissies in 2010.

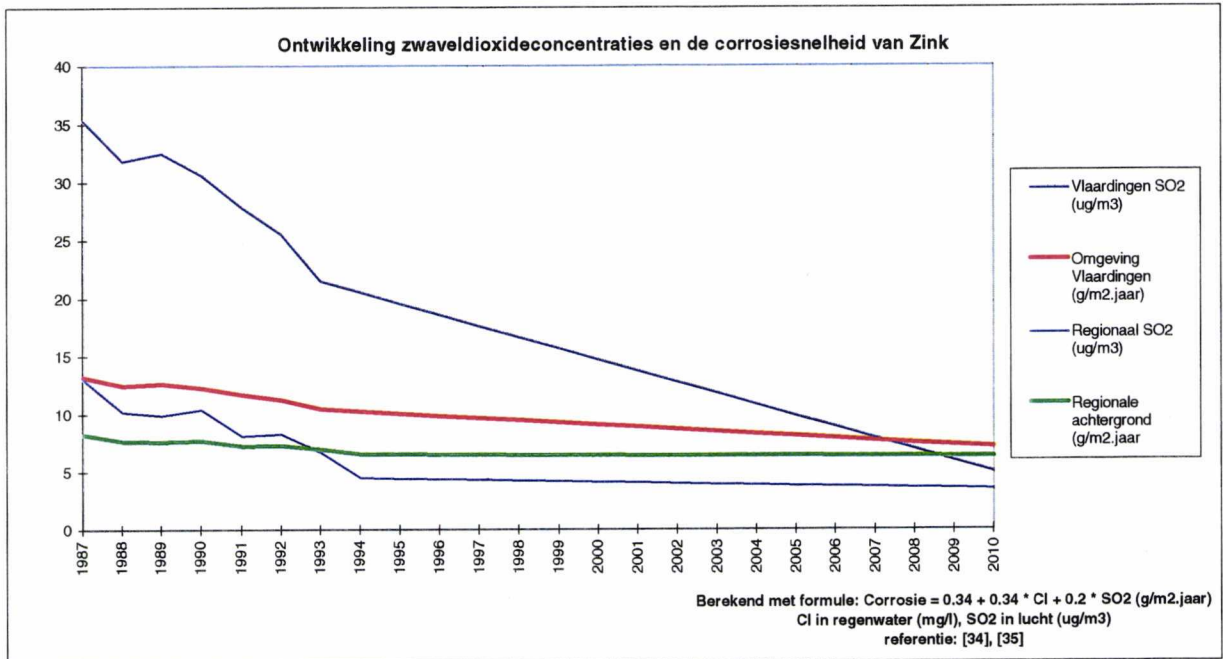
Emissiebron	Maatregel	Betrokkenen	Effect	Penetratie	Netto_effect maatregel	Emissie 1995	trend2010	Emissie 2010 zonder maatregelen	Emissie2010 met maatregelen	Emissie 1995 bij 100% penetratie maatregel	Emissie 2010 bij 100% penetratie maatregel
Bandenstof	Zinkgehalte banden beperken	Bandenfabrikanten, EG, rijk	50	0	0	25	40	35	35,00	12,50	17,50
Bandenstof	Prognose				0	25	40	35	<u>35,00</u>		
Wegdekstijtage	Geen maatregel		0	0	0	0	40	0	0,00	0,00	0,00
Wegdekstijtage	Prognose										
Overige verkeer	Geen maatregel		0	0	0	1	25	1,25	1,25	1,00	1,25
Overige verkeer	Prognose				0	1	25	1,25	<u>1,25</u>		
Staalindustrie	Stofvangsters staalindustrie verbeteren	Rijk (aanscherping NER)	80	0	0	55	0	55	55,00	11,00	11,00
Staalindustrie	Prognose				0	55	0	55	<u>55,00</u>		
Raffinaderijen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	2,34	25	2,925	1,90	1,52	1,90
Raffinaderijen	Prognose				35	2,34	25	2,925	<u>1,90</u>		
Afvalverwijdering	Stofvangsters afvalverwerking verbeteren	Provincie (handhaving)	25	25	6,25	1,54	25	1,925	1,80	1,16	1,44
Afvalverwijdering	Prognose				6,25	1,54	25	1,925	<u>1,80</u>		
Overige bronnen	Geen maatregel		0	0	0	2,12	25	2,65	2,65	2,12	2,65
Overige bronnen	Prognose				0	2,12	25	2,65	<u>2,65</u>		

Tabel Iib.4 Prognoseberekening bodembelasting.

Emissiebron	Maatregel	Betrokkenen	Effect	Penetratie	Netto_effect maatregel	Emissie 1995	trend2010	Emissie 2010		Emissie 1995 bij 100% penetratie maatregel	Emissie 2010 bij 100% penetratie maatregel
								zonder maatregelen	met maatregelen		
Bandenstof	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	4,8	40	6,72	6,72	3,36	4,70
Bandenstof	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	4,8	40	6,72	4,57	0,96	1,34
Bandenstof	Zinkgehalte banden beperken	Bandenfabrikanten, EG, rijk	50	0	0	4,8	40	6,72	6,72	2,40	3,36
Bandenstof	Prognose				32	4,8	40	6,72	4,57		
Wegdekslijtage	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	0,03	40	0,04	0,03	0,01	0,01
Wegdekslijtage	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,03	40	0,04	0,04	0,02	0,03
Wegdekslijtage	Prognose				32	0,03	40	0,04	0,03		
Motorolielekkage	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,09	0	0,09	0,09	0,06	0,06
Motorolielekkage	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	0,09	0	0,09	0,06	0,02	0,02
Motorolielekkage	Prognose				32	0,09	0	0,09	0,06		
Depositie uitlaatgassen	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	0,17	0	0,17	0,17	0,12	0,12
Depositie uitlaatgassen	ZOAB invoeren op snelwegen en provinciale wegen	Rijk, provincie	80	40	32	0,17	0	0,17	0,12	0,03	0,03
Depositie uitlaatgassen	Prognose				32	0,17	0	0,17	0,12		
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	Frequenter vegen van drukke wegen	Rijk, provincie	30	0	0	24	0	24,00	24,00	16,80	16,80
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	Run-off behandelen	Rijk, provincie	70	40	28	24	0	24,00	17,28	7,20	7,20
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	Zinkoppervlak beschermen (coaten)	Eigenaren, beheerders	80	0	0	24	0	24,00	24,00	4,80	4,80
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	Afstand wegen en oppervlaktewater > 5 meter	Rijk, provincie	70	0	0	24	0	24,00	24,00	7,20	7,20
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	20	100	20	24	0	24,00	19,20	19,20	19,20
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	SO2-emissie wegverkeer beperken	Rijk	20	100	20	24	0	24,00	19,20	19,20	19,20
Corrosie verzinkt staal wegenbouw	Prognose				68	24	0	24,00	7,68		
Corrosie tuinbouwkassen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	52,4	-10	47,16	30,65	34,06	30,65
Corrosie tuinbouwkassen	Water glastuinbouw recirculeren	Waterschappen (handhaving)	0	80	0	52,4	-10	47,16	16,98	52,40	47,16
Corrosie tuinbouwkassen	Prognose				35	52,4	-10	47,16	30,65		
Corrosie lantaarnpalen	Zinkoppervlak beschermen (coaten)	Eigenaren, beheerders	80	0	0	11,9	25	14,88	14,88	2,38	2,98
Corrosie lantaarnpalen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	11,9	25	14,88	14,88	7,74	9,67
Corrosie lantaarnpalen	Prognose				35	11,9	25	14,88	9,67		
Corrosie dakgoten woningen	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	27,6	25	34,50	22,43	17,94	22,43
Corrosie dakgoten woningen	Duurzaam bouwen	Rijk, gemeenten, provincie	100	15	15	27,6	25	34,50	29,33	0,00	0,00
Corrosie dakgoten woningen	Prognose				50	27,6	25	34,50	17,25		
Corrosie dakgoten kantoren	SO2-emissie raffinaderijen beperken	Rijk, provincie (DCMR)	35	100	35	116,5	25	145,63	94,66	75,73	94,66
Corrosie dakgoten kantoren	Duurzaam bouwen	Rijk, gemeenten, provincie	100	30	30	116,5	25	145,63	101,94	0,00	0,00
Corrosie dakgoten kantoren	Prognose				65	116,5	25	145,63	50,97		
Aanvoer landbouw	Veebezetting terugdringen	Rijk, veehouderijsector	25	100	25	90,5	-20	72,4	54,30	67,88	54,30
Aanvoer landbouw	Toevoeging zink aan veevoer verder beperken	Rijk, veevoederproducenten	20	0	0	90,5	-20	72,4	72,40	72,40	57,92
Aanvoer landbouw	Prognose				25	90,5	-20	72,4	54,30		
Afvoer landbouw	Veebezetting terugdringen	Rijk, veehouderijsector	25	100	25	-16,4	-20	-13,12	-9,84	-12,30	-9,84
Afvoer landbouw	Toevoeging zink aan veevoer verder beperken	Rijk, veevoederproducenten	20	0	0	-16,4	-20	-13,12	-13,12	-13,12	-10,50
Afvoer landbouw	Prognose				25	-16,4	-20	-13,12	-9,84		
Depositie	Internationaal beleid: Hm-protocol/UN/ECE LTRAP	EG	25	100	25	29	0	29	21,75	21,75	21,75
Depositie	Prognose				25	29	0	29	21,75		
Overige bronnen	Geen maatregel		0	100	0	2,1	0	2,1	2,10	2,10	2,10
Overige bronnen	Prognose				0	2,1	0	2,1	2,10		

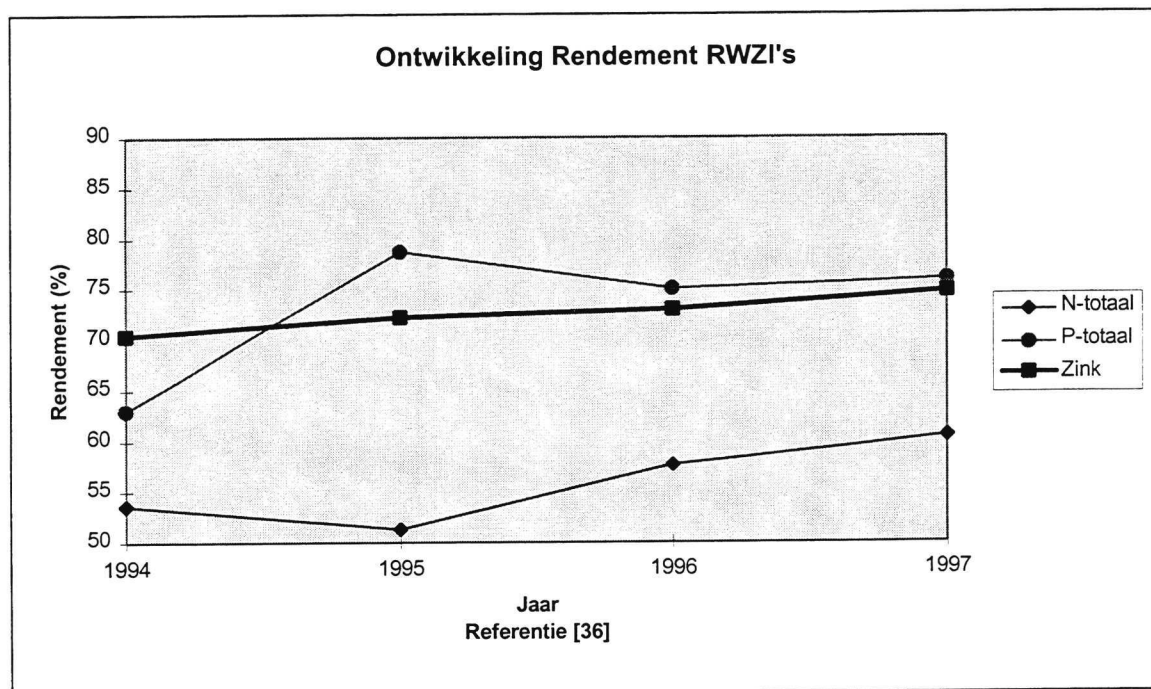
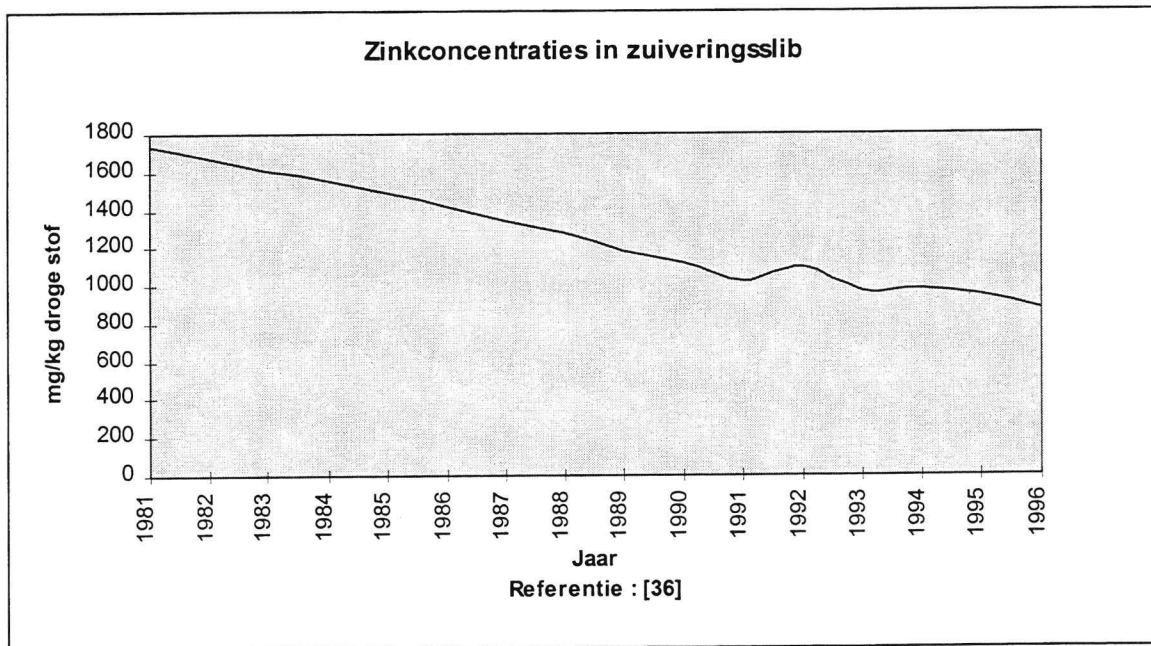


### Bijlage III Verband tussen corrosiesnelheid en SO<sub>2</sub>-concentratie

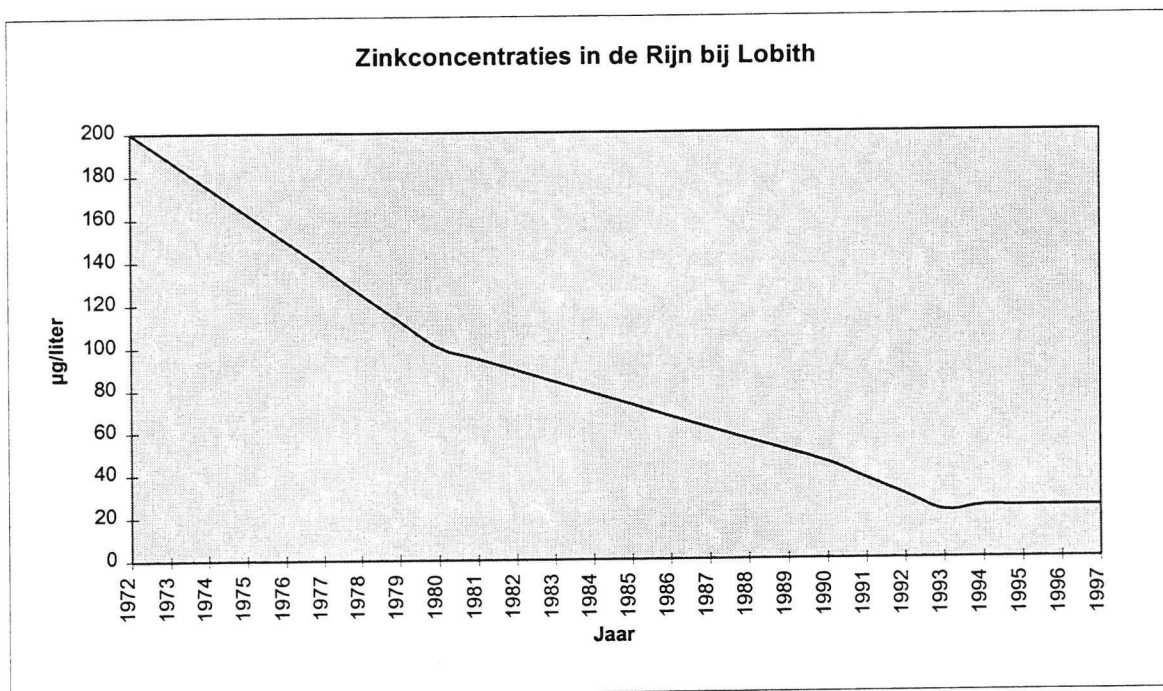


Data deels ontleend aan [38].

### Bijlage IV Historische ontwikkeling van de concentraties zink in zuiveringslib en rendement RWZI's



## Bijlage V Historische ontwikkeling kwaliteit van Rijnwater



## Bijlage VI Historische ontwikkelingen bodembelasting door landbouw

