

Waterverkenningen

Waterverkenningen:

Een strategie voor de aanpak van microverontreinigingen in communaal afvalwater

auteurs:

Ing. F.H. Wagemaker (RIZA, eindredactie)

Ir. W. van Starkenburg (HASKONING)

Drs. J. Bouma (RIZA)

Ing. A.P.A. van Ewijk (HASKONING)

Ir. I.G.W.M. Kuppen (HASKONING)

Drs. J.C. van den Roovaart (RIZA)

januari 1999

RIZA-nota 99.027

Voorwoord

Het stedelijk waterbeheer staat momenteel weer sterk in de belangstelling. Op veel plaatsen zijn en worden initiatieven genomen om tot verbetering van het stedelijk waterbeheer te komen. In de 4^e Nota Waterhuishouding wordt het belang ervan onderstreept. De volgende aspecten zijn daarbij met name genoemd:

- Het bevorderen van waterbesparing en hergebruik van water
- Het afkoppelen van verhard oppervlak en infiltratie van water in de bodem ter beperking van overstortingen.
- Een toenemende aandacht voor reductie van diffuse bronnen, waarbij preventie, d.w.z. de bronaanpak voorop staat.
- Generieke maatregelen voor verdergaande zuivering (4^e trap) van het communale afvalwater liggen niet voor de hand. Wel kan dit op regionaal en lokaal niveau nodig zijn om de kwaliteitsdoelstellingen te halen.

In het hele land zijn zuiveringsinstallaties gebouwd voor de verwijdering van zuurstofbindende stoffen uit communaal afvalwater en zijn deze in de loop der tijd uitgebreid met een verdere verwijdering van nutriënten. In deze rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) worden als bijkomend effect tevens vele andere verontreinigingen verwijderd. Tegelijkertijd zijn en worden maatregelen getroffen om de lozing van verontreinigende stoffen in het riool te voorkomen. Voorbeelden van deze aanpak bij de bron zijn het gebruik van meer milieuvriendelijke producten in huishoudens (o.a. fosfaatvrije wasmiddelen), preventieve maatregelen in de op het riool lozende industrie en maatregelen in het kader van duurzaam bouwen (o.a. minder zink en koper gebruik). De invoering van dergelijke bronmaatregelen vraagt veel tijd. Daarom worden de kwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater nog lang niet overal gehaald en is om die reden een nadere analyse nodig om na te gaan hoe we die doelstelling op een effectieve manier wel kunnen bereiken.

De in het beleid genoemde maatregelen hebben hun invloed hebben op de mate waarin de rwzi wordt belast en vervolgens de watersystemen. In dit rapport is een verkenning uitgevoerd om na te kunnen gaan wat combinaties van maatregelen aan reductie van belasting met microverontreinigingen opleveren en met welke kosteneffectiviteit. Daarbij zijn een vijftal verschillende varianten bekeken. Deze verkenning mag niet gezien worden als een integrale afweging van bovengenoemde varianten waarvan de conclusies direct in beleid vertaald kunnen worden. Het is een scenario-studie, vormgegeven op basis van vereenvoudigde aannamen aangaande de realiteit. Verder is de afweging uitsluitend gebaseerd op de gevolgen van de emissies naar oppervlakte water. Buiten beschouwing zijn bijvoorbeeld gebleven het belang van waterbesparing, de effecten op de grondwaterstanden, en/of andere milieu-aspecten.

Wel bieden deze verkenningen een goede basis voor een verdere discussie over de effecten van diverse pakketten aan maatregelen. De resultaten laten in ieder geval zien dat er duidelijke verschillen kunnen zijn in de effectiviteit als het gaat om de vermindering van microverontreinigingen. Op landelijke schaal lijkt bijvoorbeeld een combinatie van bronmaatregelen met enkele verbeteringen aan het rioleringsysteem de beste optie.

Deze verkenning is dan ook vooral bedoeld voor een verdere discussie over gewenste beleidsaccenten. Het is dan ook de bedoeling om in een workshop de resultaten van deze studie te bespreken met vertegenwoordigers uit het veld van stedelijk waterbeheer, zuiveringsbeheer en waterkwaliteitsbeheer en verdere stappen af te spreken om te komen tot een verder gebruik van dergelijke analyses en de uitkomsten daarvan.

Ir. P.B.M. Stortelder
Hoofd afdeling nationaal emissiebeleid

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	6
2. Summary	12
3. Inleiding	18
3.1 Motivering en onderzoeksdoelen.....	18
3.2 Uitvoering en begeleiding.....	21
3.3 Leeswijzer.....	22
4. De werkwijze in kort bestek.....	24
4.1 Werkwijze.....	24
4.2 Autonome ontwikkelingen.....	25
4.3 De analyse-varianten	25
4.4 Analyse-instrumentarium	28
4.5 De maatregelen	30
5. Inventarisatie van emissies.....	31
5.1 De onderscheiden onderdelen.....	31
5.2 Emissies en emissiebronnen	34
5.3 Evaluatie van brongerelateerde gegevens.....	34
5.4 Evaluatie van stofgerelateerde gegevens	37
5.5 Regionale benadering	40
6. Inventarisatie van maatregelen en autonome ontwikkelingen	43
6.1 Maatregelen	43
6.2 Kostenberekening voor de maatregelen.....	46
6.3 Autonome ontwikkelingen.....	48
7. Analyses	53
7.1 De berekeningswijze voor emissie-effecten en kosten.....	53
7.2 Selectie en toedeling van bronmaatregelen	54
7.3 Selectie en toedeling van riolering- en rwzi-maatregelen	55
7.4 De berekening van het effect van bronmaatregelen	56
7.5 De berekening van maatregelen in de riolering en zuivering	57
7.6 De resultaten ten aanzien van emissies.....	58
8. Kostengegevens.....	69
8.1 Waarom een analyse van kosten.....	69
8.2 Huidig kostenniveau	69
8.3 De kosten van de verschillende analysevarianten	73
8.4 De kosteneffectiviteit van de beleidsscenario's	75
9. Discussie	79
9.1 Emissiegegevens.....	79
9.2 De autonome ontwikkelingen	80
9.3 Maatregelen en analysevarianten.....	81
9.4 De analyses	82
9.5 Kosten en kosteneffectiviteit	84
10. Conclusies	87
11. Literatuur.....	93

1. Samenvatting

Waarom een studie?

De belasting van het oppervlaktewater met verontreinigingen is in de laatste jaren weliswaar sterk gereduceerd, maar is toch nog zo groot dat allerlei waterkwaliteitsdoelstellingen voor het oppervlaktewater niet gerealiseerd worden. Het oppervlaktewater wordt belast vanuit de industrie, diffuse bronnen en het communaal afvalwatersysteem. Belangrijke belastingroutes vanuit het communaal afvalwatersysteem vormen de overstorten en het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). Deze vormen, zeker voor de regionale wateren, een belangrijke emissiebron van verontreinigende stoffen naar oppervlaktewater. Om in de komende jaren verdere verbetering van de water(bodem)kwaliteit te kunnen realiseren is een verdere reductie van de belasting gewenst. Daarvoor is het wenselijk te zoeken naar strategieën die een hoog (milieu)rendement opleveren en daarnaast een hoge kosteneffectiviteit hebben.

Uit een uitgevoerde haalbaarheidstudie naar koper [van Ewijk, van Starckenburg en Warmer, 1996] bleek dat bij een lange realisatietermijn (meer dan 25 jaar) afhankelijk van de nagestreefde reductiedoelstelling (70 of 90% reductie) aan uitsluitend bronmaatregelen respectievelijk een combinatie van bronmaatregelen en eindzuiveringstechnieken de voorkeur gegeven moet worden. Bronmaatregelen verdienen vanuit preventie-oogpunt een duidelijke voorkeur. Of deze conclusie ook geldt voor andere individuele zware metalen, het totaal aan zware metalen en/of polycyclische aromatische koolwaterstoffen is voor de nu voorliggende vervolgstudie als nader onderzoekspunt geformuleerd.

Een stapsgewijze aanpak en analyse van vijf varianten

Op basis van de huidige inzichten in de precieze aard en omvang van de emissiebronnen die op het communaal afvalwatersysteem lozen bleek het niet mogelijk om voor alle onderzochte stoffen een goed sluitende balans te krijgen ten opzichte van de gemeten en door CBS gerapporteerde influentvrachten van de rwzi. De eerste stap in het analyseproces is daarom geweest een uitgebreide literatuurstudie naar de emissiebronnen op het communaal afvalwatersysteem. Daarbij was het streven het tekort of overschot in de balans te minimaliseren tot hooguit 10%.

Met deze inventarisatie is voor de meeste stoffen een acceptabele basis gelegd voor het uitvoeren van een analyse. Er zijn een groot aantal primaire bronnen geïnventariseerd en gekwantificeerd, waarmee een belangrijke verbetering is aangebracht in het inzicht in de achterliggende oorzaken van verontreiniging. Dit biedt vervolgens dus ook de mogelijkheid om in voldoende mate potentiële bronmaatregelen te formuleren om de emissies vanuit die bronnen te reduceren. Ofschoon verminderd in omvang, resteren er niettemin hiaten in kennis. Vooral bij huishoudens zijn de achterliggende oorzaken voor emissies nog veelal onbekend, waardoor ook de mogelijkheid voor formulering van effectieve maatregelen ontbreekt. Ook over de omvang van de atmosferische depositie bestaat nog veel onzekerheid.

Er heeft een analyse plaatsgevonden van 5 verschillende varianten. De varianten zijn steeds beoordeeld op emissie-effecten en de kosten die met uitvoering van de maatregelen gemoeid zijn. Bekeken zijn de varianten:

- **Huidig Beleid** : ingevuld met maatregelen waarvan de implementatie in 1995 tenminste 30% bedraagt, aangevuld met maatregelen die expliciet in CIW-CUWVO aanbevelingen zijn vervat.
- **Waterspoor** : breed ingevuld met maatregelen typisch gericht op beperking van het (afval) watervolume.
- **Maximale eindzuivering**: beperkte aanpak aan de bron (met uitzondering van typische eindzuiveringstechnieken bij industriële bronnen) en verder nadruk op riolering- en rwzi-maatregelen op collectief niveau.
- **Maximale bronaanpak**: breed ingevuld met reductiemaatregelen bij de primaire emissiebronnen (varieert van preventie en substitutie tot specifieke zuiveringstechnieken op bedrijfsniveau), verder beperkt accent op riolering- en rwzi-maatregelen.
- **Optimix** : ingevuld met maatregelen die zijn geselecteerd op milieurendement en kosteneffectiviteit.

Alle stappen in de aanpak zijn in principe omgeven met onzekerheden, zijn gebaseerd op aannames en vereenvoudigingen van de realiteit alsmede op in meer of mindere mate subjectieve toedelingen. Gepoogd is op consistente en zorgvuldige wijze met dergelijke aspecten om te gaan door aannames expliciet te vermelden en het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse. Aangezien bij alle scenario's sprake is van min of meer vergelijkbare onzekerheden is de relatieve vergelijking tussen varianten eenduidig mogelijk. De absolute resultaten kunnen echter niet los worden gezien van de gecreëerde context.

Wat levert het op aan effecten op de emissies

De resultaten voor wat betreft reductie van de belasting van het oppervlaktewater zijn zeer wisselend. Ten opzichte van het Huidig Beleid realiseert de variant Maximale eindzuivering de grootste extra reductie, gevolgd door Maximale bronaanpak, Optimix en als laatste Waterspoor. Dit is bepaald als het rekenkundig gemiddelde van de reductiepercentages van de verschillende stoffen ten opzichte van het jaar 1995. Gemiddeld is in Optimix een reductie haalbaar van ca. 37% ten opzichte van 1995. Stoffen als koper en kwik kunnen aanmerkelijk meer worden gereduceerd, stoffen als zink en lood beduidend minder. Ook per variant zijn verschillen per stof zichtbaar. De variant Waterspoor werkt juist extra gunstig uit voor de reductie van koper (afkomstig van waterleidingen), terwijl deze variant voor het overige een relatieve achterstand heeft op de andere varianten. Dit komt deels doordat het effect van drinkwaterbesparing enkel via de (geringe) reductie van emissies in de beoordeling is meegenomen en niet bijvoorbeeld als bijdrage in verdrogingsbestrijding.

De stoffen verschillen onderling in schadelijkheid en actuele waterkwaliteit ten opzichte van de waterkwaliteitsdoelstellingen. Bij een weging op basis van de beide voornoemde aspecten scoort de variant Maximale eindzuivering nog steeds het beste, maar wordt nu gevolgd door de variant Optimix en daarna pas Maximale bronaanpak. De varianten Waterspoor en Huidig Beleid scoren nu heel slecht omdat door autonome groei de emissies van enkele, vanuit waterkwaliteitsoptiek zeer relevante, stoffen juist toenemen.

Reductie netto belasting oppervlaktewater uit het communaal afvalwatersysteem ten opzichte van 1995

variant	Huidig Beleid			Waterspoor			Maximale eindzuivering			Maximale bronaanpak			OPTIMIX			
	jaar	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020
stof																
kwik		0,62	0,67	0,69	0,64	0,68	0,72	0,65	0,73	0,90	0,66	0,75	0,81	0,65	0,72	0,74
cadmium		0,17	0,18	0,19	0,20	0,23	0,19	0,23	0,23	0,59	0,20	0,27	0,28	0,17	0,23	0,25
lood		0,02	-0,13	-0,44	0,02	-0,07	-0,63	0,11	0,02	0,16	0,11	0,14	0,12	0,09	0,18	0,25
zink		0,05	-0,15	-0,31	0,07	-0,10	-0,31	0,13	-0,02	0,16	0,08	0,02	0,03	0,08	0,02	0,08
koper		0,45	0,42	0,36	0,50	0,55	0,59	0,49	0,50	0,65	0,50	0,55	0,61	0,49	0,56	0,64
nikkel		0,11	0,21	0,14	0,15	0,23	0,16	0,20	0,36	0,64	0,14	0,32	0,47	0,14	0,32	0,43
chromium		0,05	0,03	-0,22	0,08	0,07	-0,23	0,13	0,18	0,40	0,08	0,21	0,36	0,07	0,21	0,32
arsenen		0,21	0,34	0,36	0,26	0,43	0,61	0,26	0,42	0,73	0,26	0,47	0,66	0,22	0,38	0,43
PAK		0,04	-0,04	-0,24	0,06	0,01	-0,34	0,13	0,10	0,29	0,07	0,12	0,20	0,05	0,14	0,23
gemiddeld		0,19	0,17	0,06	0,22	0,22	0,08	0,26	0,29	0,50	0,23	0,32	0,39	0,22	0,31	0,37
wk-gewogen		0,11	-0,05	-0,20	0,14	0,01	-0,17	0,18	0,08	0,25	0,15	0,12	0,14	0,14	0,12	0,18

reductie% t.o.v. 1995

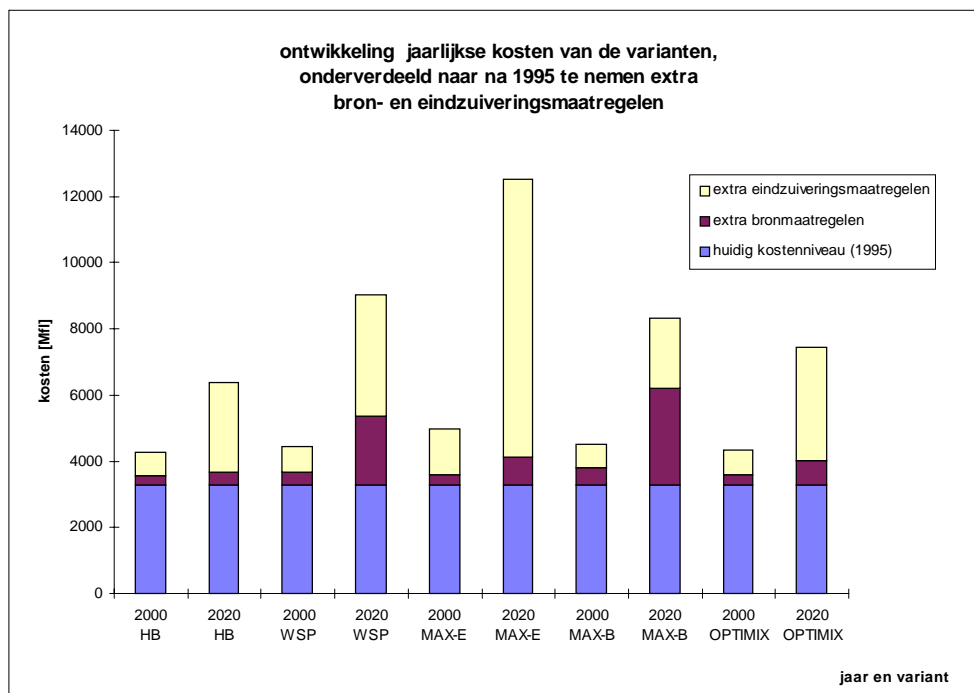
<0%	0-25	26-50	51-75	76-90	>90
Blue	Red	Purple	Yellow	Green	Cyan

Per stof is er een aanzienlijk verschil in de aard en bijdrage van bronnen aan het aanbod van verontreinigingen op het communaal afvalwatersysteem. De industrie heeft van oudsher veel aandacht en daarvoor zijn dan ook relatief veel maatregelen in beeld en/of reeds in uitvoering. De emissie daalt in alle gevallen licht tot fors (50%) ondanks forse economische groei door de vele kleine, maar effectieve maatregelen. Voor de huishoudens is sprake van een matige autonome groei (24% in de periode 1995-2020). Er zijn evenwel maar betrekkelijk weinig concrete maatregelen in zicht, waardoor het aanbod in het algemeen licht stijgt. Voor de relevante diffuse bronnen binnen het stedelijk gebied (verkeer, corrosie bouwmaterialen) is in het algemeen sprake van een redelijk forse autonome groei (25-75% in de periode 1995-2020). Voor enkele bronnen en stoffen lopen er maatregelen of ontwikkelingen die tot een afname van de emissies leiden (bijv. drinkwaterontharding en -besparing, betere luchtkwaliteit (SO₂) leidt tot minder corrosie). Het netto resultaat varieert daardoor sterk van bron tot bron.

De confrontatie met de kosten

Emissies zo ver mogelijk reduceren klinkt aantrekkelijk, maar de keerzijde is dat meer maatregelen ook een additionele inspanning in termen van kosten vragen. Het streven dient hierbij gericht te zijn op optimalisatie. Op welke wijze is het meeste milieurendement tegen de laagst mogelijke kosten te bereiken? Om een vergelijking tussen de verschillende varianten te kunnen maken wat absolute en relatieve kosten betreft, zijn per maatregel de extra kosten ten opzichte van 1995 per jaar berekend door de kapitaalslasten en de operationele kosten bij elkaar op te tellen. De extra jaarlijkse kosten van riolering en rioolwaterzuivering wegen in alle varianten al zwaar mee. Onafhankelijk van de verschillende varianten bedragen de extra kosten ten opzichte van 1995 van vastgesteld beleid op het gebied van riolering en zuivering in 2000 zo'n 500 miljoen oplopend tot ruim 1,5 miljard gulden in 2020 per jaar (prijsniveau 1995). Daar bovenop komen, afhankelijk van het desbetreffende variant, nog de meerkosten van de specifieke maatregelen. De extra absolute jaarlijkse kosten ten opzichte van 1995 liggen in het jaar 2020 tussen de 3 (Huidig Beleid) en 9 (Maximale Eindzuivering) miljard gulden per jaar. De overige varianten liggen daar tussen in.

Opvallend is dat de variant Maximale Bronaanpak zeker niet het meest goedkope pakket is. Ook aan preventieve maatregelen en zuivering bij de bronnen valt dus relatief veel geld uit te geven. De kosten van de maatregelen in de varianten zijn niet verdisconteerd, noch gecorrigeerd voor inflatie en/of andere dynamische ontwikkelingen. Enkel in het geval van membraamtechnologieën is rekening gehouden met een relatieve afname van de kosten in de tijd.



Het absolute kostenniveau is met name van belang voor het bepalen van de lastenverzwaring die met de verschillende alternatieven gepaard gaat. Bij alle varianten is een aanzienlijke lastenverzwaring te verwachten, een economisch effect dat niet onderschat moet worden aangezien de watergerelateerde lasten van huishoudens sowieso al verwacht worden aanzienlijk te stijgen. Ofschoon de waterlasten een zeer gering aandeel vormen van de totale uitgaven per huishouden, verkleint deze stijging het draagvlak voor bepaalde maatregelen. Het onderstreept het belang van aandacht voor het absolute niveau van de kosten van de varianten.

Naast aandacht voor de absolute kosten is het belangrijk aandacht aan de relatieve kosten van de verschillende varianten te besteden. Met name inzicht in de kosteneffectiviteit van de verschillende varianten is van belang voor het optimaliseren van het emissiebeleid. De kosteneffectiviteit van de verschillende varianten is berekend door per variant de gewogen emissiereductie te delen door de kosten. Een rol speelt hierbij de weging van de emissies. Hiervoor is een weging toegepast gebaseerd op de milieuschadelijkheid van de betreffende stof en de gewenste emissiereductie in relatie tot de nagestreefde waterkwaliteitsdoelen.

Tabel 1: De kosten effectiviteit van de verschillende varianten in 2000 en 2020
(in 1000-guldens per ton gewogen emissie-reducties, met de rangorde tussen haakjes)*

	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMIX
2000	8,7 (5)	8,1 (3)	8,6 (4)	8 (2)	7 (1)
2020	52 (4)	97 (5)	34 (3)	32 (2)	21 (1)

* de gebruikte weging was: Hg 6, Cd 3, Pb 1, Zn 3, Cu 4, Cr 1, As 1, Pak 13: met andere woorden: de reductie van 1 kilo Hg wordt als even belangrijk gezien als de reductie van 6 kilo Pb

Hoewel de absolute kosteneffectiviteit van de varianten bij de verschillende wegingen verschilt, blijven de relatieve verschillen tussen de varianten gelijk. De rangorde van het meest kosteneffectieve variant tot en met het minst kosteneffectieve variant verschuift niet. De variant Optimix blijkt in alle gevallen het meest kosteneffectief, wat niet verwonderlijk is aangezien de maatregelen binnen dit scenario o.a. geselecteerd zijn op hun kosteneffectiviteit. Wel opvallend

is de relatief geringe kosteneffectiviteit van Huidig beleid. Het feit dat de kosteneffectiviteit van de verschillende varianten in de tijd afneemt komt overeen met de verwachting dat eerst geïnvesteerd wordt in de meest kosteneffectieve maatregelen, waarna minder kosteneffectieve maatregelen volgen.

Toekomst voor dergelijke analyses in de regio?

De systematiek van bronnen-inventarisatie en emissie-analyse gehanteerd voor het landelijk niveau is evenzo toepasbaar gebleken voor een regionale invulling. Hoewel zeker voor de bedrijven in potentie emissiegegevens op regionaal niveau beschikbaar zouden moeten zijn, is in deze studie gebleken dat deze toch heel lastig zijn in te schatten. Dit is het gevolg van enerzijds de grote restgroep kleine bedrijven, waarvan geen individuele meetgegevens bekend zijn, en anderzijds de grote lokale verschillen waardoor extrapolaties op basis van landelijke gemiddelden onbetrouwbaar zijn. Voor de vaststelling van de emissies vanuit diffuse bronnen en huishoudens moet veelal worden terug gevallen op landelijke emissiekentallen. Het regionale beeld levert - mede daardoor - vooralsnog niet een wezenlijk andere prioriteitstelling op voor wat betreft emissiebronnen dan het landelijke beeld.

Dit hangt ook samen met het steeds beperkter aandeel van de specifieke (punt)bronnen waar de regio met name direct invloed op kan uitoefenen. Voor de diffuse bronnen lijkt een regionaal verschillende aanpak nog prematuur. Een landelijke analyse op basis van landelijke kentallen voldoet daarmee prima als eerste aanzet voor prioriteitstelling.

De koppeling aan de specifieke regionale en lokale waterkwaliteitsproblematiek vormt in tegenstelling tot de puur emissiegerichte afweging, wel een mogelijk nuttig aanhaakpunt voor regionale optimalisatie van maatregelen. Met het schuiven tussen bronngerichte maatregelen en riolering- en zuiveringsmaatregelen is specifiek sturing te geven aan de route waar de meeste reductie van de belasting gewenst is. Kleine (lokale) wateren zijn immers meestal vooral belast door overstorten en regenwaterlozingen, grotere (regionale) wateren zijn meer en vaker belast door effluenten van de rwzi.

2. Summary

Why was a study necessary?

A substantial reduction in the environmental load caused by pollutants in surface water has been achieved in the past years. However the levels need to be reduced still further if a wide range of objectives for the quality of surface water are to be accomplished. Surface water is polluted by industrial discharges, diffuse sources of pollution, and the municipal wastewater system. The main sources of pollutants from the communal wastewater system are stormwater overflows and the effluent from the municipal wastewater treatment plants. These are important sources of pollutants in surface water, especially in regional waters. A further reduction in the environmental load caused by these pollutants is required if a further improvement in the quality of the surface water and waterbeds is to be achieved. Consequently there is a need for an investigation into pollution abatement strategies that will be of great (environmental) benefit to surface water, and which also exhibit a high cost efficiency.

A feasibility study of the reduction of pollution caused by copper [van Ewijk, van Starckenburg and Warmer, 1996] indicated that preference should be given to measures designed exclusively to limit emissions at the source, or to a combination of measures to limit emissions at the source and collective final purification techniques, depending on the objective for the level of reduction (a reduction of 70 or 90%, respectively) when the reduction is to be achieved over a longer period of time (more than 25 years). Measures designed to limit emissions at the source are greatly preferred when viewed from a perspective of the prevention of pollution. The present study is a continuation of the copper feasibility study, and examines whether the above conclusion is also applicable to other individual heavy metals, and to the total of heavy metals and/or polycyclic aromatic hydrocarbons.

An incremental approach and analysis of five variants

It transpired that the present insights into the precise nature and magnitude of the sources of the emissions discharged into the communal wastewater system were insufficient for the purposes of this study. It proved impossible for all of the studied substances to obtain reasonable agreement between measurements of emissions to the wastewater system and the amounts of influents to the wastewater treatment plants reported by the national bureau of statistics (CBS). Consequently the first step in the analysis was to carry out a comprehensive literature survey into the sources of the emissions discharged into the communal wastewater system. The objective was to reduce the difference between the measured and reported amounts to a maximum of 10%.

The inventory provided an acceptable basis for an analysis of the pollution caused by most substances. It covered a large number of the primary sources of pollution, and quantified their emissions; consequently the inventory significantly improved the insight into the causes of pollution. This insight in turn made it possible to formulate sufficient potential measures that would reduce these emissions at the source. The inventory has reduced the number of gaps in knowledge about emissions; nonetheless some gaps still remain. Many of the causes of emissions from households, in particular, are still unknown; consequently it is not possible to formulate effective measures that would reduce the levels of the emissions from these sources. There is also still a great deal of uncertainty about the magnitude of atmospheric depositions.

An analysis was made of 5 different variants. Each variant was assessed in terms of the effects it would have on emissions, and of the costs involved in the implementation of its measures.

The variants were:

- **Present Policy:** comprised of measures that had been implemented for at least 30% in 1995, supplemented by measures explicitly incorporated in the CIW/CUWVO recommendations.
- **'Watertrack':** comprised largely of measures that are typically focused on a reduction in the (waste)water volume.
- **Maximum Final Purification:** comprised of a limited number of measures to restrict pollution at the source (with the exception of typical final purification treatments at industrial sources), with the emphasis on collective measures to be implemented by sewerage authorities and wastewater treatment plants to reduce pollution.
- **Maximum Reduction at the Source:** comprised largely of measures to reduce pollution at the primary sources of the emissions (varying from prevention and substitution, to specific purification treatments at a company level), with a limited number of measures to be taken by sewerage authorities and wastewater treatment plants to reduce pollution.
- **'Optimix':** comprised of measures selected on the basis of their environmental benefit and their cost efficiency.

Each variant in this approach is accompanied by a number of uncertainties; they are based on assumptions, they simplify the actual situation and, to a greater or lesser degree, all contain subjective considerations. An endeavour has been made to approach these uncertainties in a consistent and responsible manner by explicitly stating the assumptions that were made, and by carrying out a sensitivity analysis. A relative comparison of the variants was possible since the uncertainties associated with each scenario were approximately equivalent. However the absolute results cannot be viewed independently from the context in which they were derived.

What effect would these variants have on emissions?

There was a wide variation in the reduction of the environmental load of surface water achieved by the five variants. In comparison with the Present Policy variant the Maximum Final Purification variant achieved the greatest extra reduction, followed by the Maximum Reduction at the Source variant, Optimix and, as last, Watertrack. The figures for the overall reduction were calculated on the basis of the mathematical averages of the percentage reduction of each substance in comparison with 1995. Optimix is capable of achieving an average reduction of about 37% in comparison with 1995. Appreciable reductions in metals such as copper and mercury can be achieved; the reductions in metals such as zinc and lead are significantly lower. The variants also exhibit different individual reductions of the various substances. The Watertrack variant has a particularly beneficial effect on the level of copper (originating from corrosion of drinking water pipes), whilst the reductions in the levels of the other substances are relatively smaller than those achieved by the other variants. This is in part due to the fact that the assessment takes account of the effect of savings in the consumption of drinking water only in terms of the resultant (slight) reduction of emissions and not, for example, as a contribution to the reduction of drought.

The substances are of varying importance to the objectives for the quality of surface water. The substances are of varying harm to the environment, and are now present at different percentages of the levels specified in the objectives for the quality of surface water. When the variants are weighted on the basis of these factors the Maximum Final Purification variant still achieves the best score; however the Optimix variant now comes second, and the Maximum Reduction at the Source variant drops to third place. The Watertrack and Present Policy variants now score very poorly, as autonomous growth results in an increase in the emissions of a number of the very substances of great relevance to the quality of surface water.

Reduction in the net environmental impact of communal wastewater systems on surface water in comparison with 1995

variant	Present Policy			Waterspoor			Maximum Final Purification			Max. Reduction at Source			OPTIMIX			
	year	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020
mercury		0.62	0.67	0.69	0.64	0.68	0.72	0.65	0.73	0.90	0.66	0.75	0.81	0.65	0.72	0.74
cadmium		0.17	0.18	0.19	0.20	0.23	0.19	0.23	0.29	0.59	0.20	0.27	0.28	0.17	0.23	0.25
lead		0.02	-0.13	-0.44	0.05	-0.07	-0.63	0.11	0.02	0.16	0.11	0.14	0.12	0.09	0.18	0.25
zinc		0.05	-0.15	-0.31	0.07	-0.10	-0.31	0.13	-0.02	0.16	0.08	0.02	0.03	0.08	0.02	0.08
copper		0.45	0.42	0.36	0.50	0.55	0.59	0.49	0.50	0.65	0.50	0.55	0.61	0.49	0.56	0.64
nickel		0.11	0.21	0.14	0.15	0.23	0.16	0.20	0.36	0.64	0.14	0.32	0.47	0.14	0.32	0.43
chromium		0.05	0.03	-0.22	0.08	0.07	-0.23	0.13	0.18	0.40	0.08	0.21	0.36	0.07	0.21	0.32
arsenic		0.21	0.34	0.36	0.26	0.43	0.61	0.26	0.42	0.73	0.26	0.47	0.66	0.22	0.38	0.43
PACs		0.04	-0.04	-0.24	0.06	0.01	-0.34	0.13	0.10	0.29	0.07	0.12	0.20	0.05	0.14	0.23
average		0.19	0.17	0.06	0.22	0.22	0.08	0.26	0.29	0.50	0.23	0.32	0.39	0.22	0.31	0.37
wq-weighted		0.11	-0.05	-0.20	0.14	0.01	-0.17	0.18	0.08	0.25	0.15	0.12	0.14	0.14	0.12	0.18

Reduction % vs. 1995

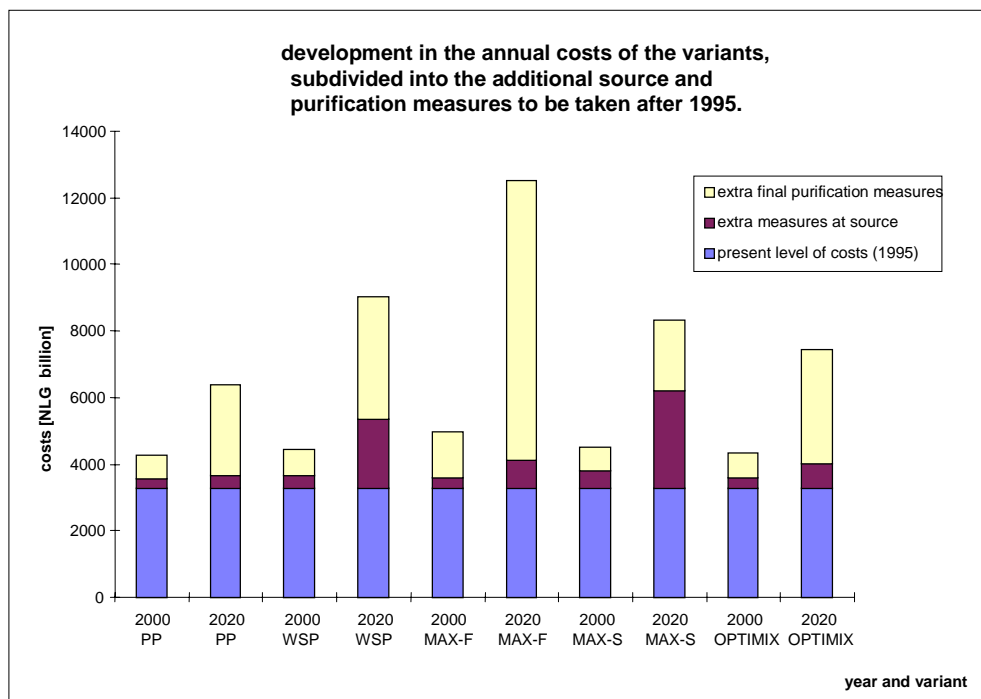
<0%	0-25	26-50	51-75	76-90	>90
Blue	Red	Purple	Yellow	Green	Cyan

Each substance exhibits considerable differences in the nature and contribution of the sources involved in the resultant pollution of the municipal wastewater system. Industry has traditionally received a great deal of attention; consequently a relatively large number of measures are either being planned and/or are already being implemented to reduce emissions. In spite of the large economic growth the many small-scale but nonetheless efficient measures result in a slight or substantial reduction of all emissions (50%). A fairly large autonomous growth is expected in the household sector (24% in the period 1995-2020). However relatively few tangible measures are planned to combat household emissions; the net effect will be a slight increase in the emissions of pollutants. A quite substantial autonomous growth is expected for the diffuse sources of pollution in the urban areas (25-75% in the period 1995-2020), such as traffic and corrosion of construction materials. This growth will to some extent be influenced by specific measures or developments (such as decarbonisation of drinking water and improvement of the environmental quality (SO₂) resulting in lower corrosion rates) reducing specific sources and substances. The net effect will therefore vary significantly for the different diffuse sources.

The confrontation with the costs

A maximum reduction of emissions sounds appealing; however the extra measures required will also increase the costs involved in environmental protection. Measures to reduce emissions should be focused on optimization. How can the maximum environmental benefit be achieved at the lowest possible cost? In order to make a comparison of the absolute and relative costs of the various variants the extra costs involved in each measure in comparison with 1995 were calculated by totalling the yearly extra capital costs due to investments and the operational costs. The extra annual costs of sewerage and collective municipal wastewater treatment are of major influence on the total costs of all scenarios. In all scenarios the extra annual costs, in comparison with 1995, of the agreed policy on sewerage and municipal wastewater treatment will amount to fixed costs of some NLG 500 million in 2000, increasing to more than NLG 1.5 billion in 2020. This will be increased by the extra costs of the specific measures incorporated in the various variants.

In comparison with 1995 the range of the additional annual costs in 2020 is between NLG 3 billion (Present Policy) and NLG 9 billion (Maximum Final Purification). The other variants lie within this range. The assessment indicated that the Maximum Reduction at the Source variant is certainly not the cheapest variant. It is clear that substantial funds are also required for preventive measures and for purification at the source. These costs have not been discounted, nor corrected for inflation and/or other dynamic developments. The exception is membrane technology, where the figures take account of a estimated future relative decrease in the costs.



The absolute level of costs is of particular importance to the increase in the tax burden resulting from the various alternatives. A substantial increase in the tax burden is to be expected in all variants; the economic effects of this extra tax burden may certainly not be underestimated, as it is already expected that there will be a considerable increase in the household charges for water consumption and wastewater treatment. Despite the fact that the household charges for water are only a very small part of the total household costs, it will diminish the general support for certain measures. This once again emphasises the need to devote attention to the absolute costs of the variants.

In addition to a review of the absolute costs it is also important to give consideration to the relative costs of the various scenarios. An insight into the cost efficiency of the various variants is of particular importance to the optimization of policies on emission reduction. The cost efficiency of the various variants has been calculated by dividing the weighted reduction in emissions by the costs involved in the implementation of their measures. This calculation requires a weighting of the emissions. The weighting was based on the environmental harm caused by each substance and the required reduction in the emissions in relation to the stated objective for the quality of surface water.

Table 1: The cost efficiency of the various scenarios in 2000 and 2020
(in NLG 1000 per tonne weighted reduction in emission, with the ranking between brackets)*

	PP	WSP	MAX-F	MAX-S	OPTIMIX
2000	8,7 (5)	8,1 (3)	8,6 (4)	8 (2)	7 (1)
2020	52 (4)	97 (5)	34 (3)	32 (2)	21 (1)

* the weighting was: Hg 6, Cd 3, Pb 1, Zn 3, Cu 4, Cr 1, As 1, PACs 13: in other words: a reduction of 1 kilogram Hg is considered to be of equal water quality importance to a reduction of 6 kilogram Pb

The absolute cost efficiency of the variants differs from weighting to weighting; nonetheless the relative differences between the variants remain unchanged. There are no differences in the ranking of the variants from the highest to the lowest cost efficiency. It transpires that the Optimix variant is always the most cost effective variant; as such this is not surprising, as the cost efficiency was one of the criteria for the selection of the measures to be included in this

variant. However a striking result is the relatively low cost efficiency of the Present Policy variant.

The decreasing cost efficiency exhibited by the different variants in the course of the years is in agreement with the expectation that the initial investments will be made in those measures that exhibit the greatest cost efficiency, followed later by investments in less cost-effective measures.

Is there a future for similar analyses on a regional scale?

It has transpired that the approach comprised of an inventory of sources and an analysis of emissions as used at a national level is equally applicable to regional studies. In principle regional information about the emissions from industry should certainly be available; however this study has revealed that two factors make it very difficult to estimate these emissions. Firstly, in general no individual measurements are available for the large number of smaller companies in the category industry. Secondly, extrapolations from national figures to a regional scale are rendered unreliable as a result of the large regional differences. The same national emission figures often have to be used to determine emissions from diffuse sources and households at a regional scale. Therefore they are not very different from the national view. This is one reason why regional studies have not as yet resulted in priorities in dealing with sources of emissions that are substantially different from national policy. Another reason is that the proportion of the total emissions resulting from specific (point) sources is continually decreasing, sources that are primarily within the sphere of influence of the regional waterboards. At present a regionally-differentiated approach to diffuse sources of pollution would seem to be premature. In the first instance a national analysis based on national data is quite sufficient for the initial determination of the priorities.

In contrast to environmental measures focused solely on emission reduction the link between the specific regional and local problems and the regional and local water quality may well constitute a useful basis for programmes to achieve a regional optimization of measures to reduce emissions. The regional water authorities will be able to control efforts to achieve the greatest improvement in water quality by making use either of measures to reduce pollution at the source, or of measures to reduce pollution from sewerage in combination with the use of supplementary purification treatments at municipal sewage treatment plants. It should be remembered that most pollution of smaller (local) waters is due to overflows and discharges of rainwater sewers, whilst the most and most common source of pollution of the larger (regional) waters is due to effluent from wastewater treatment plants.

3. Inleiding

3.1 Motivering en onderzoeksdoelen

De belasting van het oppervlaktewater met verontreinigingen is in de laatste jaren weliswaar sterk gereduceerd, maar is toch nog zo groot dat allerlei waterkwaliteitsdoelstellingen voor het oppervlaktewater niet gerealiseerd worden. Het oppervlaktewater wordt belast vanuit de industrie, diffuse bronnen en het communaal afvalwatersysteem. Belangrijke belastingroutes vanuit het communaal afvalwatersysteem vormen de overstorten en het effluent van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). Deze vormen, zeker voor de regionale wateren, een belangrijke emissiebron van verontreinigende stoffen naar oppervlaktewater. Om in de komende jaren verdere verbetering van de water(bodem)kwaliteit te kunnen realiseren is een verdere reductie van de belasting gewenst. Daarvoor is het gewenst te zoeken naar een strategie die het hoogste (milieu)rendement oplevert en het meest kosteneffectief zal kunnen zijn.

Ten behoeve van de discussie in de vierde Nota waterhuishouding is er in het kader van de Watersysteemverkenningen voor gekozen om via de analyse van een aantal samengestelde maatregelvarianten de voor- en nadelen van verschillende opties voor het communaal afvalwater in beeld te brengen [Wagemaker en Warmer, 1997]. Deze analyses zijn inmiddels ten dele achterhaald door met name de snelle ontwikkelingen in de performance en kosten van membraantechnieken. Daarnaast is het in die analyse ook als een onvolkomenheid ervaren dat de balans aan verontreinigende bronnen op het communaal afvalwatersysteem onvoldoende gedetailleerd in beeld was en niet sluitend. Met name de kosten en effecten van mogelijke bronmaatregelen, voor op het communaal afvalwatersysteem aangesloten industrie en diffuse bronnen, zijn daardoor onvoldoende onderzocht.

Uit de eveneens in dit kader uitgevoerde haalbaarheidstudie naar koper [van Ewijk, van Starkenburg en Warmer, 1996] bleek dat bij een lange realisatietermijn (meer dan 25 jaar) afhankelijk van de te bereiken reductie doelstelling (70 of 90% reductie) met uitsluitend bronmaatregelen, respectievelijk een combinatie van bronmaatregelen en eindzuiveringstechnieken, de voorkeur gegeven moet worden in vergelijking met eindzuivering als enige reductiestap. Bronmaatregelen verdienen vanuit preventie-oogpunt een duidelijke voorkeur. Of deze conclusie ook geldt voor andere individuele zware metalen en/of het totaal aan verontreinigende stoffen is als nader te onderzoeken punt geformuleerd. Dit lijkt op voorhand tot een identieke uitkomst te leiden, maar voor andere stoffen kunnen andere verontreinigingsbronnen belangrijk zijn waarbij de bronaanpak, bijvoorbeeld in de vorm van fysisch-chemische zuiveringstechnieken bij op het communaal afvalwatersysteem aangesloten bedrijven, eigenlijk nauwelijks verschilt van een eindzuiveringsaanpak op rwzi's. Ook kan een beschouwing over het totaal aan stoffen een ander, bijvoorbeeld duurder of minder effectief, beeld opleveren dan een beschouwing voor een individuele stof. Het is dus maar de vraag of een beschouwing voor meerdere stoffen eenzelfde voorkeur voor de te volgen strategie oplevert als voor koper.

Om die redenen is het project voortgezet met een studie naar een aantal overige zware metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK 6 v. Borneff). Als streven is neergezet de beschikbare informatie over de lozingssituatie van de emissiebronnen en de karakteristieken van het communaal afvalwatersysteem zo actueel en volledig mogelijk in beeld te brengen. De ambitie is om de balans voor meer dan 90% sluitend te krijgen. Daarnaast dienen mogelijke oplossingen, vertaald in maatregelen, te worden verkend. Deze maatregelen dienen gericht te zijn op aanpak van de emissiebronnen of op aanpassingen in het communaal afvalwatersysteem.

----De haalbaarheidsstudie voor koper nog even in kort bestek-----

Nederland heeft een unieke infra-structuur als het gaat om inzameling en zuivering van afvalwater. Het ligt in de rede om daar optimaal gebruik van te maken bij de reductie van emissies. Als alternatief voor aanpak van vele, ten dele onbekende, bronnen, is er immers een aanvullende technische (eind-)oplossing op de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In het project is door middel van een modelmatige aanpak de vraag beantwoord welke route - bronaanpak en/of aanvullende zuivering op rwzi's - moet worden gevolgd om de emissie van microverontreinigingen via het effluent van rwzi's in voldoende mate te reduceren. Randvoorwaarde is daarbij dat, in het licht van milieurendement, kosten en implementatietermijn, gezocht is naar de meest optimale oplossing. Belangrijk aspect hierbij is dat geen verschuiving naar andere milieucompartmenten optreedt.

Deze strategie is als voorbeeld uitgewerkt voor het metaal koper. Er zijn twee rekenvoorbeelden uitgewerkt gericht op realisatie van 70 en 90% reductie van de met het effluent van rwzi's op oppervlaktewater geloosde kopervracht.

De koperaanvoer op de rwzi is voor 98% verklaarbaar uit aanduidbare emissiebronnen. De afgifte van koper door drinkwaterleidingen en heet-watertoestellen bedraagt ongeveer 68% (121 ton/jaar) van de totale via de riolering geloosde kopervracht (179 ton/jaar). De indirect lozende industrie neemt ongeveer 13% (24 ton/jaar) van de kopervracht voor haar rekening. Nagegaan is welke reductiemaatregelen kunnen worden getroffen om hetzij te voorkomen dat koper in het rioolwater terechtkomt, hetzij koper op de rwzi is te verwijderen (bronmaatregelen respectievelijk eindzuivering). Bronmaatregelen kunnen zowel de vervanging van koperhoudende materialen als de inzet van zuiveringstechnieken bij de indirect lozende industrie omvatten.

Met behulp van het model is berekend dat door de inzet van alleen bronmaatregelen op relatief korte termijn (implementatietermijn < 10 jaar) slechts een reductie van de kopervracht van circa 35% kan worden behaald. De maximaal haalbare vrachtreductie op langere termijn (> 25 jaar) bedraagt circa 85% bij uitsluitend inzet van bronmaatregelen. Bij een reductiedoelstelling van 70% en een lange implementatietermijn verdient de bronaanpak de voorkeur op grond van het milieu-effect (slibproductie en overstorten) en de kosten; bij een reductiedoelstelling van 90% en een korte implementatietermijn verdient eindzuivering de voorkeur op grond van de kosten. In de andere gevallen is een gecombineerde bronaanpak en eindzuivering op rwzi's te prefereren op grond van het milieu-effect en de kosten.

De te hanteren strategie bij het terugdringen van de lozing van microverontreinigingen vanuit het communaal afvalwatersysteem dient een verantwoorde afweging te zijn tussen de twee uitersten in aanpak (bronaanpak versus aanvullende maatregelen in het communaal afvalwatersysteem). Omdat in de praktijk het beleid altijd een soort middenweg tussen deze extremen zal zijn, is er voor gekozen om een aantal actuele ontwikkelingen (het waterspoor, regenwater-afkoppeling en huishoudwaterlevering) in de analyse te beschouwen.

Het emissiebeleid zoals neergelegd in het beleidsvoornemen vierde Nota Waterhuishouding bouwt voort op de bestaande beleidsuitgangspunten en geeft vanuit lange-termijn overwegingen aan preventie van verontreiniging bij de bron een voorkeur [Vierde Nota Waterhuishouding, 1998]. De aanpak is gebaseerd op de milieuschadelijkheid van de verontreinigingen. Aanvullend wordt in NW4 een prioritering van het emissiebeleid voorgesteld dat gebaseerd is op tekorten op het gebied van waterkwaliteitsdoelen. Tevens zijn op meerdere thema's binnen NW4 beleidskeuzes gemaakt vanuit de expliciete wens de effectiviteit te verhogen en tegelijkertijd de maatschappelijke kosten te verlagen. In feite betekenen deze intenties een maximalisering van het 'milieurendement' en de 'kosten-effectiviteit'. Deze twee aspecten zijn in de beoordeling van de analysevarianten dan ook centraal gesteld.

Als extra onderzoekspunt is toegevoegd het bekijken of ook een afweging op regionaal of lokaal niveau op eenzelfde wijze tot stand zou kunnen komen en zo ja, of deze afwijkt van een afweging op landelijk niveau. Hiertoe zijn twee voorbeeldregio's uitgekozen, te weten een stroomgebied, namelijk het Valleikanaal (Waterschap Vallei en Eem) en een kleiner lokaal gebied, te weten Tilburg Oost (Waterschap De Dommel). Deze regio's zijn gekozen in overleg met de betreffende waterkwaliteitsbeheerders. De voornaamste criteria hierbij waren de ingeschatte beschikbaarheid van gegevens en de mate van afbakening van het gebied (aantal rwzi's, overstorten, situatie stroomgebied). In het uitvoeringstraject is het voor het Valleikanaal uiteindelijk toch niet gelukt om binnen tijd- en inspanningsrandvoorwaarden voldoende informatie boven tafel te krijgen, zodat uiteindelijk alleen de regio Tilburg-Oost is bekeken.

Doel en afbakening van de studie

Het project "Strategie voor aanpak microverontreinigingen communaal afvalwater" heeft concreet tot doel een afweging tussen bronmaatregelen en aanvullende maatregelen in het communaal afvalwatersysteem zichtbaar te maken met behulp van een strategiemodel. Hierbij wordt in het licht van effectiviteit, milieurendement, kosten en implementatietermijnen, gezocht naar een optimale oplossing.

De studie heeft haar beperkingen. Ofschoon randvoorwaarde is dat geen verschuiving van emissies naar andere milieucompartimenten optreedt, is er geen uitgebreide integrale milieubeschouwing in de vorm van bijvoorbeeld een LCA toegepast. Voor een dergelijk grote groslijst van maatregelen is dat feitelijk ondoenlijk. Het beschouwde milieurendement is dus alleen op het nuttig effect voor water gebaseerd. Analyse van de bestuurlijke component, die uiteraard ook belangrijke consequenties kan hebben voor de haalbaarheid van een voorgestelde strategie, is nadrukkelijk niet expliciet in de analyse betrokken. De afweging heeft vooralsnog enkel plaats op basis van effecten en kosten. De analyses hebben vooral een relatieve waarde via de onderlinge vergelijking. Benadrukt wordt daarnaast dat de studie behalve een strategiestudie tevens een investering is in het analyse-instrumentarium.

Binnen de studie wordt gekeken naar de zware metalen; kwik, cadmium, lood, zink, koper, nikkel, chroom, arseen en naar polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK 6 van Borneff).

3.2 Uitvoering en begeleiding

De eindrapportage voor de haalbaarheidsstudie voor koper is door HASKONING afgerond in april 1996. Het RIZA heeft HASKONING in 1997 opdracht gegeven ook een deel van de uitvoering van de voorliggende studie uit te voeren.

De studie valt uiteen in twee delen. Allereerst de inventarisatie van gegevens. Het betreft hier gegevens rond herkomst van stoffen, de mogelijke maatregelen en de daarbij behorende kosten. Het tweede deel is implementatie in het reeds bestaande emissiemodel Promise. Dit model is ontwikkeld ten behoeve van de berekeningen voor de Watersysteemverkenningen (WSV). Hiermee kunnen de effecten van maatregelen worden berekend. De resultaten van de studie zijn niet alleen bedoeld voor beoordeling op landelijk niveau. Ook voor kleinere systemen zou een beoordeling mogelijk moeten zijn.

De voorliggende nota is gebaseerd op drie werkrapporten, te weten:

1. Strategie voor de aanpak van microverontreinigingen in communaal afvalwater, deelstudie 2 (inventarisatie van emissies)
2. deelstudie 2B (inventarisatie van emissies in de regio Tilburg-Oost) en
3. deelstudie 3 (inventarisatie van maatregelen en autonome ontwikkelingen).

Daarnaast zijn voor koper de gegevens uit de haalbaarheidsstudie voor koper gehanteerd [van Ewijk et al. 1996].

Gebaseerd op de ervaringen vanuit de haalbaarheidsstudie is de volgende werkverdeling aangehouden:

1. Inventarisatie van emissiebronnen en opstellen van de uitgangsbalans (HASKONING)
2. Opstellen van een groslijst van mogelijke maatregelen (HASKONING)
3. Opstellen en uitwerken van een analysemodel (RIZA)
4. Opstellen van analysevarianten en uitvoeren, interpreteren van analyses (RIZA)
5. Rapportage (RIZA en HASKONING).

Het onderzoek is begeleid door een breed samengestelde begeleidingscommissie. Hierin hadden zitting:

- Ing. F.A.N. van Baardwijk (Waterschap Vallei en Eem)
- H. van der Loo (GTD Oost Brabant)
- Ir. J.R. Elzenga Sr. (RIVM)
- Ir. C. Baas (CBS)
- Drs. P.F.M van der Most (VROM)
- Ing. H. Warmer (RIZA)
- Ir. R. Sukkar (RIZA)

De werkzaamheden zijn uitgevoerd door:

- Ing. A.P.A. van Ewijk (HASKONING)
- Ir. I.G.W.M. Kuppen (HASKONING)
- Ir. W. van Starckenburg (HASKONING)
- Drs. J.C. van den Roovaart (RIZA)
- Drs. J. Bouma (RIZA)
- Ing. F.H. Wagemaker (RIZA, projectleider)

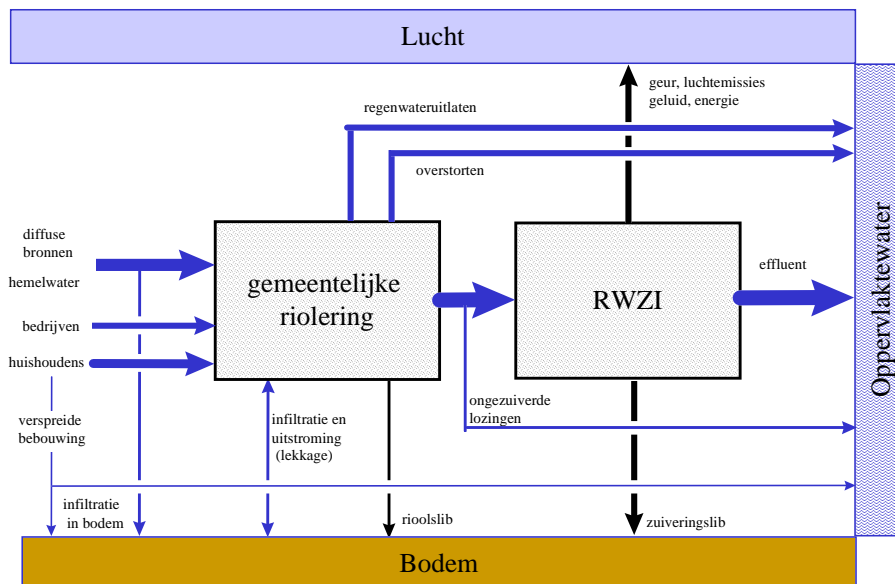
3.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 4 wordt de afbakening van het studiegebied aangegeven en wordt in algemene zin de werkwijze binnen de studie toegelicht. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de emissiebronnen binnen het communale afvalwatersysteem en de emissies vanuit dit afvalwatersysteem naar oppervlaktewater. In hoofdstuk 6 wordt voor de belangrijkste emissies ingegaan op mogelijke maatregelen voor emissiereductie. Dit betreft zowel maatregelen bij de bronnen als maatregelen in het riolerings- en zuiveringssysteem. In hoofdstuk 7 worden de emissie-resultaten weergegeven en besproken.. Tevens wordt de werkwijze en toedeling van maatregelen aan de analysevarianten toegelicht. De resultaten van de analyse voor wat betreft kosten en kosten-effectiviteit worden in hoofdstuk 8 toegelicht en bediscussieerd. In hoofdstuk 9 tenslotte worden enkele discussiepunten over de werkwijze, de onzekerheden en interpretatie van resultaten uitgelicht. Dit betreft zowel milieu-effecten als kosten van de verschillende varianten. In hoofdstuk 10 worden enkele conclusies getrokken voor de reductie-aanpak van emissies van microverontreinigingen op het communaal afvalwatersysteem voor de verschillende varianten.

4. De werkwijze in kort bestek

4.1 Werkwijze

In deze studie worden een aantal mogelijke strategieën voor de reductie van de emissie van microverontreinigingen op en vanuit het communaal afvalwatersysteem verkend. In figuur 1 is aangeduid wat in deze studie onder het communaal afvalwatersysteem wordt verstaan. Als uitgangspunt is genomen de huidige emissiesituatie, zijnde het jaar 1995. Op basis van de huidige inzichten in de precieze aard en omvang van de emissiebronnen die op het communaal afvalwatersysteem lozen bleek het evenwel niet mogelijk om een acceptabele sluitende balans te krijgen ten opzichte van de gemeten influentvrachten van de rwzi [CBS, 1997]. De eerste stap in het analyseproces is daarom geweest een uitgebreide literatuurstudie naar de emissiebronnen op het communaal afvalwatersysteem. Daarmee is geprobeerd het gat in de balans te minimaliseren tot hooguit 10%.



Figuur 4-1: het communaal afvalwatersysteem

Vervolgens zijn met behulp van de implementatie van mogelijke maatregelen uit de groslijst van maatregelen berekeningen gemaakt van de emissie-ontwikkelingen naar de toekomst. In eerste instantie is daarbij van de maatregelen de implementatie in het basisjaar 1995 bepaald. Geprobeerd is om aan de hand van een vergelijking van de daarvoor berekende milieukosten met de jaarlijks door CBS geregistreerde milieukosten [CBS, 1997] een indruk te krijgen over de kwaliteit van het uitgangsbestand. Vervolgens zijn prognoses voor de toekomst gemaakt. Beschouwd is daarbij enerzijds de korte termijn; de jaren 2000 en 2005 en anderzijds de meer lange termijn, de jaren 2010 en 2020. In het berekeningen wordt rekening gehouden met een aantal autonome maatschappelijke ontwikkelingen. Als basis voor vergelijking wordt steeds de voortzetting van het Huidig Beleid in termen van concreet afgesproken maatregelen gehanteerd.

Uit een groslijst van maatregelen zijn een aantal analysevarianten samengesteld waarvan de effecten en kosten met behulp van een emissiemodel bepaald zullen worden. Het gehanteerde model betreft een uitgebreide spreadsheet-applicatie in MS-Excel gebaseerd op de berekeningsmethoden en -grondslagen van het emissiemodel PROMISE [Elzenga et al, 1998].

Een beschrijving van de berekeningsmethode en -stappen wordt later in hoofdstuk 6 beschreven. De analysevarianten zijn gebaseerd op verschillende visies die er bestaan over de gewenste ontwikkeling van het emissiebeleid. De context binnen een dergelijke visie bepaalt de keuze van maatregelen voor een variant. Hoe wordt omgegaan binnen het communaal afvalwatersysteem met de sanering van individuele bronnen die op de riolering lozen, de riolerings- en overstortproblematiek, de afvoer van regenwater en mogelijke extra zuiveringsstappen bij rwzi's, is per variant verschillend ingevuld. Omdat er niet één algemeen gedragen visie bestaat, is er in deze studie voor gekozen om verschillende samengestelde maatregelvarianten te analyseren. Uiteindelijk worden de varianten beoordeeld op effecten, kosten en kosteneffectiviteit.

4.2 Autonome ontwikkelingen

Onder autonome ontwikkelingen worden alle ontwikkelingen verstaan die buiten de directe invloedssfeer van het waterbeleid in Nederland plaatsvinden. Er is sprake van autonome ontwikkelingen als gevolg van economische, demografische en technologische ontwikkelingen. Voor de bepaling van de ontwikkeling van de emissies naar de toekomst is gebruik gemaakt van ontwikkelingsscenario's van het Centraal Planbureau (CPB). De ontwikkelingen zijn voor alle varianten op dezelfde wijze meegenomen.

In deze studie is gekeken naar:

1. De macro-economische beschouwingen voor de Nederlandse economie gebaseerd op verschillende ontwikkelingsbeelden voor de wereldeconomie [CPB, 1996].
2. De invloed van het beleid buiten het waterbeleid, met name op het gebied van milieu, ruimtelijke ordening, verkeer en vervoer en drinkwater;
3. Redelijkerwijs te verwachten technische innovaties.

Emissies zijn gekoppeld aan activiteiten en voorraadgrootheden, zoals bijvoorbeeld industriële productie of het aantal woningen. Er wordt voor de toekomst verwacht dat er een autonome toename optreedt van industriële activiteiten en het aantal woningen. Dit impliceert dat bij gelijkblijvende emissiefactoren, dit zal leiden tot een hogere emissie. In het algemeen wordt verondersteld dat de emissie recht evenredig reageert op de autonome groei. Met andere woorden, als een activiteit twee maal zo groot wordt zal de daarbij vrijkomende bruto emissie ook twee maal zo groot zijn. Als de activiteit een inwoner betreft of een woning dan valt daar waarschijnlijk weinig op aan te merken. Voor bijvoorbeeld de industrie is dat echter een steeds terugkerend punt van discussie. In de huidige studie is daar derhalve een ont koppeling voor aangenomen. Innovatie van processen en toepassingen zou op zich ook kunnen plaatsvinden voor diffuse bronnen. Echter deze ontwikkelingen zijn meestal tamelijk overlappend met de invulling van maatregelen (bijv. toepassing in nieuwbouw van voorbehandeld of gecoated materiaal).

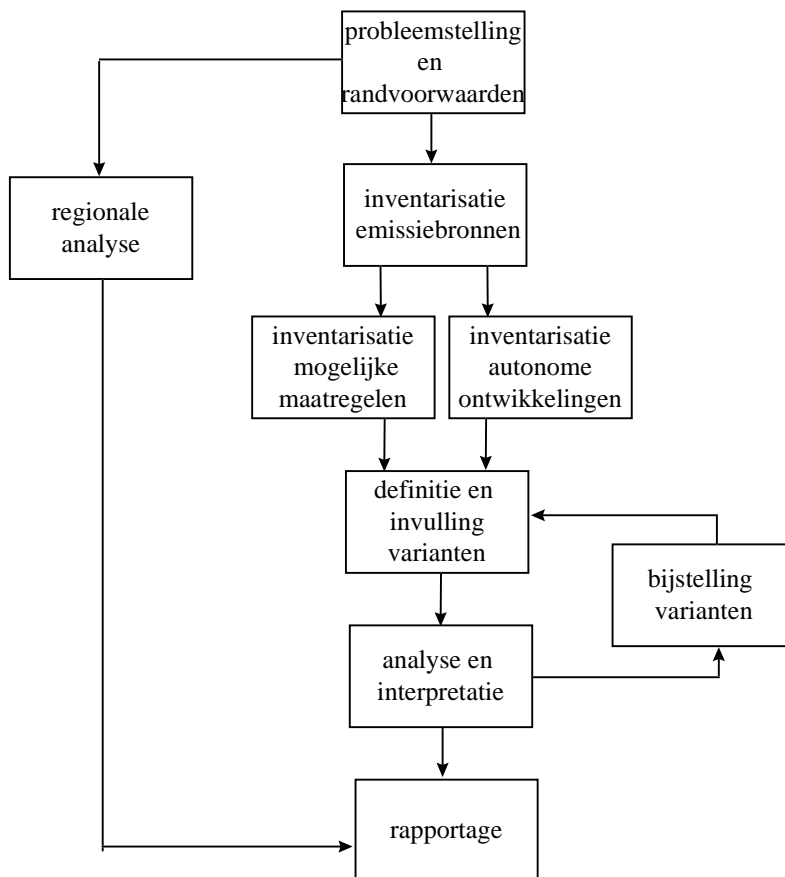
4.3 De analyse-varianten

De strategieën die in de analyse zijn onderzocht, hebben een duidelijk verschillende invalshoek en moeten de bandbreedte die er bestaat in visie over 'de gewenste strategie' in voldoende mate dekken. De varianten zijn in die zin duidelijk onderscheidend ten opzichte van elkaar. Qua invulling verschillen ze ook van wat eenieder gevoelsmatig als 'logische voortzetting van het Huidig Beleid' voor zich ziet. Dat is ook juist de bedoeling. De varianten vormen dan ook een 'stel dat' analyse. Stel dat de strategie voor aanpak van microverontreinigingen in het communaal afvalwater zou verschuiven volgens het betreffende accent van de analysevariant A, wat zou dat dan opleveren aan resultaat ten opzichte van analysevariant B. Interpretatie van de resultaten moet vervolgens materiaal opleveren voor discussies over de optimale strategie en te

overwegen maatregelen daarbinnen. Er zijn vijf verschillende analysevarianten doorgerekend. Dit zijn:

1. Maatregelen uit het Huidig Beleid (**HB**)
2. Waterspoor (**WSP**)
3. Maximale eindzuivering (**MAX-E**)
4. Maximale bronaanpak (**MAX-B**)
5. Een soort optimale mix (**POLDERMIX, later aangepast naar OPTIMIX**)

Binnen de begeleidingscommissie zijn deze varianten gekozen uit een groot scala aan mogelijkheden. De vijf varianten zijn parallel aan elkaar ingevuld en doorgerekend. Na analyse van de resultaten is de variant POLDERMIX aangepast qua invulling met maatregelen, omgedoopt tot OPTIMIX en opnieuw geanalyseerd. Dit is weergegeven in Figuur 4-2.



Figuur 4-2: gevolgde stappen in de studie

Binnen de varianten zijn de maatregelen geselecteerd en toebedeeld. Dit is een proces dat altijd veel discussie oproept. Om het proces van de invulling van de varianten met maatregelen zoveel mogelijk te objectiveren is in beginsel gekozen voor zo veel mogelijk automatische toedeling op basis van een vooraf opgegeven criterium. De uitkomsten van deze automatische toedeling is naderhand binnen de begeleidingscommissie nog een keer beoordeeld op 'logica' en wederzijdse afhankelijkheid van maatregelen. Soms sluiten bepaalde maatregelen elkaar namelijk uit, of moeten ze juist in combinatie worden genomen. Deze wederzijdse afhankelijkheid is handmatig gecontroleerd en heeft op een aantal plaatsen geleid tot het 'hard' corrigeren van de automatische toedeling. In bijlage 3 is een overzicht opgenomen van de maatregelen in de verschillende analysevarianten zoals ze zijn doorgerekend.

Voor de emissiebronnen die minder dan 1% bijdragen aan de bruto emissie 1995 op het communaal afvalwatersysteem zijn geen maatregelen gedefinieerd. Er is vanuit gegaan dat de doelmatigheid daarvan te beperkt zou zijn. Dit neemt niet weg dat ook voor de bronnen er best effectieve maatregelen te nemen zijn. In het kader van deze analyse is het effect op de totale balans echter verwaarloosbaar geacht. Deze emissiebronnen liften wel mee met de riolerings- en zuiveringsmaatregelen.

Huidig Beleid

Als eerste analyse-variant zijn de vastgestelde maatregelen van het huidige beleid doorgerekend. Deze analysevariant dient enerzijds als vergelijkingsbasis voor de andere varianten en anderzijds om de knelpunten en potenties van het Huidig Beleid in beeld te brengen. Onder de analyse van het huidige beleid worden concrete maatregelen of regelingen meegenomen die reeds zijn vastgesteld of waarvan vrijwel zeker is dat deze binnen afzienbare tijd worden genomen. Daarvoor is geselecteerd op het feit dat de huidige implementatie (1995) meer dan 30% bedraagt. Dit criterium is op zich arbitrair, maar als een maatregel in 1995 al voor 30% is geïmplementeerd wordt redelijkerwijs verondersteld dat het een 'logische' invulling is binnen het bestaande beleid. Tevens is een aantal maatregelen toegevoegd die op grond van CIW-CUWVO aanbevelingen en dergelijke tot het Huidig Beleid worden gerekend.

Waterspoor

De variant WSP is ingevuld met maatregelen die beperking, deelzuivering en hergebruik van volumestromen (afval)water als aangrijpingspunt hanteren. Het gaat dan om maatregelen in de sfeer van opwerking en hergebruik van deelstromen, beperken van verontreiniging van hemelwater door overkapping van terreingedeelten, cascadespoelen etc. In de variant WSP worden aanvullend ook de maatregelen van het Huidig Beleid meegenomen omdat dit beleid al voor een aanzienlijk gedeelte is geëffectueerd en de varianten daarmee meer het karakter krijgen van een aanvulling en voortzetting van het bestaande beleid. Daarmee is gestreefd naar een zo realistisch mogelijke uitwerking van de analysevarianten, zonder hierbij in extremen te vervallen.

Maximale eindzuivering

De variant MAX-E is uitsluitend ingevuld met typische eindzuiveringsmaatregelen. Dit betekent dat allerlei bronmaatregelen (vervanging van toegepaste stoffen en/of materialen) niet worden getroffen, maar dat zo veel mogelijk wordt ingezet op vergaande eindzuivering van de totale afvalwaterstroom. Ook de riolering en zuivering worden ingericht op het zo maximaal mogelijk zuiveren van de gehele waterstroom. De effecten en emissies vanuit overstorten worden met specifieke nazuiveringen (helofytenfilters en zandfilters) beperkt. In de variant MAX-E zijn aanvullend ook de maatregelen van het Huidig Beleid meegenomen! Het maximaal realiseren van milieu- en natuurdoelstellingen heeft in deze variant prioriteit. Bij de selectie van maatregelen voor deze analysevariant is niet bij voorbaat rekening gehouden met de kosten. Dit impliceert een stringente aanpak bij allerlei lozingen en diffuse emissies.

Maximale bronaanpak

De variant MAX-B is het tegenovergestelde van de variant MAX-E. Het maximaal realiseren van milieu- en natuurdoelstellingen heeft ook in deze variant prioriteit. Bij de selectie van maatregelen voor deze analysevariant is dus eveneens geen rekening gehouden met de kosten. Dit impliceert een stringente aanpak bij allerlei lozingen en diffuse emissies. In deze variant is dat ingevuld met typische bronmaatregelen. Nazuiveringstechnieken zijn waar mogelijk voorkomen door brongerichte maatregelen. Dit neemt niet weg dat een aantal maatregelen bij de bronnen (bijvoorbeeld industrie) bestaat uit inzet van nageschakelde zuiveringstechnieken aldaar. In de variant MAX-B zijn aanvullend ook de maatregelen van het Huidig Beleid meegenomen!

Optimix

De variant Optimix is de meest ingewikkeld ingevulde variant. Dit komt omdat geprobeerd is hierin een aantal zaken te combineren. Bij de invulling van deze ontwikkelingsrichting is nadrukkelijk rekening gehouden met de kosten van maatregelen en indicatief de daarmee samenhangende lastenontwikkeling bij doelgroepen. Naast de kosten is ook gekeken naar het te bereiken effect (het milieurendement) en de kosteneffectiviteit. Het eindresultaat van deze exercitie is geweest dat maatregelen relatief zijn gewogen naar **weinig kostend** en een hoog effect op de meest **waterkwaliteitsrelevante** stoffen. In hoofdstuk 6 is beschreven hoe de selectie tot stand is gekomen. In de variant zijn aanvullend ook de maatregelen van het Huidig Beleid meegenomen!

Deze variant is op grond van een eerste analyseronde nog een keer aangevuld en bijgesteld met enkele effectieve maatregelen uit de andere varianten. Deze maatregelen waren klaarblijkelijk net buiten de selectiecriteria gevallen. Het resultaat daarvan was een net iets meer effect sorterende variant, maar tegen iets hogere kosten dan de oorspronkelijke variant Poldermix. Met name de beoordeling van de invulling en berekende effecten door de begeleidingscommissie hebben daarin een rol gespeeld. De variant is toen ook omgedoopt tot Optimix.

4.4 Analyse-instrumentarium

De emissie-analyses zijn uitgevoerd met een spreadsheet-model dat qua berekeningssystematiek grotendeels is gebaseerd op het emissiemodel PROMISE. Het is op een aantal punten, zoals de regionale allocatie, de basisberekeningen en de doorwerking van de maatregelen, vereenvoudigd en handzamer gemaakt. De basis vormt enerzijds het bronnenbestand voor 1995 (dit wordt behandeld in hoofdstuk 4) en anderszijds de verdeling van de emissies via verschillende rioolstelsels en overstortpercentages naar een belasting van het oppervlaktewater (bijlage 5). Het beïnvloeden van de emissies kan plaatsvinden door maatregelen te definiëren voor de processen. Hieronder vallen de preventieve maatregelen aan de bron. De tweede mogelijkheid tot beïnvloeding ligt in de verdeling van bronnen over de verschillende typen rioolstelsels en aanvullende maatregelen in de riolering of communale rioolwaterzuivering.

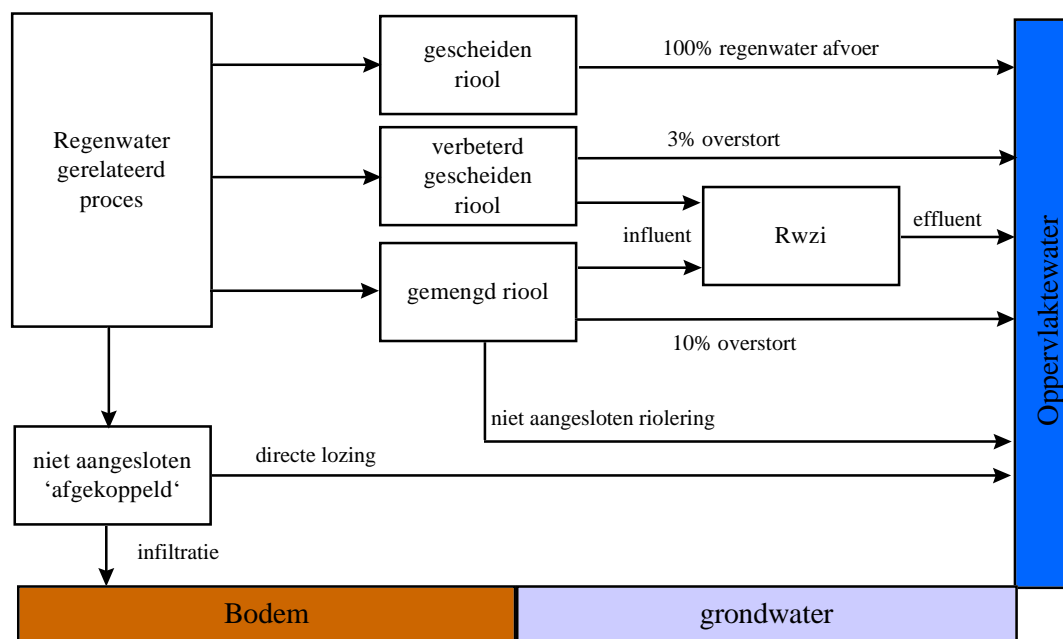
De routes via het rioolstelsel

Bij elk proces is in het model aangegeven welk deel van de emissie op welk type rioolstelsel wordt geloosd. Er zijn drie typen rioolstelsels onderscheiden: gemengde, gescheiden en verbeterd gescheiden stelsels. In een gemengd stelsel komen de droogweerafvoer (afvalwater van huishoudens en bedrijven) en het regenwater dat afstroomt naar het riool bij elkaar. In een gescheiden stelsel worden deze stromen apart afgevoerd. De droogweerafvoer wordt naar een rwzi afgevoerd en het regenwater wordt geloosd op oppervlaktewater. In een verbeterd gescheiden stelsel wordt een deel van het regenwater toch afgevoerd naar een rwzi. Daarnaast is een stroom afgekoppeld hemelwater onderscheiden die deels (40%) wordt geïnfiltrerd in de bodem en deels (60%) als nieuwe regenwaterlozing op het oppervlaktewater wordt geloosd. Dit percentage is gebaseerd op de ligging van riolen boven of onder de gemiddelde grondwaterstanden. In het model wordt uitgegaan van een landelijk gemiddeld stelsel voor wat betreft rioleringskarakteristieken. In werkelijkheid kent het rioleringsstelsel uiteraard een grote diversiteit en zijn de stelsels complexer dan in het model is aangenomen.

Regenwater-gerelateerde processen

Processen waarbij de lozing is gekoppeld aan de afvoer van regenwater, worden in het model regenwater-gerelateerde processen genoemd. Voorbeelden zijn corrosie van zinken daken, dakgoten en loodslabben, afstroming en slijtage van het wegdek en de atmosferische depositie.

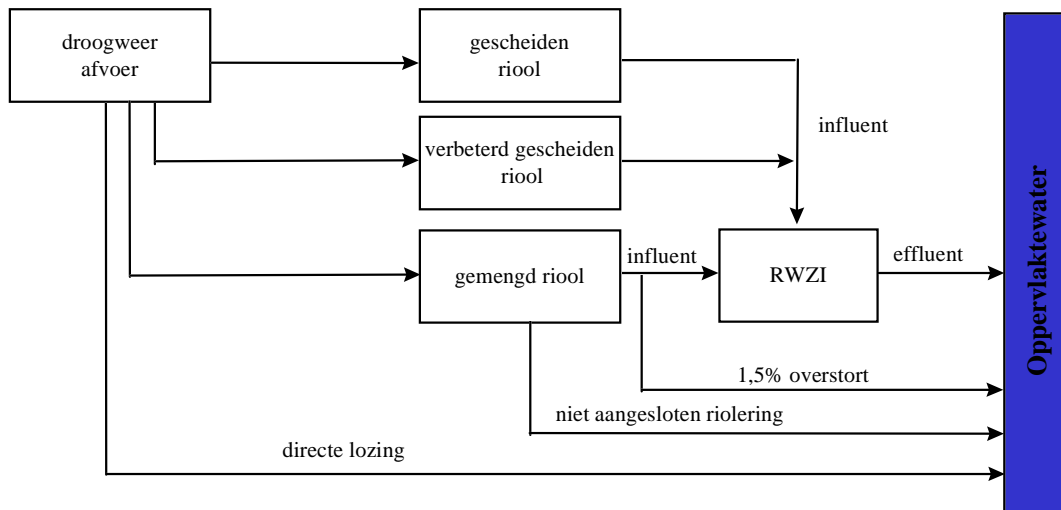
De emissies van deze processen kunnen in een gescheiden rioelstelsel terecht komen en daarna, al of niet gezuiverd, op oppervlaktewater worden geloosd (zie figuur 4-3). Indien deze regenwatergerelateerde emissies via een gemengd stelsel worden afgevoerd, vindt in principe zuivering plaats. Bij hevige regenval kan het voorkomen dat er een overstorting uit het rioelstelsel plaatsvindt, zodat een deel van deze emissies uit gemengde stelsels ongezuiverd wordt geloosd. Voor de regenwatergerelateerde processen is in de onderliggende emissie-inventarisatie [Kuppen, 1998] berekend dat 10% van de vuilvracht die op het gemengde stelsel wordt geloosd uiteindelijk via een overstort op oppervlaktewater wordt geloosd. Voor een verbeterd gescheiden stelsel bedraagt het overstort volume ca 30%. De vuilvracht zit echter met name in de first flush welke bij een verbeterd gescheiden stelsel wordt afgevoerd naar de rwzi. Aangenomen is dat van de vuilvracht maar ca. 3% overstort. Voor een gescheiden stelsel is de 'overstort' uiteraard 100%.



Figuur 4-3: Schematische weergave van de afvoersituatie van regenwatergerelateerde processen.

Niet regenwater-gerelateerde processen

De overige processen (huishoudelijke en bedrijfsmatige lozingen, corrosie van drinkwaterleidingen etc.) worden niet regenwater-gerelateerd genoemd en dragen (continu) bij aan de droogweerafvoer van het rioel. De lozingen van deze processen op het gescheiden en gemengde stelsel worden in principe afgevoerd naar een rwzi (zie figuur 3-4). Bij hevige regenval kan evenwel vanuit het gemengde stelsel een overstort plaats vinden. In het model is hiervoor aangenomen dat 1,5% van de totale geloosde vracht, afkomstig van een niet regenwater-gerelateerd proces, ongezuiverd wordt geloosd via overstorten. Dit percentage is berekend op basis van de studie van Baars et al. (1989). Hij geeft een maximaal overstortpercentage van 1,5% voor de droogweerafvoer via gemengde stelsels afgeleid op basis van de maximale overstorttijd per jaar (133 uur). Voor de droogweerafvoer is de overstortvracht afhankelijk van de tijdsduur van de overstort.



Figuur 4-4: Schematische weergave van de afvoersituatie van niet-regenwatergerelateerde processen.

De rioolwaterzuiveringsinrichting

Het rioolstelsel voert het allergrootste deel van het afvalwater naar een rwzi. De rwzi verwerkt het afvalwater en afhankelijk van de eigenschappen van een daarin aanwezige stof, wordt deze afgebroken door micro-organismen, omgezet, geadsorbeerd aan slib of geëmitteerd naar lucht of oppervlaktewater. Het influent is het afvalwater dat een rwzi krijgt aangevoerd, het effluent is het door de rwzi gereinigde en te lozen afvalwater.

Het model berekent de influentvrucht op basis van de lozingen op de rioolstelsels. Hierbij wordt rekening gehouden met rioolstelsels die nog niet zijn aangesloten op een rwzi, met foutaansluitingen op gescheiden rioolstelsel, met overstorten zoals in bovenstaande is omschreven en met infiltratie in en lekkage vanuit rioolstelsels. Met het verwijderingsrendement (zie bijlage 5) bepaalt het model de effluentvrucht per beschouwde stof.

4.5 De maatregelen

De maatregelen die in het model worden doorgerekend hebben ofwel betrekking op de emissiebronnen die op het communaal afvalwatersysteem lozen ofwel betrekking op hoe het communaal afvalwatersysteem functioneert en is uitgerust. De eerste categorie betreft bijvoorbeeld emissie maatregelen bij de industrie, emissie maatregelen voor bouwmaterialen en besparingsmaatregelen of kwaliteitsbeïnvloedende maatregelen voor drinkwater. De tweede categorie betreft maatregelen in de riolering- en zuiveringsfeer. Daarbij is bijvoorbeeld te denken aan extra berging, verschuivingen in de typen rioolstelsels, afkoppeling van hemelwater, nabehandeling van overstorten en aanvullende zuiveringsmaatregelen op de rwzi. Van de maatregelen is het van belang te weten:

- wanneer ze kunnen worden ingevoerd;
- welk deel van de doelgroep ze kunnen bereiken;
- welke termijn met de implementatie gemoeid zal zijn;
- welke rendementen de maatregel heeft voor de te onderscheiden stoffen;
- welke kosten er aan de maatregel zijn verbonden.

De maatregelen zijn gebruikt in de verschillende analysevarianten en werken onafhankelijk van elkaar of in combinatie met elkaar in op de emissiebronnen en het communaal afvalwatersysteem.

5. Inventarisatie van emissies

Leidraad bij de uitvoering van de studie was in hoeverre het mogelijk zou zijn de vraag te beantwoorden of er voldoende gegevens voorhanden zijn voor de afweging bronaanpak versus aanvullende maatregelen in het communale afvalwatersysteem. Hierbij speelde met name de voorafgestelde eis om de balans redelijk sluitend te maken.

De landelijke aanpak is vervolgens vertaald naar het watersysteem van Tilburg-Oost.

5.1 De onderscheiden onderdelen

De werkwijze van de inventarisatie wordt toegelicht aan de hand van figuur 5-1. De informatie is per hoofdonderdeel van het onderzoek vastgesteld. Als hoofdonderdeel kunnen worden genoemd de emissiebronnen (industrieën, huishoudens, hemelwater gerelateerde bronnen), het rioleringsstelsel en de rioolwaterzuiverinrichting. De geïnventariseerde informatie bestaat uit de volgende onderdelen:

- emissievracht: de hoeveelheid stof die per onderdeel wordt geëmitteerd naar het communaal afvalwatersysteem;
- omvang van de bronnen/processen (aantal emissiebronnen, hoeveelheid zuiveringsslib, etc.): deze informatie is noodzakelijk voor het opstellen van de reductiemaatregelen in de volgende fase van het onderzoek.

Van de industrieën is een opsplitsing gemaakt op branche-niveau. Indien de benodigde informatie op branche-niveau ontbreekt, zijn gegevens van bedrijfspgroepen en in een aantal gevallen zelfs van individuele bedrijven beschouwd om een inschatting te kunnen maken van de gehele branche.

Voor de vaststelling van de emissies uit de huishoudens zijn concentraties van stoffen in drinkwater, consumentenproducten, fecaliën en/of urine en in overige zaken beschouwd tegenover het jaarverbruik of -productie ervan door de consumenten.

De emissievrachten, die via het hemelwater in het communaal afvalwatersysteem terechtkomen, zijn berekend op grond van kwaliteitsgegevens van afstromend hemelwater van verhard oppervlak, het totale oppervlak aan verhard terrein, de jaarlijkse neerslaghoeveelheid en een aantal correctiefactoren. De verkregen emissievrachten zijn geconfronteerd met emissievrachten berekend op grond van corrosie van bouwmaterialen, atmosferische depositie en depositie van verkeer en vervoer. Daarnaast is een inschatting gemaakt van de via hemelwater geëmitteerde vrachten afkomstig van onverharde terreinen.

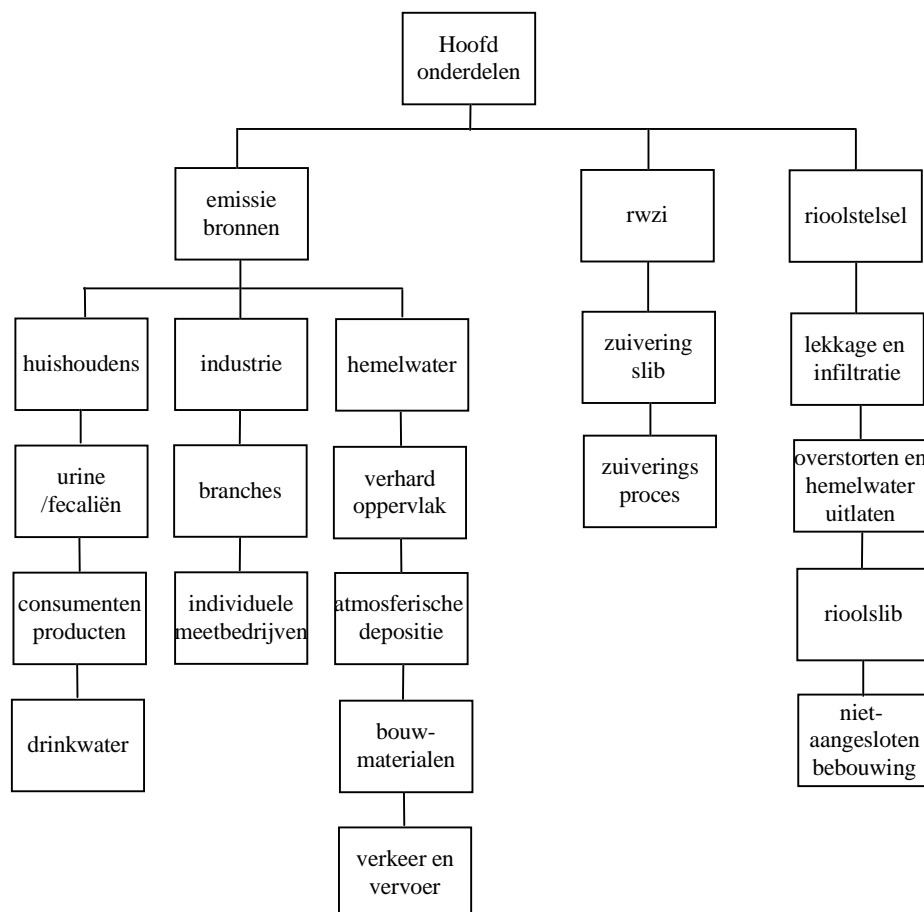
Van het rioleringsstelsel zijn de emissievrachten van stoffen berekend die via hemelwater-uitlaten, overstorten, lekkage van rioleringen, rioolslib of niet op een rwzi aangesloten rioolleidingen het communaal afvalwatersysteem weer verlaten of die via infiltratie in de riolering het stelsel binnentreden.

Binnen het onderdeel rwzi is de werking van het zuiveringsproces beschouwd op basis van door het CBS vastgestelde zuiveringsrendement per stof. De door het CBS vastgestelde vrachten in het influent van de rwzi's zijn gelegd naast de influentgegevens die in deze studie zijn berekend vanuit de geïnventariseerde gegevens van de emissiebronnen en het rioleringsstelsel berekende influentgegevens. Voor eventuele verschillen in de berekende influentgegevens en die van het CBS is getracht verklaringen te vinden. Het zoeken naar ongenoemde bronnen, het verbeteren van schattingen en het bijstellen van aannamen door ingevoerd of gewijzigd beleid heeft uiteindelijk geleid tot het opstellen van een aangepaste massabalans.

De gegevens zijn gebaseerd op het peiljaar 1995 met uitzondering van koper, waarvoor de inventarisatiegegevens met peiljaar 1993 uit de haalbaarheidsstudie zijn overgenomen. Indien

de verkregen informatie verouderd was, is deze, voor zover dat mogelijk was, gecorrigeerd naar het jaar 1995. Bij de industriële emissiebronnen bijvoorbeeld heeft correctie plaats gevonden op basis van het productieverloop van de betreffende bedrijfstak. Hierbij zijn de mate van sanering in de betreffende bedrijfstak en eventueel ingevoerde beleidsmaatregelen medebepalend. Als voorbeeld wordt genoemd de bedrijfstak auto- en aanverwante industrieën. Voor een overzicht van geraadpleegde literatuur en van de literatuurbronnen wordt verwezen naar de in de literatuuropgave vermelde achterliggende werkdocumenten.

In de literatuur kunnen met betrekking tot hoeveelheden, bijvoorbeeld vrachten of waterverbruiken, grote variaties in de opgegeven waarden voorkomen. Als oorzaken hiervan kunnen worden genoemd de veroudering van de gegevens, de gehanteerde onderzoeksmethode en de eventuele aannamen die zijn gedaan. Bij vaststelling van de gegevens is steeds uitgegaan van de meest betrouwbare bron die voorhanden is. Hierbij worden gegevens die zijn gebaseerd op meetwaarden en een zo representatief mogelijk beeld geven van het hele te beschouwen onderdeel van het communaal afvalwatersysteem (emissiebron, hemelwateruitlaten, rwzi's, etc.) in 1995, als meest betrouwbaar ervaren. Het minst betrouwbaar zijn die gegevens die zijn verkregen op basis van schattingen en verouderde aannamen. De criteria op basis waarvan de gegevens al of niet als betrouwbaar zijn beschouwd zijn dus het jaartal waarop de gegevens betrekking hebben, de mate van representativiteit van de gegevens voor het hele te beschouwen onderdeel van het communaal afvalwatersysteem (schattingen of meetgegevens) en de mate van reeds doorgevoerde beleids- en saneringsmaatregelen.



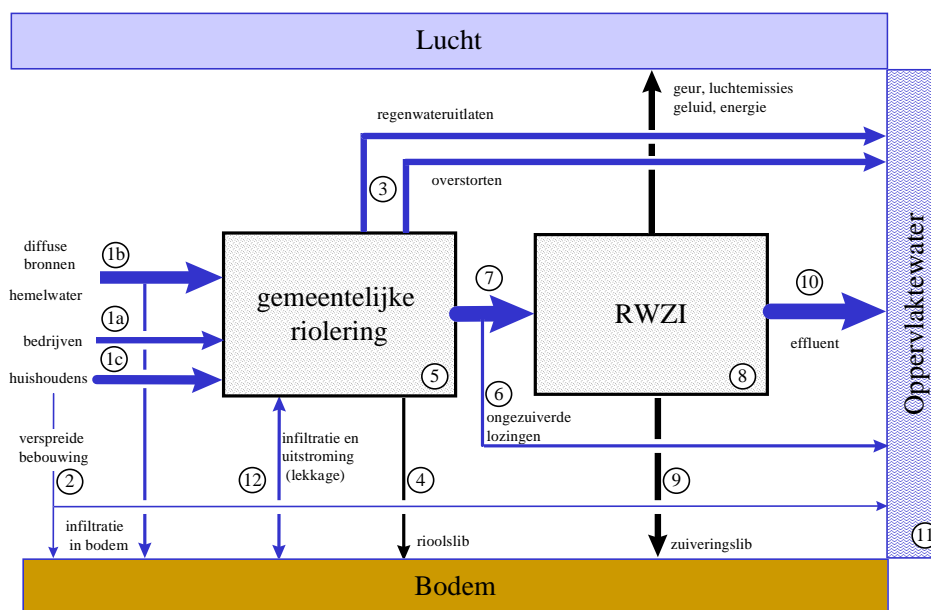
Figuur 5-1: Opsplitsing van hoofdonderdelen in subonderdelen bij de inventarisatie

Voor een goed begrip en een preciezere definiëring van de studie is een beschrijving van emissieroutes vanuit het communaal afvalwatersysteem evident. De rwzi's vormen een

belangrijke emissiebron van microverontreinigingen naar het oppervlaktewater. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de grote saneringen met betrekking tot de directe lozingen op het oppervlaktewater vanuit de industrie grotendeels zijn afgerond. Bij het streven naar verdere reductie van de emissie van microverontreinigingen naar het oppervlaktewater is een verkenning van de mogelijkheden daartoe binnen het communaal afvalwatersysteem een logische stap. Onder communaal afvalwater wordt in dit verband verstaan de emissies vanuit de rwzi's, de rioolstelsels en niet-aangesloten kernen en verspreide verbouwing.

Ter vaststelling van de haalbare emissiereductie van de microverontreinigingen bij verschillende inspanningsniveaus dient de beschikbare informatie over zowel het communaal afvalwatersysteem als de bronnen van emissie naar dit systeem zo volledig mogelijk in beeld te zijn gebracht.

De emissieroutes van de microverontreinigingen in en vanuit het communaal afvalwatersysteem zijn verduidelijkt door middel van het schema van figuur 5-2.



Figuur 5-2: schema van de emissieroutes

In het schema van figuur 5-2 zijn de volgende onderdelen te onderscheiden:

1. emissiebronnen (bedrijven, huishoudens, hemelwater).
2. verspreide bebouwing.
3. overstorten en hemelwateruitlaten.
4. rioolslib.
5. riolering.
6. ongezuiverde lozingen.
7. influent van de rwzi's.
8. zuiveringsproces op de rwzi's.
9. zuiveringsslib.
10. effluent van de rwzi's.
11. oppervlaktewater.
12. infiltratie en lekkage uit riolering

De microverontreinigingen worden vanuit bedrijven, huishoudens en via de afwatering van het hemelwater geëmitteerd naar het rioleringsstelsel. Een deel van de emissies vanuit huishoudens, namelijk dat van verspreide verbouwing wordt rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd en

komt dus niet in het gemeentelijk rioleringsstelsel terecht. Vanuit het rioleringsstelsel vinden via hemelwateruitlaten en overstorten rechtstreekse emissies plaats op het oppervlaktewater. Doordat de microverontreinigingen zich in een bepaalde mate hechten aan het rioolslib, verlaat een gedeelte van de microverontreinigingen het rioleringsstelsel via de afvoer van rioolslib uit de rioleringen. Daarnaast kunnen door lekkage van rioleringen microverontreinigingen met het communaal afvalwater uit de riolering verdwijnen dan wel met het grondwater in de riolering infiltreren.

Het uiteindelijk in de riolering verzamelde communale afvalwater komt - afgezien van overstortingen - als influent op de rwzi's aan. Hier vindt zuivering plaats, waarbij een gedeelte van de verontreinigingen in het zuiveringsslib wordt opgenomen. Het overige deel wordt met het effluent van de rwzi op het oppervlaktewater geloosd.

Het onderdeel oppervlaktewater is in deze studie niet in de uiteindelijke massabalans opgenomen. Wel is de netto belasting vanuit het communaal afvalwater op het oppervlaktewater berekend.

5.2 Emissies en emissiebronnen

Voor de zware metalen, kwik (Hg), Cadmium (Cd), Lood (Pb), Zink (Zn), Nikkel (Ni), Chroom (Cr) en Arseen (As) en PAK (zes van Borneff) is het onderzoek uitgevoerd. Het zware metaal Koper (Cu) was reeds in een eerdere studie onderzocht. De gegevens uit die studie zijn ook hier gebruikt.

Er is bij het onderzoek allereerst gekeken naar de lozingen op de gemeentelijke riolering van de, gezien de stoffen, relevante bedrijfstakken.

Ook zijn alle emissies vanuit huishoudelijke bronnen opgenomen. Vervolgens is berekend welke emissies nog via diffuse bronnen in het riool terechtkomen. De som geeft het totaal aan bronnen. Op grond hiervan is een balans gemaakt richting het influent zoals dat door het CBS op basis van registratie wordt gepubliceerd. In eerste instantie bleek de balans op verschillende onderdelen nog niet voldoende sluitend.

De massabalansen zijn opgesteld op grond van gegevens uit de literatuur. Deze gegevens zijn geëvalueerd en er is getracht op grond van kritische beschouwing tot beter sluitende massabalansen te komen. Daarvoor is eerst een brongerichte beschouwing van de gegevens gegeven, waarna de gegevens per stof worden geëvalueerd. Tenslotte is op grond van enkele bijstellingen een aangepaste massabalans opgesteld.

5.3 Evaluatie van brongerelateerde gegevens

Industriële bronnen

De emissievrachten uit de industriële bronnen zijn grotendeels gebaseerd op gegevens uit Emissieregistratie. Met betrekking tot de gegevens van Emissieregistratie worden de volgende opmerkingen gedaan.

Van de elektrotechnische industrie en de auto-, oplegger- en aanhangerindustrie (deel van bedrijfstakgroep auto- en aanverwante industrieën) zijn door Emissieregistratie slechts emissievrachten gegeven vanuit de individueel geregistreerde bedrijven. Voor de overige bedrijven in deze bedrijfstakgroepen zijn geen bijstellingen gedaan.

Uit de eerste inventarisatie bleek dat voor PAK en nikkel de relatieve bijdragen ten opzichte van de totale emissie uit de industriële bronnen vanuit deze bedrijfstakgroepen relevant zijn. Vanwege vorenstaande zullen in werkelijkheid de emissievrachten vanuit deze bedrijfstakgroepen hoger zijn. Naar verwachting zal bij de elektrotechnische industrie en de auto-, oplegger- en aanhangerindustrie de productie met name bij de grote individueel geregistreerde bedrijven

plaatsvinden. Derhalve worden de emissies met slechts 10% verhoogd voor de niet geregistreerde bedrijven. Voor de motorrevisiebedrijven en de reiniging van motoren en motoronderdelen (overige deel auto en aanverwante industrieën) is reeds een emissievracht vanuit de kleinere bedrijven opgenomen, en wordt hier derhalve niet gecorrigeerd. In de aangepaste massabalansen zijn de op deze wijze verkregen gecorrigeerde emissievrachten vanuit de elektrotechnische en de auto-, oplegger- en aanhangerindustrie meegenomen.

De bijschattingen die door Emissieregistratie worden gedaan zijn gebaseerd op de emissies vanuit de individueel geregistreerde bedrijven. Deze geregistreerde emissies zijn veelal gebaseerd op concentraties en debieten van het afvalwater direct vóór het lozingspunt. In sommige gevallen heeft dan al zuivering plaatsgevonden. Dit geldt met name bij industriebranches waarbij lozing op het oppervlaktewater plaatsvindt. Dit betekent dat in dat geval de bijschattingen plaats vinden op grond van gehalten in reeds gezuiverd afvalwater. In het geval dat de bijschattingen plaats vinden voor bedrijven die niet voorzuiveren, omdat zij bijvoorbeeld op de riolering lozen, zullen deze bijgeschatte emissievrachten structureel te laag zijn. Voor een aantal industriebranches geldt dat juist de individueel geregistreerde bedrijven het te lozen afvalwater vooraf zuiveren waarna lozing op het oppervlaktewater plaats vindt, terwijl de overige bedrijven niet zuiveren en lozen op het gemeentelijk rioolstelsel. Dit is met name het geval bij de basismetalaalindustrie, papier- en papierwarenindustrie, kunstmeststoffenindustrie en de basischemicaliënindustrie. Vanwege vorenstaande zullen in werkelijkheid de emissievrachten vanuit de overige (bij te schatten) bedrijven met een factor 2,8 hoger zijn. Deze bijschattingsfactor is bepaald op grond van:

1. 30% van de geregistreerde bedrijven loost op de riolering;
2. een gemiddeld zuiveringsrendement van 70% voor de metalen.

In de aanpassing van de massabalansen zijn de op deze wijze verkregen gecorrigeerde emissievrachten vanuit voornoemde industriebranches meegenomen.

De emissievrachten vanuit de vatenwasserijen en de laboratoria zijn gebaseerd op gegevens uit 1993. Deze vrachten zijn niet gecorrigeerd voor 1995, daar geen exacte cijfers omtrent de ontwikkeling van deze branches bekend is. Vanwege vorenstaande zullen de emissievrachten vanuit deze industriebranches te laag zijn. Om toch tot een redelijke inschatting van de emissies vanuit deze industriebranches te komen voor 1995, zijn de emissievrachten gecorrigeerd met de gemiddelde productiestijging in de industrie. In 1995 was ten opzichte van 1993 de gemiddelde productie van de industrie met circa 8% gestegen. In de aanpassing van de massabalansen zijn de op deze wijze verkregen gecorrigeerde emissievrachten vanuit de vatenwasserijen en de laboratoria meegenomen.

Mogelijk vinden er in de emissievrachten uit de industriële bronnen dubbeltellingen plaats met de hemelwatergerelateerde bronnen (diffuse bronnen). In principe zijn de gegevens van Emissieregistratie en de overige literatuurbronnen gebaseerd op vuilwatergegevens.

Het wordt echter niet uitgesloten geacht dat in een aantal gevallen de vrachten zijn gebaseerd op metingen aan een rioolstelsel waarop ook hemelwaterafvoer is aangesloten. Als voorbeeld wordt de hoge zinkemissie vanuit de intramurale gezondheidsinstellingen genoemd. Vanwege vorenstaande zullen voor met name lood en zink de totale emissievrachten vanuit deze bronnen te hoog zijn. Dit geldt voor lood in mindere mate dan voor zink, daar de totale emissievracht van lood door hemelwatergerelateerde bronnen veel lager is dan voor zink. Het is echter niet mogelijk deze overschatting te kwantificeren.

Niet-industriële bronnen

In de emissievrachten vanuit de huishoudens is mogelijk voor cadmium, lood, zink en nikkel een dubbeltelling aanwezig, daar een klein gedeelte van de emissievracht van het verbruikte drinkwater, tevens via feces en urine wordt meegeteld. Vanwege vorenstaande zullen de

emissievrachten van cadmium en nikkel uit huishoudens in de totale massabalans naar verwachting te hoog zijn. Aangenomen wordt dat circa 1% van het verbruikte drinkwater via feces en urine in de riolering verdwijnt en dus dubbel wordt geteld. In tabel 2 is deze dubbeltelling gecorrigeerd.

De emissievrachten vanuit de hemelwatergerelateerde diffuse bronnen (waaronder atmosferische depositie, verkeer en vervoer en bouwmaterialen) zijn gebaseerd op waterkwaliteitsgegevens van afstromend hemelwater uit de periode 1985 tot 1989 verkregen door de NWRW op basis van praktijkonderzoek. Vanaf deze tijd heeft een aantal ontwikkelingen plaatsgevonden welke hun invloed hebben op de atmosferische depositie, de corrosie van bouwmaterialen en de depositie door verkeer en vervoer. Hierdoor wordt de kwaliteit van het afstromend hemelwater beïnvloed. Als voorbeeld van deze ontwikkelingen worden genoemd de intrede van de loodvrije benzine in 1985 en de vervanging van 'cadmiumrijk' zink en verzinkt staal door 'cadmiumarm materiaal'.

De gemiddelde concentraties lood, zink en cadmium in het afstromend hemelwater berekend op basis van het NWRW-onderzoek [NWRW, 1990] zijn in tabel 5-1 naast concentraties uit buitenlandse literatuur opgenomen ter vergelijking.

Hieruit blijkt dat voor daken van woningen geldt dat de concentraties voor lood, zink en cadmium uit de recentere literatuur structureel lager zijn dan de concentratie op basis van het NWRW-onderzoek. De data van Boller met betrekking tot de daken van woningen zijn ten dele meetgegevens in Zürich in 1995 (in tabel 5-1 de minimale concentraties) en ten dele literatuurgegevens van vóór 1995 (in tabel 5-1 de maximale concentraties). Op grond hiervan kan worden aangenomen dat de emissievrachten via het afstromend hemelwater van daken van woningen lager zal zijn dan in deze studie is aangenomen.

Met betrekking tot de wegen in de woonomgeving blijken de concentraties voor lood, zink en cadmium op basis van het NWRW-onderzoek juist lager te zijn dan de concentraties in recentere literatuur.

Tabel 5-1: Kwaliteiten afstromend hemelwater

Parameter	Daken van woningen		Wegen in de woonomgeving		
	NWRW (1990)	Boller (1997)	NWRW (1990)	Boller (1997)	Hvitved-Jacobsen (1994)
Pb (µg/l)	342	16 - 90	12 - 75	300	50 - 150
Zn (µg/l)	1.258	42 - 400	150 - 195	500	300 - 500
Cd (µg/l)	1	0,17 - 0,6	0,1 - 1,4	4	0,5 - 3,0

Uit de diverse literatuurgegevens blijkt dat de analyse van emissievrachten van verontreinigingen via afstromend hemelwater bijzonder complex is omdat er zeer veel factoren zijn die de concentratie en de vracht in het afstromend hemelwater bepalen. De duur van voorafgaande droogteperioden, de regenintensiteit en regenduur, de atmosferische vervuiling, de droge depositie en de materialen die in contact komen met het afstromend hemelwater zijn variabelen die tot een zeer grote variatie in concentraties van verontreinigingen in afstromend hemelwater kunnen leiden. Hierdoor is het zeer moeilijk om gemiddeld voorkomende concentraties te bepalen. In deze studie wordt daarom na deze beschouwing ongewijzigd uitgegaan van de resultaten van het NWRW-onderzoek.

Stofstromen riolering

De emissievrachten die vanuit het kolkenzuiger- en rioolslib het rioleringsstelsel verlaat zijn eveneens ten dele gebaseerd op verouderde gegevens. Behalve voor lood, zink en nikkel zijn de

emissievrachten gebaseerd op gegevens van 1988. Ook hier hebben de hiervoor genoemde ontwikkelingen, zoals de intrede van loodvrije benzine en de vervanging van 'cadmiumrijk' door 'cadmiumarm' zink en verzinkt materiaal, de emissievrachten beïnvloed.

De emissievrachten vanuit de overstorten en hemelwateruitlaten in tabel 5-3 zijn berekend op basis van brongerelateerde gegevens. Hierbij is aangenomen dat van de DWA-gerelateerde processen circa 1,5% van de emissievrachten overstort en van de RWA-gerelateerde processen circa 10%. Hierbij is echter geen rekening gehouden met de emissievrachten die via het kolkenzuiger- en rioolslib, infiltratie en lekkage van rioleringen, het rioolstelsel verlaten dan wel binnenkomen vóórdat overstorten kan plaatsvinden. Indien hiermee rekening moet worden gehouden, dient de verdeling van deze stromen (kolkenzuiger- en rioolslib, infiltratie, lekkage) over de diverse typen rioolstelsel bekend te zijn. Dit is echter niet het geval.

Stofstromen rwzi

De massabalansen over de rwzi's zijn niet geheel sluitend. Op basis van de beschikbare informatie kan niet worden bepaald aan welke vrachten (influent, effluent, of slib) deze onnauwkeurigheid dient te worden toegerekend.

5.4 Evaluatie van stofgerelateerde gegevens

Kwik

De tussenmassabalans voor kwik gaf een overschot van circa 100%. Van de emissiebronnen maakt de emissievracht uit huishoudens circa 65% uit van de totale emissie. Dit wordt voor 55% veroorzaakt door kwik uit amalgaam, dat door het mondspoelen in de riolering verdwijnt. Deze 550 kg kwik is gebaseerd op een studie van DHV uit 1996. Door DHV is bepaald dat van een totaal gebruik van 5.500 kg kwik in gebitsvullingen dat jaarlijks door tandartsen wordt gebruikt, circa 10% door het mondspoelen in de riolering verdwijnt. De emissiefactor van 0,1 is op basis van bepaalde aannames en schattingen tot stand gekomen. Door DHV zijn geen metingen uitgevoerd. Verwacht wordt deze emissiefactor te hoog is. Gezien de levensduur van amalgaamvullingen (>25 jaar) wordt de emissiefactor gecorrigeerd naar 0,01. De totale kwikvracht uit huishoudens wordt dan 501 kg.

De emissievracht van kwik vanuit de industrie (ca. 30% van totale emissievracht) wordt met name veroorzaakt door de tandartspraktijken en de intramurale gezondheidsinstellingen. De berekening van de emissie vanuit de tandartspraktijken is gebaseerd op volledige implementatie van saneringsmaatregelen bij een zo gunstig mogelijk rendement van de saneringsmaatregelen. De aldus berekende kwikvracht zal daarom eerder te laag zijn dan te hoog. De berekening van de emissie vanuit de intramurale gezondheidsinstellingen is gebaseerd op metingen aan het afvalwater van 6 ziekenhuizen. Bij één van de 6 ziekenhuizen bleek de concentratie aan kwik veel hoger dan bij de overige ziekenhuizen (factor 7). Indien deze hoge kwikconcentratie niet wordt meegenomen in de berekening van de gemiddelde kwikconcentraties uit ziekenhuizen, wordt een gecorrigeerde kwikconcentratie verkregen van 2,8 µg/l in plaats van 4 µg/l. De emissievracht vanuit de intramurale gezondheidsinstellingen wordt hierdoor met circa 31% verminderd. Dit resulteert in een gecorrigeerde emissievracht van 113 kg.

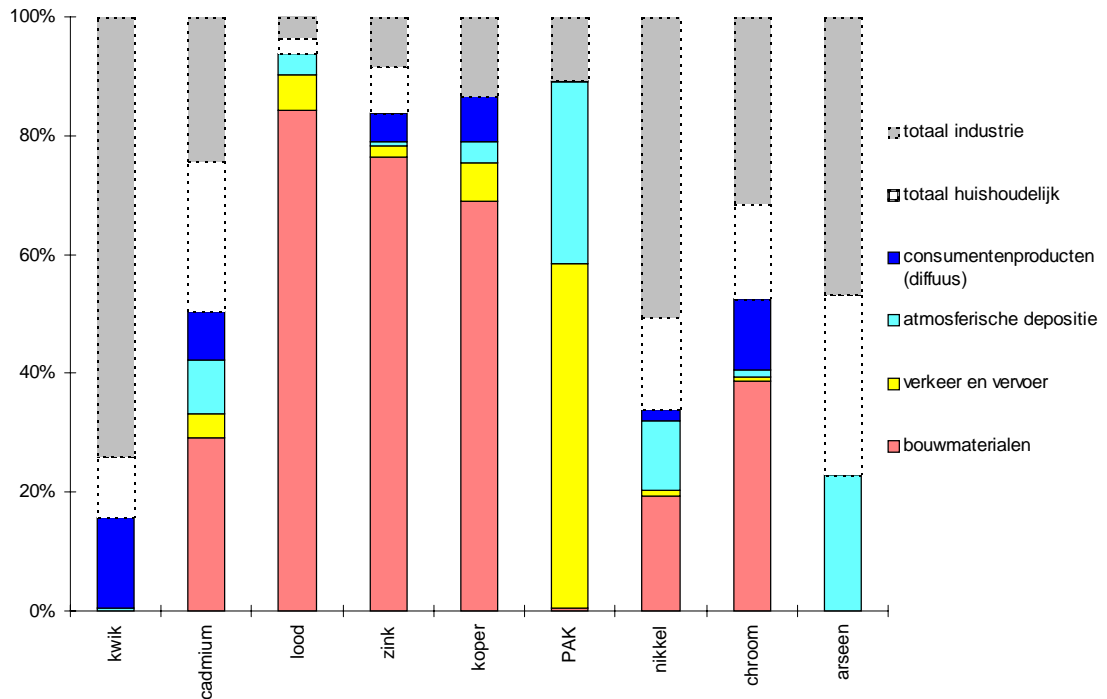
PAK

In de inventarisatie van de emissievracht van PAK in het influent van de rwzi's is een waarde voor PAK-10 van VROM gegeven, bij gebrek aan een waarde voor PAK-6 van Borneff. In PAK-6 van Borneff zitten behalve 5 PAK uit PAK-10 van VROM nog één PAK die niet in PAK-10 van VROM voorkomt. Deze twee parameters kunnen daarom niet zonder meer worden vergeleken. Het is zeer waarschijnlijk dat de vracht van PAK-6 van Borneff lager zal zijn dan

de PAK-10 van VROM. Bij gebrek aan een betere omrekeningsfactor is aangenomen dat circa 60% van de PAK-10 van VROM de PAK-6 van Borneff betreft.

In tabel 5-2 zijn de gecorrigeerde emissievrachten vanuit de emissiebronnen opgenomen. In tabel 5-3 is de uiteindelijk gecorrigeerde massabalansen opgenomen.

Uit deze tabel is op te maken dat het aandeel van diffuse bronnen inmiddels zeer substantieel is in het totale aanbod van verontreinigingen op het communaal afvalwatersysteem. Daarbij wordt de corrosie van drinkwaterleidingen - ofschoon uit huishoudens afkomstig - doorgaans tot de diffuse bronnen gerekend. In figuur 5-3 is dat grafisch aangegeven.



Figuur 5-3: het aandeel diffuse bronnen in het aanbod van verontreinigingen op het communaal afvalwatersysteem

Tabel 5-2: Gecorrigeerde samenvattende tabel emissievrachten per bron per stof 1995 (kg/jaar)

Bron	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
Voedings- en genotmiddelenindustrie	5	53	793	9.247	5.200	599	787	158	-
Textiel- en kledingindustrie	0	0	98	1991	2.160	343	679	18	-
Leerindustrie	-	1	3	52		3	316	-	-
Houtimpregneerbedrijven	-	-	-	-	52	-	21	8	4
Papier- en papierwarenindustrie	-	2	28	3.215	600	71	102	3	-
Grafische industrie	-	-	28	147	1.300	371	161	-	-
Tandartspraktijken	917	-	-	-	30	-	-	-	-
Basischemicaliënindustrie	37	38	442	11.547	1.900	3.711	2.481	247	379
Kunstmeststoffenindustrie	2	2	32	42		7	16	4	-
Verf-, lak- en drukinktenindustrie	-	0	29	364		4	10	-	-
Farmaceutische productenindustrie	0	0	803	2.472		528	11	3	-
Zeepindustrie	0	0	14	244		8	2	-	-
Overige chemische producten	0	0	16	142		61	19	0	-
Synthetische en kunstmatige vezels	0	0	6	170		1	3	1	-
Rubberindustrie	-	-	4	256		3	6	-	-
Kunststofverwerkende industrie	0	45	64	332		52	31	0	-
Bouwmaterialen-, aardewerk- en glas	0	0	51	164		26	18	-	-
Basismetalaalindustrie	1	19	506	3.160		332	301	26	-
Metaalproductenindustrie	6	58	598	7.626	5.700	3.870	2.984	9	-
Machine- en apparatenindustrie	-	6	289	1.652		1.407	522	-	-
Elektrotechnische industrie	2	2	383	1.420		933	460	-	15
Auto- en aanverwante industrieën	0	3	140	324	25	119	92	2	2
Instrumenten- en optische industrie	0	0	34	128		140	41	-	-
Houtreinigingsbedrijven	-	1	98	590	20	0	2	-	-
Vatenwasserijen	0	1	36	610	50	8	13	0	3
Intramurale gezondheidsinstellingen	7	4	145	4.666	900	72	38	1	-
Laboratoria	10	24	66	1.296		66	270	-	-
Recyclingbedrijven	0	0	17	52		2	5	-	-
Stortplaatsen	13	19	128	785		262	393	220	-
Bodem/grondwatersaneringen	-	1	1	83	1.800	17	1	12	108
Afvalverwijderingsbedrijven	104	18	256	1.902		784	1.137	206	0
Overige industrie					3.850				
Totaal industriële bronnen	1.104	297	5.102	54.633	23.602	13.800	10.921	918	511
Ruwe water t.b.v. drinkwater	48	63	-	-		3.168	1.901	640	-
Urine/fecaliën	-	300	5.000	63.800		1.472	4.080	-	-
Consumentenproducten	225	100	-	32.200	13.500	549		-	3
Overig	55	-	-	-		-		-	-
Foutieve aansluitingen (aftrekpost)	1	2	57	414		14	16	2	0
Verspreide bebouwing (aftrekpost)	9	25	705	5.100		166	191	20	1
Totaal huishoudelijke bronnen	263	436	4.238	90.486	13.500	4.952	5.774	618	2
Atmosferische depositie	8	111	4.977	4.190	6.300	3.238	437	449	1.451
Verkeer en vervoer	-	50	8.297	12.759	11.324	238	285	-	2.730
Materialen drinkwaterleidingen	-	317	17.028	63.360	121.000	-	-	-	27
Overig bouwmaterialen	-	40	100.425	442.948		5.342	13.362	-	-
Totaal diffuse bronnen	8	518	130.727	523.257	138.624	8.818	14.084	449	4.208
TOTAAL BRONNEN	1.375	1.251	140.067	668.367	175.726	27.627	30.779	1.985	4.721

Tabel 5-3: Gecorrigeerde massabalansen

Onderdeel	Hg	Cd	Pb	Zn	Ni	Cr	As	PAK
1 Totaal industriële bronnen	1.104	297	5.102	54.633	13.800	10.921	918	511
2 Totaal huish. bronnen (bruto)	273	780	22.028	159.360	5.189	5.981	640	30
2a Verspreide bebouwing	9	25	705	5.100	166	191	20	1
2b Foutief aangesloten huishoudens	1	2	57	414	13	16	2	0
3 Totaal diffuse bronnen	8	201	113.699	459.897	8.818	14.084	449	4.181
4 Totaal bronnen (1+2+3-(2a+2b))	1.376	1.251	140.067	668.376	27.627	30.779	1.985	4.721
5 Overstorten	19	29	8.880	37.309	927	1.291	55	211
6 Hemelwateruitlaten	3	49	26.885	108.993	2.094	3.342	108	657
7 Lekkage rioleringen	56	40	843	5.140	254	170	90	25
8 Infiltratie rioleringen	26	204	7.657	33.178	7.657	510	5.104	319
9 Rioolslib	280	780	26.208	51.480	2.652	2.184	624	2.028
10 Berekend influent ((4+8)-(5+6+7+9))	842	557	84.908	498.632	29.357	24.302	6.212	2.119
11 Tekort/overschot (-/+) dekkingspercentage ten opzichte van CBS	142 120%	-943 37%	3.908 105%	47.632 111%	-1.643 95%	-7.698 76%	512 109%	-131 94%
12 Influent rwzi (CBS)	700	1.500	81.000	451.000	31.000	32.000	5.700	1.800
13 Zuiveringsslib	543	688	64.000	344.000	11.000	19.550	2.800	1.680
14 Effluent rwzi	200	400	10.000	125.000	14.000	7.000	2.700	120
15 Netto belasting oppervlaktewater (0,5*2a+5+6+14)	226	490	46.117	273.852	17.104	11.729	2.873	988

5.5 Regionale benadering

Het project heeft tevens ten doel de basisinformatie die aanwezig is in het analyse-instrumentarium PROMISE van het RIZA te verfijnen, te actualiseren, te verbeteren en waar nodig beter te onderbouwen. Daarbij bestaat eveneens de wens tot het creëren van mogelijkheden voor gebiedsgerichte analyses teneinde het regionaal waterbeheer beter te kunnen ondersteunen. Hiermee rijst de vraag of de gehanteerde analysemethodiek voor de landelijke situatie ook toepasbaar is voor de regio. Ter beantwoording van deze vraag is de proef op de som genomen en is de gehanteerde methodiek voor de landelijke situatie toegepast op de zuiveringsregio Tilburg-Oost. Het betreft hier een klein stedelijk zuiveringsgebied met één rwzi. Deze zuiveringsregio valt onder het beheer van Waterschap De Dommel.

Voor deze regiobenadering ging het er vooral om dat vastgesteld moest worden in hoeverre de gehanteerde analysemethodiek vanuit de landelijke situatie ook regionaal bruikbaar zou zijn. Om die reden is besloten om deze studie uitsluitend voor koper uit te voeren. De achterliggende gedachte hierbij was, dat van koper voldoende informatie beschikbaar is om deze test in te gaan.

Voor deze deelstudie is het zuiveringsgebied Tilburg-Oost geïnventariseerd. Het gaat hierbij om gedeeltelijk gemengde en gedeeltelijk gescheiden rioolstelsels. De vervuiling vanuit dit gebied betreft circa 78.000 vervuilingseenheden v.e. van huishoudens en circa 28.000 v.e. industrie.

In tabel 5-4 is de massabalans voor deze regio opgenomen.

Tabel 5-4: Massabalans koper Tilburg-Oost (afgeronde waarden in kg/j)

Post	Onderdeel	Cu
Emissiebronnen		
1	Totaal industriële bronnen	233
2	Totaal huishoudelijke bronnen (bruto)	642
2a	Verspreide bebouwing	0
2b	Foutief aangesloten huishoudens	1
3	Totaal diffuse bronnen	37
4	Totaal bronnen [1+2-2a-2b+3]	911
Rioleringsstelsel		
5	Overstorten	8
6	Hemelwater uitlaten	5
7	Lekkage rioleringen	27
8	Infiltratie rioleringen	14
9	Rioolslib	16
Rioolwaterzuiveringsinstallatie		
10	Berekend influent [4-5-6-7+8-9]	869
11	Influent rwzi	904
12	Afloop buffer/bezinktank	n.b.
13	Tekort/overschot [10 - 11]	35
14	Zuiveringsslib	705
15	Effluent rwzi	166
Oppervlaktewaterbelasting		
16	Netto belasting oppervlaktewater [$\frac{1}{2}2a+5+6+12+15$]	179 + ged. afloop buffer/bezinktank

1: Bron: Waterschap de Dommel

n.b.: niet bekend

De systematiek van bronnen-inventarisatie en emissie-analyse gehanteerd voor het landelijk niveau is evenzo toepasbaar gebleken voor een regionale invulling. Hierbij worden evenwel de volgende kanttekeningen geplaatst:

- hoewel voor de bedrijven in potentie het meest accurate emissiebeeld op regionaal niveau beschikbaar zou moeten zijn, is in deze studie gebleken dat deze toch ook heel lastig zijn in te schatten. Dit is het gevolg van enerzijds de grote restgroep kleine bedrijven, waarvan geen individuele meetgegevens bekend zijn, en anderzijds de grote lokale verschillen waardoor extrapolaties op basis van landelijke gemiddelden onbetrouwbaar zijn. Ervan uitgaande dat een groot deel van de koper-verontreiniging bij indirect lozende bedrijven diffuus van oorsprong is, namelijk door corrosie van drinkwaterleidingen, is voor koper op basis van het drinkwaterverbruik een acceptabele inschatting te maken. Het is twijfelachtig of voor andere metalen een vergelijkbaar acceptabele inschatting ook mogelijk is;
- de vaststelling van de koperemissie vanuit huishoudens door het gebruik van consumentenproducten en via urine en fecaliën is gebaseerd op landelijke emissiegegevens. Of de vastgestelde emissie overeenkomt met de werkelijke vracht in de regio kan pas worden vastgesteld indien dezelfde exercitie met regionale gegevens kan worden ingevuld. In principe is de landelijk gehanteerde methodiek goed toepasbaar op regionaal niveau;
- de koperemissie door diffuse bronnen in de regio is vastgesteld op basis van landelijke emissiegegevens. Ook hier geldt dat pas na invulling op basis van regionale gegevens kan worden vastgesteld of de in deze studie vastgestelde emissie overeenkomt met de werkelijke vracht in de regio. In principe is de landelijke methodiek toepasbaar op de regio;

- de vaststelling van de stofstromen in de rwzi Tilburg-Oost kon niet volledig sluitend worden ingevuld. Daarvoor ontbrak de koperconcentratie in de afloop van de buffer c.q. bezinktank. Hierdoor kon de netto belasting van het oppervlaktewater niet exact worden bepaald. Op het percentage waarmee de massabalans over het communaal afvalwatersysteem sluitend is, heeft dit echter geen invloed.

Gebleken is dat de invulling van specifieke regionale gegevens (zoals bedrijfslozingen, rioleringskarakteristieken of regiospecifieke bronnen) of aanpassing van landelijke kentallen op regionaal afwijkende gegevens (bijvoorbeeld hardheid water, natuurlijke uitspoeling) een arbeidsintensief proces is waarvoor de gegevens vaak niet direct voorhanden zijn.

De verschillen met het landelijke beeld, uitsluitend gebaseerd op landelijke inventarisaties en kentallen, voor in dit geval koper, zijn beperkt en logisch verklaarbaar uit het niet-aanwezig zijn van bepaalde bronnen. Bij de bedrijven hangt een groot deel van de koper-verontreiniging naar verwachting samen met de corrosie van waterleidingen en is hiermee diffuus van oorsprong. De voor kopercorrosie relevant geachte invloed van zacht water blijkt marginaal op de verhouding tussen de verschillende bronnen.

Het regionale beeld levert vooralsnog niet een wezenlijk andere prioriteitstelling op voor wat betreft emissiebronnen dan het landelijke beeld. Dit hangt ten dele samen met het steeds beperkter aandeel van de specifieke (punt)bronnen waar de regio met name direct invloed op kan uitoefenen. Voor de diffuse bronnen lijkt een regionaal verschillende aanpak nog prematuur.

Een landelijke analyse op basis van landelijke kentallen voldoet naar verwachting prima als eerste aanzet voor prioriteitstelling. De regionale verbijzondering kan eventueel volgen op basis van gebiedseigen kennis binnen het regionaal waterbeheer. Een automatische regionale verbijzondering van de stofbalansen binnen een regio vergt (te) veel inspanning, waarvan de beleidsmatige baten in de vorm van andere keuzen, nog niet direct zichtbaar zijn. De analyse heeft wel waarde voor de argumentatie van de prioriteitstelling bij het nemen van maatregelen.

De koppeling aan de specifieke regionale en lokale waterkwaliteitsproblematiek vormt in tegenstelling tot de puur emissiegerichte afweging, wel een mogelijk nuttig aanhaakpunt voor regionale optimalisatie van maatregelen. Met het schuiven tussen brongerichte maatregelen en riolerings- en zuiveringsmaatregelen is specifiek sturing te geven aan de route waar de meeste reductie van de belasting gewenst is. Kleine (lokale) wateren zijn immers meestal vooral belast door overstorten en regenwaterlozingen, grotere (regionale) wateren zijn meer en vaker belast door effluënten van de rwzi.

Er is in de regio belangstelling voor een 'emissie-instrument' voor met name schatting van de diffuse emissies. Gebruiksvriendelijkheid, beperkte inspanning voor bijhouden daarvan zijn daarbij basiseisen.

6. Inventarisatie van maatregelen en autonome ontwikkelingen

6.1 Maatregelen

Maatregelen zijn gedefinieerd als zijnde ingrepen (op ontwikkelingen) die (mede) vanuit het waterbeleid worden gestuurd. Maatregelen die worden geïmplementeerd volgend uit het huidige waterbeleid worden “zekere” maatregelen genoemd. Alle overige maatregelen zijn “onzekere maatregelen”.

Onder de maatregelen worden ten minste de maatregelen gerekend die Stand der Techniek zijn. Maatregelen die nog niet Stand der Techniek zijn, zijn meegenomen indien de bij de betreffende emissiebronnen betrokken partijen de verwachting hebben dat deze maatregelen reëel zijn. Deze partijen zijn onder meer het RIZA, RIVM, VROM en brancheorganisaties.

De toepasbare maatregelen per emissiebron dienen op grond van het karakter van de emissie te worden geïnventariseerd. Voordat inventarisatie van maatregelen heeft plaatsgevonden, is daarom eerst het karakter van de emissie van zware metalen en/of PAK per emissiebron, onderdeel rioleringsstelsel of rwzi vastgesteld.

De emissies zijn gekarakteriseerd aan de hand van de volgende gegevens:

- herkomst van de geëmitteerde stof. De stof kan primair aanwezig zijn in de grondstof of als nevenverontreiniging. Daarnaast kan de stof worden gevormd tijdens het productieproces of vrijkomen bij gebruik van een bepaald product door slijtage of corrosie. Tenslotte kan de stof vrijkomen in de vorm van afval;
- wijze van emissie. De stof wordt batchgewijs of via een continue stroom geëmitteerd;
- vorm. De stof kan in een drietal vormen voorkomen in water: ionogeen, gebonden door bijvoorbeeld complexvorming en ad- en absorptie en vast zoals bijvoorbeeld metallisch kwik;
- concentratie. Ingeval van industriële bronnen is de concentratie waarin de stof voorkomt in het afvalwater bepaald;
- debiet. Ingeval van industriële bronnen wordt het debiet waarmee het afvalwater (verontreinigd met de te beschouwen stof) wordt geloosd, aangegeven;
- emissiefactor. Ingeval van niet-industriële bronnen zijn in plaats van concentratie en debieten, emissiefactoren vastgesteld.

Vervolgens zijn maatregelen ter reductie van de beschreven emissies geïnventariseerd. Van de maatregelen zijn per emissiebron de volgende gegevens verzameld:

- naam van de maatregel;
- aard maatregel: technisch en/of gebruiksregulerend;
- implementatie:
- type instrument noodzakelijk voor implementatie; mogelijke instrumenten zijn: wetgeving, stimuleringsregelingen, doelgroepenoverleg, beleidsinstrumenten;
- status van implementatie: de status geeft aan in hoeverre de maatregel reeds is geïmplementeerd bij de emissiebronnen waarop de maatregel van toepassing is.
- reëel mogelijk moment van implementatie: dit geeft aan wat, gezien de stand der techniek van de maatregel en het aanwezige maatschappelijke en economische draagvlak, het te verwachten moment (jaartal) is, waarin de maatregel kan worden doorgevoerd;
- termijn voor volledige implementatie: de implementatietermijn geeft aan wat de termijn is waarin de maatregel volledig kan worden doorgevoerd;
- maximaal haalbare implementatiegraad: deze geeft aan in hoeverre, naar verwachting, alle emissiebronnen worden bereikt.

- afhankelijkheid van andere maatregelen: sommige maatregelen zijn alleen zinvol in combinatie met andere maatregelen. In andere gevallen sluiten maatregelen elkaar zelfs uit;
- effect van maatregel:
 - op de stoffen waarop de maatregel betrekking heeft: op basis van het verwijderingsrendement van de maatregel op een stof kan de vrachtreductie worden berekend. Zowel het technisch haalbare verwijderingsrendement van de maatregel als de mate waarin een vrachtreductie ten opzichte van de totale emissievracht uit de emissiebron wordt bereikt, zijn aangegeven.
 - op zuiveringsproces/zuiveringslib:
 - verbetering of verslechtering van het zuiveringsrendement van de rwzi;
 - productie en/of reductie van zuiverings-, riool- en/of kolkenslib;
 - op milieucompartimenten:
 - op energieverbruik.
- kosten: er is een inschatting gemaakt van de totale investeringskosten en exploitatiekosten van de maatregel bij volledig implementatie per bedrijfssector of doelgroep.
- draagvlak: er is een inschatting gemaakt van de politiek/maatschappelijk haalbaarheid van de maatregel en van het economisch draagvlak van de betreffende bedrijfssector of doelgroep.

Per emissiebron zijn de toepasbare “zekere” en de “onzekere” maatregelen vastgesteld. Bij het opstellen van maatregelen is telkens de ladder van Lansink gevolgd (vervanging grondstoffen, alternatief proces, hergebruik, procesgeïntegreerde maatregelen, eindzuivering).

Industriële emissiebronnen

Het vaststellen van de maatregelen volgens de ladder van Lansink heeft bij de industriële emissiebronnen geleid tot de volgende soorten maatregelen die per emissiebron achtereenvolgens zijn beschreven:

1. Good housekeeping: door het inzetten van maatregelen, als het optimaal op elkaar afstellen van apparatuur, opruimen van morsingen, het voorkomen van lekverliezen, etc, kunnen emissies worden teruggedrongen.
2. Preventie: emissies van bepaalde stoffen kunnen worden voorkomen, door:
 - vervanging van grondstoffen;
 - vervanging of coating van materialen;
 - alternatieve processen.
3. Hergebruik: door het hergebruik van afvalwaterstromen voor andere doeleinden kunnen emissies worden teruggedrongen.
4. Waterbesparing en recirculatie: door de inzet van zuiveringstechnieken kunnen bepaalde afvalwaterstromen worden opgewerkt. Hierdoor kunnen deze afvalwaterstromen worden gerecirculeerd, waardoor waterbesparing plaatsvindt. Behalve waterbesparing vindt in een aantal gevallen ook reductie van emissies plaats.
5. Eindzuivering. Indien geen van de voorgaande type maatregelen mogelijk zijn, kan gekozen worden voor een ‘end-of-pipe’ maatregel. Dit betekent altijd dat de emissies in een meestal geconcentreerdere en daardoor beter verwijderbare andere manier vrijkomen dan in het water, met andere woorden de emissies worden verplaatst naar (een) ander(e) milieucompartiment(en).

De beschrijving van de karaktergegevens is gebaseerd op de emissie juist voordat lozing op de riolering plaats vindt. Hierbij is voor de industriële bronnen rekening gehouden met eventuele aanwezige zuiveringstechnieken, die reeds in een gedeelte of de gehele sector zijn geïmplementeerd. Vervolgens is vastgesteld op welke wijze de emissie verder kan worden verminderd en tegen welke kosten dat kan gebeuren.

Van de volgende bedrijfssectoren zijn op de hiervoor beschreven wijze maatregelen geïnterpreteerd en beschreven:

- Voedings- en genotmiddelenindustrie;
- Textiel-, tapijt- en kledingindustrie;
- Leerindustrie;
- Houtimpregneerbedrijven;
- Grafische industrie;
- Tandartspraktijken;
- Basischemicaliënindustrie;
- Kunstmeststoffenindustrie;
- Farmaceutische productenindustrie;
- Kunststofverwerkende industrie;
- Basismetalenindustrie;
- Metaalproductenindustrie;
- Machine- en apparatenindustrie;
- Elektrotechnische industrie;
- Stortplaatsen;
- Bodem/grondwatersaneringen;
- Afvalverwijderingsbedrijven.

Huishoudens

De soorten maatregelen ter reductie van emissies via het ruwe water en het drinkwater zijn met uitzondering van de 'good house keeping-maatregelen' gelijk aan de soorten maatregelen die voor de industriële bronnen zijn onderscheiden, te weten:

preventie: emissies kunnen worden voorkomen door:

- vervanging van grondstoffen;
- verbod op nevenverontreinigingen (zoals het verbod op cadmium);
- voorkomen van corrosie door vervanging, coating of lengtevermindering van leidingen, maar ook door (extra) ontharding van het ruwe water;
- waterbesparing door:
 - de inzet van waterbesparende toiletten, douchekoppen, (af)wasmachines, etc.)
 - regenwaterbenutting
 - levering van een tweede waterkwaliteit: hierdoor wordt water van hoge kwaliteit (drinkwater) bespaard. Alleen in het geval de tweede waterkwaliteit wordt geleverd door regenwaterbenutting vindt ook een reductie van de emissies plaats. In het geval de tweede waterkwaliteit wordt geleverd door oppervlaktewater of effluent van rwzi's vindt een toename van de emissies plaats.
- eindzuivering: de emissies in het ruwe water en drinkwater kunnen ook worden teruggedrongen door aanvullende zuivering op de drinkwaterbedrijven.

De maatregelen ter reductie van de emissies die via urine, fecaliën en consumentenproducten op de riolering worden geloosd zijn slechts gericht op de vermindering van nevenverontreinigingen (preventie).

Diffuse bronnen

Ook de geïnventariseerde maatregelen voor het terugdringen van de emissies door corrosie van bouwmaterialen en door het verkeer en vervoer zijn allen preventieve maatregelen. Typen maatregelen die kunnen worden onderscheiden zijn:

- vervanging of coating van bouwmaterialen;
- het weglaten van onderdelen (bouwen zonder dakgoten);
- vervanging van autobandenmateriaal;
- vervanging van oliën en koelvloeistoffen;
- voorkomen van lekkages in olie-/koelvloeistofsystemen.

Preventieve maatregelen voor het terugdringen van emissies door atmosferische depositie zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de beslissers binnen het waterbeleid in Nederland hierop slechts in zeer beperkte mate invloed hebben. Reductie van deze emissies kan worden bereikt door bedrijfstechnische en zuiveringstechnische maatregelen in te zetten voor behandeling van het hemelwaterafvoer. Zie hiervoor onder 'communaal afvalwatersysteem'.

Communaal afvalwatersysteem

Met betrekking tot het communaal afvalwatersysteem zijn maatregelen geïnventariseerd voor het terugdringen van emissies vanuit het inzamel- en transportsysteem van het communaal afvalwater en de rwzi's.

De maatregelen aan het inzamel- en transportsysteem van het communaal afvalwatersysteem kunnen worden onderscheiden in preventieve maatregelen en zuiveringstechnische maatregelen. Als preventieve maatregelen kunnen genoemd worden:

- afkoppelen van verhard oppervlak;
- realiseren van (verbeterd) gescheiden stelsels;
- vergroting van bergbezinkbassins;
- optimaliseren van afvoer van hemelwater naar de rwzi's door sturing op basis van 'real time control'.
- De zuiveringstechnische maatregelen bestaan uit opties voor nabehandeling van overstortwater en hemelwater uit hemelwaterafvoerleidingen.

Op de rwzi's kan via eindzuivering een verdergaande reductie van emissies worden bereikt door zowel procesgeïntegreerde maatregelen (coagulatie/flocculatie, lamellenafscheiding, vlokfiltratie, zandfiltratie in de voor- of hoofdbehandeling, vergaande P-verwijdering) en door het inzetten van een nageschakelde zuiveringsstap (effluentpolishing).

6.2 Kostenberekening voor de maatregelen

Vervolgens is één en ander omgezet naar de kosten van maatregelen. Een voorbeeld wordt aangetroffen in tabel 6-1. Hierbij zijn de kostenramingen van de reductiemaatregelen die zijn geïnventariseerd voor het ruw water (waaruit drinkwater wordt bereid) en drinkwater weergegeven. Bij een bepaling van de kosten van de verschillende maatregelen is voor de verschillende bedrijfssectoren uitgegaan van de vastgestelde huidige mate van implementatie van de maatregelen. Voor een bedrijfssector zijn de kosten van een bepaalde maatregel bepaald door voor een representatieve bedrijfsgrootte (de "gemiddelde" of de "maatgevende" bedrijfsgrootte) de kosten van een maatregel te ramen, en deze te vermenigvuldigen met het deel van de bedrijven, waarvoor deze maatregel van toepassing is, en waar deze nog niet is geïmplementeerd.

In formulevorm: $M_i = f_i A_i B_i (I_{\max} - I_i)$

waarin

M_i	=	kosten van de maatregel i ;
f_i	=	fractie bedrijven waarbij van toepassing;
A_i	=	totaal aantal bedrijven in de bedrijfstak;
B_i	=	kosten maatregel voor 'gemiddeld' of 'maatgevend' bedrijf;
I_i	=	implementatie in 1995: 0, 10, 30, 50, 70, 90 of 100 %; als fractie;
I_{\max}	=	maximaal haalbare implementatiegraad; als fractie.

In een aantal gevallen is het nuttig gebleken om van meerdere maatgevende bedrijfsgroottes uit te gaan, om zo een beter gewogen en nauwkeuriger schatting van de kosten te verkrijgen.

Voor de kosten van de gehele bedrijfssector geldt dus

$$K = \sum_{i=1}^n M_i = \sum_{i=1}^n (f_i A_i B_i (I_{\max} - I_i));$$

M_i kan zowel betrekking hebben op de investeringskosten (in Dfl) als op de exploitatiekosten (in Dfl/j).

De nauwkeurigheid van de schatting van de kosten van een maatregel is sterk afhankelijk is van de nauwkeurigheid van de schatting van alle parameters in bovenstaande formule. Als streven is een gebruikelijke onnauwkeurigheidsmarge van 30% gehanteerd. In tabel 6.1 is ter illustratie een overzicht gegeven van de maatregelen die voor het aspect drinkwater zijn meegenomen. Het betreft maatregelen die van invloed zijn op de kwaliteit van het ruw water, op de bereiding tot drinkwater (drinkwaterkwaliteit), op het leidingmateriaal en op het waterverbruik (waterbesparingsmaatregelen).

Tabel 6-1: Ter illustratie de kostenramingen voor reductiemaatregelen ruw water/drinkwater

Reductiemaatregel	Fractie van totaal %	Imp. graad %	Bedrijfs grootte m ³ /h	Invest bedrijf Kfl.	Totale invest Mfl.	Expl bedrijf Kfl.	Totale expl Mfl.
- verbod op cadmium	100	50	n.v.t.	nihil	nihil	nihil	nihil
- ontharding 45% drinkwater (1990-1997)	45	50	n.v.t.	n.v.t.	141,1	n.v.t.	20,6
- PE-waterleidingen nieuwbouw/renovatie	100	0-20	n.v.t.	nihil	nihil	nihil	nihil
- extra ontharding drinkwater (55%)	55	N	n.v.t.	n.v.t.	345,0	n.v.t.	50,5
- lengtevermindering drinkwaterleidingen nieuwbouw/renovatie	100	N	n.v.t.	n.v.t.	nihil	nihil	nihil
- corrosie-inhibitor in drinkwater	100	N	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	960
- extra reductie drinkwaterverbruik	100	N	n.v.t.	nihil	nihil	nihil	nihil
- aanvullende zuivering drinkwaterbedrijven: ionenwisseling, rev. osmose	100	N	430	26x10 ³	858,0	3.840	126,7
- Gustavsbergtoilet nieuwbouw/renovatie	100	N	n.v.t.	1	6.200	0,08	496
- vacuümtoilet nieuwbouw/renovatie	100	N	n.v.t.	5	31.000	0,4	2.480
- miniflusstoilet nieuwbouw/renovatie	100	N	n.v.t.	1	6.200	0,08	496
- beperking leidingverlies bij nieuwbouw/renovatie	100	n.v.t.	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil
- regenwaterbenutting t.b.v. toiletdoorspoeling bij nieuwbouw/renovatie	100	N	n.v.t.	4	24.800	0,320	1.959
- levering tweede waterkwaliteit door regenwater 'urban drain water'	75	N	n.v.t.	1,8	10.880	0,19	1.168
- levering tweede waterkwaliteit door oppervlaktewater	80	N	n.v.t.	2,0	12.160	0,24	1.440
- levering tweede waterkwaliteit door rwzi-effluent	80	N	n.v.t.	2,2	13.440	0,29	1.744

6.3 Autonome ontwikkelingen

Onder autonome ontwikkelingen worden alle ontwikkelingen verstaan die buiten de directe invloedssfeer van het waterbeleid in Nederland plaatsvinden. Er is sprake van autonome ontwikkelingen enerzijds als gevolg van economische- en demografische ontwikkelingen en anderzijds als gevolg van technologische ontwikkelingen. Daarnaast is er sprake van extern beleid dat ook van invloed kan zijn op voor waterbeheer relevante ontwikkelingen.

Economische en demografische ontwikkelingen

Emissies zijn gekoppeld aan activiteiten en voorraadgrootheden, zoals bijvoorbeeld industriële productie of het aantal woningen. Er wordt voor de toekomst verwacht dat er een autonome toename optreedt van industriële activiteiten en het aantal woningen. Dit impliceert dat bij gelijkblijvende emissiefactoren, dit zal leiden tot een hogere emissie. Voor de bepaling van de ontwikkeling van de emissies naar de toekomst is gebruik gemaakt van ontwikkelingsscenario's

van het Centraal Planbureau (CPB). Als kenmerk van autonome ontwikkeling geldt dat het waterbeheer in feite weinig invloed heeft op deze ontwikkeling. Met andere woorden: deze ontwikkeling zal zich autonoom voltrekken, los van de gekozen richting voor het waterbeleid.

Binnen deze studie is als autonome ontwikkeling rekening gehouden met:

- De macro-economische beschouwingen voor de Nederlandse economie gebaseerd op verschillende ontwikkelingsbeelden voor de wereldeconomie [CPB, 1996]. Binnen deze analyse is gebruik gemaakt van het European Coordination-scenario dat door het CPB is uitgewerkt en door het RIVM in het kader van de Milieuverkenning-4 is bewerkt naar fysieke groeireksen voor een groot aantal activiteiten [RIVM, 1997]. Dit vormt binnen de drie scenario's die door het CPB zijn uitgewerkt een relatief 'midden' scenario qua verwachte ontwikkelingen. Binnen het EC-scenario zijn groeicijfers beschikbaar van de ontwikkeling van de productiewaarde voor verschillende doelgroepen en emissie bepalende factoren. Deze monetaire cijfers zijn vertaald naar fysieke groeicijfers. Hierbij is rekening gehouden met het proces van dematerialisatie. Dit is een technologische ontwikkeling gericht op het verbeteren van de grondstoffefficiëntie door verbetering van procesrendementen en hergebruik van materialen. Daardoor zijn de fysieke groeicijfers vaak aanzienlijk lager dan de ontwikkelingscijfers voor de productiewaarde. Andere technologische ontwikkelingsaspecten, zoals verbeteringen in de zuiveringstechnologie, zijn niet als autonoom beschouwd omdat dat juist vaak aanvullende maatregelen vormen die vanuit het waterbeheer gestimuleerd en geëist worden.
- De invloed van het beleid buiten het waterbeleid, met name op het gebied van milieu, ruimtelijke ordening, verkeer en vervoer en drinkwater;
- Redelijkerwijs te verwachten innovaties. Als voorbeeld kan de membraantechnologie worden genoemd, die momenteel nog steeds in ontwikkeling is. Aspecten van technologische innovatie kunnen bijvoorbeeld zijn: het goedkoper worden van technologieën door de marktwerking, schaalgrootte-effecten bij het toenemende productie en/of een beter technisch presteren;

Autonome technologische ontwikkelingen

In het navolgende worden de autonome ontwikkelingen beschouwd waardoor de, op grond van de groeireksen van het CPB, te verwachten toe- of afname van emissies vanuit een bepaalde doelgroep of sector zich afwijkend zal ontwikkelen. Met andere woorden er is gezocht naar ontwikkelingen waardoor de emissies per hoeveelheid product, verwerkte grondstof of emissieverklarende variabele, zoals die nu bekend zijn, veranderen. Deze ontwikkelingen zijn zoveel als mogelijk als concrete 'maatregelen' opgenomen in het Huidig Beleid (en daarmee ook in de overige varianten). Met nadruk dient erop gewezen te worden dat de gegeven indicaties voor de toe- of afname van emissies globale voorspellingen zijn. Er wordt voorbij gegaan aan mogelijke snelle ontwikkelingen die bepaalde innovaties snel vooruit kunnen brengen.

Extern Beleid

Door het nationaal beleid op het gebied van milieu, natuur, drinkwater en verkeer en vervoer, worden een aantal ontwikkelingen ondersteund, of worden instrumenten ingezet om de ontwikkelingen in gang te zetten en/of te stimuleren. die mede ook effect op de emissies naar water hebben.

Integrale gebiedsgerichte benadering

Er komt een steeds meer gebiedsgerichte en integrale benadering van allerlei aspecten op het gebied van natuur, milieu, volkshuisvesting, waterbeheer en infrastructuur. Gebiedsgericht

beleid kan ten aanzien van emissies zowel positieve als negatieve gevolgen hebben. De potentiële omvang van gebiedsgericht beleid gericht op lozingen van communaal afvalwater kan worden ingeschat op circa 3 miljoen v.e., indien wordt uitgegaan van de extra eisen ten aanzien van rwzi's lozend op kleine (en gevoelige) ontvangende regionale wateren. Op een totale hoeveelheid van 25 miljoen v.e. is dit circa 12%. Echter ook negatieve uitwerkingen van gebiedsgericht beleid zijn mogelijk. Ondanks dat het beleid nadrukkelijk uitgaat van MTR als een minimumkwaliteit, worden soms wel suggesties geopperd om voor bepaalde wateren ruimere kwaliteitsdoelstellingen te hanteren.

Drinkwaterbesparing

Dit geldt bijvoorbeeld voor de afname van het watergebruik door bedrijven ter besparing van in het bijzonder grondwaterverbruik. Beperking van het waterverbruik c.q. het lozen van afvalwater leidt naar verwachting doorgaans ook tot een vermindering van de emissies, omdat:

- het toepassen van een zuiveringstechniek meestal leidt tot een bepaalde eindconcentratie (meer dan tot een bepaald rendement); hoe geconcentreerder de aan de behandeling onderworpen afvalwaterstroom zal zijn, hoe hoger dus het zuiveringsrendement zal zijn;
- het langdurig aanbieden van dun water kan mogelijk zelfs leiden tot "uitloging" van het zuiveringsslib dat tijdens de behandeling op de rwzi geproduceerd wordt; bij geconcentreerder water is daar minder sprake van;

Certificering en bedrijfsinterne milieuzorg

Er bestaat een steeds toenemende belangstelling voor de Bedrijfsinterne Milieuzorg (BIM) en Bedrijfs Milieu Plannen (BMP). Hierdoor besteden bedrijven steeds meer aandacht aan optimale procesomstandigheden, waarbij een minimaal grond- en hulpstoffenverbruik wordt nagestreefd en/of het vrijkomen van afvalstoffen c.q. afvalwater wordt beheerst en verminderd. Het aantal bedrijven dat op dit moment volgens NEN-EN-ISO 14001:1996 gecertificeerd is, is circa 250. Uit het regeeringsvoornemen van de Vierde Nota Waterhuishouding blijkt dat in de komende tien jaar naar verwachting circa 10.000 bedrijven zullen worden gecertificeerd volgens deze norm. Procesvoering is steeds meer onderwerp van certificering waardoor emissies kunnen worden gereduceerd.

Uitbreiding van productie gaat vaak volgens nieuwere en minder emitterende processen. Met andere woorden er is sprake van een ontkoppeling van de groei en de emissie-toename bovenop het proces van dematerialisatie. Er is in deze analyse voor gekozen om een zogenoemde ontkoppel-factor in te voeren voor de industriële bronnen. Dit is een redelijk arbitraire waarde omdat feitelijk inzicht over deze waarde ontbreekt. De in het verleden waargenomen lagere emissiewaarden voor nieuwe processen zijn steeds het gevolg geweest van een combinatie van autonome verbetering van het proces en toegenomen milieu-eisen. Dit is niet of nauwelijks los van elkaar te beschouwen en daarnaast is er ook geen beeld over de mate waarin een dergelijke ontwikkeling vanuit het verleden naar de toekomst zou mogen worden geëxtrapoleerd. In deze studie is voor de ontkoppel-factor pragmatisch een waarde is ingevuld afgeleid als het quotiënt van de voorziene ontwikkeling van het totale afval-aanbod vanuit de industrie [RIVM, 1997] en de economische ontwikkeling voor de totale industrie [CPB, 1996]. De ontkoppelingsfactor neemt toe in de tijd van 0,98 in het jaar 2000 tot 0,78 in het jaar 2020. Voor diffuse bronnen is een dergelijke ontkoppeling niet meegenomen.

(Ontwerp)besluiten

Er zijn besluiten en ontwerpbesluiten die het verwerken van de zware metalen kwik en cadmium reguleren.

Innovaties

Op het gebied van kosten is een verdere verlaging van de kosten voor membraantechnieken ingeschat. De toepassing van membraantechnologie neemt nog steeds toe. De voornaamste

kostenbepalende factoren zijn het energieverbruik en de vervangingskosten van de membranen [Schippers en Kruithof, 1997]. Beide kostenfactoren zijn het afgelopen decennium met een factor twee tot vijf gereduceerd. Verwacht wordt dat vanwege de verdere ontwikkeling en schaal van toepassing en productie deze trend zich zal voortzetten, zij het wat minder exponentieel. Uitgegaan is van een halvering van het kostenniveau van membranen in 2000 ten opzichte van 1995. In investeringen betekent dit een reductie van ca. 30%. In 2020 wordt ingeschat dat de investeringskosten nog slechts 40% van het niveau in 1995 zullen bedragen. Membraantechnologie ontwikkelt zich daarmee van een kostbaar geachte techniek tot een breed toepasbare en economisch aanvaardbare oplossing.

Specifieke ontwikkelingen

Voor alle beschouwde branches is gekeken of er relevante autonome ontwikkelingen speelden. Meegenomen zijn de volgende.

- De Nederlandse papierindustrie verwacht in de toekomst een verhoogde inzet van oud papier als vezelbron voor de papierproductie, hetgeen zal leiden tot een toename van het zware metaalgehalte in het zuiveringsslib en de emissie van zware metalen op het oppervlaktewater.
- In de grafische industrie leidt de voortgang van de digitalisering van de branche tot een vermindering van de emissies van zware metalen. Het gaat hier vooral om nikkel-emissies. Daarnaast wordt een toename verwacht van het gebruik van watergedragen verven.
- Door de tandartsenbranche wordt op dit moment enigszins teruggekomen op het gebruik van composiet-vullingen, vanwege het feit dat deze minder lang mee zouden gaan dan amalgaam-vullingen. Dit betekent in de praktijk dat composietvullingen slechts beperkt toepasbaar zijn. Waarschijnlijk zal het gebruik van composiet zich in tien jaar tijd stabiliseren, waarbij nog een emissiereductie kan worden verwacht van circa 50%.
- Op dit moment vindt overleg met de verfbranche plaats, gericht op de (verdere) terugdringing van de gehalten (zeswaardig) chroom en lood.
- Momenteel worden nazorgplannen opgesteld die er voor moeten zorgen dat de bestaande stortplaatsen versneld worden afgedekt. Binnen 10 jaar zullen naar verwachting nog slechts 1 à 2 stortplaatsen per provincie over zijn.
- Er is een trend naar het gebruik van zogenaamd tweede kwaliteit water waarneembaar, die verschillende gevolgen heeft.
 - Een vermindering van het verbruik van water van hoge kwaliteit;
 - Verhoogde aanleg van waterleidingen; voor zover deze leidingen van kunststof zijn, gaat dit niet gepaard met verhoogde emissies vanuit de leidingen;
 - Een toename van het verbruik van minder gezuiverd water (aanvoervracht via het ruwe water wijzigt).
- Het gebruik van water-gedragen verfstoffen zal een zekere verhoging van de emissies met zich meebrengen, doordat verfspullen onder de kraan zullen worden afgespoeld. Vanaf circa 1991 is er een toename van watergedragen verven in de particuliere markt van circa 6 à 7% per jaar tot 27% in 1996. Voorlopig zet deze trend zich door. Een grove schatting van de maximale implementatiegraad van watergedragen verven in de particuliere sector is circa 75%.
- Het afkoppelen van verhard oppervlak als oplossing voor realisatie van de basisinspanning riolering staat erg in de belangstelling. Hier wordt een snelle ontwikkeling verwacht. Dit zal een vermindering van de aanvoer van zware metalen naar rwzi's tot gevolg zal hebben. Vermindering van de hoeveelheid afgevoerd water zal tot gevolg hebben dat de verwijdering van zware metalen iets zal toenemen. Aan de andere kant zal een aanzienlijk deel van het

afgekoppelde water niet kunnen worden geïnfiltreerd en direct op het oppervlaktewater worden geloosd, hetgeen weer zal leiden tot een stijging van de emissie aan zware metalen.

- De verontreiniging van het communaal afvalwater is voornamelijk afkomstig uit woningen en kleine bedrijven. De groei van het aantal woningen door toename van de bevolking en door *gezinsverdunning* leidt tot de verwachting dat de emissies naar verhouding (met de bevolkingsgroei) nog wat sneller zullen toenemen .
- Naar verwachting zullen alle loden buitenleidingen (naar de huizen toe) rond 2002 vervangen zijn. De vervanging binnenshuis gaat uitermate traag. De vervanging van leidingen binnenshuis zal naar verwachting minder dan 5% per jaar zijn.
- Met het strenger worden van de lozingsnormen voor stikstof wordt in vele gevallen overgestapt van een laagbelast actiefslibstelsysteem met slibgisting naar een ultra-laagbelast actiefslibstelsysteem zonder slibgisting. Deze overstap houdt een stijging van de slibproductie in. Als gevolg van de sterk stijgende kosten van de verwerking van zuiveringsslib is er aan de andere kant een streven waarneembaar naar het minimaliseren van de productie van zuiveringsslib. Als zowel de kwaliteit als de kwantiteit van het op rwzi's geproduceerd zuiveringsslib verandert, mag worden aangenomen dat de concentraties zware metalen en PAK's in het slib eveneens zullen veranderen. De binding van zware metalen aan het slib kan gezien worden als een evenwichtsreactie, die wordt bepaald door de beschikbaarheid van geschikt oppervlak in of aan het slib. Het streven naar vermindering van de slibproductie zal leiden tot hogere gehalten zware metalen in het effluent. Ook het streven naar verdere mineralisatie van het slib zal leiden tot geringer beschikbaar oppervlak, en dus lagere gehalten zware metalen in het slib
- De corrosie van aan de atmosfeer blootgesteld zink wordt onder meer in belangrijke mate bepaald door het SO₂ gehalte in de depositie. Dit is in de afgelopen jaren sterk afgenomen en zal naar verwachting nog verder reduceren [RIVM, 1997]. Gebaseerd op een relatie van Hollander [in Janus et. al, 1995] is een afname in rekening gebracht op grond van de te verwachten reductie in de SO₂-depositie.

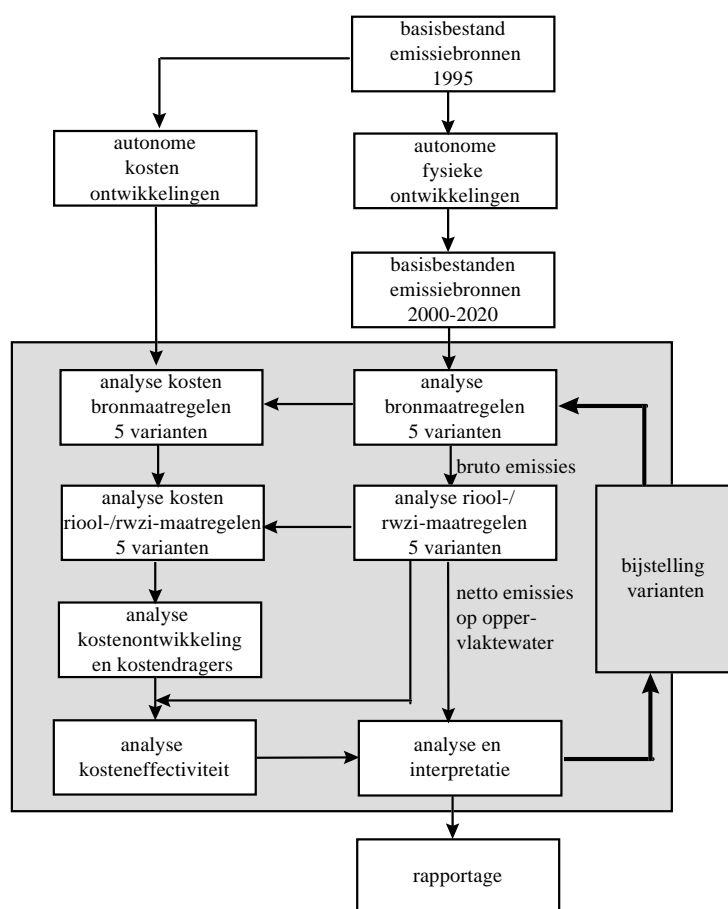
7. Analyses

7.1 De berekeningswijze voor emissie-effecten en kosten

De analyse omvat het na elkaar doorrekenen van een aantal stappen. Deze stappen zijn voor alle analysevarianten in beginsel hetzelfde. De varianten verschillen onderling in de maatregelen die er in zijn betrokken. In de ene variant wordt een maatregel A wel meegenomen (staat aangeschakeld (=1)), in de volgende variant wordt deze maatregel bijvoorbeeld dan niet meegenomen (staat uitgeschakeld (=0)).

De volgende berekeningsstappen worden na elkaar uitgevoerd:

1. het bronnenbestand wordt geïndexeerd naar de verschillende zichtjaren met behulp van de indexcijfers voor de autonome groei.
2. het rendement van de binnen de analysevariant meegenomen brongerichte maatregelen wordt bepaald voor de verschillende zichtjaren en betrokken op het resultaat van stap 1.
3. het rendement van de binnen de analysevariant meegenomen riolerings- en zuiveringsmaatregelen wordt bepaald. Hiermee worden de bruto emissies vanuit de emissiebronnen vertaald naar een aantal netto emissies via verschillende emissieroutes (rwzi-effluent, overstort etc.).
4. de kosten van de binnen de analysevariant meegenomen maatregelen worden bepaald en gecorreleerd aan een aantal relevante economische gegevens.



Figuur 7-1: Het analyseschema in detail

Bij het formuleren van strategieën is inzicht in kosten essentieel. Een strategie die vanuit milieu-oogpunt optimaal is kan tegelijkertijd immers dermate kostbaar zijn dat uitvoering ervan uit maatschappelijk oogpunt toch niet wenselijk is. Daarbij kunnen voor bepaalde sectoren de lasten van een pakket aan milieumaatregelen dermate oplopen dat zij het functioneren van de sector gaan belemmeren. Dit zou een ontwikkeling zijn die uiteraard niet gewenst is. In de studie zijn van de geïdentificeerde maatregelen dan ook niet alleen gegevens met betrekking tot de vermeden emissies verzameld, maar tevens informatie over de kosten. In figuur 7-1 is dat schematisch weergegeven.

7.2 Selectie en toedeling van bronmaatregelen

Binnen de variant Huidig Beleid is geselecteerd op het feit dat de implementatie in 1995 tenminste 30% bedraagt. Dit is aangevuld met maatregelen die expliciet in CIW-CUWVO aanbevelingen zijn vervat. De variant Waterspoor is ingevuld met maatregelen die beperking van (afval)watervolume als aangrijpingspunt heeft. De varianten Maximale eindzuivering en Maximale bronaanpak zijn ingevuld met typische eindzuiveringstechnieken respectievelijk preventie bij de bron. De variant Optimix is ingevuld op basis van milieurendement en kosteneffectiviteit. Om te komen tot een objectieve selectie is daarvoor het volgende bedacht. Uit de totale groslijst van maatregelen is van de jaarlijkse kosten (de kapitaalslasten en exploitatiekosten) de mediaanwaarde bepaald. Dit is apart gedaan voor alle bronmaatregelen en alle riolerings/rwzi-maatregelen vanwege een structureel verschil in orde van grootte in de kosten. Vervolgens zijn alle maatregelen die minder kosten dan die mediaanwaarde (dus de helft van de maatregelen) voorgeselecteerd. Tevens is getoetst aan het kwalitatief ingeschatte criterium dat de doelgroep voldoende financiële draagkracht heeft voor het treffen van deze maatregelen.

Het tweede criterium dat binnen Optimix is toegepast betreft een weging naar de milieubezwaarlijkheid. Een maatregel waarmee meerdere stoffen tegelijkertijd worden gereduceerd scoort hoger dan een maatregel voor één enkele stof. Ook geldt dat een maatregel die bijv. kwik reduceert hoger wordt gewaardeerd dan een maatregel waarmee lood wordt teruggehouden. Omdat kwik een meer schadelijk metaal is dan lood en voor lood op dit moment de waterkwaliteit op veel meer locaties voldoet aan de MTR-doelstelling dan voor kwik.

De beschouwde zware metalen en PAK zijn gewogen naar milieubezwaarlijkheid. Hiervoor zijn twee zaken in beschouwing genomen:

- de verhouding tussen de MTR-waarden voor de beschouwde stoffen [Vierde Nota Waterhuishouding, 1997]. Voor PAK's is de gemiddelde waarde van de 10 genormeerde PAK's genomen. Deze zijn genormaliseerd ten opzichte van de hoogste waarde (lood) en vervolgens is daarvan de logaritme genomen. Dit laatste is gedaan om de verschillen tot een niveau terug te brengen dat aansluit bij een beleidsmatig geaccepteerd verschil in de te plegen inspanning voor verschillende stofgroepen om tot reductie te komen. Het verschil in de nog te accepteren kosten voor maatregel ter reductie van een 'grijze lijststof' (but-niveau) en een 'zwarte lijststof (bbt)' bedraagt in veel gevallen hooguit een factor 10.
- de afstand tussen de reeds bereikte emissiereductie in 1995 op landelijk niveau en de doelstelling, uitgewerkt als de gewenste mate van emissiereductie om voor 80% van de hoofdwateren op de MTR-kwaliteit uit te komen [RIZA en RIKZ, 1996].

Het eerste geeft een maat voor de milieubezwaarlijkheid, het tweede geeft een maat voor de nog resterende inspanning die moet worden geleverd om dat te bereiken. Deze twee factoren zijn vervolgens opgeteld tot één totaalscore. Dit leidt tot de weging als aangegeven in tabel 7-1.

Daarnaast is de gevoeligheid van de maatregelselectie en de emissiereducties beschouwd bij twee alternatieve wegingen; alle stoffen even zwaar gewogen (1) en een weging die uitgaat van de verhouding in MTR's (zonder de logaritme daarvan te nemen) en dit vermenigvuldigd met

het emissiereductie-tekort. Dit levert een weging op met een range in de orde van grootte van een factor 1000.

Tabel 7-1: weging van de beschouwde metalen en PAK

stof	weefactor	gevoeligheids analyse 1	gevoeligheids analyse 2
Kwik	6	1	584
Cadmium	3	1	146
Lood	1	1	1
Zink	3	1	12
Koper	4	1	150
Nikkel	3	1	56
Chroom	1	1	1
Arseen	1	1	1
PAK	13	1	5233

Vervolgens is er gekeken naar het totaal effect van de maximaal geïmplementeerde bronmaatregelen (dus soms over de maximale zichtperiode van 2020 heen!) op alle beschouwde stoffen. Hierbij is uitgegaan van de emissie in het jaar 1995. Bij deze bepaling van het totaal effect is de voornoemde weefactor per stof in rekening gebracht. Hiermee zijn ze in feite in een rangorde van aantrekkelijkheid gebracht. Vervolgens is via bepaling van de mediaanwaarde de bovenste helft van de maatregelen eveneens voorgeselecteerd. De maatregelen die zowel op het kostencriterium als milieubezwaarlijkheidscriterium scoren, zijn de ideale maatregelen voor de variant Optimix.

7.3 Selectie en toedeling van riolering- en rwzi-maatregelen

De toedeling heeft vooral op basis van expert judgement plaatsgevonden. Uitgangspunt voor het Huidig Beleid is de ontwikkeling zoals geschetst in het SPEED-rapport zware metalen [Coppoolse et al., 1993]. Hierin staan een verdeling over de verschillende rioleringsstelsels en een aantal ontwikkelingen geschetst. De directe lozingen (verspreide bebouwing zullen in de periode tot 2005 nagenoeg geheel zijn voorzien van een individuele behandelingsinstallatie of aansluiting op de riolering. Het aandeel gemengde riolering zal een geringe daling kennen en het aandeel gescheiden en verbeterd gescheiden zal nog licht toenemen door uitvoering van reeds geplande uitbreidingen. Het aandeel afgekoppeld verhard oppervlak zal op grond van het Huidig Beleid aanzienlijk stijgen tot 2020. Het beleidsvoornemen Vierde Nota Waterhuishouding geeft een doelstelling van 20% afkoppeling in bestaand gebied en 60% in nieuwe gebieden [Vierde Nota Waterhuishouding, 1997]. De overstorten zullen op grond van het bestaande beleid (via vergroten van de berging zoals tot nu toe veelal de invulling van de basisinspanning is geweest en in toenemende mate door afkoppeling van verhard oppervlak) in de periode tot 2010 ongeveer halveren en daarna nog verder dalen in dezelfde lijn. Het afkoppelen gaat in volgorde van mate van verontreiniging van de oppervlakken [Geldof et al., 1996]. Dit betekent eerst de daken en rustige wegen (35% respectievelijk 25% van het totaal verhard oppervlak) en daarna de drukke wegen (20% van het totaal verhard oppervlak) en als laatste de doorgaande wegen en parkeerterreinen (20% van het totaal verhard oppervlak). Op grond van deze volgorde en de bijbehorende kwaliteiten is een fractie van de verontreiniging bepaald die wordt afgekoppeld. Van het afgekoppeld oppervlak wordt 40% geïnfiltreerd in de bodem en de andere 60% rechtstreeks geloosd op oppervlaktewater [Kuppen, 1998]. Dit percentage is gebaseerd op de ligging van riolen boven of onder de gemiddelde grondwaterspiegel. Dit geeft een indicatie voor de infiltratiemogelijkheden. In bijlage 5 is de riolerings situatie per variant weergegeven.

Het percentage foutaansluitingen bij gescheiden rioolstelsels wordt op 2% gehouden en zal ondanks de aandacht daarvoor toch niet veel reduceren in de komende periode. Het zuiveringsrendement zal nog iets toenemen door een toenemende fosforverwijdering op rwzi's tot het jaar 2010.

In de variant Waterspoor is de ontwikkeling in type rioolstelsel gelijk gehouden. Er wordt meer ingezet op afkoppelen van verhard oppervlak (50% in bestaand gebied en 90% in nieuwe gebieden gerealiseerd in 2020) waardoor de overstorten sterker zullen reduceren dan in het Huidig Beleid. Daarnaast wordt er 10% extra drinkwaterbesparing gerealiseerd, hetgeen tot een verbetering van het zuiveringsrendement van de rwzi leidt. De variant Maximaal Bronaanpak is grotendeels hetzelfde, als extra is toegevoegde 'real time control' wat nog leidt tot 15% extra reductie van de overstorten.

De variant Maximaal Eindzuivering wordt nadrukkelijk meer geïnvesteerd in rioolstelsels en nazuiveringstechnieken. De gescheiden rioolstelsel worden voor de helft omgebouwd tot verbeterd gescheiden stelsels. De te realiseren afkoppeling is identiek aan het Huidig Beleid. De overstorten en regenwateruitlaten worden nabehandeld met helofytenfilters respectievelijk zandfilters. Het effluent van de rwzi wordt nabehandeld met microfiltratie.

De variant Optimix tenslotte lijkt sterk op Huidig Beleid maar zet hoger in op het afkoppelen van verhard oppervlak (40% voor bestaand gebied en 80% voor nieuw gebied). In het rioolbeheer wordt real time control toegepast ter verdere reductie van de overstorten.

7.4 De berekening van het effect van bronmaatregelen

De berekening start met het effect van de bronmaatregelen. Rioleringsmaatregelen worden in dit gedeelte van de analyse dus in het geheel niet meegenomen. Bij het berekenen van het effect van een bronmaatregel spelen enkele aspecten:

- het aandeel in de vuilvracht voor 1995 (V_{95}) van een proces waarop een specifieke maatregel betrekking heeft (bijv. deelproces backinglagen aanbrengen van de bedrijfsgroep textiel)
- de implementatie van de maatregel in 1995 (I_{95}), als namelijk in 1995 al een deel is geïmplementeerd, is de vuilvracht in 1995 daardoor al beïnvloed
- het implementatietraject (implementatie in zichtjaar $t = I_t$) en de maximaal haalbare implementatie
- het technisch rendement van de maatregel (R).

De vermenigvuldigfactor F_t (=1-rendement) voor het jaar t wordt gegeven door de formule:

$$F_t = (V_{95} * (I_t * (1-R) + (1-I_t)) + (1-V_{95})) / (V_{95}(1-R) + (1-I_{95}) + (1-V_{95}))$$

Als er geen informatie is over het aandeel in de vuilvracht in 1995 maar slechts voor het tijdstip waarop de maatregel nog een aanvang moet nemen (V_o), dan is V_{95} te vervangen door $(I_{95} * (1-R) + (1-I_{95})) * V_o$.

Een rekenvoorbeeld om het inzichtelijk te maken:

De totale vuilvracht van bron X (bijv. textiel) in 1995 bedraagt 1000 kg
 Het aandeel in de vuilvracht van proces A daarbinnen bedraagt 50% (0,5)
 Het technisch rendement van een maatregel voor proces A bedraagt 90%
 implementatie in 1995 bedraagt 20%
 implementatie in 2000 bedraagt 40%

$$\text{Vracht 1995} = 1000 \text{ kg} = (0,5 \cdot (0,2 \cdot (1-0,9) + (1-0,2)) + (1-0,5)) = 0,91 \cdot V_0$$

$$\text{Vracht 2000} = (0,5 \cdot (0,4 \cdot (1-0,9) + (1-0,4)) + (1-0,5)) = 0,82 \cdot V_0$$

$$F(2000 \text{ tov } 1995) = 0,82/0,91 = 0,90$$

Op deze wijze worden alle rendementen ten opzichte van de emissiesituatie 1995 berekend en ten opzichte van de totale emissie per emissiebron. Dit laatste is noodzakelijk omdat er meerdere maatregelen naast elkaar kunnen werken binnen een emissiebron voor deels dezelfde maar soms ook voor verschillende deelprocessen binnen die emissiebron. Door het allemaal te betrekken op de totale vracht in 1995 van die emissiebron is het op die wijze te combineren tot één totaal effect van de gezamenlijke maatregelen. Dit wordt gedaan door het product te nemen van de verschillende vermenigvuldigfactoren. Simpel gezegd, stel dat maatregel A 10% reductie realiseert (vermenigvuldigfactor is dan 0,90!) en voor maatregel B bedraagt dat bijvoorbeeld 20%, dan is het gezamenlijk rendement $0,90 \cdot 0,80 = 0,72$.

Op deze wijze wordt voor alle bronnen de bruto emissie op het communaal afvalwatersysteem in de verschillende zichtjaren bepaald bij doorvoering van verschillende maatregelpakketten binnen de analysevarianten.

7.5 De berekening van maatregelen in de riolering en zuivering

Wanneer de bruto emissies op het communaal afvalwatersysteem zijn bepaald kunnen de riolerings- en zuiveringsmaatregelen worden verdisconteerd. Er zijn verschillende mogelijkheden om in de riolering in te grijpen (reductie overstorten, nabehandeling overstortwater, afkoppelen van hemelwatersromen, uitvoering van verschillende rioleringstypen etc). Daarnaast zijn er mogelijkheden om in de zuivering aanvullende maatregelen door te voeren. Dit betreft bijvoorbeeld defosfatering op alle rwzi's, 4^e trapstechnieken, verbetering van het rendement door minder aanvoer dwa en/of rwa.

Deze maatregelen zijn als nabewerking op de bruto emissie uitgewerkt.

Als uitgangspunt is genomen de rioleringssituatie 1995 en de prognoses bij Huidig Beleid.

In Bijlage 5 is daarvan een overzicht gegeven. Te beginnen met de variant Huidig Beleid staat hierin opgenomen:

- de fracties van de emissiebronnen op de verschillende riooltypen met een verloop in de tijd,
- de overstortfracties voor de verschillende riooltypen met een verloop in de tijd
- de rendementen van de rwzi's voor de beschouwde stoffen met een verloop in de tijd.

Met behulp van de verschillende maatregelen op het gebied van riolering en rwzi in de analysevarianten zijn al deze factoren per variant en zichtjaar bijgesteld. Bijvoorbeeld voor de implementatie van de basisinspanning via het vergroten van berging (meestal de huidige praktijk) wordt aangenomen dat dit in zijn geheel in 2020 zal zijn gerealiseerd. Het rendement van de maatregel is 50% reductie op de overstort. Anno 1998 was in ca. 17% van de gemeenten de basisinspanning gerealiseerd. Dit is het gemiddelde beeld uit twee min of meer tegelijkertijd uitgevoerde inventarisaties [DHV, 1998 en SGBO/Grontmij, 1997]. In het jaar 2000 is de verwachting dat ca. 44% is gerealiseerd en in 2005 ca. 80%. Voor 2010 en 2020 is bijgeschat

dat de implementatie dan ca. 90% en 100% zal bedragen. Inmiddels is afkoppeling van verhard oppervlak een serieus alternatief geworden voor het vergroten van de berging. Voor een aantal varianten (met verschillende percentages afkoppeling voor nieuwe gebieden en bestaande gebieden) is gekeken wat het effect is op het overstortvolume. Dit is op analoge wijze als de vergroting van de berging verwerkt tot een afname van de overstortpercentages.

Andere maatregelen die zijn beschouwd zijn optimalisatie van de berging via real time control en nabehandeling van regenwateruitlaten en overstorten.

Een aantal maatregelen heeft ook of juist effect op het rendement van de rwzi. Dit zijn uiteraard de nageschakelde extra zuiveringsstappen (microfiltratie, P-verwijdering), maar daarnaast heeft de reductie van de aanvoer van water (DWA en/of RWA) door drinkwaterbesparing en/of afkoppeling (bij een hydraulisch overbelaste rwzi) een gunstig effect op het zuiveringsrendement. In deze analyse is verondersteld dat vooral het effect op de DWA daarvoor van belang is. Voor elke 10% reductie van de DWA treedt 5-9% emissiereductie op in het effluent [Roest, Nelen en Stapel, 1997]. Voor het effect van afkoppelen is in deze analyse volstaan met het effect van het niet meer op de rwzi brengen van een deel van de verontreiniging.

Het deel dat wordt afgekoppeld is niet recht evenredig met de emissie. uitgangspunt is namelijk dat eerst de minst verontreinigde oppervlakken worden afgekoppeld. Dit zijn daken en rustige straten. Pas bij verdergaande afkoppeling zullen ook meer verontreinigde oppervlakken worden afgekoppeld. Dit is gehanteerd om tot een correlatiefactor te komen tussen het percentage afgekoppeld oppervlak en de resterende emissie naar het riool. Een en ander is uitgewerkt in Bijlage 5.

Met behulp van deze afvoersituaties worden de emissies geclusterd naar industrie, huishoudens en diffuus en van daaruit door vertaald naar de verschillende belastingsroutes naar het oppervlaktewater. Dit geeft een beeld van de veranderingen in de verschillende belastingsroutes en eventuele verschuivingen in onderlinge relevantie.

7.6 De resultaten ten aanzien van emissies

De resultaten van de analyses zijn samengevat in een aantal grafieken (twee per stof) om snel inzicht te geven in trendmatige verschuivingen. Steeds zijn per zichtjaar de verschillende varianten naast elkaar gepresenteerd. In bijlage 6 zijn de onderliggende cijfers opgenomen.

- De eerste grafiek geeft inzicht in de verantwoordelijke bronnen voor het bruto aanbod op het communaal afvalwatersysteem. Het geeft aan in welke hoek (diffuus, huishoudens, of communaal) de grootste bijdrage aan de emissies zitten en waar in de loop van de tijd de meeste reductie wordt gerealiseerd.
- De tweede grafiek geeft inzicht in de netto belasting van het oppervlaktewater vanuit uitsluitend het communaal afvalwatersysteem. Het geeft aan langs welke routes die belasting tot stand komt en hoe deze in de loop van de jaren in verschillende varianten wijzigen.

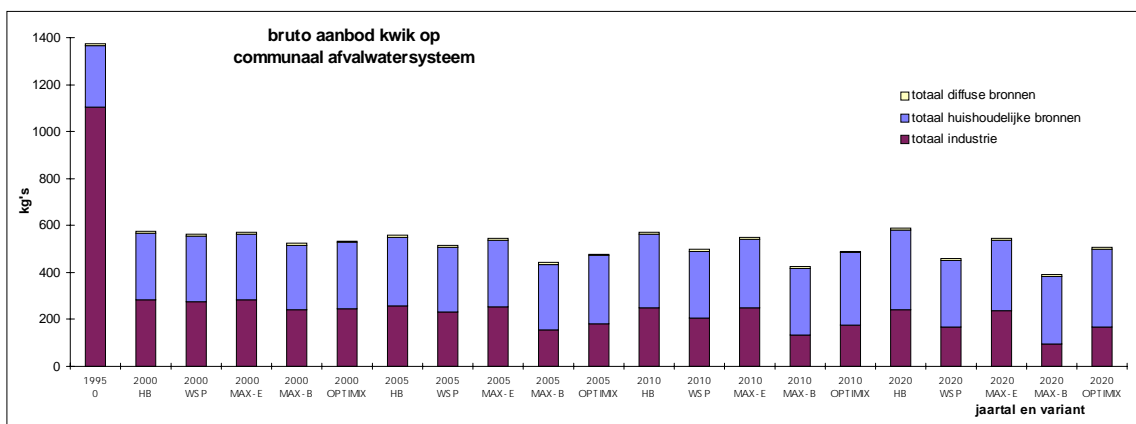
Wellicht ten overvloede zij vermeld dat de grafieken betrekking hebben op een deel van de totale belasting voor Nederland, omdat de directe lozingen en de diffuse bronnen buiten het stedelijk gebied in de analyse niet zijn meegenomen. Het gaat immers om een analyse van mogelijkheden voor emissiereductie vanuit het communaal afvalwatersysteem.

Kwik

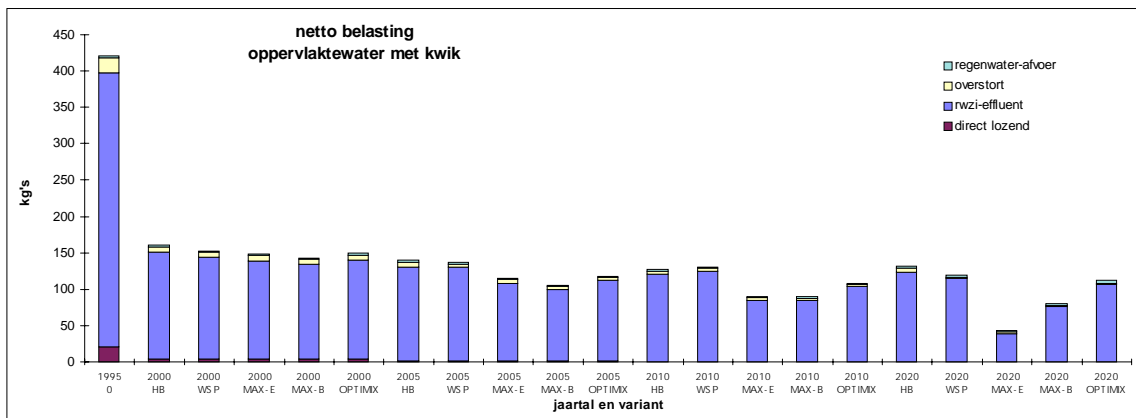
Het aanbod van kwik in 1995 wordt voornamelijk bepaald door lozingen door tandartsen (67%), industrie (15%) en consumenten (19%).

Het aanbod van kwik daalt sterk tussen 1995 en 2000 in alle varianten (inclusief Huidig Beleid) door beperking van de kwiklozingen door tandartsen (reductie van 87%). Na 2000 zien we in geen van de varianten nog veel aanvullende reductie optreden. Dit wordt met name veroorzaakt door het ontbreken van concrete maatregelen bij de consumentenprodukten.

De netto belasting van het oppervlaktewater wordt voor het overgrote deel (90% in 1995) bepaald door het effluent van de rwzi. Er treedt een forse daling van de belasting op tot 2000 (ca. 65%) voor alle varianten. Dit wordt veroorzaakt door de veronderstelling dat op korte termijn alle tandartsen zouden zijn voorzien van een goed werkende amalgaanafscheider. Gelet op het feit dat een deel van de huidige emissie naar verwachting afkomstig is van niet goed onderhouden afscheidingsystemen en ophoping in de binnenriolering bij tandartspraktijken, lijkt deze afname een te optimistisch beeld schetsen. Daarna zien we tot 2020 een wisselend beeld: voor alle varianten een verdere daling, die echter het grootst is voor Maximale eindzuivering (90% reductie in 2020 t.o.v. 1995) en wordt veroorzaakt door de nageschakelde effluent polishing in deze variant. De overstorten, die in 1995 nog 5% van de netto belasting veroorzaken, nemen in alle varianten sterk af (reductie in 2020 t.o.v. 1995 van 75-90%).



Figuur 7-2: Bruto aanbod aan kwik op het communaal afvalwatersysteem



Figuur 7-3: Netto belasting van het oppervlaktewater met kwik

Cadmium

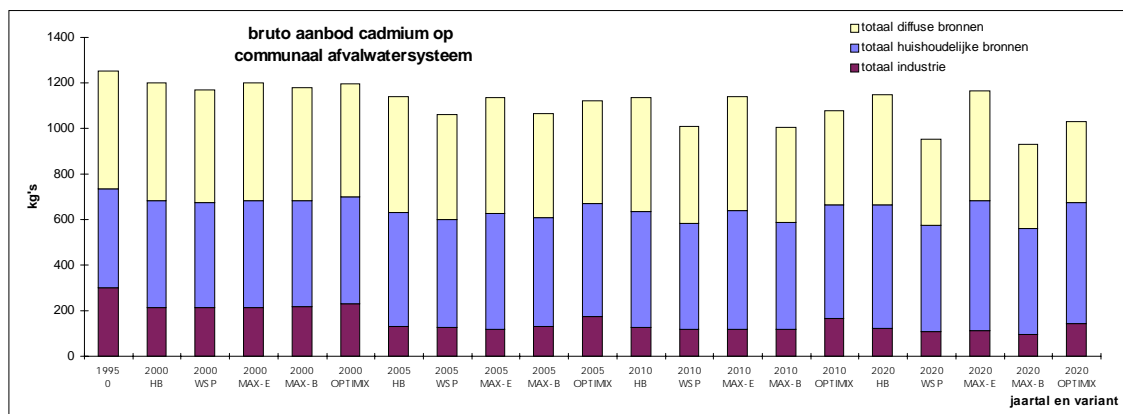
Bij cadmium spelen zowel de emissie vanuit de industrie (1995: 25%), als de huishoudens (35%) en de diffuse emissies (40%) een rol. De diffuse emissies worden vooral veroorzaakt door corrosie van drinkwaterleidingen en atmosferische depositie.

Opvallend bij cadmium is dat het aanbod voor alle varianten slechts beperkt daalt, ook op de langere termijn. Dit wordt vooral veroorzaakt door het ontbreken van effectieve maatregelen

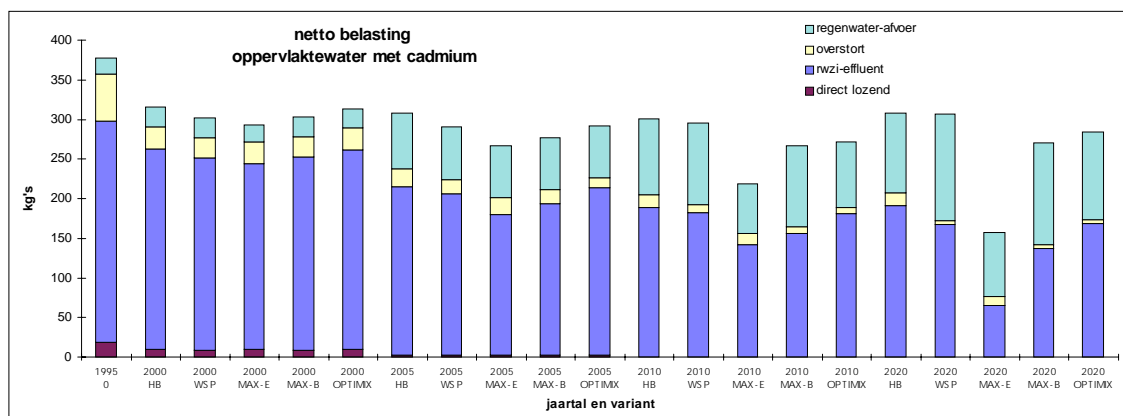
voor de belangrijkste emissiebronnen. De grootste daling is te zien bij de variant Maximale bronaanpak en bedraagt 26% (in 2020 ten opzichte van 1995). Deze daling wordt veroorzaakt door maatregelen bij de industrie. Opvallend is ook dat in alle varianten de huishoudelijke lozingen stijgen, wat wordt veroorzaakt door een groei van het aantal huishoudens gecombineerd met het ontbreken van maatregelen.

Naast het effluent, dat in 1995 verantwoordelijk is voor 74% van de belasting van het oppervlaktewater, spelen hier ook de overstorten een rol (16%). Terwijl de overstorten in alle varianten tot 2020 afnemen, stijgt in alle varianten de belasting door regenwateruitlaten. Dit wordt veroorzaakt door het afkoppelen van verhard oppervlak (Huidig Beleid). De aanname is dat van het afgekoppelde oppervlak 40% van het afstromende hemelwater in de bodem infiltreert en 60% ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komt. Met name op de langere termijn (2020) springt de variant Maximale eindzuivering (microfiltratie van het effluent) er gunstig uit met een reductie van 59% in 2020 ten opzichte van 1995.

Voor cadmium geldt dat de balans onvoldoende klopt met de registratie van het CBS. Er ligt een gat van 64%. Hierdoor is de herkomst van de bronnen onvoldoende te verklaren en is het ook niet goed mogelijk om adequate maatregelen te formuleren. De analyse heeft dus een beperkte betrouwbaarheid.



Figuur 7-4: Bruto aanbod aan cadmium op het communaal afvalwatersysteem



Figuur 7-5: Netto belasting van het oppervlaktewater met cadmium

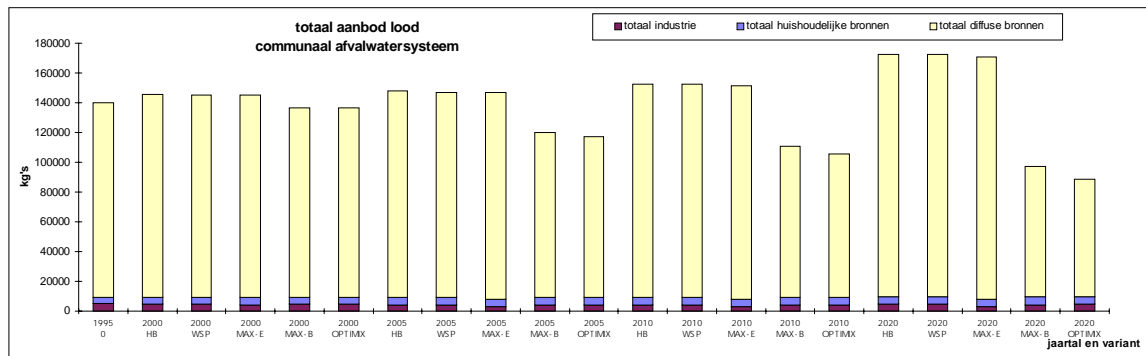
Lood

Verreweg het grootste aandeel van het aanbod van lood wordt veroorzaakt door diffuse emissies: 93% in 1995. De corrosie van de loodslabben van woningen en utiliteitsbouw levert 71% van het aanbod. Daarnaast is de corrosie van loden waterleidingen verantwoordelijk voor 12% en de uitlaatgassen van het wegverkeer (6%) en de daarmee samenhangende atmosferische depositie (4%) voor de rest. De niet-diffuse emissies blijven voor alle varianten, ook op langere

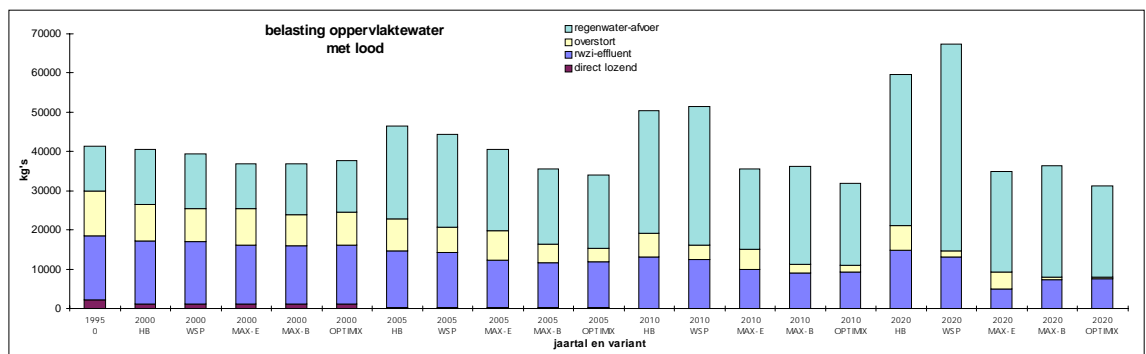
termijn, ongeveer gelijk, zij het dat de industriële emissies licht dalen en de huishoudelijke emissies licht stijgen met de verwachte bevolkingsgroei.

Opvallend is het verschil in de ontwikkeling van het aanbod in de tijd tussen de varianten. In 2020 stijgt het aanbod voor Huidig Beleid, Waterspoor en Maximale eindzuivering met 24%, terwijl voor de varianten Maximale bronaanpak en Optimix het aanbod juist daalt met 30-37%. De groei, die vooral wordt veroorzaakt door de autonome groei van de woningen en utiliteitsbouw (tussen 1995 en 2020 ruim 70% groei), wordt bij de varianten Maximale bronaanpak en Optimix omgezet in een daling door het (gedeeltelijk) coaten van nieuw en bestaand bladlood en door het verkleinen van het aan corrosie blootgesteld oppervlak bij nieuwbouw.

Het grote aandeel van de regenwater gerelateerde diffuse emissies veroorzaakt dat in het basisjaar 1995 naast het effluent (40%) ook de overstorten (30%) en de regenwaterafvoeren (30%) fors meetellen in de belasting van het oppervlaktewater. Evenals bij cadmium dalen de overstorten in alle varianten door afkoppeling, maar stijgt tegelijkertijd de regenwaterafvoer zodanig dat deze 65-80% van de totale belasting gaat uitmaken. De ontwikkeling van de belasting ziet er niet rooskleurig uit: in de meest gunstige variant (Optimix) daalt de belasting in 2020 licht (met 25%). Bij voortzetting van Huidig Beleid echter treedt een stijging op met bijna 50%, die bij de variant Waterspoor zelfs oploopt tot ruim 60%.



Figuur 7-6: Bruto aanbod aan lood op het communaal afvalwatersysteem

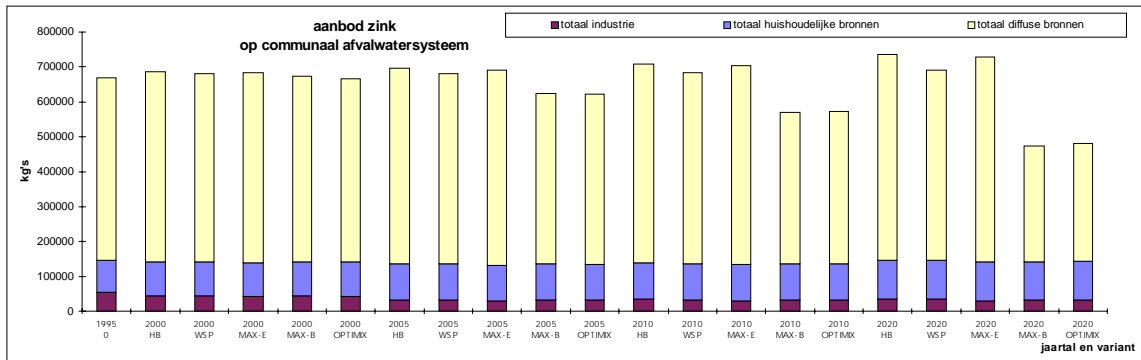


Figuur 7-7: Netto belasting van het oppervlaktewater met lood

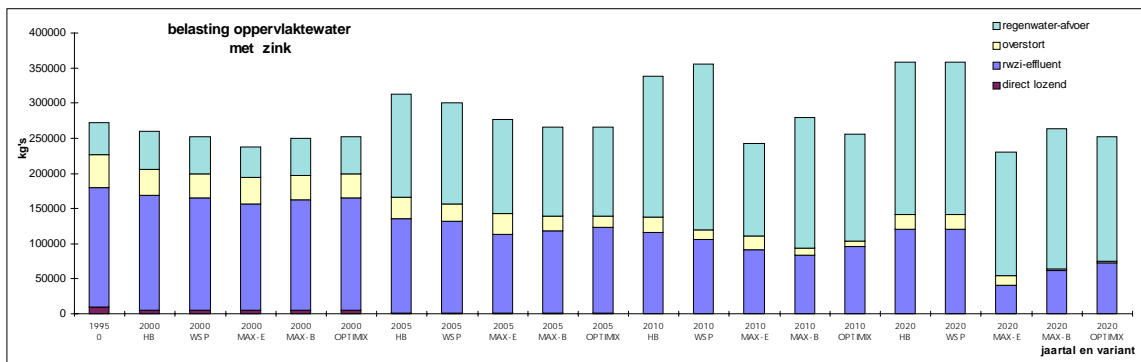
Zink

Ook voor zink spelen diffuse corrosieprocessen (hier zinken daken en dakgoten van woningen en utiliteitsbouw) een zeer bepalende rol in het aanbod, zij het wat minder extreem dan bij lood het geval is. De situatie lijkt hier sterk op die van lood, zowel het verloop in de tijd als de verschillen tussen de varianten.

Wat betreft de belasting van het oppervlaktewater zien we eveneens grote overeenkomsten met lood: op termijn een beperkte daling (voor Maximale eindzuivering) of een stijging, gecombineerd met een forse absolute én relatieve toename van de regenwaterafvoer.



Figuur 7-8: Bruto aanbod aan zink op het communaal afvalwatersysteem



Figuur 7-9: Netto belasting van het oppervlaktewater met zink

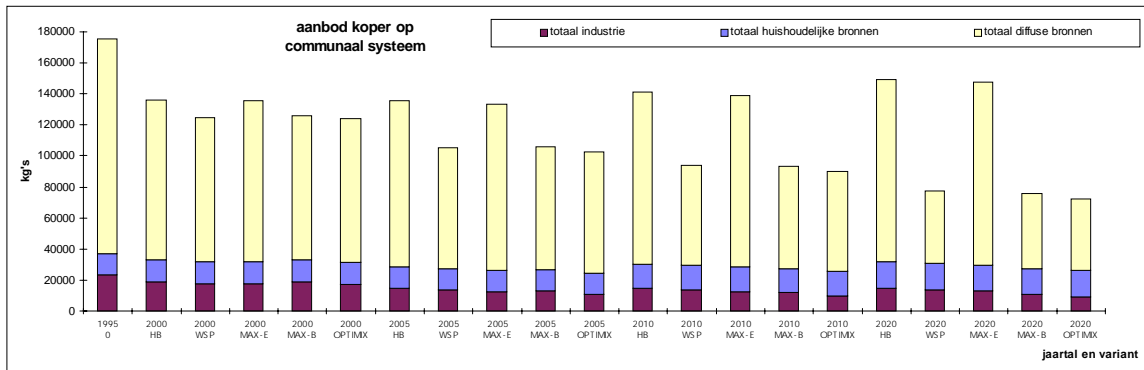
Koper

Diffuse emissies, vooral de corrosie van de waterleidingen, zijn ook voor koper bepalend voor het aanbod: 73% in 1995. De industrie neemt 13% voor haar rekening en de overige 8% betreft emissies van huishoudelijke aard.

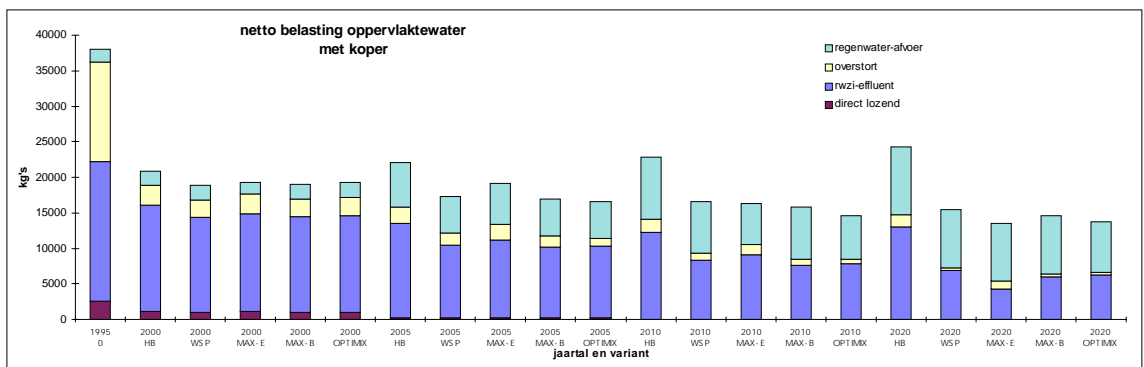
De industriële emissies worden in alle varianten gereduceerd, het meest in Optimix (60%), terwijl de huishoudelijke emissies in alle varianten met een kwart stijgen. De diffuse emissies nemen met 15% af bij Huidig Beleid (en Maximale eindzuivering) door extra ontharding van het drinkwater en voor de overige varianten loopt de reductie in 2020 op tot zelfs ca. 65%, door diverse aanvullende maatregelen om de emissie vanuit waterleidingen tegen te gaan.

De helft van de belasting van het oppervlaktewater in 1995 wordt veroorzaakt door effluent en de rest voornamelijk (40%) door overstorten. Ook hier dalen de overstorten in de loop der tijd voor alle varianten en neemt de regenwaterafvoer toe tot het in 2020 ongeveer de helft van de belasting uitmaakt.

Het forse verschil in aanbod tussen de varianten wordt door de aanvullende eindzuivering in Maximale eindzuivering genivelleerd, zodat alle varianten (exclusief Huidig Beleid) ongeveer uitkomen op een reductie van 60% (in 2020 ten opzichte van 1995).



Figuur 7-10: Bruto aanbod aan koper op het communaal afvalwatersysteem

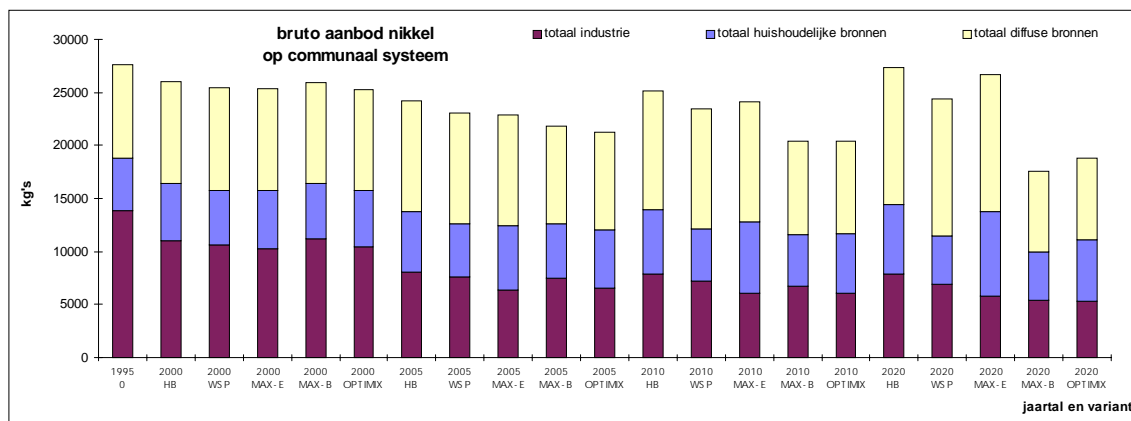


Figuur 7-11: Netto belasting van het oppervlaktewater met koper

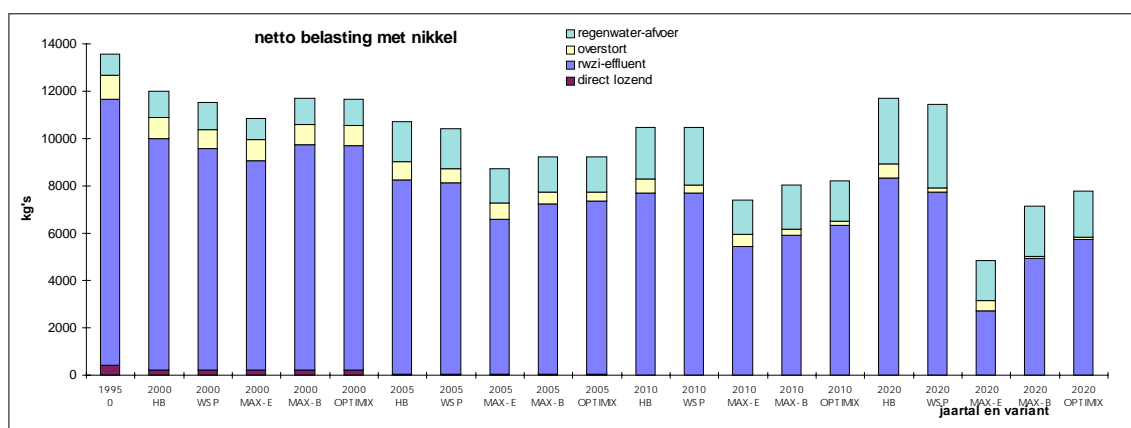
Nikkel

Industriële emissies (metaal, metaalproducten en chemie) veroorzaken de helft van het aanbod in 1995. Daarnaast spelen zowel de diffuse emissies (corrosie roestvast staal industrie en atmosferische depositie) en huishoudelijke emissies een rol. De industriële emissies dalen bij Huidig Beleid met bijna de helft en in de overige varianten nog wat extra (tot ca. 60% reductie in 2020). De huishoudelijke emissies nemen licht af door drinkwaterbeperking bij Waterspoor en Maximale bronaanpak, maar stijgen bij Maximale eindzuivering door levering van tweede kwaliteit water uit rwzi-effluent. De sterke stijging van de diffuse emissies in Huidig Beleid (ook bij Waterspoor en Maximale bronaanpak) kan worden verklaard door de autonome groei van de industrie (corrosie roestvast staal). Deze groei wordt omgezet in een daling bij Maximale bronaanpak en Optimix door het aanbrengen van beschermlagen op roestvast staal en het coaten van verchromde oppervlakken. Met name deze maatregelen zorgen ervoor dat ook de totale emissies bij Maximale bronaanpak en Optimix het laagst zijn.

In alle varianten nemen de overstorten af en neemt de regenwaterafvoer toe, de belangrijkste veranderingen in de tijd worden echter veroorzaakt door het effluent (dat in 1995 ruim 80% van de belasting uitmaakt). Het beeld is vergelijkbaar met het aanbod, met dat verschil dat de variant Maximale eindzuivering het best scoort met ruim 60% reductie.



Figuur 7-12: Bruto aanbod aan nikkel op het communaal afvalwatersysteem



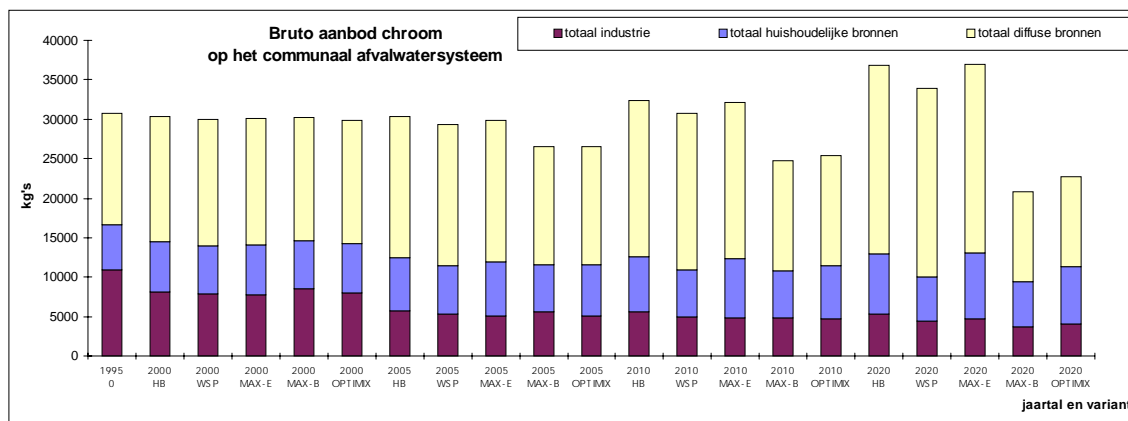
Figuur 7-13: Netto belasting van het oppervlaktewater met Nikkel

Chroom

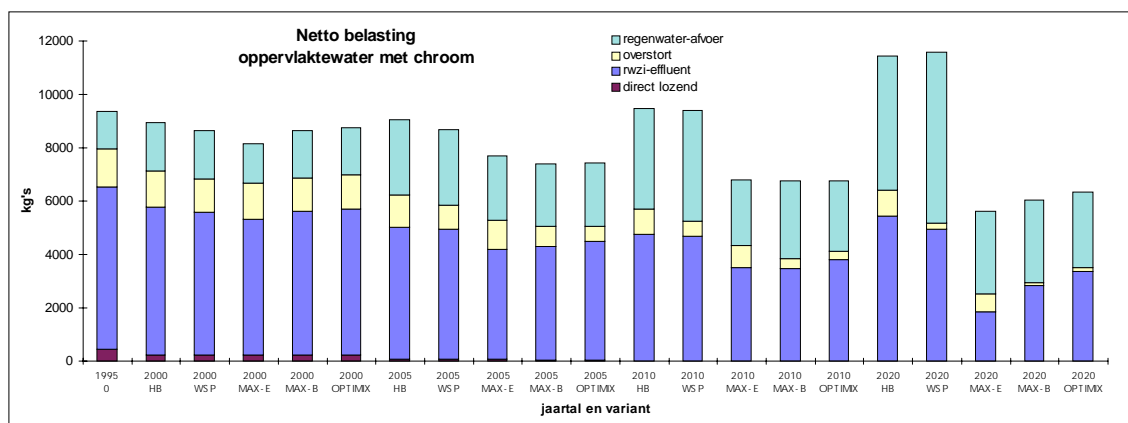
De emissiebronnen van chroom lijken veel op die van nikkel: vooral industriële emissies uit metaal, producten en chemie (35%) en diffuse emissies vooral veroorzaakt door de corrosie van roestvast staal van de industrie (46%). Pas op de langere termijn treden er relevante veranderingen op in het aanbod: een toename bij Huidig Beleid, Waterspoor en Maximale eindzuivering en een daling bij Maximale bronaanpak en Optimix.

Evenals bij nikkel dalen de industriële emissies flink in Huidig Beleid en dus ook in alle varianten. Ook hier neemt de diffuse emissie sterk toe door de groei van het gebruik van roestvast staal in de industrie, behalve bij Maximale bronaanpak en Optimix door coating.

De belasting van het oppervlaktewater lijkt ook sterk op die van nikkel: een stijging bij Huidig Beleid en Waterspoor, en een daling bij de overige varianten; het meest bij Maximale eindzuivering (36%).



Figuur 7-14: Bruto aanbod aan chroom op het communaal afvalwatersysteem

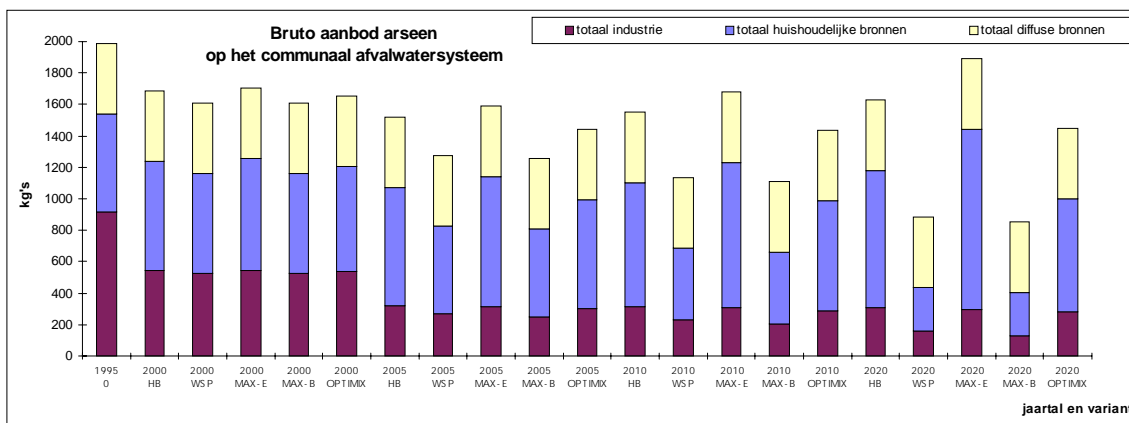


Figuur 7-15: Netto belasting van het oppervlaktewater met chroom

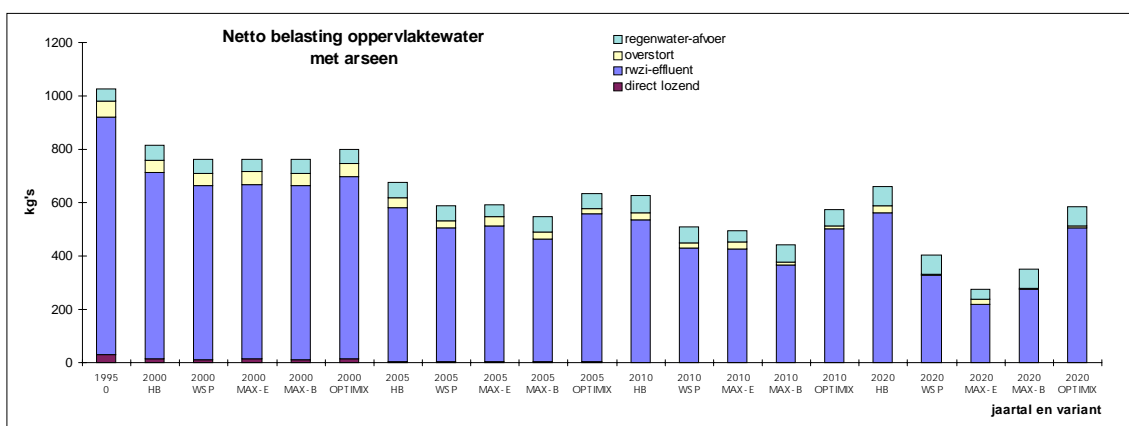
Arseen

Het aanbod van arseen wordt bepaald door een paar bronnen: stortplaatsen, chemie, afvalverwijdering en voedingsmiddelenindustrie bij de industrie (totaal 50% van het aanbod), depositie (ca. 20%) en ruw water voor drinkwater (30%). De industriële emissies dalen bij Huidig Beleid al fors (met twee derde) en nog verder tot een reductie van 80-85% bij Waterspoor en Maximale bronaanpak. De diffuse emissies dalen sterk door waterbesparing bij Waterspoor, Maximale bronaanpak en Optimix en stijgen, evenals bij nikkel, bij Maximale eindzuivering door levering van tweede kwaliteit water uit rwzi-effluent.

De belasting wordt voor arseen vooral bepaald (bijna 90%) door het effluent. Hoewel het aanbod het grootst is voor Maximale eindzuivering, leiden de specifieke maatregelen bij deze variant ertoe dat de belasting het laagst is (reductie 73%).



Figuur 7-16: Bruto aanbod aan arseen op het communaal afvalwatersysteem

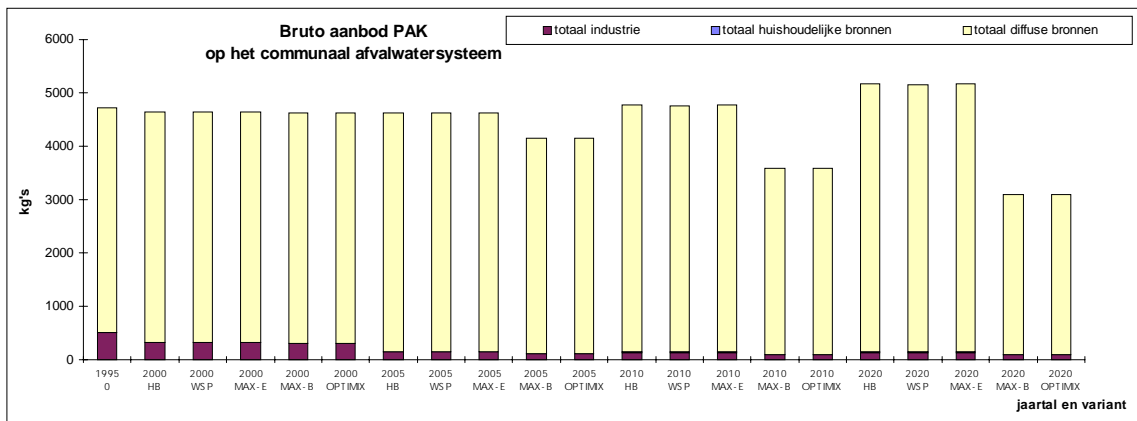


Figuur 7-17: Netto belasting van het oppervlaktewater met arseen

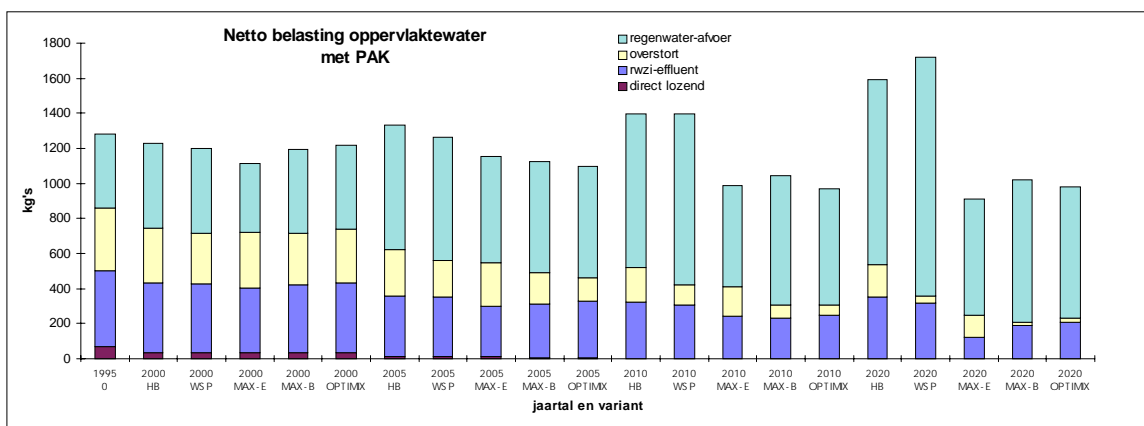
PAK's

Voor PAK's spelen huishoudelijke emissies geen rol en zijn de diffuse emissies uit verkeer (wegdekslijtage en uitlaatgassen wegverkeer) en atmosferische depositie bepalend. Deze laatste bron wordt bij gebrek aan prognoses op dit vlak constant verondersteld tot 2020. Autonome groei van het wegverkeer leidt tot een toename van diffuse emissies (ca. 20%) bij Huidig Beleid, Waterspoor en Maximale eindzuivering. Een toename die bij Maximale bronaanpak en Optimix wordt omgezet in een daling van bijna 30% door wegdek- en brandstofmaatregelen.

Dat het aanbod vrijwel geheel uit diffuse emissies bestaat, zien we ook terug in het relatief grote aandeel van de overstorten en regenwaterafvoer in de belasting van het water (beide ca. 30%). In de loop van de tijd nemen de overstorten af en de regenwaterafvoer toe, bij Huidig Beleid en in extreme mate bij de variant Waterspoor (tot 80% van de totale belasting). De forse effecten van eindzuivering in Maximale eindzuivering zorgen ervoor dat naast Maximale bronaanpak en Optimix ook Maximale eindzuivering een relevante reductie (20%) behaalt.



Figuur7-18: Bruto aanbod aan pak op het communaal afvalwatersysteem



Figuur 7-19: Netto belasting van het oppervlaktewater met pak

Overall

Er kan ook gekeken worden naar het totaal effect van de varianten. Daarvoor is in eerste instantie een score-card gemaakt waarin op snelle wijze een totaal beeld wordt gegeven.

Reductie netto belasting oppervlaktewater uit het communaal afvalwatersysteem ten opzichte van 1995

stof	Huidig Beleid			Waterspoor			Maximale eindzuivering			Maximale bronaanpak			OPTIMIX		
	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020	2000	2005	2020
kwik	0.62	0.67	0.69	0.64	0.68	0.72	0.65	0.73	0.90	0.66	0.75	0.81	0.65	0.72	0.74
cadmium	0.17	0.18	0.19	0.20	0.23	0.19	0.23	0.29	0.59	0.20	0.27	0.28	0.17	0.23	0.25
lood	0.02	-0.13	-0.44	0.05	-0.07	-0.63	0.11	0.02	0.16	0.11	0.14	0.12	0.09	0.18	0.25
zink	0.05	-0.15	-0.31	0.07	-0.10	-0.31	0.13	-0.02	0.16	0.08	0.02	0.03	0.08	0.02	0.08
koper	0.45	0.42	0.36	0.50	0.55	0.59	0.49	0.50	0.65	0.50	0.55	0.61	0.49	0.56	0.64
nikkel	0.11	0.21	0.14	0.15	0.23	0.16	0.20	0.36	0.64	0.14	0.32	0.47	0.14	0.32	0.43
chromium	0.05	0.03	-0.22	0.08	0.07	-0.23	0.13	0.18	0.40	0.08	0.21	0.36	0.07	0.21	0.32
arsenen	0.21	0.34	0.36	0.26	0.43	0.61	0.26	0.42	0.73	0.26	0.47	0.66	0.22	0.38	0.43
PAK	0.04	-0.04	-0.24	0.06	0.01	-0.34	0.13	0.10	0.29	0.07	0.12	0.20	0.05	0.14	0.23
gemiddeld	0.19	0.17	0.06	0.22	0.22	0.08	0.26	0.29	0.50	0.23	0.32	0.39	0.22	0.31	0.37
wk-gewogen	0.11	-0.05	-0.20	0.14	0.01	-0.17	0.18	0.08	0.25	0.15	0.12	0.14	0.14	0.12	0.18

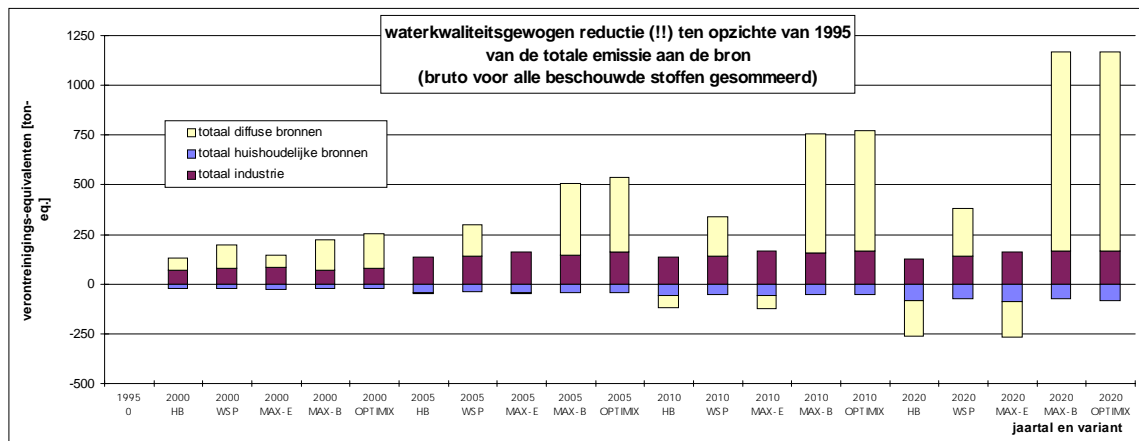
reductie% t.o.v. 1995

<0%	0-25	26-50	51-75	76-90	>90
Red	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Wit

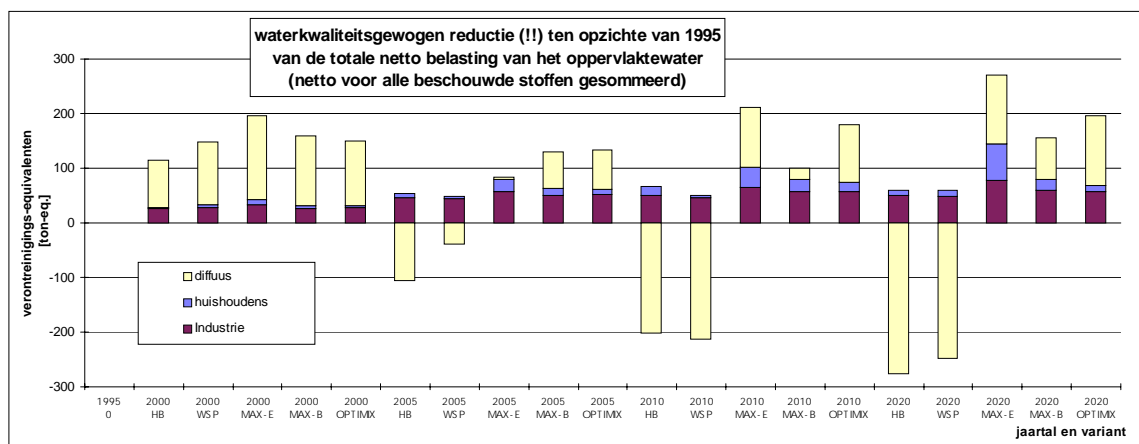
Figuur 7-20: Scorecard van de resultaten per variant

Opvallend is dat er grosso modo niet heel hoge reducties in de belasting van het oppervlaktewater ten opzichte van 1995 worden bereikt. Het zwaartepunt ligt in de range 25-50% reductie met zowel enkele uitschieters naar boven als naar beneden. Daarbij moet gerealiseerd worden dat zeker van de bedrijfsmatige lozingen op de riolering er in de afgelopen decennia al een aanzienlijke reductie is gerealiseerd. Een dergelijk reductieniveau biedt daarnaast perspectief, uitgaande van het feit dat voor veel zware metalen de normoverschrijding in oppervlaktewater momenteel ligt in de sfeer van een factor 2-3, op realisatie van het MTR-niveau op die termijn. Gebaseerd op het rekenkundig gemiddelde resultaat scoort Maximale eindzuivering het beste met 50% reductie ten opzichte van 1995. Huidig Beleid en Waterspoor scoren erg laag met gemiddeld 6-8%.

Als gekeken wordt naar de gewogen effecten, dus de meest waterkwaliteitsrelevante stoffen wegen het zwaarst, ontstaat een iets ander beeld. Er is gekozen voor berekening van de reductie op basis van gereduceerde kg's vermenigvuldigd met de weegfactor en niet voor een berekening waarbij de ongewogen reductiepercentages worden gewogen en opnieuw gemiddeld. De variant Maximale eindzuivering blijft het meeste effect opleveren. Het rendement van Huidig Beleid en Waterspoor wordt zelfs negatief doordat van enkele stoffen (lood, zink, PAK) de netto belasting van het oppervlaktewater per saldo toeneemt en deze qua gewogen kg's redelijk zwaar aantikken in het gemiddelde. De varianten Optimix en Maximale bronaanpak liggen op gelijk niveau. Als gekeken wordt naar welke bronnen daarvoor nu met name verantwoordelijk zijn, blijkt uit de figuren 7-21 en 7-22 dat vooral de diffuse en in mindere mate de huishoudelijke bronnen debet zijn aan die toename. De lozingen vanuit de industrie nemen in alle varianten af.



Figuur 7-21: Waterkwaliteitsgewogen reductie in het aanbod per type emissiebron



Figuur 7-22: Waterkwaliteitsgewogen reductie in de netto belasting van het oppervlaktewater per type emissiebron

8. Kostengegevens

8.1 *Waarom een analyse van kosten*

Om te kunnen komen tot een weloverwogen beleidsstandpunt is het onontbeerlijk zicht te hebben op de economische effecten van een maatregelpakket. Niet alleen de absolute hoogte van het prijskaartje van verschillende beleidsopties is hierbij van belang, maar ook de verdeling van deze kosten over de verschillende maatschappelijke actoren. Ook inzicht in de relatieve kosten is belangrijk, oftewel de kosten in relatie tot het effect van een maatregel en/of de kosten in relatie tot de economische draagkracht van de desbetreffende sector. De middelen die worden aangewend voor het terugdringen van emissies naar water kunnen tenslotte ook voor andere doeleinden worden aangewend. Het zo effectief mogelijk inzetten van de beschikbare middelen is een belangrijke verantwoordelijkheid van de overheid, die vraagt om inzicht in de kosteneffectiviteit van en het draagvlak voor de verschillende beleidsopties. Bij het berekenen van de kosten van de maatregelen is geen rekening gehouden met dynamische ontwikkelingen (behalve in het geval van membraantechnologie) en wegen huidige kosten even zwaar als toekomstige kosten: de toekomstige kosten zijn niet gediscoteerd. De berekende bedragen dienen dan ook primair om de verschillende scenario's met elkaar te kunnen vergelijken en een orde van grootte indicatie van de te verwachten kosten te geven. Voor investeringsbeslissingen of voor een analyse van de kosten van een maatregel in een specifieke context zijn de cijfers met teveel onzekerheden omgeven. Het doel van de studie was echter niet het aanleveren van kostengegevens voor concrete investeringsbeslissingen maar het ondersteunen van besluitvorming door het expliciteren van zowel milieu als economische effecten van verschillende beleidsscenario's. Over de totstandkoming, onderbouwing en analyse van deze kosten gaat het nu volgende hoofdstuk.

8.2 *Huidig kostenniveau*

Industrie

Informatie over de kosten van maatregelen in de industrie is, behalve op sterk geaggregeerd niveau, slechts mondjesmaat aanwezig. Om het gebrek aan inzicht in kostengegevens te ondervangen heeft Haskoning een aantal jaar geleden voor het RIZA het model KOSMOS ontwikkeld [Ewijk et al, 1993 en 1995] dat op basis van een aantal basisgegevens, zoals bijvoorbeeld de omvang van de te bouwen installatie en kosten van arbeid en materialen, de investeringskosten van bepaalde maatregelen kan berekenen. Met dit model is ook het grootste gedeelte van de investeringskosten in deze studie berekend. Naast de jaarlijkse kapitaalkosten die uit een investering voortvloeien (afschrijvingen plus rente) zijn ook operationele kosten, zoals de arbeids-, materiaal- en onderhoudskosten met KOSMOS berekend. De kosten van maatregelen in de industrie zijn bepaald per gemiddeld, indirect lozend bedrijf. De kosten van een sector als geheel zijn berekend door de kosten per gemiddeld bedrijf te vermenigvuldigen met het aantal bedrijven dat voor de maatregel in aanmerking komt en de mate waarin verwacht wordt dat de maatregel ook geïmplementeerd wordt (gecorrigeerd voor de mate waarin de maatregel reeds geïmplementeerd is). Bij sommige sectoren wordt van alle indirect lozende bedrijven uitgegaan voor het bepalen van de kosten (voedings- en genotmiddelen, chemische industrie, kunstmest, metaal, kunststof verwerking). In andere sectoren gaat het om specifieke bedrijven, met een specifiek productieproces, die voor de geïdentificeerde maatregelen in aanmerking komen (textiel, leer, hout, grafisch, farmacie). Door de kosten die volgens de berekeningen in 1995 gemaakt zijn (op basis van de data over het implementatieniveau van de maatregel in 1995 * de exploitatiekosten * het aantal bedrijven) te plaatsen naast de in dat jaar daadwerkelijk gemaakte milieukosten ontstaat een beeld van de mate waarin de geschatte

kosten realistisch zijn¹. Hierbij moet de aantekening gemaakt worden dat de CBS milieukosten in feite gelden voor de gehele sector (direct en indirect) terwijl de uitkomsten van het onderzoek alleen voor de geïdentificeerde indirect lozende bedrijven gelden.

Tabel 8-1: Vergelijking geschatte met gerealiseerde exploitatiekosten voor 1995 (Mfl)

	analyse	CBS	aantal bedrijven analyse/ CBS
voedingsmiddelen	218	140,6	4485/ 6445
textiel	6,4	7,1	75/ 4198
leer	0,4	2,5	3/ 535
basismetaal	0,5	18,7	201/ 271
chemie	8,2	363,8	130/ 274
metaalproducten	101,5	53,6	350/ 14.056

Hoewel het niet goed zou zijn als de getallen in beide kolommen overeen zouden komen (immers, de getallen van het CBS betreffen de gehele sector, terwijl die in het rapport alleen de indirecte lozers of zelfs maar een aantal bedrijven betreffen) behoeven sommige verschillen wel nadere toelichting. In zijn algemeen moet worden gezegd dat in de in het rapport berekende bedragen geen besparingen zijn meegenomen, iets dat het CBS bij de berekening van haar milieukosten wel doet. Een maatregel als hergebruik spoelwater, die zowel in de voedings- en genotmiddelen industrie als in de metaalproducten industrie een belangrijk deel van de kosten verklaard, is een maatregel die een aanzienlijke besparing tot gevolg kan hebben. Een deel van de overschatting in deze sectoren kan hiermee wellicht worden verklaard. Daarnaast is er een verschil in rente kosten: gaat het CBS nog uit van een rente van 5 % voor alle sectoren, in deze analyse is gerekend met een variabele rentevoet (verschillend voor bedrijfsleven, overheid en consumenten) van 12% voor het bedrijfsleven. Deze ligt hoger vanwege de hogere risico's die geldverstrekkers willen afdekken en de concurrentie met investeringen voor productieve doeleinden. Ook de afschrijvingstermijn verschilt: hanteert het CBS 25 jaar voor civiele investeringen en 10 jaar voor electro-mechanische werken, het rapport gaat uit van 30 jaar voor civiele investeringen, en 15 jaar voor electro-mechanisch².

Per sector kunnen de kostenverschillen als volgt worden verklaard:

Voedings- en genotmiddelen industrie.

De geselecteerde maatregelen hebben aanzienlijke besparingen tot gevolg, die in de berekening van de kosten van het rapport niet zijn meegenomen.

Textielindustrie.

De vervuiling door de textielindustrie komt voor het leeuwedeel van de 75 WVO- vergunningplichtige bedrijven.

Leerindustrie:

De vervuiling uit deze industrie wordt voornamelijk veroorzaakt door leerlooiers. Naar verwachting zijn er dit enkele tientallen. Daarvan zijn slechts 3 chroomlooiers.

Basismetaal:

Het verschil in de kosten kan wellicht worden verklaard doordat de kosten berekend door het CBS voor een groot deel toegeschreven kunnen worden aan de directe lozers.

Chemie:

¹ Helaas kan dit maar voor een aantal sectoren gebeuren: van veel sectoren is geen detailinformatie van het CBS beschikbaar.

² De keuze voor de afschrijvingstermijn en rentevoet is in nauw overleg met het RIZA geschiedt en loopt alvast vooruit op de inmiddels overeengekomen aanpassing van de methodiek milieukosten, waarmee het CBS (en het RIZA) de milieu/exploitatiekosten berekent.

In het rapport zijn slechts maatregelen geïnventariseerd voor de reductie van de emissie van zware metalen en PAK. Door deze sector worden meer stoffen geloosd dan alleen deze (N, P, overige microverontreinigingen, oliën, etc.) waar de sector ook kosten voor maakt (dit geldt overigens voor alle sectoren). Verder wordt een groot deel van de kosten in deze sector gemaakt door directe lozers.

Metaalproducten:

Het grootste deel van de bedrijven in deze sector betreft indirecte lozers.

Kosten staan niet gelijk aan lasten: zo wordt een deel van de milieu-maatregelen gesubsidieerd (waarmee de lasten ten dele naar de overheid worden verschoven), maar betalen bedrijven daarnaast ook voor uitbestede milieu-activiteiten (communale afvalwaterzuivering, waterkwaliteitsbeheer in zijn algemeen etc.) waarmee de lasten ten dele ook weer toenemen. Verschillende milieu-investeringen hebben een positief effect op de lasten van de industrie: doordat minder geloosd wordt, hoeft er ook minder heffing betaald te worden. De factor lasten/kosten verschilt per sector, maar lag voor de meeste industriële sectoren in 1995 tussen de 1,1 en 1,8 [CBS, 'milieukosten van Bedrijven, 1998]. Het fenomeen dat de lasten hoger liggen dan de kosten, komt onder meer door de kosten voor communale afvalwaterzuivering die het bedrijfsleven moet betalen. Hoe de vertaling van kosten naar lasten voor de extra maatregelen uitpakt is een ander verhaal. Aangezien het onduidelijk is of de bewuste maatregelen voor subsidie in aanmerking komen en wat de invloed van de maatregelen op de te betalen heffing is kunnen hier geen concrete uitspraken over worden gedaan.

Voor stortplaatsen, bodemsanering en afvalverwijderingsbedrijven is geen controle met CBS gegevens mogelijk, maar kan wel worden vastgesteld dat de kosten van deze maatregelen weliswaar bij de bedrijven liggen, maar de lasten grotendeels bij de consument en/of de overheid. Feitelijk gaat het hier ook niet om bedrijven, maar om nutsbedrijven, waar de drinkwaterbedrijven feitelijk ook onder zouden moeten vallen (vallen nu onder 'huishoudens'). Voor de 'sector' stortplaatsen moet worden opgemerkt dat de berekeningen deellocaties betreffen en geen stortplaatsen in hun geheel. Dit maakt het moeilijk iets te zeggen over de gemiddelde milieukosten per stortplaats: voor de sector als geheel lukt dit echter wel.

Samenvattend kan worden gesteld dat vergelijking van de berekende kosten met de geregistreerde kosten moeilijk is vanwege de grote mate van aggregatie van CBS-gegevens en verschillen in berekeningsmethoden voor kosten. Niettemin geeft vergelijking (waar deze mogelijk is) van door KOSMOS berekende kosten en de CBS data qua orde van grootte een realistische indruk.

Huishoudens

De kosten van de geïdentificeerde maatregelen bij huishoudens betreffen voornamelijk de kosten die met de bereiding en het gebruik/beperving van drinkwater te maken hebben. Het gaat hier, verspreid over een aantal jaren, om investeringen in de orde van grootte van 8 ('levering tweede kwaliteit water uit stedelijk drainage water') tot 31 miljard ('plaatsen van vacuümtoilet in alle 6,5 miljoen huishoudens in Nederland') gulden. De lasten van dergelijke investeringen komen grotendeels bij de consument te liggen. Ter illustratie: wordt er bijvoorbeeld gekozen huishoudens een tweede kwaliteit water (uit oppervlakte water) te gaan leveren (investering 9,7 miljard) en iedereen op termijn (70 jaar) te voorzien van een Gustavsberg toilet (fl. 1000 per huishouden) dan stijgen de totale kosten per jaar met 1,65 miljard, en de lasten per huishouden op termijn met zo'n fl. 275,- per jaar. Ten opzichte van de watergerelateerde lasten die huishoudens momenteel gemiddeld dragen (fl. 840,-)³ betekent dit een stijging van zo'n 30%. Alhoewel er pas op de langere termijn van een dergelijke stijging sprake zou zijn, geeft het wel aan dat het belangrijk is rekening te houden met de mogelijke lastenverzwaring van bepaalde

³ Dit bedrag is opgebouwd uit de gemiddelde bedragen per huishouden voor waterkwaliteit (265,-), waterkwantiteit (94,-), riolering (180,-) en de kosten van drinkwater (300,-).

maatregelen, zeker gezien het feit dat er reeds een waterlasten stijging van zo'n 30% voor de komende 10-15 jaar voorzien wordt [Monitor Lokale Lasten, 1998]. Aan de andere kant leveren investeringen in een tweede drinkwaternet of gescheiden stelsel ook besparingen op, bijvoorbeeld door een geringere toename van de kosten van drinkwater bereiding, kosten die in het Huidige Beleid verwacht worden met ca. 70% in de komende 25 jaar te zullen stijgen [Mostert, 1998]. Op de kosten van riolering en zuivering van afvalwater wordt in een volgende paragraaf ingegaan. De lasten van dergelijke investeringen komen evenwel ook grotendeels bij de huishoudens liggen.

Diffuse bronnen

Wat de kosten van maatregelen bij diffuse bronnen betreft is de moeilijkheid dat hoe diffuser de bron is, hoe minder er over kosten bekend is. Is er op het gebied van bouwmaterialen nog wel wat over kosten en maatregelen te zeggen, voor verkeer en vervoer wordt dit een stuk moeilijker. Bij bouwmaterialen geldt vaak dat de extra kosten voor toepassing van een ander materiaal nihil of gering zijn als deze getroffen worden op het moment van renovatie en/of nieuwbouw. De kosten voor maatregelen bij diffuse bronnen zijn hierdoor relatief laag, evenals de extra lasten die grotendeels bij de industrie en bouwondernemingen zouden komen te liggen (maar die uiteindelijk via bijvoorbeeld de huizenprijs naar de consument worden doorberekend).

Riolering en eindzuivering

Om een schatting te maken van de kosten van het Huidig Beleid is gebruik gemaakt van het milieukosten model [RIVM, 1998] dat aan de hand van begrote investeringsbedragen de jaarlijkse kosten van maatregelen op het gebied van riolering respectievelijk zuivering van communaal afvalwater berekend. Deze kosten bedroegen in 1995: 1596 respectievelijk 1286 miljoen gulden per jaar. Ook met alleen Huidig Beleid zullen de kosten van afvalwaterzuivering in de komende jaren aanzienlijk toenemen: in 2005 zullen deze kosten gestegen zijn tot 2790 respectievelijk 1838 miljoen gulden. De in de analysevarianten geselecteerde maatregelen komen qua kosten nog eens bovenop de maatregelen die in het huidige beleid zijn vastgesteld. Het gaat hierbij per maatregel soms om zeer grote bedragen, die echter sterk gerelativeerd worden door het feit dat zij in plaats van de gangbare investeringen in riolering en zuivering komen. Zo bedragen de absolute kosten voor volledige aanleg van een 'verbeterd gescheiden rioolstelsel' op termijn zo'n 109 miljard gulden, maar wordt dit afgezet tegen de kosten van het regulier voorziene onderhoud en vervanging van het rioolstelsel over dezelfde termijn dan blijkt de feitelijke lastenverzwaring minder omvangrijk dan deze op het eerste gezicht lijkt. Andere belangrijke kostenposten op het gebied van riolering zijn de maatregelen gericht op het afkoppelen van verhard oppervlak, met respectievelijk 40 tot 80%.

Hoewel het model als basis alle meerkosten ten opzichte van 1995 aan investeringen in het rioolstelsel heeft meegenomen, zou het meer voor de hand liggen alleen de kosten van extra emissie-reducerende maatregelen mee te nemen, zoals bijvoorbeeld reductie van overstorten. Immers, het rioleringssysteem is primair een infrastructurele aangelegenheid vanuit oogpunt van volksgezondheid en secundair een milieu-maatregel. Omwille van de vergelijking met andere kostengegevens (die over het algemeen ook met het geheel aan rioleringsinvesteringen rekenen) is hier echter toch mee gerekend: worden de reguliere investeringen in het rioleringssysteem niet meegenomen dan komen de jaarlijkse kosten van de al vastgestelde maatregelen op rioleringsgebied in 2000 op 80% van het kosten niveau van Huidig Beleid te liggen, verder dalend tot 60% van de kosten in 2020.

Wat investeringen in afvalwaterzuivering betreft wordt de kostenstijging van het Huidig Beleid vooral veroorzaakt door investeringen in P- en N-verwijdering en slibverwerking. De kosten van de geïdentificeerde maatregelen in het rapport zijn vooral hoog bij de verschillende

nabehandelingstechnieken. Aangezien hierbij gebruik wordt gemaakt van membraanprocessen, een techniek die nog steeds sterk in ontwikkeling is, is in het model de verwachting meegenomen dat de relatieve kosten van deze maatregelen in de loop van de tijd zullen afnemen. Gezien de hoge kosten van nanofiltratie is deze techniek uiteindelijk in geen van de maatregelpakketten meegenomen. Microfiltratie (exploitatiekosten 1,3 miljard per jaar) is inmiddels als techniek wel kosteneffectief in te zetten, wat in de variant Maximale Eindzuivering dan ook is gebeurd. Van invloed op de kosten van eindzuivering is ook de verwachte groei van het aantal huishoudens en bedrijven in Nederland: de huidige zuiveringscapaciteit zal in 2020 niet meer voldoen. In de berekening van de toekomstige kosten is hier rekening mee gehouden. De lasten (datgene wat uiteindelijk via heffingen door de verschillende gebruikers wordt betaald) van maatregelen op afvalwaterzuiveringsgebied komen voor rekening van zowel consumenten als bedrijfsleven: 40% van het influent van rwzi's (gebaseerd op vervuilingseenheden) is afkomstig van bedrijven, de rest komt van huishoudens.

Er is geen rekening gehouden met mogelijke besparingen door maatregelen. Als door waterbesparing en emissiebeperking de emissies van bedrijven op een substantieel lager niveau komen te liggen zullen er minder grote collectieve voorzieningen (riolering en rwzi-capaciteit) nodig zijn. Ditzelfde geldt voor het afkoppelen van verhard oppervlak. Indien er op grote schaal afkoppeling plaats vindt zal de hydraulische belasting van rwzi's duidelijk lager worden. Dit impliceert dat ze minder kosten behoeven te maken om de vereiste stikstofverwijdering te kunnen realiseren en minder snel tot uitbreiding van capaciteit behoeven over te gaan.

Wat het draagvlak voor maatregelen op het gebied van afvalwaterzuivering betreft moet worden vastgesteld dat zelfs indien er geen extra maatregelen worden genomen de voorziene stijging van de waterlasten voor huishoudens en bedrijven aanzienlijk is. Aangezien de kosten van extra maatregelen over het algemeen hoog zijn, leveren deze maatregelen, ook al komen zij ten dele in de plaats van reguliere investeringen, nog eens een extra stijging van deze lasten op. Het is echter de vraag in hoeverre dit problemen oplevert: gezien de lage prijselasticiteit van water en het geringe aandeel dat waterlasten uitmaken van de uitgaven van een gemiddeld huishouden (2%) lijkt enige stijging van de waterlasten maatschappelijk nog wel aanvaardbaar, maar een sterke stijging zal zeker op weerstand stuiten. Een verdere afweging van nut en noodzaak van de genoemde maatregelen is dan ook gewenst.

8.3 De kosten van de verschillende analysevarianten

Een analyse van de totale kosten van de vijf analysevarianten is met name interessant vanuit het oogpunt van de relatieve kostenverschillen tussen de maatregelpakketten. Op dit moment bedragen de jaarlijkse kosten voor riolering en zuivering circa 3 miljard gulden. Deze kosten zullen aanzienlijk stijgen in de komende jaren, onder meer door het reeds voorgenomen beleid op het gebied van riolering.

De kosten van de maatregelen zijn niet verdisconteerd, noch gecorrigeerd voor inflatie en/of andere dynamische ontwikkelingen: De bedragen luiden in prijzen van 1995 en tegen 0% discontering, wat impliceert dat kosten in het heden even zwaar wegen als kosten in de toekomst. De extra absolute kosten in het jaar 2020 (prijsniveau 1995, 0% discontering) liggen tussen de 3 en 9 miljard gulden per jaar.

Belangrijk is ook om te realiseren dat 2020 geen eindpunt is: zo geldt voor verschillende maatregelen dat in 2020 pas 30 tot 40 % van de maatregelen is geïmplementeerd. Dit betekent dat ook pas een gedeelte van de kosten en effecten zichtbaar is.

Tabel 8-2: de extra exploitatiekosten in het jaar 2000 (t.o.v 1995) van de varianten (in Mln.)

2000	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMIX
Totaal bronnen	290	399	346	545	335
Totaal eindzuivering	709	789	1349	723	723
Totaal	999	1188	1695	1267	1057
index	100	119	170	127	106

Tabel 8-3: de extra exploitatiekosten in het jaar 2020 (t.o.v 1995) van de varianten (in Mln)

2020	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMIX
Totaal bronnen	409	2091	860	2932	750
Totaal eindzuivering	2705	3677	8387	2116	3428
Totaal	3114	5769	9247	5048	4178
Index	100	185	297	162	134

Wat opvalt is dat de verschillen tussen de varianten toenemen, waarbij de variant Maximale Eindzuivering duidelijk het meest kostbare pakket vormt. In 2020 is dit pakket reeds drie keer zo duur als Huidig Beleid. Daarnaast zijn er interessante kosten verschuivingen door de loop van de tijd te constateren. Met name geldt dit voor de relatieve verdeling van kosten (niet te verwarren met de relatieve verdeling van de lasten). Dit is goed te zien in onderstaande tabellen:

Tabel 8-4: de relatieve verdeling van de exploitatiekosten in het jaar 2000 per sector, per variant

2000	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMIX
Totaal bronmaatregelen	30	34	20	43	32
Totaal eindzuivering	70	66	80	57	68

Tabel 8-5: de relatieve verdeling van de exploitatiekosten in het jaar 2020 per sector, per variant

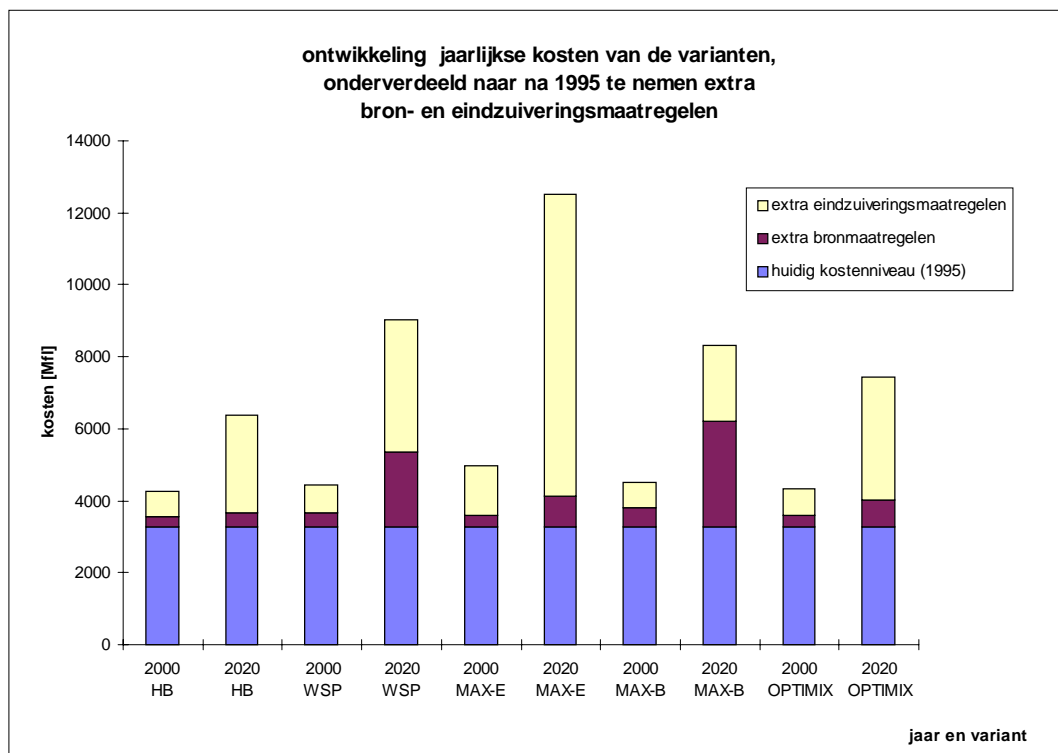
2020	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMIX
Totaal bronmaatregelen	13	36	9	58	18
Totaal eindzuivering	87	64	91	42	82

Behalve bij de varianten Maximale Bronzuivering en Waterspoor komt het zwaartepunt qua kosten in de tijd steeds meer te liggen bij de collectieve voorzieningen (riolering en zuivering). Dit lijkt een ontwikkeling die in toenemende mate spanning geeft met de beleidsmatige voorkeur voor brongerichte maatregelen.

Twee punten blijken niet uit bovenstaande tabellen en behoeven extra aandacht.

Allereerst de mogelijke besparingen die een beleid gericht op bronaanpak zou kunnen hebben voor de investeringen in eindzuivering. Indien de bronaanpak vergaand en consequent zou worden toegepast, kan met goedkopere en simpeler collectieve eindzuivering worden volstaan. Hiermee zou de overwegend brongerichte analysevariant baten kunnen genereren die in de huidige berekeningen niet zijn meegenomen.

Ten tweede ontbreekt in de analyse een integrale afweging van kosten en baten: zo zijn bijvoorbeeld de extra kosten die bij de analysevariant Maximale Eindzuivering ontstaan door een toename van het energieverbruik niet meegenomen.



Figuur 8-1: Ontwikkeling van de kosten voor de verschillende varianten.

8.4 De kosteneffectiviteit van de beleidsscenario's

Naast inzicht in de absolute kosten is het belangrijk inzicht in de kosteneffectiviteit van de verschillende maatregelpakketten te krijgen. Het is immers niet alleen van belang wat de totale kosten (en vooral de daarmee samenhangende lasten) van de verschillende scenario's zijn, maar ook hoe de effecten zijn in relatie tot de kosten.

De kosteneffectiviteit van de verschillende analysevarianten is berekend door per variant de gewogen emissiereductie te delen door de kosten⁴. Een cruciale rol speelt hierbij de weging van de emissies. Om de gevoeligheid van de uitkomsten te testen is met drie verschillende weegfactoren gerekend: WK 1 (waarbij alle emissie reducties even zwaar wegen: reductie van 1 kilo cadmium is even belangrijk als de reductie van 1 kilo nikkel), WK 10 (waarbij de weging als volgt is: Hg 6, Cd 3, Pb 1, Zn 3, Cu 4, Ni 3, Cr 1, As 1 en PAK 13: de reductie van 1 kilo kwik is even belangrijk als de reductie van 6 kilo lood) en de WK 1000 (waarbij de weging als volgt is: Hg 584, Cd 146, Pb 1, Zn 12, Cu 150, Ni 56, Cr 1, As 1 en PAK 5223: de reductie van 1 kilo kwik is even belangrijk als de reductie van 584 kilo lood). Hoewel uiteraard de absolute kosteneffectiviteit van de verschillende wegingen verschilt (bij WK1000 zijn maatregelen een stuk kosteneffectiever dan bij WK1: immers, bij WK 1000 wegen de emissie reducties voor de stoffen kwik, cadmium en PAK relatief veel zwaarder) valt op dat de relatieve verschillen tussen de analysevarianten gelijk blijven: de rangorde van het meest kosteneffectieve pakket (=1) tot en met het minst kosteneffectieve pakket (=5) verschuift nauwelijks⁵.

4 De gewogen ontwikkeling van de netto-belasting van het oppervlakte water in de verschillende varianten (verontreinigings-equivalenten/ exploitatiekosten). Het resultaat zijn de kosten in mln. gulden per ton-equivalent gewogen emissie reductie

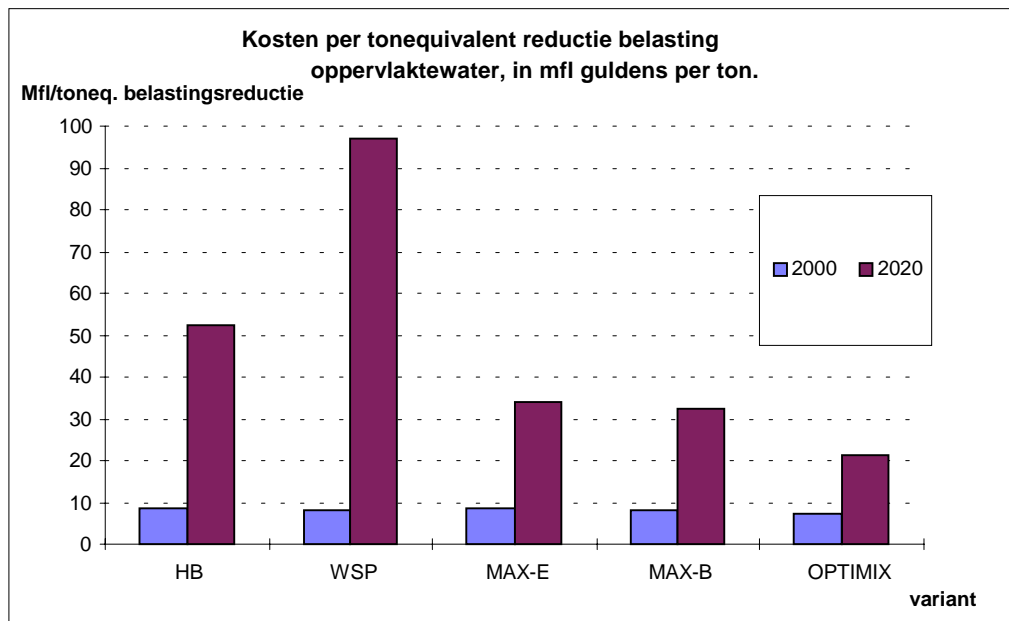
5 Weliswaar verschuift de rangorde bij wk 1000 voor het jaar 2000 maar de verschillen tussen de verschillende pakketten zijn hier zo klein dat deze verschuiving in de marge wegvalt.

Tabel 8-6: Kosteneffectiviteit en rangorde (...) van de verschillende analysevarianten in 2000 en 2020

Jaar	Wegingsfactoren	HB*	WSP*	MAX-E	MAX-B	Optimix
2000	wk 1	30,2 (5)	26,9 (3)	27,1 (4)	25,4 (2)	22,8 (1)
	wk 10	8,7 (5)	8,1 (3)	8,6 (4)	8,0 (2)	7,0 (1)
	wk 1000	0,31 (2)	0,31 (3)	0,38 (5)	0,33 (4)	0,29 (1)
2020	wk 1	153,7 (4)	280,6 (5)	105,5 (3)	103,1 (2)	64,2 (1)
	wk 10	52,3 (4)	96,9 (5)	34,2 (3)	32,4 (2)	21,2 (1)
	wk 1000	2,7 (4)	5,2 (5)	1,3 (3)	0,9 (2)	0,7 (1)

* De analysevarianten Huidig Beleid en Waterspoor vertoonden in 2020 met wk 1 en wk 10 een negatief cijfer: dit duidt er op dat van een aantal stoffen de emissie is toegenomen, waarmee een negatief verband is ontstaan tussen kosten en emissies. Door het totaal pakket aan maatregelen (industrie, huishoudens of diffuus) met een negatief getal gelijk aan 0 te stellen zijn bovenstaande cijfers tot stand gekomen. In concreto; bij Huidig Beleid en Waterspoor zijn de totale kosten toegerekend naar de emissiereducties bij industrie en huishoudens: vanwege de toename van emissies van een aantal stoffen via diffuse bronnen zijn de wel behaalde emissie reducties in de effectiviteit niet meegenomen.

Allereerst wordt in de tabellen zichtbaar dat de kosteneffectiviteit van de verschillende analysevarianten in de tijd afneemt. Dit komt overeen met de verwachting dat eerst geïnvesteerd wordt in de meest kosteneffectieve maatregelen, waarna minder kosteneffectieve maatregelen volgen. Over het algemeen blijkt hierbij de 20:80 regel goed op te gaan: De eerste 80% aan emissiereductie geschiedt op basis van 20% van de totale kosten, de laatste 20% reductie veroorzaakt de overige 80% van de kosten.



Figuur 8-2 : De kosteneffectiviteit van de verschillende scenario's

De uitkomst dat het maatregelpakket Optimix het meest kosteneffectief is zal niet als een verassing komen. Immers, dit pakket is samengesteld op basis van criteria als maximaal milieurendement tegen minimale kosten. Een uitkomst die wel vraagtekens oproept is de lage kosteneffectiviteit van het Huidig Beleid: zelfs op de korte termijn scoort dit pakket relatief slecht. Het gebrek aan concreet geformuleerde maatregelen voor de reductie van diffuse bronnen lijkt hier de belangrijkste reden voor.

Voor alle pakketten geldt dat er een uitrust plaatsvindt tussen bron- en eindzuiveringsgerichte maatregelen: is er sprake van een sterke bronaanpak dan neemt de effectiviteit van eindzuivering af, en vice versa. Dit zorgt ervoor dat niet apart naar de kosteneffectiviteit van bron- en eindzuiveringsmaatregelen in de verschillende pakketten gekeken kan worden.

De slechte score van het pakket Waterspoor hangt wellicht samen met het feit dat deze variant zich met name richt op een reductie van afvalwaterstromen en in mindere mate op de kwaliteit van het afvalwater. Aangezien de kosteneffectiviteit berekend is op basis van emissie reducties, en niet op basis van de omvang van de afvalwaterstromen, en de analysevariant Waterspoor daarbij relatief duur is, is de kosteneffectiviteit van Waterspoor binnen de gebruikte methodiek relatief slecht.

De relatief goede score van het pakket Bronaanpak is opmerkelijk gezien het feit dat uit de economische literatuur bekend is dat bronzuivering over het algemeen minder kosteneffectief is door het bestaan van schaalvoordelen bij zuivering aan het eind. Wellicht speelt hierbij een rol dat uit is gegaan van de extra kosten ten opzichte van 1995 en niet van de totale kosten: gezien de vaste kosten die de eindzuiveringsgerichte infrastructuur met zich meebrengt, kampen investeringen in bronmaatregelen op de korte termijn in feite met dubbele kosten, zowel het onderhoud van de eindzuiveringsgerichte infrastructuur als de investering in bronzuivering. Door uit te gaan van de kosten van extra maatregelen ten opzichte van 1995 kunnen de pakketten beter qua kosteneffectiviteit op hun eigen merites beoordeeld worden. De feitelijke kosten per ton gewogen emissie-reductie zijn echter anders, vooral op de korte termijn. Voor het doel van deze studie is de berekende kosteneffectiviteit de juiste: het laat zien welke aanvullende strategie voor de aanpak van micro-verontreinigingen het meest kosteneffectief is.

9. Discussie

9.1 Emissiegegevens

De gebruikte emissiegegevens zijn doorgaans terug te leiden tot metingen; zoals industriële lozingen, de samenstelling van het huishoudelijk afvalwater en de corrosiesnelheid van zinken dakgoten. Daarnaast wordt voor met name de diffuse bronnen gebruik gemaakt van statistische informatie, bijvoorbeeld het aantal inwoners en het oppervlak zinken dakgoten. De onzekerheden in de omvang van de relatief grote industriële lozingen op de riolering ('de meetbedrijven') zijn doorgaans gering ten opzichte van de overige bronnen. Voor de kleinere bedrijfsgroepen zijn weinig tot geen metingen beschikbaar en is veel gebaseerd op inventariserende studies, extrapolaties en bijstellingen.

Van de diffuse bronnen is vaak niet bekend hoe representatief de meting is voor de totale omvang van de bron in Nederland en wat de onzekerheid in de metingen is. Met name voor de kleinere diffuse bronnen is dat vaak het resultaat van extrapolatie van slechts enkele onderzoeksgegevens. De marges hierom heen kunnen aanzienlijk zijn. Bijvoorbeeld voor de corrosie van koperen waterleidingen spelen diverse factoren een rol (pH, totaal anorganisch koolstofgehalte, de temperatuur, verblijftijd in de leiding en de kwaliteit van het leidingwerk). Deze factoren zullen van plaats tot plaats verschillend zijn en kunnen tot verschillen van enkele tientallen procenten in de lokale kopercorrosie leiden. In de praktijk zijn deze gegevens echter nauwelijks op een regionaal niveau beschikbaar. Dit is gebleken uit de uitgevoerde regionale analyses. Het gebruik van landelijke kentallen bleek onontkoombaar.

De gebruikte statistische gegevens bevatten vaak ook een zekere mate van onzekerheid. Hierdoor is het lastig in algemene zin iets te zeggen over de onzekerheid in de gebruikte emissiegegevens. Deze onzekerheid zal relatief gering zijn voor de emissies van de grote industrieën en relatief groot voor de emissies van de diffuse bronnen.

Om een indruk te krijgen van de onzekerheden in de emissiegegevens is geprobeerd een massabalans op te stellen. Voor de zware metalen zijn de vrachten van de berekeningen gebaseerd op de lozingen op het riool vergeleken met de CBS-gegevens, die gebaseerd zijn op metingen van het aangevoerde afvalwater bij de rwzi's. Uit deze vergelijking kwam een zeer wisselend beeld:

- voor kwik (+20%), cadmium (-63%) en chroom (-24%) is er sprake van een aanzienlijk gat tussen de bronnen-inventarisatie en de registratie, voor de overige beschouwde stoffen ligt het gat binnen het als streven neergezette 10%.
- primaire bronnen bij huishoudens zijn nog veelal onbekend, waardoor ook effectieve maatregelen ontbreken. Ook over de omvang van de atmosferische depositie bestaat nog veel onzekerheid.

Deze vergelijking geeft wel een indruk van de orde van grootte van de onzekerheid in de emissies van met name de diffuse bronnen. Beter ingevuld is de balans op dit moment niet te krijgen. Dit impliceert dat verschillen van 10% tussen de verschillende varianten eigenlijk onvoldoende significant zijn gelet op de onzekerheden in aannames en emissieschattingen. Voor kwik, cadmium en chroom zijn deze marges nog groter. Zeker voor cadmium heeft dit tot gevolg dat de analyse van effecten en kosten van bronmaatregelen onvoldoende kan worden ingevuld. Omdat de onzekerheden in alle varianten een rol spelen, wordt echter verondersteld dat in de relatieve vergelijking tussen varianten deze onzekerheden minder invloed hebben.

Voor kwik en cadmium geldt daarbij overigens wel de kanttekening dat de effluentmeetwaarden van de rwzi's veelal rondom de detectiegrens liggen [Gommers, 1997 en Gommers, 1998]. De wijze waarop met de detectiegrenzen wordt omgegaan is van grote

invloed op de bepaling van de vrachten en verschilt nogal in den lande. De CBS-waarden voor kwik en cadmium waaraan de balans wordt afgemeten hebben daardoor een grotere marge dan voor de overige stoffen. In een recent RIZA-project zijn de influent- en effluentvrachten aan een uitgebreide statistische beschouwing onderworpen. Daaruit is gebleken dat de wijze van bepaling van de vrachten met een statistisch iets andere methodiek significant andere, meestal iets hogere, influentvrachten oplevert [Rienks et al., 1997]. Dit geeft in elk geval aan dat ook de vergelijking met de CBS-vrachten niet als de absolute waarheid beschouwd kan worden en ook met een zekere nuance bekeken moet worden.

De omvang van de emissies via overstorten en regenwaterriolen is moeilijk in te schatten. Redenen hiervoor zijn onder meer het ontbreken aan voldoende inzicht in processen die in het rioolstelsel plaatsvinden (met name het proces van opwoeling van gesedimenteed rioolslib en biologische processen) en hun effect in emissiereductie, het beperkte inzicht in de penetratie van milieu-maatregelen in het riool en de tijds- en weersafhankelijkheid van het optreden van de emissies. Dit levert emissies in een wisselende omvang en op verschillende tijdstippen. Het model hanteert een min of meer statistisch gemiddelde. De werkelijke emissie in een jaar kan hiervan dus sterk afwijken.

Aangezien het rioolstelsel een belangrijk onderdeel vormt in het bepalen van de uiteindelijke aard en omvang van lozing op oppervlaktewater, is het van belang meer inzicht te vergaren in het functioneren van het rioolstelsel in relatie tot de emissies naar oppervlaktewater.

De systematiek van bronnen-inventarisatie en emissie-analyse gehanteerd voor het landelijk niveau is evenzo toepasbaar gebleken voor een regionale invulling. Daarbij is evenwel gebleken dat regionale emissiegegevens slechts beperkt en/of slechts tegen aanzienlijke inspanning beschikbaar zijn of zijn in te schatten. Zeker voor de vaststelling van de emissies vanuit diffuse bronnen en huishoudens door het gebruik van consumentenproducten en via urine en fecaliën moet veelal worden terug gevallen op landelijke emissiekentallen. Het genereren van een regionale balans is daarom een arbeidsintensief proces. De verschillen met het landelijke beeld, zijn dan ook beperkt en logisch verklaarbaar uit het niet-aanwezig zijn van bepaalde bronnen. Het regionale beeld levert vooralsnog niet een wezenlijk andere prioriteitstelling op voor wat betreft emissiebronnen dan het landelijke beeld.

9.2 De autonome ontwikkelingen

De ontwikkeling van de maatschappelijke, demografische en economische veranderingen die bij de emissie-analyse zijn gebruikt, zijn gebaseerd op het EC-scenario van het CPB [CPB, 1996]. Dit EC-scenario moet worden gezien als een mogelijke toekomstige ontwikkeling van de Nederlandse samenleving. Het is in geen geval een voorspelling van de samenleving in 2015. Naast het EC-scenario heeft het CPB namelijk nog twee andere afwijkende scenario's ontwikkeld (Divided Europe en Global Competition) om een bandbreedte aan te geven waarbinnen de economie en de samenleving zich zal kunnen ontwikkelen.

Het scenario geeft economische groeifactoren. Deze zijn door het RIVM vertaald naar fysieke groeifactoren. Deze bewerkingsslag introduceert uiteraard ook extra onzekerheden.

Binnen deze studie is er voor gekozen om alleen op basis van het EC-scenario berekeningen uit te voeren. Het EC-scenario is een soort midden-scenario. Deze keuze impliceert dat de berekende emissies voor de toekomst niet als een voorspelling mogen worden gezien, maar als een schatting van de emissies binnen het EC-scenario. Voor alle analysevarianten is hetzelfde CPB-scenario gehanteerd. Dit betekent dat de keuze van het scenario geen onzekerheid introduceert bij de relatieve vergelijking van de resultaten van de analysevarianten onderling. Deze keuze heeft wel invloed op de absolute emissies. De invloed van de scenariokeuze op de absolute emissies is niet onderzocht.

Aanvullend zijn nog een aantal voor het milieu relevante autonome ontwikkelingen verondersteld, zoals de ontkoppeling van emissies en economische groei bij industrie. Het feitelijk optreden van een dergelijke ontkoppeling bij de industrie wordt breed onderkend. Over de hier concreet gehanteerde mate van ontkoppeling is uiteraard discussie mogelijk, maar gelet op de veelal relatief beperkte bijdrage van de industrie aan de belasting van het communaal afvalwatersysteem lijkt het voor deze studie niet noodzakelijk veel tijd te steken in het verbeteren van deze schatting.

Een andere ontwikkeling die is meegenomen betreft een verlaging van de corrosie van zinken oppervlakken onder invloed van de verdergaande SO₂-reductie. Dat er een positieve relatie ligt is wetenschappelijk voldoende hard aangetoond, echter over de mate waarin worden nogal verschillende verbanden gerapporteerd. Ook het feitelijk optreden van een verdere SO₂-reductie, waarbij Nederland vooral afhankelijk is van de uitvoering van beleid in het buitenland, is uiteraard een prognose. Deze ontwikkelingen zijn voor alle varianten in dezelfde mate meegenomen en maken daarmee voor de onderlinge vergelijking van varianten geen verschil.

9.3 Maatregelen en analysevarianten

De keuze voor criteria voor de toedeling van maatregelen aan de verschillende analysevarianten is een iteratief proces geweest. De toedeling en de gekozen criteria zullen uiteraard niet door iedereen gedragen worden of als even logisch worden beoordeeld. Zo blijkt de definitie en invulling van het Huidig Beleid keer op keer tot discussie te leiden en voorbij te gaan aan het gegeven dat in de analyse concrete maatregelen de invoer van het instrumentarium vormen en niet de vigerende beleidsdoelstellingen. Daarom is een pragmatische invulling gekozen. Alle maatregelen die in 1995 al voor meer dan 30% zijn geïmplementeerd vallen onder het Huidig Beleid. Met dit criterium vielen er dan toch nog een aantal maatregelen uit de boot waarvan binnen de begeleidingscommissie het beeld bestond dat deze wel tot het Huidig Beleid gerekend moesten worden. Hiervan is geen discussiepunt gemaakt en deze zijn toegevoegd aan het Huidig Beleid.

Bij de samenstelling van de analysevarianten is geprobeerd de keuzeruimte die bestaat in te vullen met varianten die aansluiten bij actuele beleidsontwikkelingen en -discussiepunten. Ingevuld is een variant met uitsluitend brongerichte maatregelen in de vorm van preventie of zuivering op de bronlocatie, een variant met accent op collectieve riolerings- en eindzuiveringsmaatregelen, een variant met maatregelen gericht op beperking van watervolumes en een soort optimale mix waarin op basis van kosteneffectiviteit en milieurendement de maatregelen zijn geselecteerd.

In de verschillende varianten is een veelheid van maatregelen opgenomen om de emissies te beperken. De invulling is zoveel mogelijk geobjectiveerd, maar is soms toch subjectief. Geprobeerd is om in de geest van de variant zoveel mogelijk accenten op de juiste plaats te leggen, waardoor de verschillen met andere varianten zo eenduidig mogelijk zijn gemaakt. Soms is het verschil niet heel fundamenteel, maar louter een gradueel of temporeel verschil. Een voorbeeld is dat in alle varianten ervan wordt uitgegaan dat afkoppeling van verhard oppervlak een maatregel is die zal worden toegepast. Het verschil ligt dan meer in de mate van afkoppeling (ambitie) en het tempo waarin dat wordt gerealiseerd. Dit zijn altijd subjectieve inschattingen.

Van de verschillende mogelijke maatregelen is het vervangen van een materiaal door een ander materiaal de enige maatregel waarvan het rendement vast ligt. In dat geval zit de onnauwkeurigheid meer in het inschatten van de mogelijke implementatiegraad (hoeveel procent van de bronnen kan worden bereikt met deze maatregel) en het implementatietempo.

Voor de implementatie van de maatregelen is veelal verondersteld dat de maatregelen voor het theoretisch maximaal haalbare percentage geïmplementeerd wordt. In werkelijkheid is dit lang niet altijd het geval en zullen mate van handhaving en internalisering van milieu in het bedrijfsdenken mede de implementatiegraad bepalen.

Zowel het rendement als het implementatietraject is veelal uitsluitend op basis van expert judgement ingeschat. Voor technische maatregelen in de sfeer van industrie, riolering en drinkwatervoorziening is op basis van technische studies een behoorlijke inschatting te maken met een spreiding <10%. Voor andere maatregelen in met name de diffuse bronnensfeer is er sprake van rendementen uit de literatuur met een spreiding van 10-20%.

De raming van kosten is gebaseerd op modelramingen (KOSMOS) en literatuur. Er wordt vanuit gegaan dat op deze wijze doorgaans een gebruikelijke onnauwkeurigheid van ca. 30% (eerste orde raming) kan worden gerealiseerd. Overigens geldt ook hier dat de onnauwkeurigheden in de absolute kosten minder van belang zijn in de relatieve vergelijking tussen de varianten.

9.4 De analyses

De analyses zijn parallel aan elkaar uitgevoerd. De toedeling van maatregelen heeft vooraf plaatsgehad en is niet meer gewijzigd na doorrekening van de varianten. Voor de variant Optimix is daarentegen wel een iteratieslag uitgevoerd. Inzet daarbij was om uit te komen op een pakket van maatregelen dat qua totaal kosten een acceptabele verhoging ten opzichte van Huidig Beleid te zien gaf en tevens qua emissiereductie een redelijk positief resultaat opleverde.

Emissieverloop over de jaren

In het algemeen, behalve voor kwik (sterke reductie tussen 1995 en 2000), is er meestal pas op langere termijn sprake van relevante emissie-effecten. Dus op korte termijn gebeurt er betrekkelijk weinig. Dit lijkt vooral te wijten aan het feit dat veel van de emissies vooral diffuus bepaald zijn; de maatregelen zijn daarvoor vaak iets minder concreet, starten pas rond 2000 en hebben een lang implementatietraject (meerdere decennia) als gevolg van uitfasering van bestaande toepassingen.

De overstorten nemen in het algemeen langzaam af omdat ook rioleringsmaatregelen vrij ingrijpend zijn en een langer implementatietraject kennen. Op termijn nemen de emissies via regenwaterriolen sterk toe als gevolg van de toename in het afgekoppeld verhard oppervlak. Er is daarbij vanuit gegaan dat in 40% van de gevallen infiltratie mogelijk is, dus voor de overige 60% van de gevallen is er sprake van de toename van emissies via regenwaterriolen. Omdat pas bij hogere afkoppelpercentages ook de meer verontreinigde oppervlakken voor afkoppeling in beeld komen is rekentechnisch pas dan een toename te zien van de belasting van het oppervlaktewater. In werkelijkheid zal dit effect bij dat gekozen ambitieniveau van afkoppelen echter ook geleidelijk ontstaan doordat per locatie die hoge afkoppel-ambitie wordt gehanteerd en niet pas op latere termijn.

De resultaten van de emissie-analyse moeten vooral in de vergelijkende sfeer worden bekeken. De varianten geven meer of minder reductie afhankelijk van het maatregelenpakket. Deze onderlinge vergelijkingen geven een goed en betrouwbaar beeld van de relatieve effecten en kunnen worden gebruikt voor het stellen van prioriteiten in het emissiebeleid. De onzekerheden in de absolute emissies zijn vele malen groter dan de onzekerheid in de relatieve veranderingen over de jaren binnen een variant en de relatieve vergelijking van de effecten tussen de varianten.

Emissie en belasting per route:

De overstorten nemen in alle gevallen af. In het Huidig Beleid is dat al gemiddeld 50%. In de Maximale eindzuiveringsvariant nemen de overstorten het minst af, ondanks een toegepaste additionele zuivering bij overstorten. De regenwaterafvoer stijgt in alle gevallen zeer sterk. Voor stoffen waar veel regenwatergerelateerde diffuse bronnen een rol bij spelen is dat zeer duidelijk. Dat uiteindelijk de toegenomen belasting via regenwateruitlaten voor bijvoorbeeld zink en lood in dezelfde orde van grootte ligt als de lozingen via het effluent indiceert dat hier een punt van zorg en aandacht voor het beleid ligt.

De aandacht in momenteel gehanteerde beslismodelen voor wel of niet afkoppelen is vooral gericht op verkeersemisies. Daken van woningen worden daarin bijvoorbeeld als relatief schoon en verantwoord af te koppelen geacht, terwijl juist daar grote diffuse zink- en loodemisies vandaan komen. Afkoppelen zonder adequate preventieve maatregelen voor met name bouwmaterialen is uiteindelijk zelfs ongunstig voor het totale beeld van de belasting van het oppervlaktewater. De ratio tussen bruto belasting van het communaal afvalwatersysteem en netto belasting oppervlaktewater, een soort maatstaf voor de effectiviteit voor riolerings- en zuiveringsmaatregelen, neemt voor lood en zink zelfs toe. Met andere woorden deze maatregelen worden steeds minder effectief. Dit wordt nog versterkt door de verwachting dat hemelwater van afgekoppeld verhard terrein, vanuit kostenoptiek, veelal op de kleinere watergangen in de directe omgeving zal worden geloosd. Deze wateren zijn vanwege hun omvang meer kwetsbaar en minder robuust dan de grotere wateren waarop de effluentlozingen van rwzi's doorgaans zijn gesitueerd. De koppeling aan de specifieke regionale en lokale waterkwaliteitsproblematiek vormt in tegenstelling tot de puur emissiegerichte afweging, wel een mogelijk aanhaakpunt voor regionale optimalisatie van maatregelen. Met het schuiven tussen brongerichte maatregelen en riolerings- en zuiveringsmaatregelen is specifiek sturing te geven aan de route waar de meeste reductie van de belasting gewenst is. Hiermee kan bijvoorbeeld gericht invulling worden gegeven aan bescherming van kleine (lokale) wateren. Het effluent van de rwzi is voor vrijwel alle stoffen de belangrijkste route waarlangs het oppervlaktewater wordt belast (40-90% van de belasting, gemiddeld ca. 75%). Door de te nemen maatregelen in de analysevarianten daalt de emissie via het effluent in alle gevallen geleidelijk, het meest in de maximale eindzuiveringsvariant en het minst in de Waterspoorvariant.

Emissie en belasting per doelgroep:

Het aandeel van de verschillende doelgroepen in het aanbod op het communaal afvalwatersysteem is sterk wisselend per stof. Met uitzondering van kwik, nikkel en arseen is het aandeel van diffuse bronnen in het aanbod meer dan 50%. Vooral toegepaste bouwmaterialen en emissies van verkeer en vervoer zijn daarvoor verantwoordelijk.

Het aandeel van de industrie laat een groot verschil in bijdrage zien per stof: Dit varieert van 80% (kwik) tot slechts 4% (lood). De industriële emissies dalen in alle gevallen licht tot fors (50%) door veel kleine, maar effectieve maatregelen ondanks forse economische groei.

Het aandeel van huishoudens is evenzo zeer wisselend per stof, de variatie is iets minder extreem dan de industrie en loopt van ca. 5% (lood) tot ca. 30% (arseen). Er is sprake van een beperkte, maar gestage autonome groei (24% in periode 1995-2020) en er zijn maar weinig maatregelen in beeld. Door deze combinatie van factoren is er over het algemeen sprake van een licht stijgend aanbod.

De diffuse bronnen zijn voor met name de bouwmaterialen (lood, zink, koper en chroom) en PAK's bepalend voor het aanbod. In het algemeen is er sprake van een redelijk forse autonome groei (25-75% in 1995-2020). Voor bepaalde bronnen/toepassingen zijn specifieke maatregelen in beeld in de verschillende varianten. Dit leidt tot een wisselend resultaatbeeld variërend van lichte groei tot forse afname. De atmosferische depositie is voor PAK's en arseen van

substantieel belang. Hiervoor zijn geen maatregelen beschouwd binnen de analyse. Dit blijft daarmee een belangrijke bron voor deze stoffen.

Er ontbreekt in de analyse een volledige integrale milieu-afweging van effecten. De extra uitstoot van broeikasgassen, het ontstaan van extra afval bijvoorbeeld bij het scenario Maximale eindzuivering zijn slechts impliciet in de afweging betrokken.

9.5 Kosten en kosteneffectiviteit

De berekende kosten dienen primair om de verschillende varianten met elkaar te kunnen vergelijken en een orde van grootte indicatie van de te verwachten kosten te geven. Hierbij is het natuurlijk wel van belang dat de geschatte kosten ook zo veel mogelijk met de werkelijke kosten overeenkomen. Vergelijking van de berekende kosten met de geregistreerde kosten bleek moeilijk. Voor het jaar 1995 was het wel mogelijk de berekende en geregistreerde kostendata voor de sector industrie met elkaar te vergelijken. Op deze wijze is analoog aan de toetsing van de geïnventariseerde emissies aan de door CBS geregistreerde influentvrachten, een soort ijking van de kostenschattingen uitgevoerd. Hieruit bleek dat de berekende bedragen qua orde van grootte een realistische indruk geven.

Bepalend voor het draagvlak van het voorgestelde beleid in een analysevariant is de mate waarin en in welke sectoren deze tot een lastenverzwaring leiden. Zo komen de kosten voor rioleringsmaatregelen of drinkwatermaatregelen uiteindelijk bij huishoudens terecht. Kosten van maatregelen in de industrie kunnen leiden tot een verlies van concurrentiepositie, wat een reden kan zijn om als overheid de lasten bijv. door middel van subsidiëring deels over te nemen. Wat het draagvlak voor maatregelen op het gebied van riolering en afvalwaterzuivering betreft moet worden vastgesteld dat zelfs indien er geen extra maatregelen worden genomen de voorziene stijging van de waterlasten voor met name huishoudens aanzienlijk is. Er is al sprake van een stijging van de jaarkosten met ca. 60% tot het jaar 2005. Aangezien de kosten van extra maatregelen in dit vlak over het algemeen relatief hoog zijn, leveren deze maatregelen, ook al komen zij ten dele in de plaats van reguliere investeringen, nog eens een extra stijging van deze lasten op. Het draagvlak daarvoor zal beperkt zijn. Gezien de lage prijselasticiteit van water en het geringe aandeel dat waterlasten uitmaken van de uitgaven van een gemiddeld huishouden is het echter de vraag in hoeverre dit reële problemen oplevert.

Van de maatregelen zijn uitsluitend de kosten bepaald. Er is geen rekening gehouden met mogelijke besparingen (baten van) door maatregelen. Als door brongerichte maatregelen zoals waterbesparing of emissiebeperking de emissies van bedrijven op een substantieel lager niveau komen te liggen zullen er op termijn mogelijk minder grote en/of minder vergaande collectieve voorzieningen (riolering, rwzi-capaciteit, rwzi-zuiveringsstappen) nodig zijn. Van de kosten van een rwzi wordt 30% uitsluitend bepaald door de hydraulische dimensionering. Hetzelfde geldt voor het afkoppelen van verhard oppervlak. Indien er op grote schaal afkoppeling plaats vindt zal de hydraulische belasting van rwzi's duidelijk lager worden. Dit impliceert dat ze bijvoorbeeld minder kosten behoeven te maken om de vereiste stikstofverwijdering te kunnen realiseren en/of minder snel tot uitbreiding van capaciteit behoeven over te gaan. Investeringen in een tweede drinkwaternet (huishoudwater) leveren, afhankelijk van de kwaliteitseisen die voor B-water geformuleerd gaan worden en lokatiespecifieke omstandigheden, mogelijk ook besparingen op. Bijvoorbeeld door een geringere toename van de kosten van drinkwaterbereiding, kosten die in de variant Huidig Beleid verwacht worden met zo'n 70% in de komende 25 jaar te zullen stijgen. Hiermee zou de brongerichte analysevariant baten kunnen genereren die in de huidige berekeningen niet zijn meegenomen. Het beter in de afweging betrekken van de mogelijke baten van maatregelen is een belangrijk aandachtspunt.

In de berekening van de kosten is, behoudens een enkele uitzondering voor membraantechnieken, geen rekening gehouden met dynamische ontwikkelingen (technologie), inflatie of discontering van toekomstige kosten. De toekomstige kosten van maatregelen zijn daardoor relatief hoog. Toekomstige kosten wegen in deze studie immers even zwaar als huidige kosten. Dit is in werkelijkheid uiteraard niet het geval. Bij een jaarlijkse inflatie van 2% kost over 25 jaar een gulden van nu, dan nog maar zestig cent. Omdat het primair doel van de studie was het vergelijken van verschillende varianten is ervan afgezien een extra stap in de berekening in de vorm van inflatiecorrectie, met zijn eigen onzekerheden, toe te voegen. Dan zou ook het investeringsverloop over de jaren heen een belangrijke rol gaan spelen in de vergelijking.

Kijkend naar de resultaten van de kostenanalyses is het opvallend dat in de tijd het zwaartepunt van de meeste maatregel pakketten steeds meer komt te liggen bij eindzuiveringsmaatregelen (riolering en zuivering). Dit is een ontwikkeling die in toenemende mate spanning geeft met de beleidsmatige voorkeur voor brongerichte maatregelen. Alleen de varianten Waterspoor en Maximale Bronzuivering kennen een aanzienlijke rol toe aan bronmaatregelen, ook op de langere termijn.

De kosteneffectiviteit van de verschillende varianten is berekend door per variant de gewogen emissiereductie te delen door de kosten. Een rol speelt hierbij de weging van de emissies. Om de gevoeligheid van de uitkomsten te testen is met drie verschillende weegfactoren gerekend. Opvallende uitkomst daarbij is dat de relatieve verschillen tussen de varianten gelijk blijven. De rangorde van de meest kosteneffectieve variant tot en met de minst kosteneffectieve variant verschuift nauwelijks.

Vanuit kosten oogpunt is de optimale variant het maatregelpakket Optimix. Deze uitkomst is niet verwonderlijk gezien het feit dat deze variant is samengesteld op basis van maatregelen die goed scoren zowel qua kosten als qua effecten. Mede door de selectie op kosteneffectiviteit vallen de absolute kosten van deze variant uiteindelijk ook mee: in totaal 1,3 keer zo veel als het Huidig Beleid

Door het expliciet aandacht besteden aan de kosten van de verschillende scenario's, en deze vervolgens in relatie tot de effecten te plaatsen, ontstaan nieuwe inzichten. Naast economie spelen echter ook milieukundige, sociaal-politieke en wellicht ook filosofische argumenten een rol in de uiteindelijke besluitvorming. Het milieufilosofische argument dat het eerst vervuilen en vervolgens zuiveren per definitie slechter is dan het voorkomen van vervuiling aan de bron is bijvoorbeeld een argument dat hier vrij sterk speelt. Beoordeling van de varianten tegen een dergelijke achtergrond geeft de resultaten ineens een geheel andere kleuring. Een vergelijking op basis van effecten, kosten én kosteneffectiviteit is daarom toch nog steeds een onvolledige basis voor de beleidsbepaling. Het beleidsmatig optimale scenario is een samenstel van economische, milieukundige en beleidsmatige argumenten. Maatregelen zijn relatief goed en objectief te selecteren op basis van argumenten als relatief lage kosten en een relatief goed milieu-effect. De beleidsmatige haalbaarheid en/of wijze van uitvoering is echter minder eenduidig in te schatten en hangt sterk af van de omgevingscontext van dat specifieke moment.

10. Conclusies

Aanpak en basisgegevens

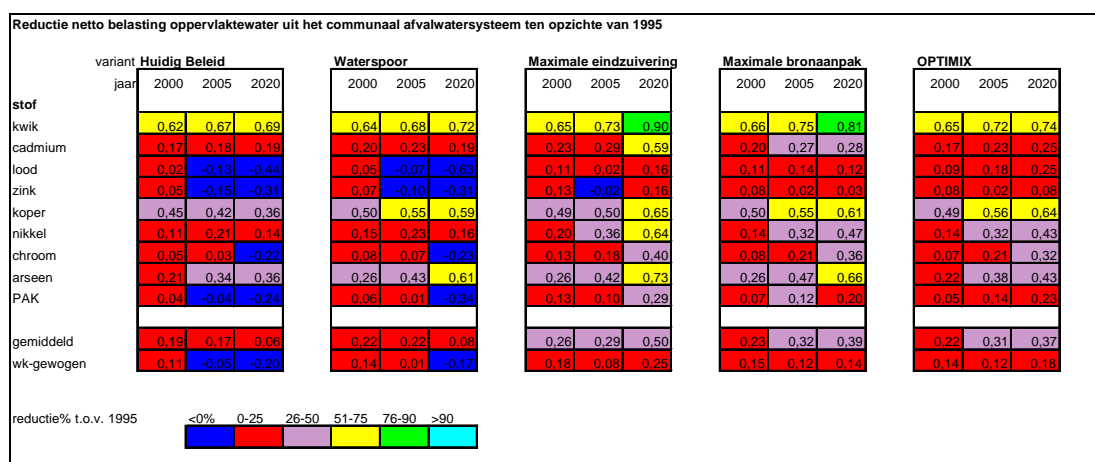
- Voor de meeste van de beschouwde stoffen is een acceptabele basis gelegd voor het uitvoeren van een analyse naar een effectieve strategie voor reductie van de belasting van het oppervlaktewater vanuit het communaal afvalwatersysteem.. Voor kwik (+20%), cadmium (-63%) en chroom (-24%) is er sprake van een aanzienlijk gat tussen de bronnen-inventarisatie en de registratie, voor de overige stoffen ligt het verschil binnen de als doelstelling geformuleerde 10%.
- Er resteren 'black boxen' in de bronanalyse. Vooral bij huishoudens zijn de achterliggende oorzaken nog veelal onbekend, waardoor ook de mogelijkheid voor formulering van effectieve maatregelen ontbreken. Ook over de omvang en ontwikkeling in de tijd van de atmosferische depositie bestaat nog veel onzekerheid.
- Met uitzondering van kwik, nikkel en arseen is het aandeel van diffuse bronnen in het aanbod meer dan 50%. Vooral toegepaste bouwmaterialen en emissies van verkeer en vervoer zijn daarvoor verantwoordelijk.
- Het aandeel van de industrie laat een groot verschil in bijdrage zien per stof: Dit varieert van 80% (kwik) tot slechts 4% (lood).
- De bijdrage van huishoudelijk lozingen (urine, feces, drinkwater) ligt in de orde van 10-20%.
- De belasting van het oppervlaktewater vindt grotendeels plaats via het effluent van de rwzi (40-90% van de totale belasting afhankelijk van de beschouwde stof).
- Stoffen als zink, lood en PAK worden sterk bepaald door corrosieprocessen en afvoer via regenwater. Voor deze stoffen zijn de regenwatergerelateerde emissieroutes ook zeer belangrijk (30-60% van de totale belasting).

Resultaten emissie-analyse

- Er heeft een analyse plaatsgevonden van 5 verschillende varianten. De varianten zijn steeds beoordeeld op emissie-effecten en op de zwaarte van de inspanningen (kosten) die kunnen leiden tot de gewenste effecten.. Bekeken zijn:
 - **Huidig Beleid** : ingevuld met maatregelen waarvan de implementatie in 1995 tenminste 30% bedraagt, aangevuld met maatregelen die expliciet in CIW-CUWVO aanbevelingen zijn vervat.
 - **Waterspoor** : breed ingevuld met maatregelen typisch gericht op beperking van het (afval) watervolume.
 - **Maximale eindzuivering**: beperkte aanpak aan de bron (met uitzondering van typische eindzuiveringstechnieken bij industriële bronnen) en verder nadruk op riolering- en rwzi-maatregelen op collectief niveau.
 - **Maximale bronaanpak**: breed ingevuld met reductiemaatregelen bij de primaire emissiebronnen (varieert van preventie en substitutie tot specifieke zuiveringstechnieken op bedrijfsniveau), verder beperkt accent op riolering- en rwzi-maatregelen.
 - **Optimix** : ingevuld met maatregelen die zijn geselecteerd op milieurendement en kosteneffectiviteit.
- Voor wat betreft reductie van de belasting van het oppervlaktewater vanuit het communaal afvalwatersysteem zijn de resultaten zeer wisselend. Ten opzichte van het Huidig Beleid realiseert Maximale eindzuivering de grootste extra reductie (bepaald als het rekenkundig

gemiddelde van de reductiepercentages ten opzichte van het jaar 1995), gevolgd door Maximale bronaanpak en Optimix en als laatste Waterspoor.

- De waterkwaliteitsrelevantie van de reducties kan aanvullend ook in beschouwing worden meegenomen. De weging is gebaseerd op de verhouding tussen milieuschadelijkheid (MTR-verhouding) en het milieutekort (noodzakelijke emissiereductie op landelijk niveau om op MTR-niveau uit te komen). Bij een dergelijke weging van de reducties scoort de variant Maximale eindzuivering nog steeds het beste resultaat, nu echter gevolgd door Optimix en dan Maximale bronaanpak. De varianten Waterspoor en Huidig Beleid leveren hier per saldo een toename van de belasting van het oppervlaktewater doordat door autonome groei de emissies van enkele waterkwaliteitsrelevante stoffen juist toenemen en deze groei niet (voldoende) wordt gecompenseerd door emissie beperkende maatregelen in deze varianten. Een en ander is weergegeven in de onderstaande overzicht.

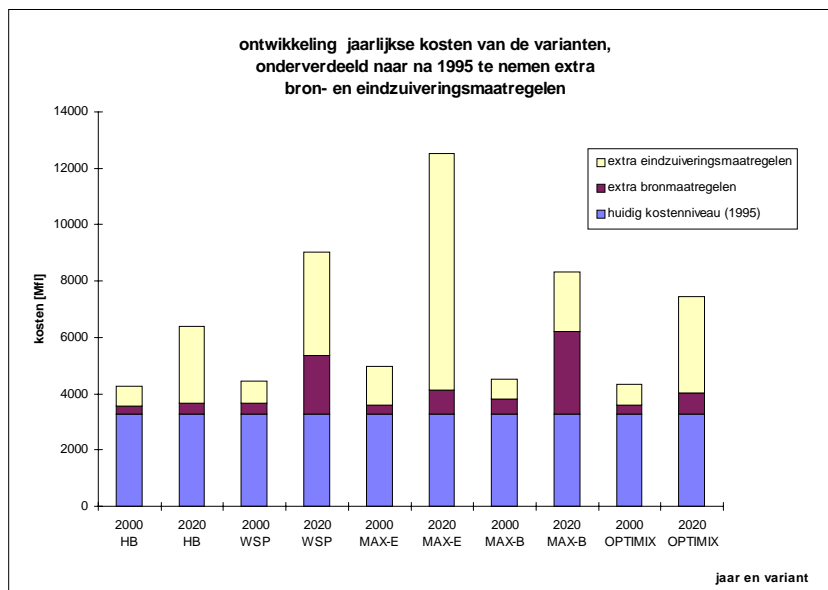


- In het algemeen, behalve voor kwik (sterke reductie tussen 1995 en 2000), is er meestal pas op langere termijn sprake van relevante emissie-effecten. Dus op korte termijn gebeurt er betrekkelijk weinig. Dit lijkt vooral te wijten aan het feit dat veel van de emissies vooral diffuus bepaald zijn; de maatregelen daarvoor starten pas rond 2000 en hebben vaak een lang implementatietraject (meerdere decennia) als gevolg van uitfasering van bestaande toepassingen.
- De overstorten nemen in alle gevallen af. In het Huidig Beleid is dat al gemiddeld 50%.
- De regenwaterafvoer stijgt in alle gevallen zeer sterk. Vooral voor stoffen waar veel regenwatergerelateerde diffuse bronnen een rol spelen is dat logischerwijs het geval. Op termijn nemen de emissies via regenwaterriolen toe. Het gaat hier vooral om nieuw aan te leggen regenwaterafvoeren ten behoeve van het afvoeren van hemelwater van afgekoppelde verharde oppervlakken. Er is daarbij vanuit gegaan dat in 40% van de gevallen infiltratie mogelijk is. Dit betekent dat voor de overige 60% van de gevallen er sprake is van de toename van emissies via regenwaterriolen. Omdat bij hogere afkoppelpercentages ook de meer verontreinigde oppervlakken voor afkoppeling in beeld komen, is er ook een sterkere toename te zien van de belasting van het oppervlaktewater.
- Per stof is er dus een aanzienlijk verschil in de bijdrage van bronnen aan het aanbod van verontreinigingen op het communaal afvalwatersysteem. De industrie heeft van oudsher de aandacht en daarvoor zijn dan ook relatief veel maatregelen in beeld en/of reeds in uitvoering. Daardoor daalt de emissie in alle gevallen licht tot fors (50%) ondanks forse economische groei door veel kleine, maar effectieve maatregelen.

- Voor de huishoudens is er sprake van een matige autonome groei (24% in de periode 1995-2020). Er zijn evenwel maar betrekkelijk weinig concrete maatregelen in zicht, waardoor het aanbod in het algemeen licht stijgt.
- Voor de diffuse bronnen is er in het algemeen sprake van een redelijk forse autonome groei (25-75% in 1995-2020). Dit wordt soms gecompenseerd door specifieke maatregelen voor bepaalde bronnen en stoffen. Het resultaat is een wisselend beeld variërend van lichte groei tot forse afname.
- De verschillen tussen de stoffen in de emissie-ontwikkeling bij de verschillende varianten zijn zeer groot. Dit pleit voor een meer stofgerelateerde aanpak. Hiervoor zou goed aansluiting kunnen worden gezocht bij het verschil in emissiepatroon (regenwatergerelateerd, niet-regenwater gerelateerd). Een volkomen stofspecifiek beleid lijkt minder in de rede te liggen gelet op de tendens naar beschouwing van steeds meer stoffen en micro-organismen (totaal effluent beoordeling).
- In veel gevallen zijn een paar maatregelen (per stof) bepalend voor het verloop van de ontwikkelingen in de tijd en de eindresultaten van de varianten. Met name de maatregelen voor diffuse bronnen zijn zeer bepalend zoals voor lood, zink, chroom en nikkel: het coaten van bestaand en nieuw toe te passen bladlood, zinken daken en goten en roestvast staal.

Resultaten kostenanalyses

- De varianten zijn eveneens beschouwd op de kosten die er mee gemoeid zijn om de maatregelen uit te voeren. Meer resultaat halen klinkt uiteraard zeer aantrekkelijk, maar de keerzijde is dat meer maatregelen ook een additionele inspanning in termen van kosten vragen. In de discussie speelt altijd de hang naar optimalisatie.
- Voor de verschillende varianten is bepaald wat de totale jaarkosten zijn (kapitaalslasten van investeringen en operationele kosten). Op dit moment bedragen de jaarlijkse kosten voor riolering en zuivering circa 3 miljard gulden. Deze jaarkosten zullen aanzienlijk stijgen in de komende jaren. De extra jaarlijkse kosten in het jaar 2020 liggen, afhankelijk van het beschouwde maatregelenpakket, tussen de 3 en 9 miljard.



- Het meest kostbare pakket vormt het scenario Maximale eindzuivering, wat in 2020 reeds drie keer zo duur is als het scenario Huidig Beleid. De overige pakketten liggen daar tussen in (globaal 30 à 100% duurder dan Huidig Beleid).
- Het pakket Maximale bronaanpak is zeker niet het meest goedkope pakket is. Ook aan preventieve maatregelen valt dus veel geld uit te geven. In de bovenstaande grafiek zijn de resultaten weergegeven.
- In de grafiek is ook te zien dat de verdeling van kosten voor bron- en eindzuiveringsmaatregelen verschilt per pakket. In 1995 had van de jaarkosten ongeveer 30% betrekking op brongerichte maatregelen en 70% op collectieve riolerings- en zuiveringsmaatregelen. In 2020 beslaat bij Huidig beleid het aandeel van brongerichte maatregelen nog slechts ca. 13%. Dit is vooral een gevolg van de investeringen in riolering. Binnen Optimix verschuift deze verdeling van 30% bronmaatregelen en 70% eindzuiveringsmaatregelen in 2000 naar respectievelijk 20% en 80% in 2020. Alleen de variant Maximale bronaanpak heet duidelijk meer kosten voor bronmaatregelen dan eindzuiveringsmaatregelen. Er tekent zich een toenemende spanning af met het voorkeursprincipe binnen het waterbeleid voor brongerichte maatregelen. De variant Maximale eindzuivering doet dat procentueel gezien eigenlijk niet eens veel slechter.
- De variant Optimix is het meest kosteneffectief, gevolgd door Maximale bronaanpak en maximale eindzuivering. Opvallend is dat Huidig Beleid en Waterspoor laag scoren op kosteneffectiviteit. De kosteneffectiviteit is berekend door per scenario de gewogen emissie reductie te delen door de kosten. Het resultaat is de kosten in mln. guldens per ton-equivalent gewogen emissie reductie.
- Een rol speelt hierbij de weging van de emissies. Hoewel uiteraard de absolute kosteneffectiviteit van de verschillende wegingen verschilt, valt op dat de relatieve verschillen tussen de scenario's gelijk blijven: de rangorde van het meest kosteneffectieve scenario (=1) tot en met het minst (=5) kosteneffectieve scenario verschuift nauwelijks.

Regionale analyses

- De systematiek van bronnen-inventarisatie en emissie-analyse gehanteerd voor het landelijk niveau is evenzo toepasbaar gebleken voor een regionale invulling.
- In deze studie gebleken dat de regionale emissiegegevens beperkt beschikbaar zijn of lastig zijn in te schatten. Dit is het gevolg van enerzijds de grote restgroep kleine bedrijven, waarvan geen individuele meetgegevens bekend zijn, en anderzijds de grote lokale verschillen waardoor extrapolaties op basis van landelijke gemiddelden onbetrouwbaar zijn. Voor de vaststelling van de emissies vanuit diffuse bronnen en huishoudens door het gebruik van consumentenproducten en via urine en fecaliën moet veelal worden terug gevallen op landelijke emissiekentallen. Het genereren van een regionale balans is daarom een arbeidsintensief proces.
- Er is voor koper een redelijk sluitende balans opgesteld voor de regionale case. De verschillen met het landelijke beeld, uitsluitend gebaseerd op landelijke inventarisaties en kentallen, zijn beperkt en logisch verklaarbaar uit het niet-aanwezig zijn van bepaalde bronnen. De invloed van zacht water blijkt marginaal op de verhouding tussen de bronnen. Bij de bedrijven hangt een groot deel van de koper-verontreiniging naar verwachting samen met de corrosie van waterleidingen. Het is met andere woorden diffuus van oorsprong.
- Het regionale beeld levert voorsnog niet een wezenlijk andere prioriteitstelling op voor wat betreft emissiebronnen dan het landelijke beeld. Dit hangt deels samen met het steeds beperkter aandeel van de specifieke (punt)bronnen waar de regio met name direct invloed op kan uitoefenen. Voor de diffuse bronnen lijkt een regionaal verschillende aanpak nog prematuur.

Aanbevelingen

- Er zijn toch nog vrij grote verschillen in de balansen. Dit geeft aan dat de betrouwbaarheid te wensen over laat, ofschoon dit het best beschikbare beeld is dat we op dit moment kunnen realiseren. Een aantal primaire bronnen bij huishoudens is nog onbekend terwijl ook de omvang van atmosferische depositie als onbetrouwbaar wordt ervaren. Daardoor ontbreekt voor deze bronnen ook formulering van mogelijke maatregelen. Aanbevolen wordt dit nader te onderzoeken.
- De verschillen tussen de stoffen in de ontwikkeling bij de verschillende varianten zijn zeer groot. In veel gevallen zijn een paar maatregelen (per stof) bepalend voor het verloop van de ontwikkelingen in de tijd en de eindresultaten van de varianten. Dit zijn veelal maatregelen voor reductie van de emissie vanuit diffuse bronnen. Dit is op zich al in het Huidig Beleid onderkend. De analyseresultaten onderstrepen nogmaals de noodzaak tot en het belang van de daadwerkelijke implementatie. Aanbevolen wordt dit voortvarend en resultaatgericht ter hand te nemen.
- Als aanbeveling voor het te voeren emissiebeleid geldt een sterk accent op brongerichte maatregelen, aangevuld met een beperkte afgestemde mate van extra maatregelen in de riolerings- en zuiveringssfeer, resulterend in de hoogste kosten-effectiviteit.
- Het afkoppelen van verhard oppervlak leidt tot een verschuiving in emissieroutes voor de belasting van het oppervlaktewater met verontreinigingen. Waar afkoppelen, vooral ook in bestaand gebied, niet direct gekoppeld is aan het treffen van adequate brongerichte maatregelen voor de bouwmetalen lood en zink en infiltratie niet tot de mogelijkheden behoort, werkt dit uiteindelijk voor de totale belasting naar oppervlaktewater ongunstig uit. Aanbevolen wordt deze notie in de keuze tot afkoppelen mee te nemen.
- Het toepassen van economische analyses en criteria in de beleidsafweging heeft een meerwaarde. De hier toegepaste wijze van bepalen van de kosteneffectiviteit is een eerste stap. Het verbeteren van het inzicht in de kosten van maatregelen, in de baten van maatregelen en in de doorwerking naar lasten is daarvoor van belang. Nadere uitwerking wordt aanbevolen.
- In de analyse is slechts impliciet aandacht gegeven aan zaken als draagvlak voor en organisatorische en/of instrumentele aspecten van de maatregelen. Ook deze spelen een rol in de uiteindelijke beleidsmatige afweging. Het verdient aanbeveling om ook op dit punt de afwegingssystematiek verder te ontwikkelen.
- Het opstellen van een dergelijke balans voor de regio is mogelijk, maar arbeidsintensief. Aanbevolen wordt om een kwalitatieve bijstelling van de landelijke balans op basis van gebiedsspecifieke inzichten, als een goede eerste stap voor de regionale prioriteitstelling van emissiebeleid te hanteren.
- Meer energie steken in het verbeteren van het inzicht in de regionale primaire emissiebronnen en de stuurvariabelen (bronmaatregelen, riolering en zuivering) kan zeker een meerwaarde hebben indien een goede koppeling met lokale en/of regionale waterkwaliteitsproblemen kan worden gelegd. Dan kan daarmee in beginsel met behulp van het voorliggende strategiemodel een optimalisatie voor mogelijke maatregelen worden uitgevoerd. Het in nader overleg met de regio uitwerken en beschikbaar maken van een dergelijk model verdient overweging.

11. Literatuur

1. Baars, H.P. et al. , Inventarisatie van stofstromen in het huidige systeem verwijdering afvalwater, TNO-rapport nr. R 89/056, 1989
2. CBS, Milieukosten 1997.
3. CBS, zuiveringsstatistiek 1997
4. CBS, Milieukosten van bedrijven, 1998
5. Coppoolse, J. et al., Speed-document zware metalen in oppervlaktewater, bronnen en maatregelen, RIZA-nota 94.025, 1994
6. Centraal Planbureau - Omgevingsscenario's lange termijnverkenningen 1995 - 2220. Werkdocument 89, 1996, CPB
7. DHV , monitoring realisatie basisinspanning, rapport in opdracht van VROM, 1998
8. Elzenga, J.G., C.H.A. Quarles van Ufford, J. Slootweg, R.P.M. van Dijk, J.C. van den Roovaart (RIZA) en G.G.C. Verstappen (RIZA) - PROMISE, een scenariomodel voor de prognoseberekening van emissies naar het oppervlaktewater, RIVM-rapport 773003 006, maart 1998
9. Ewijk, A.P.A. van, Kostenmodel Saneringstechnieken (KOSMOS), Haskoning in opdracht van RIZA, RIZA-werkdocument 94.005x, 1993
10. Ewijk, A.P.A. van, Kostenmodel Saneringstechnieken (KOSMOS), Haskoning in opdracht van RIZA, 1995
11. Ewijk, A.P.A. van , W. van Starckenburg en H. Warmer - Strategie voor aanpak van microverontreinigingen communaal afvalwater, Definitie / Haalbaarheidsstudie, april 1996
12. Geldof, G.D. en S.P. de Jong (TAUW Civiel en Bouw) - Afkoppelen van verhard oppervlak, Watersysteemverkenningen, RIZA-werkdocument 95.047x, 1995
13. Gommers. P. - Inventarisatie van kwik in influenten en effluenten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen, peiljaar 1993, RIZA-werkdocument 97-128x, augustus 1997
14. Gommers. P. - Inventarisatie van cadmium in influenten en effluenten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen, peiljaar 1993, RIZA-werkdocument 98-033x, maart 1998
15. Janus, J.A. en P. van Beelen, M.A. Vaal, H.A.J. Senhorst, C. van de Guchte, A further look at Zinc, RIVM-report 601014012, 1996
16. Kuppen, I.W.G.M., Strategie voor de aanpak van microverontreinigingen in communaal afvalwater - Fase II, Deelrapport Inventarisatie van emissiebronnen, Haskoning in opdracht van RIZA, april 1998
17. Kuppen, I.W.G.M., Strategie voor de aanpak van microverontreinigingen in communaal afvalwater - Fase II, Deelrapport Inventarisatie van maatregelen en autonome ontwikkelingen, Haskoning in opdracht van RIZA, oktober 1998
18. Kuppen, I.W.G.M., Strategie voor de aanpak van microverontreinigingen in communaal afvalwater - Fase II, Deelrapport Zuiveringsregio Tilburg-Oost, Haskoning in opdracht van RIZA, september 1998
19. Ministerie van Financiën, Monitor Lokale Lasten (1998)
20. Mostert, E., 'Costs & Financing of Dutch water management, research report no.8 (1998) RBA, Delft University.
21. NWRW, De kwaliteit van afstromend hemelwater. Praktijkonderzoek in Nederland. STORA-rapportage, 1990
22. Rienks, J., C.M. Baas en P. Gommers, Microverontreinigingen in (gezuiverd) stedelijk afvalwater: de feiten op basis van metingen door beheerders van rwzi's, uitgewerkt voor de zware metalen koper, zink en kwik, H2O (30) 1997, nr. 22, p.676-681.
23. RIVM - Achtergronden bij Nationale Milieuverkenning 4 (1997 - 2020), 1997
24. RIVM - Gegevens Milieukostenmodel, 1998

25. RIZA en RIKZ, Watersysteemverkenningen, Achtergrondnota Toekomst voor water, RIZA-nota 96.058, 1996
26. Roest, H.F. van der, Nelen en Stapel, Het effect van reductie drinkwater op het rendement van rwzi, H2O (23), 1997,
27. Schippers, J.G. en J.C. Kruithof, Membraanfiltratie over 10 tot 25 jaar, in H2O (30), 1997, pag 179-182
28. SGBO, GRONTMIJ, evaluatie gemeentelijke rioleringsplannen, rapport in opdracht van VROM, 1997
29. Vierde Nota Waterhuishouding, regeringsvoornemen, 1997
30. Wagemaker, F.H. en H. Warmer - Watersysteemverkenningen 1996: Doelgroepstudie Communaal afvalwater, verslag van de beleidsanalyse, RIZA-rapport 97.042, maart 1997

Bijlagen

Emissies op het communaal afvalwatersysteem

Het emissiebestand heeft als basisjaar 1995 (met uitzondering van koper, dat is 1993)

Alle emissies zijn in kg.

bron	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
voedingsindustrie	5	53	793	9247	5200	599	787	158	0
textiel	0	1	97	1991	2160	343	679	18	
leer		1	3	52		3	316		
houtimpegneer					52		21	8	4
papier		2	28	3215	600	71	102	3	
grafische			28	147	1300	371	161		
tandarts	917				30				
basischemicaliën	37	38	442	11547	1900	3711	2481	247	379
kunstmeststoffen	2	2	32	42		7	16	4	
verf			29	364		4	10		
farmacie			803	2472		528	11	3	
zeep			14	244		8	2		
ov. chemische producten			16	142		61	19		
synthetische vezels			6	170		1	3	1	
rubber			4	256		3	6		
kunststof		45	64	332		52	31		
bouwmaterialenindustrie			51	164		26	18		
basismetaleen	1	19	506	3160		332	301	26	0
metaalproducten	6	58	598	7626	5700	3870	2984	9	
machine	0	6	289	1652		1407	522		
electro	2	2	383	1420		933	460		15
auto/motorrevisie	0	3	140	324	25	119	92	2	2
instrumenten			34	128		140	41		
houtreiniging		1	98	590	20		2		
vatenwasserrijen		1	36	610	50	8	13		3
intramurale	7	4	145	4666	900	72	38	1	
gezondheidszorg									
laboratoria	10	24	66	1296		66	270	0	
recyclingbedrijven			17	52		2	5		
stortplaatsen	13	19	128	785		262	393	220	
bodemsaneringen/ stortplaatsen	0	1	1	83	1800	17	1	12	108
afvalverwijdering	104	18	251	1857		784	1135	206	
overige industrie					3865				
totaal industrie	1104	297	5102	54633	23602	13800	10921	918	511
ruw water drinkwater	48	63				3168	1901	640	
drinkwaterleidingcorrosie		317	17028	63360	121000				27
urine/fecaliën		300	5000	63800		1472			
consumentprod.-reiniging	100	0		300	13500	404			
consumentproducten- cosm/farma		100		26300					3
consumentproducten- toilet papier				5600		57			
consumentprod.-vuurwerk									
consumentproducten- overig	125					31	4080		
foutaansluitingen hwa (-/-)	1	2	57	414		14	16	2	
verspreide bebouwing (-/-)	9	25	705	5100		166	191	20	1
totaal huishoudelijke bronnen	263	436	4238	90486	13500	4952	5774	618	2
(excl. leidingcorrosie !!)									
bron	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
atmosferische depositie	8	111	4977	4190	6300	3238	437	449	1451

verkeer-slijtage wegdek	3	38	89		51	102			1300
verkeer-uitlaatgassen	7	8200	652	1109	46	33			1430
verkeer-lekverlies olie	0	60	219	9	1	2			
verkeer-slijtage banden licht verkeer	24		5888	123	83	88			
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer	17		5911	83	57	60			
verkeer-tram/trolley				10000					
bouwmat-corrosie daken woning	40		287918						
bouwmat-corrosie lantaarnpalen			23600						
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw			131430						
bouwmat-corrosie lood woning		55185							
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw		45240							
bouwmat-corrosie chroom fiets						1300			
bouwmat-corrosie rvs industrie					5342	12062			
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)	8	518	130727	523257	138624	8818	14084	449	4208
Totaal bronnen	1375	1253	140068	668377	175726	27661	30777	1985	4721

Autonome Ontwikkelingen

gebaseerd op het European Coördination scenario (CPB, RIVM, 1996)

Alle waarden zijn indexwaarden ten opzichte van 1995

bron	scenario-grootheid	1995	2000	2005	2010	2020
industrie/hdo/afval						
voedingsindustrie	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
textiel	gebruik duurzame consumptiegoederen (fysiek)	1,000	1,045	1,122	1,235	1,549
leer	gebruik duurzame consumptiegoederen (fysiek)	1,000	1,045	1,122	1,235	1,549
houtimpegneer	geen	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
papier	fysieke groei papier en papierwaren	1,000	1,051	1,105	1,161	1,282
grafische	fysieke groei papier en papierwaren	1,000	1,051	1,105	1,161	1,282
tandarts	NL bevolkingsomvang (index)	1,000	1,030	1,060	1,090	1,149
basischemicaliën	fysieke groei petrochemie primair	1,000	1,083	1,172	1,269	1,487
kunstmeststoffen	fysieke groei kunstmestchemie	1,000	0,990	0,980	0,970	0,951
verf	fysieke groei anorganische chemie	1,000	1,115	1,243	1,386	1,723
verfspuiterijen	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,000	1,104	1,115
farmacie	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
zeep	fysieke groei anorganische chemie	1,000	1,115	1,243	1,386	1,723
ov. chemische producten	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
synthetische vezels	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
rubber	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
kunststof	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
bouwmaterialen-industrie	fysieke productie bouwmaterialen	1,000	1,050	1,105	1,160	1,280
basismetaleen	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
metaalproducten	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
machine	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
electro	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
auto/motorrevisie	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
instrumenten	fysieke productie ferro	1,000	1,104	1,110	1,115	1,126
houtreiniging	gebruik duurzame consumptiegoederen (fysiek)	1,000	1,045	1,122	1,235	1,549
vatenwasserrijen	fysieke groei petrochemie secundair	1,000	1,246	1,553	1,935	3,005
intramurale gezondheidszorg	index ziekenhuizen (op basis van werknemers)	1,000	1,205	1,323	1,440	1,688
laboratoria	index zakelijke diensten (op basis van werknemers)	1,000	1,120	1,167	1,213	1,379
recyclingbedrijven	hoeveelheid afval tankcleanin g	1,000	1,060	1,135	1,210	1,340
stortplaatsen	index stortplaats (op basis van totaal gestort afval)	1,000	0,738	0,567	0,397	0,300
bodemsaneringen/stortplaatsen	index bodemsanering	1,000	1,038	1,077	1,117	1,202
afvalverwijdering	index industrie afval	1,000	1,134	1,182	1,229	1,320
overige industrie	fysieke groei overige industrie	1,000	1,092	1,192	1,301	1,551
consumenten/diffuus						
ruw water drinkwater	hoeveelheid drinkwater (index)	1,000	1,099	1,174	1,249	1,377
ruw water drinkwater direct lozend	hoeveelheid drinkwater (index)	1,000	1,099	1,174	1,249	1,377
ruw water drinkwater drinkwaterleiding	hoeveelheid drinkwater (index)	1,000	1,099	1,174	1,249	1,377
corrosie	woningvoorraad, totaal (index)	1,000	1,060	1,100	1,140	1,220
corrosie waterleiding	grondgebruik industrieterreinen	1,000	1,148	1,296	1,444	1,740

utiliteitsbouw						
urine/fecaliën	NL bevolkingsomvang (index)	1,000	1,030	1,060	1,090	1,150
consumentproducten- reiniging	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
consumentproducten- cosm/farma	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
consumentproducten- toilet papier	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
consumentproducten- overig	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
vuurwerk	gebruik prod voeding en genot (fysiek)	1,000	1,045	1,102	1,155	1,242
atmosferische depositie		1,00	1,00	1,000	1,00	1,00
verkeer en vervoer						
slijtage wegdek	lengte verharde weg binnen bebouwde kom-index	1,000	0,980	1,010	1,040	1,170
emissies uitlaatgassen	voertuigkm's binnen bebouwde kom	1,000	1,100	1,175	1,250	1,410
lekverliezen olie	voertuigkm's binnen bebouwde kom	1,000	1,100	1,175	1,250	1,410
slijtage banden licht verkeer	voertuigkm's binnen bebouwde kom	1,000	1,100	1,175	1,250	1,410
slijtage banden zwaar verkeer	vrachtwagenvoertuigkm's binnen bebouwde kom	1,000	1,150	1,325	1,500	2,040
slijtage bovenleidingen tram/trolley		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
bouwmaterialen						
lantaarnpalen	lengte verharde weg binnen bebouwde kom-index	1,000	0,980	1,010	1,040	1,170
zinken daken woningen	woningvoorraad, totaal (index)	1,000	1,060	1,100	1,140	1,220
zinken daken utiliteitsbouw	grondgebruik industrieterreinen	1,000	1,148	1,296	1,444	1,740
SO2-depositie	verband zinkcorrosie en SO2 (TNO)	1,00	0,96	0,920	0,88	0,80
loden stroken woningen	woningvoorraad, totaal (index)	1,000	1,060	1,100	1,140	1,220
loden stroken utiliteitsbouw	grondgebruik industrieterreinen	1,000	1,148	1,296	1,444	1,740
corrosie chroom	gebruik duurzame consumptiegoederen (fysiek)	1,000	1,045	1,122	1,235	1,549
rvs in industrie	grondgebruik industrieterreinen	1,000	1,148	1,296	1,444	1,740
Overige ontwikkelingen						
kostenontwikkeling membraanprocessen	operationele kosten	1,000	0,700	0,550	0,400	0,400
industriële autonome technologische emissiereductie per eenheid van product	quotient totale afvalproductie en economische ontwikkeling industrie	1,000	0,978	0,922	0,867	0,779

Analyse varianten

In de tabel is met een 1 resepectievelijk 0 aangegeuid welke maatregelen in welke variant zijn doorgerekend.

De varianten zijn:

HB	Huidig beleid
WSP	watervolume gerichte maatregelen
Max-E	maximale eindzuiveringsmaatregelen
Max-B	maximaal brongerichte maatregelen
Optimix	afgewogen mix van maatregelen op basis van effecten, kosten en kosteneffectiviteit

proces	maatregel	Varianten				
		HB	WSP	maxE	maxB	Opti-mix
industrie						
voedingsindustrie	vervang Zn als corrosie-inhibitor	1	1	1	1	1
voedingsindustrie	vervangen/coaten rvs leidingen	0	0	0	1	1
voedingsindustrie	hergebruik spoelwater via bezinking	1	1	1	1	1
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik deelstromen	1	1	1	0	1
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik effluent awzi	0	0	0	1	0
voedingsindustrie	overdekte laad/losplaats	1	1	1	1	1
voedingsindustrie	vervanging Ni katalysator	0	0	0	0	0
textiel	kleurstof hoge fixatie	1	1	1	1	1
textiel	vervanging kaliumdichromaat	1	1	1	1	1
textiel	toepassen kleurstofopbreng aggregaat	1	1	1	1	1
textiel	plaatsen verdringingslichaam	1	1	1	1	1
textiel	optimalisatie chemicalie-aanmaak	1	1	1	1	1
textiel	drukpasta-beheerssysteem	1	1	1	1	1
textiel	maximale rungrootte (geautomatiseerd)	1	1	1	1	1
textiel	runrestadministratie	1	1	1	1	1
textiel	optimalisatie discontinue processen	1	1	1	1	1
textiel	hergebruik restpasta	1	1	1	1	1
textiel	minimalisatie systeeminhoud rotatiedruk	1	1	1	1	1
textiel	membraanfiltratie deelstromen	0	0	0	1	1
textiel	fysisch chemische behandeling backing vloeistof	1	1	1	1	1
textiel	sproeisysteem	0	0	0	0	0
textiel	ionwisseling spoelwater + hergebruik	0	0	0	1	0
textiel	schuim-applicatie	0	0	0	0	0
textiel	superkritisch CO2-verven	0	0	0	0	0
leer	hooguitputtende looistof	1	1	1	1	1
leer	ionenwisseling	1	1	1	1	1
leer	electrochemische flotatie	0	0	0	0	0
leer	wet-white procede	0	0	0	0	0
leer	mimosa-alu proces	0	0	0	0	0
houtimpagneer	hergebruik procesafvalwater	1	1	1	1	1
houtimpagneer	overkapping opslagterrein	0	1	0	0	0
houtimpagneer	hergebruik verontr hemelwater	1	1	1	1	1
houtimpagneer	stoomfixatie	1	1	1	1	1
houtimpagneer	plato-proces	0	0	0	0	0
papier	geen (< 1% totaal aanbod emissie)	0	0	0	0	0
grafische	niet lozen resten waterige lakken en minimalisatie resten	1	0	0	1	1
grafische	mechanische graveertechniek	0	0	0	0	0
grafische	sparbaden	0	1	0	0	1
grafische	spoelwaterbehandeling FC	0	0	1	0	1
tandarts	composietvulling	0	0	0	1	1
tandarts	amalgamaafscheider	1	1	1	1	1
basischemicaliën	good housekeeping	1	1	1	1	1

proces	maatregel	Varianten				
		HB	WSP	maxE	maxB	Opti-mix
basischemicaliën	selectie grond/hulpstoffen milieu-optiek	1	1	1	1	1
basischemicaliën	optimale procesomstandigheden	1	1	1	1	1
basischemicaliën	vervanging Zn corrosie-inhibitor	0	0	0	1	1
basischemicaliën	droge vacuummethoden	0	1	0	0	0
basischemicaliën	minimalisatie luchtmissie ner	1	0	0	1	1
basischemicaliën	maximale rungrootte batchprocessen	1	1	1	1	1
basischemicaliën	e-zuinige indirecte koelwatersystemen	0	0	0	0	0
basischemicaliën	terugwinning moederloog	1	1	1	1	1
basischemicaliën	verwijdering Zn corrosie-inhib door AK	0	0	0	0	0
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom zware metalen	1	1	1	1	1
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom PAK	1	1	1	1	1
basischemicaliën	opvang en behandeling hemelwater	0	1	1	0	0
basischemicaliën	membraanelectrolyse in plaats van Hg-electrolyse	0	0	0	0	1
kunstmeststoffen	good housekeeping	1	1	1	1	1
kunstmeststoffen	optimale procesomstandigheden	1	1	1	1	1
kunstmeststoffen	maatregelen tegen stofverwaaiing	1	1	0	1	1
kunstmeststoffen	overdekt laden/lossen	1	1	0	1	1
kunstmeststoffen	verkleinen laad/los pllaatsen	0	1	0	1	1
kunstmeststoffen	opvang en behandeling hemelwater	0	0	1	0	0
verf	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
verfspuiterijen	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
farmacie	vervanging Ni katalysator	0	0	0	1	1
farmacie	vervanging rvs leidingwerk	0	0	0	1	1
farmacie	FC-zuivering afvalwater	0	0	1	0	0
zeep	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
ov. chemische producten	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
synthetische vezels	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
rubber	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
kunststof	cd-vrij kunststof	1	1	0	1	1
kunststof	FC-zuivering afvalwater	1	1	1	1	0
erialen-industrie	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
basismetaal	reductiemaatregelen verspanende werkzaamheden	1	1	1	1	1
basismetaal	afzuiginstallatie lasdampen	1	1	1	1	1
metaalproducten	good housekeeping	1	1	1	1	1
metaalproducten	verlagen metaalconc bad	1	1	1	1	1
metaalproducten	verminderen oversleep	1	1	1	1	1
metaalproducten	inzet arc-systemen	0	0	0	1	1
metaalproducten	verminderen oversleep via afzuig	0	1	0	0	0
metaalproducten	verlenging standtijd baden	1	1	1	1	1
metaalproducten	beperken spoelwater	1	1	1	1	1
metaalproducten	bijvullen vloeistofverlies vanuit spaarspoel	1	1	1	1	1
metaalproducten	hergebruik spoelwater	1	1	1	1	1
metaalproducten	heetwatersealen	0	0	0	0	0
metaalproducten	stoomsealen	0	0	0	0	0
metaalproducten	cascade/sproeispoelen	1	1	1	1	1
metaalproducten	mf aw (scen-2 promise)	0	0	1	0	0
metaalproducten	mf aw + ONO beits (scen-3 promise)	0	0	0	0	0
metaalproducten	combi techn (scen-4 promise)	0	1	0	0	0
metaalproducten	ONO + zandf (scen-5 promise)	1	0	0	0	1
machine	reductiemaatregelen verspanende bewerkingen	1	1	1	1	1

proces	maatregel	Varianten				
		HB	WSP	maxE	maxB	Opti-mix
machine	afzuiginstallatie lasdampen	1	1	1	1	1
electro	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
auto/motorrevisie	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
instrumenten	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
houtreiniging	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
vatenwasserrijen	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
intramurale	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
gezondheidszorg						
laboratoria	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
recyclingbedrijven	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
stortplaatsen	afdekken stortplaats	1	1	1	1	1
stortplaatsen	behandeling percolatiewater	1	1	1	1	1
bodemsaneringen/stortplaatsen	vergaande fcb-behandeling grondwater	0	0	0	1	1
afvalverwijdering	good housekeeping	1	1	1	1	1
afvalverwijdering	fc-behandeling waswater	1	1	1	1	1
	rookgasreiniging					
afvalverwijdering	(semi)droge rookgasreiniging	1	1	1	1	1
afvalverwijdering	indampen waswater	0	1	0	1	0
afvalverwijdering	opvang en behandeling hemelwater	0	1	0	1	0
overige industrie	geen (< 1% totaal aanbod emissies)	0	0	0	0	0
huishoudens						
ruw water drinkwater	extra reductie drinkwaterverbruik (zuinige app.)	0	1	0	1	1
ruw water drinkwater	aanvullende zuivering drinkwaterbedrijven	0	1	0	1	0
ruw water drinkwater	gustavsbergtoilet	0	1	0	0	0
ruw water drinkwater	vacuumtoilet	0	1	0	0	0
ruw water drinkwater	minflusstoilet	0	1	0	0	0
ruw water drinkwater	beperken spui/leidingverlies	0	1	0	1	1
ruw water drinkwater	regenwaterbenutting	0	1	0	0	1
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit oppervlaktewater	0	0	0	0	0
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit rwzi-effluent	0	0	1	0	0
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit stedelijk drainagewater	0	0	0	1	0
waterleidingcorrosie	verbod Cd in materiaal/soldeer	1	1	1	1	1
waterleidingcorrosie	ontharding drinkwater 45%	1	1	1	1	1
waterleidingcorrosie	pe-waterleiding nieuwbouw	0	1	0	1	1
waterleidingcorrosie	alternatieve koper legering (-70%)	0	0	0	0	0
waterleidingcorrosie	vervanging loden waterleiding (voor 90% door koper)	1	1	1	1	1
waterleidingcorrosie	extra ontharding drinkwater	0	1	0	1	1
waterleidingcorrosie	lengtevermindering nieuwbouw	0	1	0	1	1
waterleidingcorrosie	reductie drinkwaterverbruik	0	1	0	1	1
waterleidingcorrosie	corrosie-inhibitor	0	0	0	0	0
waterleidingcorrosie	gustavsbergtoilet	0	1	0	0	1
waterleidingcorrosie	vacuumtoilet	0	1	0	0	1
waterleidingcorrosie	minflusstoilet	0	1	0	0	1
urine/fecaliën	verminderen zwmatalen in mengvoeder	0	0	0	0	0
consumentproducten-reiniging	productbeleid?	0	0	0	0	0
consumentproducten-cosm/farma	productbeleid?	0	0	0	0	0

proces	maatregel	Varianten				
		HB	WSP	maxE	maxB	Opti- mix
consumentproducten- toilet papier	productbeleid?	0	0	0	0	0
consumentproducten- overig	productbeleid?	0	0	0	0	0
Diffuse bronnen						
atmosferische depositie	luchtbeleid?	0	0	0	0	0
slijtage wegdek	teerhoudend bitumen tussen ondoorlatende lagen	0	0	0	1	1
uitlaatgassen	verlagen gehalte zw metalen in brandstof	0	0	0	1	1
lekverlies olie	toepassen anti-lekkage vloeistof	0	0	0	1	0
lekverlies olie	periodiek controle	0	0	0	1	1
slijtage banden licht verkeer	verlengen levensduur	0	0	0	0	1
slijtage banden licht verkeer	alternatief zinkoxide	0	0	0	1	1
slijtage banden zwaar verkeer	verlengen levensduur	0	0	0	0	0
slijtage banden zwaar verkeer	alternatief zinkoxide	0	0	0	1	1
verkeer-tram/trolley	?	0	0	0	0	0
corrosie dak woning	kunststof in plaats van zink	0	0	0	1	1
corrosie dak woning	geen dakgoten	0	1	0	0	0
corrosie dak woning	bepierking blootgesteld oppervlak	0	0	0	0	0
corrosie dak woning	prepatiné-laag aanbrengen	0	0	0	0	0
corrosie dak woning	alternatieve legering	0	0	0	0	0
corrosie dak woning	coaten zinken dakgoten	0	0	0	1	0
corrosie lantaarnpalen	kunststof straatmeubilair	0	0	0	1	1
corrosie lantaarnpalen	coaten straatmeubilair	0	0	0	1	1
corrosie daken	kunststof in plaats van zink	0	0	0	0	1
utiliteitsbouw corrosie daken	geen dakgoten	0	1	0	0	0
utiliteitsbouw corrosie daken	coaten zinken daken	0	0	0	1	0
utiliteitsbouw corrosie daken	alternatieve legering	0	0	0	0	0
utiliteitsbouw corrosie daken	prepatiné-laag aanbrengen	0	0	0	0	0
utiliteitsbouw corrosie lood woning	coaten nieuw bladlood	0	0	0	1	1
utiliteitsbouw corrosie lood woning	coaten bestaand bladlood	0	0	0	1	0
utiliteitsbouw corrosie lood woning	patineerolie toepassen	0	0	0	0	0
utiliteitsbouw corrosie lood woning	verkleinen blootgesteld oppervlak	0	0	0	0	1
utiliteitsbouw corrosie lood	coaten nieuw bladlood	0	0	0	1	1
utiliteitsbouw corrosie lood	coaten bestaand bladlood	0	0	0	1	0
utiliteitsbouw corrosie lood	patineerolie toepassen	0	0	0	0	0
utiliteitsbouw corrosie lood	verkleinen blootgesteld oppervlak	0	0	0	0	1
utiliteitsbouw corrosie chroom fiets	kunststof /rvs	0	0	0	1	1
utiliteitsbouw corrosie rvs industrie	kunststof	0	0	0	1	1
utiliteitsbouw corrosie rvs industrie	beschermlaag op roestvast staal	0	0	0	1	1

proces	maatregel	Varianten				
		HB	WSP	maxE	maxB	Opti- mix
corrosie rvs industrie	coating verchroomd oppervlak	0	0	0	1	1
riool/zuivering						
riool/overstort	basisinspanning (vergroten berging)	1	1	1	1	1
riool/overstort	verbeterd gescheiden stelsel (vgs)	0	0	1	0	0
riool/overstort	maximaal afkoppelen nieuwbouw+regenwaterbenutting	0	1	0	0	0
riool/overstort	20% afkoppelen bestaand	1	0	1	0	0
riool/overstort	40% afkoppelenbestaand gebied	0	0	0	0	1
riool/overstort	real time control	0	0	0	1	1
riool/overstort	nabehandeling overstortwater via helofytenfilter -- overstort	0	0	1	0	0
riool/overstort	nabehandeling regenwateruitlaten via zandfiltratie	0	0	1	0	0
rwzi/effluent	P-verwijdering 75%	1	1	1	1	1
rwzi/effluent	N-verwijdering 75%	1	1	1	1	1
rwzi/effluent	CF in voor-/hoofdbehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	vloekfiltratie in voor-/hoofdbehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	snelle zandfiltratie hoofdbehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	microfiltratie nabehandeling	0	0	1	0	0
rwzi/effluent	nanofiltratie als nabehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	ionenwisselin als nabehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	actief koolfiltratie als nabehandeling	0	0	0	0	0
rwzi/effluent	extra reductie drinkwaterverbruik (10%)	0	1	0	1	1
riool/overstort	50% afkoppelenbestaand gebied	0	1	1	0	0
riool/overstort	80%l afkoppelen nieuwbouw	0	0	0	1	1
riool/overstort	60% afkoppelen nieuwbouw	1	0	1	0	0
riool/overstort	90% afkoppelen nieuwbouw	0	1	1	0	0
relevante maatregelen		63	87	69	104	109

De implementatie-aspecten van de maatregelen

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
industrie									
voedingsindustrie	vervang Zn als corrosie-inhibitor	0,70	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
voedingsindustrie	vervangen/coaten rvs leidingen	0,00	0,50	1998	25	0,04	0,14	0,24	0,44
voedingsindustrie	hergebruik spoelwater via bezinking	0,70	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik deelstromen	0,30	0,50	1995	10	0,40	0,50	0,50	0,50
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik effluent awzi	0,00	0,90	1998	25	0,07	0,25	0,43	0,79
voedingsindustrie	overdekte laad/losplaats	0,30	1,00	1995	10	0,65	1,00	1,00	1,00
voedingsindustrie	vervanging Ni katalysator	0,00	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	kleurstof hoge fixatie	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	vervanging kaliumdichromaat	0,95	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	toepassen kleurstofopbreng aggregaat	0,30	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	plaatsen verdringingslichaam	0,30	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	optimalisatie chemicalie-aanmaak	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	drukpasta-beheerssysteem	0,10	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	maximale rungrootte	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	runrestadministratie	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	optimalisatie discontinue processen	0,50	1,00	1995	4	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	hergebruik restpasta	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	minimalisatie systeeminhoud rotatiedruk	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	membraanfiltratie deelstromen	0,00	1,00	2000	5	0,00	1,00	1,00	1,00
textiel	fysisch chemische behandeling backing vloeistof	0,10	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
textiel	sproeisysteem	0,00	0,50	1995	5	0,50	0,50	0,50	0,50
textiel	ionwisseling spoelwater + hergebruik	0,10	1,00	1995	10	0,55	1,00	1,00	1,00
textiel	schuim-applicatie	0,04	1,00	1995	10	0,52	1,00	1,00	1,00
textiel	superkritisch CO2-verven	0,00	1,00	1995	10	0,50	1,00	1,00	1,00
leer	hooguitputtende looistof	0,80	1,00	1995	2	1,00	1,00	1,00	1,00
leer	ionenwisseling	0,30	1,00	1995	10	0,65	1,00	1,00	1,00
leer	electrchemische flotatie	0,20	1,00	1995	10	0,60	1,00	1,00	1,00

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
leer	wet-white procede	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
leer	mimosa-alu proces	0,00	1,00			0,00	0,00	0,00	0,00
houtimpagneer	hergebruik procesafvalwater	0,85	1,00	1995	2	1,00	1,00	1,00	1,00
houtimpagneer	overkapping opslagterrein	0,00	1,00	1998	10	0,20	0,70	1,00	1,00
houtimpagneer	hergebruik verontr hemelwater	0,00	1,00	1998	15	0,13	0,47	0,80	1,00
houtimpagneer	stoomfixatie	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
houtimpagneer	plato-proces					0,00	0,00	0,00	0,00
papier	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
grafische	niet lozen resten waterige lakken en minimalisatie resten	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
grafische	mechanische graveertechniek	0,10	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
grafische	spaarbaden	0,10	1,00	1995	1	1,00	1,00	1,00	1,00
grafische	spoelwaterbehandeling FC	0,00	1,00	1998	5	0,40	1,00	1,00	1,00
tandarts	composietvulling	0,30	0,75	1995	10	0,53	0,75	0,75	0,75
tandarts	amalganaanafscheider	0,65	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	good housekeeping	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	selectie grond/hulpstoffen milieu-optiek	0,30	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	optimale procesomstandigheden	0,70	1,00	1995	10	0,85	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	vervanging zn corrosie-inhibitor	0,10	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	droge vacuummethode	0,10	1,00	1995	10	0,55	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	minimalisatie luchtmissie ner	0,70	1,00	1995	10	0,85	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	maximale rungrootte batchprocessen	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	e-zuinige indirecte koelwatersystemen	0,10	1,00	1995	25	0,28	0,46	0,64	1,00
basischemicaliën	terugwinning moederloog	0,70	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	verwijdering zn corrosie-inhib door AK	0,00	1,00	2000	10	0,00	0,50	1,00	1,00
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom zware metalen	0,30	1,00	1995	10	0,65	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom PAK	0,70	1,00	1995	10	0,85	1,00	1,00	1,00
basischemicaliën	opvang en behandeling hemelwater	0,00	1,00	2015	10	0,00	0,00	0,00	0,50
basischemicaliën	membraanelectrolyse in plaats van Hg-electrolyse	0,00	1,00	2000	5	0,00	1,00	1,00	1,00
kunstmeststoffen	good housekeeping	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
kunstmeststoffen	optimale procesomstandigheden	0,70	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
kunstmeststoffen	maatregelen tegen stofverwaaiing	0,70	1,00	1995	10	0,85	1,00	1,00	1,00
kunstmeststoffen	overdekt laden/lossen	0,30	1,00	1998	10	0,44	0,79	1,00	1,00
kunstmeststoffen	verkleinen laad/los pllaatsen	0,00	1,00	1998	10	0,20	0,70	1,00	1,00
kunstmeststoffen	opvang en behandeling hemelwater	0,00	1,00	2005	25	0,00	0,00	0,20	0,60
verf	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
verfspuiterijen	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
farmacie	vervanging ni katalysator	0,00	1,00	1998	5	0,40	1,00	1,00	1,00
farmacie	vervanging rvs leidingwerk	0,00	0,50	1998	5	0,20	0,50	0,50	0,50
farmacie	FC-zuivering afvalwater	0,10	1,00	1998	5	0,46	1,00	1,00	1,00
zeep	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
ov. chemische producten	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
synthetische vezels	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
rubber	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
kunststof	cd-vrij kunststof	0,90	1,00	1995	40	0,91	0,93	0,94	0,96
kunststof	FC-zuivering afvalwater	0,00	1,00	1998	5	0,40	1,00	1,00	1,00
bouwmaterialen-industrie	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00
basismetaal	reductiemaatregelen verspanende werkzaamheden	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
basismetaal	afzuiginstallatie lasdampen	0,75	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	good housekeeping	0,90	1,00	1995	1	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	verlagen metaalconc bad	0,90	1,00	1995	1	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	verminderen oversleep	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	inzet arc-systemen	0,10	1,00	2000	25	0,10	0,28	0,46	0,82
metaalproducten	verminderen oversleep via afzuig	0,10	1,00	1995	25	0,28	0,46	0,64	1,00
metaalproducten	verlenging standtijd baden	0,30	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	beperken spoelwater	0,10	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	bijvullen vloeistofverlies vanuit spaarspoel	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	hergebruik spoelwater	0,50	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	heetwatersealen	0,10	1,00	2000	10	0,10	0,55	1,00	1,00
metaalproducten	stoomsealen	0,00	1,00	2000	10	0,00	0,50	1,00	1,00
metaalproducten	cascade/sproeispoelen	0,50	1,00	1995	10	0,75	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	MF aw (scen-2 promise)	0,10	1,00	1995	10	0,55	1,00	1,00	1,00
metaalproducten	MF aw + ONO beits (scen-3 promise)	0,10	1,00	1995	10	0,55	1,00	1,00	1,00

proces	maatregel	implementatie								
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020	
metaalproducten	combi techn (scen-4 promise)	0,10	1,00	1995	10	0,55	1,00	1,00	1,00	
metaalproducten	ONO + zandf (scen-5 promise)	0,50	1,00	1995	10	0,75	1,00	1,00	1,00	
machine	reductiemaatregelen verspanende bewerkingen	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00	
machine	afzuiginstallatie lasdampen	0,75	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00	
electro	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
auto/motorrevisie	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
instrumenten	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
houtreiniging	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
vatenwasserij	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
intramurale gezondheidszorg	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
laboratoria	geen (< 1% totaal emissie)									
recycling	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
stortplaatsen	afdekken stortplaats	0,01	1,00	1995	10	0,51	1,00	1,00	1,00	
stortplaatsen	behandeling percolatiewater	0,06	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00	
bodemsaneringen/stortplaatsen	vergaande FCB-behandeling grondwater	0,10	1,00	1995	15	0,40	0,70	1,00	1,00	
afvalverwijdering	good housekeeping	0,90	1,00	1995	5	1,00	1,00	1,00	1,00	
afvalverwijdering	FC-behandeling waswater rookgasreiniging	0,00	1,00	1995	15	0,33	0,67	1,00	1,00	
afvalverwijdering	(semi)droge rookgasreiniging	0,00	1,00	1995	10	0,50	1,00	1,00	1,00	
afvalverwijdering	indampen waswater	0,14	1,00	1995	10	0,57	1,00	1,00	1,00	
afvalverwijdering	opvang en behandeling hemelwater	0,00	1,00	1998	25	0,08	0,28	0,48	0,88	
overige industrie	geen (< 1% totaal emissie)					0,00	0,00	0,00	0,00	
huishoudens										
drinkwater	extra reductie drinkwaterverbruik (zuinige app.)	0,10	1,00	1995	20	0,33	0,55	0,78	1,00	
drinkwater	aanvullende zuivering drinkwaterbedrijven	0,00	1,00	1998	25	0,08	0,28	0,48	0,88	
drinkwater	gustavsbergtoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29	
drinkwater	vacuumtoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29	
drinkwater	minflusstoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29	
drinkwater	beperken spui/leidingverlies	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29	
drinkwater	regenwaterbenutting	0,00	1,00	1995	70	0,07	0,14	0,21	0,36	
drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit oppervlaktewater	0,00	1,00	1995	70	0,07	0,14	0,21	0,36	

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit rwzi-effluent	0,00	1,00	1998	70	0,03	0,10	0,17	0,31
drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit stedelijk drainagewater	0,00	1,00	1998	70	0,03	0,10	0,17	0,31
leidingcorrosie	verbod cd in materiaal/soldeer	0,50	1,00	1995	70	0,54	0,57	0,61	0,68
leidingcorrosie	ontharding drinkwater 45%	0,50	1,00	1995	2	1,00	1,00	1,00	1,00
leidingcorrosie	pe-waterleiding nieuwbouw	0,10	1,00	1997	70	0,14	0,20	0,27	0,40
leidingcorrosie	alternatieve koper legering (-70%)	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
leidingcorrosie	vervanging loden waterleiding (voor 90% door koper)	0,90	1,00	1998	10	0,92	0,97	1,00	1,00
leidingcorrosie	extra ontharding drinkwater	0,00	1,00	1997	20	0,15	0,40	0,65	1,00
leidingcorrosie	lengtevermindering nieuwbouw	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
leidingcorrosie	reductie drinkwaterverbruik	0,10	1,00	1997	20	0,24	0,46	0,69	1,00
leidingcorrosie	corrosie-inhibitor	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
leidingcorrosie	gustavsbergtoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
leidingcorrosie	vacuumtoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
leidingcorrosie	minflusstoilet	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
urine/fecaliën	verminderen zwmatalen in mengvoeder	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
consumentproduct-reiniging	?	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
consumentproduct-cosm/farma	?	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
consumentproduct-toiletpapier	?	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
consumentproduct-overig	?	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Diffuse bronnen									
atmosferische depositie	?	0,00	0,00	1995	50	0,00	0,00	0,00	0,00
slijtage wegdek	teerhoudend bitumen tussen ondoorlatende lagen	0,00	1,00	2000	15	0,00	0,33	0,67	1,00
uitlaatgassen	verlagen gehalte zw metalen in brandstof	0,00	1,00	2005	10	0,00	0,00	0,50	1,00
lekverlies olie	toepassen anti-lekkage vloeistof	0,00	0,33	2010	15	0,00	0,00	0,00	0,22
lekverlies olie	periodiek controle	0,00	1,00	2010	15	0,00	0,00	0,00	0,67
slijtage banden licht verkeer	verlengen levensduur	0,00	0,50	2000	15	0,00	0,17	0,33	0,50
slijtage banden licht verkeer	alternatief zinkoxide	0,00	1,00	2005	10	0,00	0,00	0,50	1,00
slijtage banden zwaar verkeer	verlengen levensduur	0,00	0,50	2000	15	0,00	0,17	0,33	0,50
slijtage banden zwaar verkeer	alternatief zinkoxide	0,00	1,00	2005	10	0,00	0,00	0,50	1,00
verkeer-tram/trolley	?	1,00	1,00	1995	50	1,00	1,00	1,00	1,00

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
corrosie daken woning	kunststof in plaats van zink	0,00	1,00	1998	70	0,03	0,10	0,17	0,31
corrosie daken woning	geen dakgoten	0,00	0,07	1998	70	0,00	0,01	0,01	0,02
corrosie daken woning	bepanking blootgesteld oppervlak	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
corrosie daken woning	prepatiné-laag aanbrengen	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
corrosie daken woning	alternatieve legering	0,00	1,00	2000	70	0,00	0,07	0,14	0,29
corrosie daken woning	coaten zinken dakgoten	0,00	0,10	2000	10	0,00	0,05	0,10	0,10
corrosie lantaarnpalen	kunststof straatmeubilair	0,00	1,00	2000	20	0,00	0,25	0,50	1,00
corrosie lantaarnpalen	coaten straatmeubilair	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
corrosie daken utiliteitsbouw	kunststof in plaats van zink	0,00	1,00	1998	50	0,04	0,14	0,24	0,44
corrosie daken utiliteitsbouw	geen dakgoten	0,00	0,07	2000	50	0,00	0,01	0,01	0,03
corrosie daken utiliteitsbouw	coaten zinken daken	0,00	0,50	2000	25	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie daken utiliteitsbouw	alternatieve legering	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie daken utiliteitsbouw	prepatiné-laag aanbrengen	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie lood woning	coaten nieuw bladlood	0,00	1,00	1998	50	0,04	0,14	0,24	0,44
corrosie lood woning	coaten bestaand bladlood	0,00	0,10	1998	5	0,04	0,10	0,10	0,10
corrosie lood woning	patineerolie toepassen	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie lood woning	verkleinen blootgesteld oppervlak	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie lood utiliteitsbouw	coaten nieuw bladlood	0,00	1,00	1998	50	0,04	0,14	0,24	0,44
corrosie lood utiliteitsbouw	coaten bestaand bladlood	0,00	0,10	1998	5	0,04	0,10	0,10	0,10
corrosie lood utiliteitsbouw	patineerolie toepassen	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie lood utiliteitsbouw	verkleinen blootgesteld oppervlak	0,00	1,00	2000	50	0,00	0,10	0,20	0,40
corrosie chroom fiets	kunststof /rvs	0,00	0,30	1998	25	0,02	0,08	0,14	0,26
corrosie rvs industrie	kunststof	0,00	0,25	1998	25	0,02	0,07	0,12	0,22
corrosie rvs industrie	beschermlaag op roestvast staal	0,00	0,30	2000	25	0,00	0,06	0,12	0,24
corrosie rvs industrie	coating verchromd opp	0,00	0,50	2000	25	0,00	0,10	0,20	0,40
riolering/zuivering									
riool/overstort	basisinspanning (vergroten berging)	0,17	1,00	1995	20	0,44	0,80	0,90	1,00
riool/overstort	verbeterd gescheiden stelsel (vgs)	0,02	1,00	1995	70	0,09	0,16	0,23	0,37
riool/overstort	maximaal afkoppelen	0,00	1,00	1995	20	0,25	0,50	0,75	1,00
	nieuwbouw+regenwaterbenutting								
riool/overstort	20% afkoppelen bestaand	0,00	1,00	2000	20	0,00	0,25	0,50	1,00
riool/overstort	40% afkoppelenbestaand gebied	0,00	1,00	2000	20	0,00	0,25	0,50	1,00
riool/overstort	real time control	0,01	1,00	2000	10	0,01	0,51	1,00	1,00
riool/overstort	nabehandeling overstortwater via helofytenfilter	0,00	1,00	2000	40	0,00	0,13	0,25	0,50
riool/overstort	nabehandeling regenwateruitlaten	0,01	0,20	2000	25	0,01	0,05	0,09	0,16

proces	maatregel	implementatie							
		1995	maximaal	startjaar	termijn	2000	2005	2010	2020
	via zandfiltratie								
rwzi/effluent	P-verwijdering 75%	0,70	1,00	1995	10	0,85	1,00	1,00	1,00
rwzi/effluent	N-verwijdering 75%	0,30	1,00	1995	15	0,53	0,77	1,00	1,00
rwzi/effluent	CF in voor-/hoofdbehandeling	0,00	1,00	1998	25	0,08	0,28	0,48	0,88
rwzi/effluent	vloekfiltratie in voor- /hoofdbehandeling	0,00	1,00	1998	25	0,08	0,28	0,48	0,88
rwzi/effluent	snelle zandfiltratie hoofdbehandeling	0,10	1,00	1995	25	0,28	0,46	0,64	1,00
rwzi/effluent	microfiltratie nabehandeling	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
rwzi/effluent	nanofiltratie als nabehandeling	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
rwzi/effluent	ionenwisselin als nabehandeling	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
rwzi/effluent	actief koolfiltratie nabehandeling	0,00	1,00	2000	25	0,00	0,20	0,40	0,80
rwzi/effluent	extra reductie drinkwaterverbruik (10%)	0,10	1,00	1995	20	0,33	0,55	0,78	1,00
riool/overstort	50% afkoppelenbestaand gebied	0,00	1,00	2000	20	0,00	0,25	0,50	1,00
riool/overstort	80% afkoppelen nieuwbouw	0,00	1,00	1995	20	0,25	0,50	0,75	1,00
riool/overstort	60% afkoppelen nieuwbouw	0,00	1,00	1995	20	0,25	0,50	0,75	1,00
riool/overstort	90% afkoppelen nieuwbouw	0,00	1,00	1995	20	0,25	0,50	0,75	1,00

De stofspecifieke rendementen van de maatregelen

proces	maatregel	aandeel vuilvracht 1995	aandeel vuilvracht t=0	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	pak
Industrie												
voedings-industrie	vervang Zn als corrosie-inhibitor	0,10					1,00					
voedings-industrie	vervangen/coaten rvs leidingen	0,05							1,00	1,00		
voedings-industrie	hergebruik spoelwater via bezinking	1,00		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
voedings-industrie	opwerking/hergebruik deelstromen	0,50		0,92	0,97	0,99	0,90	0,93	0,35	0,75	0,66	0,99
voedings-industrie	opwerking/hergebruik effluent awzi	1,00		0,92	0,97	0,99	0,90	0,93	0,35	0,75	0,66	0,99
voedings-industrie	overdekte laad/losplaats	0,90		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
voedings-industrie	vervanging Ni katalysator	0,00										
textiel	kleurstof hoge fixatie	0,75	0,78	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
textiel	vervanging kaliumdichromaat	1,00								0,02		
textiel	toepassen kleurstof-opbreng aggregaat	0,23	0,24	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
textiel	plaatsen verdringingslichaam	0,22	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
textiel	optimalisatie chemicalie-aanmaak	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
textiel	drukpasta-beheerssysteem	0,29	0,30	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	
textiel	maximale rungrootte (geautomatiseerd)	0,29	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
textiel	runrestadministratie	0,27	0,30	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	
textiel	optimalisatie discontinue processen	0,12	0,12	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
textiel	hergebruik restpasta	0,19	0,30	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	
textiel	minimalisatie systeeminhoud rotatiedruk	0,27	0,30	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	
textiel	membraanfiltratie deelstromen	0,78	0,78	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	
textiel	fysisch chemische behandeling backing vloeistof	0,05	0,05				1,00					
textiel	sproeisysteem	0,24	0,24	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
textiel	ionwisseling spoelwater + hergebruik	0,24	0,24				1,00					
textiel	schuim-applicatie	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
textiel	superkritisch CO2-verven	0,00										
leer	hooguitputtende looistof	1,00	1,00							0,05		

proces	maatregel	aandeel vuilvracht 1995	aandeel vuilvracht t=0	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	pak
lekverlies olie	toepassen anti-lekkage vloeistof	1,00		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
lekverlies olie	periodiek controle	1,00		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
slijtage banden licht verkeer	verlengen levensduur	1,00		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
slijtage banden licht verkeer	alternatief zinkoxide	1,00					1,00					
slijtage banden zwaar verkeer	verlengen levensduur	1,00		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
slijtage banden zwaar verkeer	alternatief zinkoxide	1,00					1,00					
verkeer-tram/trolley	?	1,00						0,00				
corrosie daken woning	kunststof in plaats van zink	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken woning	geen dakgoten	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken woning	beperking blootgesteld oppervlak	1,00			0,30		0,30					
corrosie daken woning	prepatiné-laag aanbrengen	1,00			0,30		0,30					
corrosie daken woning	alternatieve legering	1,00			0,10		0,10					
corrosie daken woning	coaten zinken dakgoten	1,00			1,00		1,00					
corrosie lantaarnpalen	kunststof straatmeubilair	1,00			1,00		1,00					
corrosie lantaarnpalen	coaten straatmeubilair	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken utiliteitsbouw	kunststof in plaats van zink	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken utiliteitsbouw	geen dakgoten	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken utiliteitsbouw	coaten zinken daken	1,00			1,00		1,00					
corrosie daken utiliteitsbouw	alternatieve legering	1,00			0,10		0,10					
corrosie daken utiliteitsbouw	prepatiné-laag aanbrengen	1,00			0,30		0,30					
corrosie lood woning	coaten nieuw bladlood	1,00				1,00						
corrosie lood woning	coaten bestaand bladlood	1,00				1,00						
corrosie lood woning	metallische tinlaag aanbrengen	1,00				1,00						
corrosie lood woning	patineerolie toepassen	1,00				0,02						
corrosie lood woning	verkleinen blootgesteld oppervlak	1,00				0,30						
corrosie lood utiliteitsbouw	coaten nieuw bladlood	1,00				1,00						
corrosie lood utiliteitsbouw	coaten bestaand bladlood	1,00				1,00						
corrosie lood utiliteitsbouw	metallische tinlaag aanbrengen	1,00				1,00						
corrosie lood utiliteitsbouw	patineerolie toepassen	1,00				0,02						
corrosie lood utiliteitsbouw	verkleinen blootgesteld oppervlak	1,00				0,30						
corrosie chroom fiets	kunststof /rvs	1,00								1,00		
corrosie rvs industrie	kunststof	1,00							1,00	1,00		
corrosie rvs industrie	beschermlaag op roestvast staal	1,00							0,30	0,30		
corrosie rvs industrie	coating verchroomd opp	1,00							1,00	1,00		

riolering/rwzi

LET op rendement geldt voor verschillende stromen

De kostengegevens van de maatregelen

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
voedingsindustrie	vervang Zn als corrosie-inhibitor	4485	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
voedingsindustrie	vervangen/coaten rvs leidingen	4485	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
voedingsindustrie	hergebruik spoelwater via bezinking	4485	bedrijf	0,15	60,0	29,0	40,4	19,5
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik deelstromen	4485	bedrijf	0,4	3050,0	750,0	2735,9	672,8
voedingsindustrie	opwerking/hergebruik effluent awzi	4485	bedrijf	0,8	5190,0	1280,0	16759,5	4133,4
voedingsindustrie	overdekte laad/losplaats	4485	bedrijf	0,08	130,0	23,4	46,6	8,4
voedingsindustrie	vervanging Ni katalysator	4485	bedrijf	0			0,0	0,0
textiel	kleurstof hoge fixatie	75	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
textiel	vervanging kaliumdichromaat	75	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
textiel	toepassen kleurstofopbreng aggregaat	75	bedrijf	0,33	550,0	99,0	13,6	2,5
textiel	plaatsen verdringingslichaam	75	bedrijf	0,33	13,0	2,3	0,3	0,1
textiel	optimalisatie chemicalie-aanmaak	75	bedrijf	1	350,0	63,4	26,3	4,8
textiel	drukpasta-beheerssysteem	75	bedrijf	0,35	970,0	225,0	25,5	5,9
textiel	maximale rungrootte (geautomatiseerd)	75	bedrijf	0,55	0,0	0,0	0,0	0,0
textiel	runrestadministratie	75	bedrijf	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0
textiel	optimalisatie discontinue processen	75	bedrijf	0,55	0,0	0,0	0,0	0,0
textiel	hergebruik restpasta	75	bedrijf	0,35	220,0	150,0	5,8	3,9
textiel	minimalisatie systeeminhoud rotatiedruk	75	bedrijf	0,35	138,0	34,0	3,6	0,9
textiel	membraanfiltratie deelstromen	75	bedrijf	1	1450,0	375,0	108,8	28,1
textiel	fysisch chemische behandeling backing vloeistof	75	bedrijf	0,05	352,0	120,0	1,3	0,5
textiel	sproeisysteem	75	bedrijf	0,3	318,0	57,0	3,6	0,6
textiel	ionwisseling spoelwater + hergebruik	75	bedrijf	0,05	150,0	39,0	0,6	0,1
textiel	schuim-applicatie	75	bedrijf	0,8	508,0	97,0	30,5	5,8
textiel	superkritisch CO2-verven	75	bedrijf				0,0	0,0
leer	hooguitputtende looistof	3	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
leer	ionenwisseling	3	bedrijf	1	1300,0	400,0	3,9	1,2
leer	electrchemische flotatie	3	bedrijf	0,66	890,0	225,0	1,8	0,4
leer	wet-white procede	3	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
leer	mimosa-alu proces	3	bedrijf				0,0	0,0

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
houtimpregneer	hergebruik procesafvalwater	31	bedrijf	0,15	0,0	0,0	0,0	0,0
houtimpregneer	overkapping opslagterrein	31	bedrijf	1	1000,0	130,0	31,0	4,0
houtimpregneer	hergebruik verontr hemelwater	31	bedrijf	1	650,0	140,0	20,2	4,3
houtimpregneer	stoomfixatie	31	bedrijf	0,5	380,0	90,0	5,9	1,4
houtimpregneer	plato-proces	31	bedrijf				0,0	0,0
papier	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
grafische	niet lozen resten waterige lakken en minimalisatie resten	300	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
grafische	mechanische graveertechniek	300	bedrijf	1	300,0	55,0	90,0	16,5
grafische	spaarbaden	300	bedrijf	1	10,0	1,8	3,0	0,5
grafische	spoelwaterbehandeling FC	300	bedrijf	1	130,0	35,0	39,0	10,5
tandarts	composietvulling	6000	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
tandarts	amalganaanafscheider	6000	bedrijf	1	0,8	0,2	4,8	1,2
basischemicaliën	good housekeeping	130	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
basischemicaliën	selectie grond/hulpstoffen milieu-optiek	130	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
basischemicaliën	optimale procesomstandigheden	130	bedrijf	0,25	0,0	0,0	0,0	0,0
basischemicaliën	vervanging zn corrosie-inhibitor	130	bedrijf	0,25	0,0	0,0	0,0	0,0
basischemicaliën	droge vacuummethode	130	bedrijf	0,25	400,0	72,0	13,0	2,3
basischemicaliën	minimalisatie luchtmissie ner	130	bedrijf	0,25	500,0	100,0	16,3	3,3
basischemicaliën	maximale rungrootte batchprocessen	130	bedrijf	0,25	0,0	0,0	0,0	0,0
basischemicaliën	e-zuinige indirecte koelwatersystemen	130	bedrijf	0,25	250,0	45,0	8,1	1,5
basischemicaliën	terugwinning moederloog	130	bedrijf	0,25	500,0	90,0	16,3	2,9
basischemicaliën	verwijdering zn corrosie-inhib door AK	130	bedrijf	0,25	810,0	200,0	26,3	6,5
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom zware metalen	130	bedrijf	0,25	640,0	170,0	20,8	5,5
basischemicaliën	FC-behandeling deel/eindstroom pak	130	bedrijf	0,25	280,0	82,0	9,1	2,7
basischemicaliën	opvang en behandeling hemelwater	130	bedrijf	1	650,0	140,0	84,5	18,2
basischemicaliën	membraanelectrolyse in plaats van Hg-electrolyse	130	bedrijf	0,004	0,0	0,0	0,0	0,0
kunstmeststoffen	good housekeeping	4	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
kunstmeststoffen	optimale procesomstandigheden	4	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
kunstmeststoffen	maatregelen tegen stofverwaaing	4	bedrijf	1	250,0	50,0	1,0	0,2
kunstmeststoffen	overdekt laden/lossen	4	bedrijf	1	130,0	23,0	0,5	0,1
kunstmeststoffen	verkleinen laad/los pplaatsen	4	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
kunstmeststoffen	opvang en behandeling hemelwater	4	bedrijf	1	650,0	140,0	2,6	0,6
verf	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
verfspuiterijen	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
farmacie	vervanging Ni katalysator	9	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
farmacie	vervanging rvs leidingwerk	9	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
farmacie	FC-zuivering afvalwater	9	bedrijf	0,44	500,0	130,0	2,0	0,5
zeep	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
ov. chemische producten	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
synthetische vezels	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
rubber	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
kunststof	Cd-vrij kunststof	778	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
kunststof	FC-zuivering afvalwater	778	bedrijf	0,0026	1300,0	270,0	2,6	0,5
bouwmaterialenindustrie	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
basismetaal	reductiemaatregelen verspanende werkzaamheden	201	bedrijf	0,5	1,0	0,2	0,1	0,0
basismetaal	afzuiginstallatie lasdampen	201	bedrijf	0,75	20,0	4,0	3,0	0,6
metaalproducten	good housekeeping	350	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
metaalproducten	verlagen metaalconc bad	350	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
metaalproducten	verminderen oversleep	350	bedrijf	1	2,0	0,4	0,7	0,1
metaalproducten	inzet arc-systemen	350	bedrijf	1	100,0	18,0	35,0	6,3
metaalproducten	verminderen oversleep via afzuig	350	bedrijf	1	94,0	17,0	32,9	6,0
metaalproducten	verlenging standtijd baden	350	bedrijf	1	90,0	16,2	31,5	5,7
metaalproducten	beperken spoelwater	350	bedrijf	1	3,0	0,5	1,1	0,2
metaalproducten	bijvullen vloeistofverlies vanuit spaarspoel	350	bedrijf	1	8,0	1,4	2,8	0,5
metaalproducten	hergebruik spoelwater	350	bedrijf	1	670,0	170,0	234,5	59,5
metaalproducten	heetwatersealen	350	bedrijf	0,09	50,0	75,0	1,6	2,4
metaalproducten	stoomsealen	350	bedrijf	0,09	200,0	86,0	6,3	2,7
metaalproducten	cascade/sproeispoelen	350	bedrijf	1	200,0	40,0	70,0	14,0
metaalproducten	MF aw (scen-2 promise)	350	bedrijf	1			307,0	102,0
metaalproducten	MF aw + ONO beits (scen-3 promise)	350	bedrijf	1			278,0	92,0
metaalproducten	combi techn (scen-4 promise)	350	bedrijf	1			144,0	53,0
metaalproducten	ONO + zandf (scen-5 promise)	350	bedrijf	1			155,0	73,0
machine	reductiemaatregelen verspanende	2455	bedrijf	0,5	1,0	0,2	1,2	0,2

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
	bewerkingen							
machine electro	afzuiginstallatie lasdampen	2455	bedrijf	0,75	20,0	4,0	36,8	7,4
auto/motorrevisie	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
instrumenten	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
houtreiniging	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
vatenwasserijen	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
intramurale gezondheidszorg	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
laboratoria	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
recyclingbedrijven	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
stortplaatsen	afdekken stortplaats	87	bedrijf	1	19,7	3,5	1,7	0,3
stortplaatsen	behandeling percolatiewater	87	bedrijf	0,56	1810,0	335,0	88,2	16,3
bodemsaneringen/stortplaatsen	vergaande FCB-behandeling grondwater	30	bedrijf	1	1260,0	250,0	37,8	7,5
afvalverwijdering	good housekeeping	600	bedrijf	1	0,0	0,0	0,0	0,0
afvalverwijdering	FC-behandeling waswater rookgasreiniging	600	bedrijf	0,003	1100,0	230,0	2,0	0,4
afvalverwijdering	(semi)droge rookgasreiniging	600	bedrijf	0,003	205000,0	68800,0	369,0	123,8
afvalverwijdering	indampen waswater	600	bedrijf	0,003	2300,0	460,0	4,1	0,8
afvalverwijdering	opvang en behandeling hemelwater	600	bedrijf	1	650,0	140,0	390,0	84,0
overige industrie	geen (< 1% totaal emissie)		bedrijf				0,0	0,0
huishoudens								
ruw water drinkwater	extra reductie drinkwaterverbruik (zuinige app.)	6200000	woningen	2	0,1	0,0	682,0	0,0
ruw water drinkwater	aanvullende zuivering drinkwaterbedrijven	370	drinkwaterzuiveringen	1	26000,0	3840,0	9620,0	1420,8
ruw water drinkwater	gustavsbergtoilet	6200000	woningen	1	1,0	0,1	6200,0	496,0
ruw water drinkwater	vacuumtoilet	6200000	woningen	1	5,0	0,4	31000,0	2480,0
ruw water drinkwater	minflusstoilet	6200000	woningen	1	1,0	0,1	6200,0	496,0
ruw water drinkwater	beperken spui/leidingverlies	6200000	woningen	1	0,0	0,0	0,0	0,0
ruw water drinkwater	regenwaterbenutting	6200000	woningen	1	4,0	0,0	24800,0	186,0
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit oppervlaktewater	640	mln m3 bespaarbaar	0,8	19000,0	2250,0	9728,0	1152,0

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit rwzi-effluent	640	drinkwater mln m3	0,8	21000,0	2750,0	10752,0	1408,0
ruw water drinkwater	levering tweede kwaliteit water uit stedelijk drainagewater	640	bespaarbaar drinkwater mln m3	0,75	17000,0	1900,0	8160,0	912,0
drinkwaterleidingcorrosie	verbod Cd in materiaal/soldeer	1	bespaarbaar drinkwater	1	0,0	0,0	0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	ontharding drinkwater 45%	576000	1000 m3 water	1	0,5	0,1	282,2	43,6
drinkwaterleidingcorrosie	pe-waterleiding nieuwbouw	6200000	woningen	1	0,0	0,0	0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	alternatieve koper legering (-70%)	6200000	woningen	1	0,1	0,0	434,0	31,6
drinkwaterleidingcorrosie	vervanging loden waterleiding (voor 90% door koper)						0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	extra ontharding drinkwater	704000		1	0,5	0,1	345,0	50,5
drinkwaterleidingcorrosie	lengtevermindering nieuwbouw	6200000	woningen	1			0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	reductie drinkwaterverbruik	6200000	woningen	1			0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	corrosie-inhibitor	1280000	1000 m3 water	1		0,8	0,0	960,0
drinkwaterleidingcorrosie	gustavsbergtoilet	6200000	woningen	1			0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	vacuumtoilet	6200000	woningen	1			0,0	0,0
drinkwaterleidingcorrosie	minflusstoilet	6200000	woningen	1			0,0	0,0
urine/fecaliën	verminderen zwmatalen in mengvoeder						0,0	0,0
consumentproducten-reiniging	?						0,0	0,0
consumentproducten-cosm/farma	?						0,0	0,0
consumentproducten-toilet papier	?						0,0	0,0
consumentproducten-overig	?						0,0	0,0
Diffuse bronnen								
atmosferische depositie	?							

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
verkeer-slijtage wegdek	teerhoudend bitumen tussen ondoorlatende lagen							0,0
verkeer-uitlaatgassen	verlagen gehalte zw metalen in brandstof							0,0
verkeer-lekverlies olie	toepassen anti-lekkage vloeistof							13,6
verkeer-lekverlies olie	periodiek controle							6,0
verkeer-slijtage banden licht verkeer	verlengen levensduur							0,0
verkeer-slijtage banden licht verkeer	alternatief zinkoxide							0,0
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer	verlengen levensduur							0,0
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer	alternatief zinkoxide							0,0
verkeer-tram/trolley	?							
bouwmat-corrosie daken woning	kunststof in plaats van zink	6,20E+06	woningen	1	0,2	0,0	954,8	69,4
bouwmat-corrosie daken woning	geen dakgoten	6,20E+06	woningen	1		0,0	0,0	0,0
bouwmat-corrosie daken woning	beperking blootgesteld oppervlak	6,20E+06	woningen	1	0,0	0,0	0,0	0,0
bouwmat-corrosie daken woning	prepatiné-laag aanbrengen	6,20E+06	woningen	1	0,2	0,0	1122,2	81,2
bouwmat-corrosie daken woning	alternatieve legering	6,20E+06	woningen	1	0,0	0,0	0,0	0,0
bouwmat-corrosie daken woning	coaten zinken dakgoten	6,20E+06	woningen	1	0,4	0,0	225,1	16,4
bouwmat-corrosie lantaarnpalen	kunststof straatmeubilair	7,00E+06	mln bloot-gesteld m2	1		0,1	0,0	0,0
bouwmat-corrosie lantaarnpalen	coaten straatmeubilair	7,00E+06	mln bloot-gesteld m2	1		0,1	215,0	17,2
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw	kunststof in plaats van zink	2,50E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,1	0,0	1917,5	140,0
bouwmat-corrosie daken	geen dakgoten	2,50E+07	mln bloot-	1	0,0	0,0	0,0	0,0

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)
utiliteitsbouw			gesteld m2					
bouwmat-corrosie daken	coaten zinken daken	2,50E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,2	0,0	2287,5	166,3
utiliteitsbouw			gesteld m2					
bouwmat-corrosie daken	alternatieve legering	2,50E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,0	0,0	0,0	0,0
utiliteitsbouw			gesteld m2					
bouwmat-corrosie daken	prepatiné-laag aanbrengen	2,50E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,1	0,0	2300,0	167,5
utiliteitsbouw			gesteld m2					
bouwmat-corrosie lood woning	coaten nieuw bladlood	6,20E+06	woningen	1	0,2	0,0	1240,0	89,9
bouwmat-corrosie lood woning	coaten bestaand bladlood	1,63E+07	mln bloot-gesteld m2	1		0,0		11,4
bouwmat-corrosie lood woning	metallische tinlaag aanbrengen	1,63E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,0			11,2
bouwmat-corrosie lood woning	patineerolie toepassen	1,63E+07	mln bloot-gesteld m2					0,0
bouwmat-corrosie lood woning	verkleinen blootgesteld oppervlak		mln bloot-gesteld m2				0,0	0,0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw	coaten nieuw bladlood	1,30E+07	mln bloot-gesteld m2	1		0,0		0,4
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw	coaten bestaand bladlood	1,30E+07	mln bloot-gesteld m2	1		0,0		9,1
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw	metallische tinlaag aanbrengen	1,30E+07	mln bloot-gesteld m2	1	0,0			10,8
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw	patineerolie toepassen	1,30E+07	mln bloot-gesteld m2	1				0,0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw	verkleinen blootgesteld oppervlak	1,30E+07	mln bloot-gesteld m2	1				0,0
bouwmat-corrosie chroom fiets	kunststof /rvs	1,02E+08	mln bloot-gesteld m2	1		0,0	0,0	0,0
bouwmat-corrosie rvs industrie	kunststof	1,02E+08	mln bloot-gesteld m2	1		0,1	0,0	0,0
bouwmat-corrosie rvs industrie	bescherm laag op roestvast staal						271,0	47,5
bouwmat-corrosie rvs	coating verchroomd opp			1		0,1	105,0	8,4

proces	maatregel	totaal eenheden	eenheid	fractie te bereiken	investering (kf) gemiddeld bedrijf/eenheid	exploitatie (kf/j) gemiddeld bedrijf/eenheid	maximale totale investering (Mfl)	maximale totale exploitatie (Mfl/j)	
industrie						gemiddeld bron	899,9	93,3	
						mediaan bron	1	0,146	
riool/zuivering									
riool/overstort	basisinspanning (vergrotenberging)						5700,0	445,0	
riool/overstort	verbeterd gescheiden stelsel (vgs)						109000,0	8744,0	
riool/overstort	maximaal afkoppelen						2900,0	210,0	
	nieuwbouw+regenwaterbenutting								
riool/overstort	20% afkoppelen bestaand						0,0	0,0	
riool/overstort	40% afkoppelenbestaand gebied						9100,0	660,0	
riool/overstort	real time control						192,9	15,4	
riool/overstort	nabehandeling overstortwater via helofytenfilter						900,0	90,0	
riool/overstort	nabehandeling regenwateruitlaten via zandfiltratie						3341,0	962,0	
rwzi/effluent	P-verwijdering 75%						24,6	8,0	
rwzi/effluent	N-verwijdering 75%						532,0	70,0	
rwzi/effluent	cf in voor-/hoofdbehandeling						43,0	75,0	
rwzi/effluent	vloekfiltratie in voor-/hoofdbehandeling						2300,0	285,0	
rwzi/effluent	snelle zandfiltratie hoofdbehandeling						2010,0	221,0	
rwzi/effluent	microfiltratie nabehandeling						6009,0	1322,0	
rwzi/effluent	nanofiltratie als nabehandeling						9178,0	16596,0	
rwzi/effluent	ionenwisselin als nabehandeling						5270,0	1620,0	
rwzi/effluent	actief koolfiltratie als nabehandeling						16400,0	8700,0	
rwzi/effluent	extra reductie drinkwaterverbruik (10%)						0,0	0,0	
riool/overstort	50% afkoppelenbestaand gebied						18100,0	1312,0	
riool/overstort	80%l afkoppelen nieuwbouw						760,0	55,0	
riool/overstort	60% afkoppelen nieuwbouw						0,0	0,0	
riool/overstort	90% afkoppelen nieuwbouw						1520,0	110,0	
							Gemid riool	8785,5	1886,4
							mediaan riool	2155,0	215,5

Riolerings- en zuiveringskarakteristieken in de verschillende varianten

De riolerings- en zuiveringsmaatregelen zijn uitgewerkt als een nabewerking van de analysesresultaten. De effecten van de maatregelen zijn verwerkt via het aanpassen van de daarvoor relevante kentallen in de riolerings- en zuiveringslijn. Bijvoorbeeld maatregelen gericht op het beperken van de overstort zullen zichtbaar worden als een reductie van het overstortpercentage dat voor de verschillende typen rioolstelsels worden gehanteerd. Additionele zuiveringsstappen op de rwzi zijn zichtbaar gemaakt in de ontwikkeling van het stofspecifieke rendement van de rwzi's. Als basis is steeds de ontwikkeling gehanteerd zoals deze vanuit het huidige beleid in gang is gezet. Deze ontwikkeling voor wat betreft rioleringsstelsels is afkomstig uit het SPEED-rapport Zware metalen. De additionele maatregelen zijn, afhankelijk van aard en inhoud, aanvullend of in plaats van deze ontwikkelingen gekwantificeerd.

Voor de variant Huidig beleid zijn de volgende maatregelen verondersteld:

1. afkoppelen 20% bestaand gebied en 60% nieuwbouw gerealiseerd in 2010
2. basisinspanning per 2010, geeft eerste jaren reductie, met een geleidelijke overgang naar afkoppelen
3. in 2010 75% P verwijdering op alle rwzi's

De huidige verdeling van aansluitingen over de verschillende typen rioolstelsels is aangeduid in de onderstaande tabel. De directe lozingen, bodemlozingen en niet gezuiverde rioolstelsels worden inmiddels vrij snel afgebouwd. Het aandeel gemengd gerioleerd zal iets afnemen ten gunste van het gescheiden en verbeterd gescheiden stelsel.

afvoer	jaar				
	1995	2000	2005	2010	2020
direct lozend	0,015	0,008	0,002	0	0
gemengd gerioleerd	0,837	0,84	0,84	0,83	0,81
gescheiden gerioleerd	0,1	0,112	0,118	0,13	0,15
verbeterd gescheiden	0,0325	0,04	0,04	0,04	0,04
gerioleerd, niet gezuiverd	0,0055	0	0	0	0
bodem	0,01	0	0	0	0

Rekening houdend met groei van het woon- en industriegebied en een geleidelijk op gang komen van afkoppelen als varaint voor realisatie van de basisinspanning via extra berging, is de mate van afkoppeling voor de komende jaren bepaald. De effecten daarvan zijn verdisconteerd in de overstortfracties (op basis van WSV-nota afkoppeling van verhard oppervlak) en op de aanvoer naar de rwzi (afgekoppelde regenwatergerelateerde emissies komen niet meer in influent van de rwzi). Een effect op het verwijderingsrendement van de rwzi is niet meegenomen omdat een rwzi 90% van de tijd op DWA werkt.

afkoppeling	jaar				
	1995	2000	2005	2010	2020
fractie afgekoppeld verhard oppervlak	0	0	0,174	0,281	0,317

Voorzien wordt dat middels het beleid van realisatie van de basisinspanning de overstorten in de periode tot 2010 zullen halveren. Momenteel gebeurt dat nog veelal middels realisatie van extra berging, daar is een geleidelijke overgang naar het niet aansluiten (afkoppelen) van verhard oppervlak te zien. Er is een duidelijk verschil tussen regenwater gerelateerde emissies (corrosie en verkeer en vervoer) en niet regenwater gerioleerde emissies (huishoudelijke lozingen). Voor regenwaterriolen geldt dat ze per definitie op oppervlaktewater lozen (dit wordt hier behandeld als een 'overstortfractie' van 1). Verwacht wordt dat het percentage foutaansluitingen niet wezenlijk zal verminderen.

Overstortfracties	jaar				
	1995	2000	2005	2010	2020

gemengd stelsel, niet regenwater gerelateerd	0,015	0,0127	0,0105	0,0075	0,0067	
gemengd regenwater gerelateerd	0,1	0,085	0,07	0,05	0,045	
gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	foutaansluiting
gescheiden, regenwater gerelateerd	1	1	1	1	1	
verbeterd gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0	0	0	0	0	
verbeterd gescheiden, regenwater gerelateerd	0,03	0,0255	0,021	0,015	0,0135	

De huidige verwijderingsrendementen van rwzi's zijn gebaseerd op CBS-gegevens. Daarin is nog een zekere verbetering te verwachten als neveneffect van additionele P-verwijdering op alle rwzi's.

rendementen van rwzi's	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,717	0,762	0,87	0,723	0,877	0,571	0,79	0,53	0,9
2000	0,740	0,781	0,880	0,746	0,887	0,606	0,807	0,569	0,908
2005	0,764	0,801	0,891	0,769	0,897	0,642	0,825	0,608	0,916
2010	0,787	0,821	0,902	0,792	0,907	0,678	0,842	0,647	0,925
2020	0,787	0,821	0,902	0,792	0,907	0,678	0,842	0,647	0,925

Afkoppelen van verhard oppervlak betekent dat afstromend regenwater niet meer wordt afgevoerd naar de riolering en zuivering. In plaats daarvan wordt het in de bodem geïnfiltrerd (40%) of rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd (60%). Dit laatste betekent in feite het ontstaan van een nieuwe regenwateruitlaat. Omdat van verhard oppervlak afstromend regenwater in enige mate verontreinigd kan zijn is er sprake van een verplaatsing van de lozing van het riool naar rechtstreeks het oppervlaktewater. Omdat in eerste instantie de minst verontreinigde oppervlakken zullen worden afgekoppeld speelt dat bij een laag ambitieniveau van afkoppeling (<60%) voor de meeste metalen niet een rol van betekenis. Voor de metalen zink en lood speelt dit echter van meet af aan een belangrijke rol omdat deze metalen ook juist worden toegepast op de als weinig verontreinigd bestempelde daken. Om dit effect te kunnen inschatten is een benadering toegepast uit de WSV-nota afkoppelen van verhard oppervlak waarin de fractie van verschillende 'typen' verhard oppervlak, de afkoppelvolgorde en een stofspecifieke verontreinigingsmate is verwerkt. Uitgaande van deze gegevens kan voor een bepaald afkoppelpercentage bepaald worden welk deel van de verontreiniging naar bodem, respectievelijk oppervlaktewater wordt afgevoerd.

Door het te hanteren als een fractie werkt het aanvullend op te treffen brongerichte maatregelen die in een eerdere stap van de analyse al zijn doorgerekend.

verhard oppervlak	kwaliteit	afkoppelprioriteit
fractie daken van woningen	0,35	a 1
fractie rustige woonerven/fietspaden	0,25	a 1
fractie drukkeren straten	0,2	b 2
fractie doorgaande wegen, P-terrein	0,2	c 3

kwaliteitsverhouding stromen	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
a	0,01	0,6	20	465	5	3	2,5	0,01	0,4
b	0,4	1,4	72	195	49	22	16	1,1	2,1
c	0,5	1	75	185	15	13	15	2	2,6
Totaal "lozingsequivalenten"	0,186	0,84	41,4	355	15,8	8,8	7,7	0,626	1,18

Dit leidt dan tot de volgende emissiefracties van de regenwatergerelateerde bronnen:

Emissiefactoren bij afkoppelpercentages

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,005	0,071	0,048	0,130	0,031	0,034	0,032	0,002	0,034
20	0,011	0,143	0,097	0,262	0,063	0,068	0,065	0,003	0,068
30	0,016	0,214	0,145	0,393	0,095	0,102	0,097	0,005	0,102
40	0,021	0,286	0,193	0,524	0,127	0,137	0,130	0,006	0,136
50	0,027	0,357	0,242	0,655	0,158	0,170	0,162	0,008	0,169
60	0,032	0,429	0,290	0,786	0,190	0,205	0,195	0,010	0,203
70	0,247	0,595	0,464	0,841	0,500	0,455	0,403	0,185	0,381
80	0,462	0,762	0,638	0,896	0,810	0,705	0,610	0,361	0,559
90	0,731	0,881	0,819	0,948	0,905	0,852	0,805	0,681	0,780
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Voor de bij het huidig beleid gekwantificeerde afkoppeling en de aanname dat dit voor 60% wordt afgevoerd naar oppervlaktewater (en dus voor 40% geïnfilteerd) leidt dit tot de volgende emissiefracties van de regenwater gerelateerde bronnen die extra naar oppervlaktewater worden afgevoerd.

emissie naar oppervlaktewater tgv afkoppelen

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0,006	0,085	0,057	0,157	0,037	0,040	0,038	0,001	0,040
2010	0,009	0,128	0,086	0,235	0,056	0,061	0,058	0,002	0,061
2020	0,009	0,128	0,086	0,235	0,056	0,061	0,058	0,002	0,061

variant: WSP

maatregelen:

basisinspanning per 2010, geleidelijke overgang naar afkoppelen

maximaal afkoppelen in nieuwbouw en 40% in bestaand verhard oppervlak in periode tot 2020 => sterkere reductie overstorten als in HB

In 2010 75% P-verwijdering op alle rwzi's => 25%

rendementverbetering zw. metalen

extra drinkwaterreductie 10% per 2015 => 5-9% (=7%) extra reductie in effluent, dit is in 2000: 0,33*7%, in 2005:0,55*7% en in 2010: 0,78* 7%

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
direct lozend	0,015	0,008	0,002	0,000	0,000
gemengd gerioleerd	0,837	0,850	0,840	0,830	0,810
gescheiden gerioleerd	0,100	0,112	0,118	0,130	0,150
verbeterd gescheiden	0,033	0,040	0,040	0,040	0,040
gerioleerd, niet gezuiv	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
fractie afgekoppeld oppervlak	0,00	0,00	0,240	0,382	0,618

Overstortfracties	1995	2000	2005	2010	2020
gemengd stelsel, niet regenwater gerelateerd	0,015	0,012	0,008	0,005	0,002
gemengd regenwater gerelateerd	0,100	0,078	0,055	0,030	0,010
gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020 foutaansluiting
gescheiden, regenwater gerelateerd	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
verbeterd gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
verbeterd gescheiden, regenwater gerelateerd	0,030	0,023	0,017	0,009	0,003

rendementen van rwzi's	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,717	0,762	0,870	0,723	0,877	0,571	0,790	0,530	0,900
2000	0,746	0,787	0,884	0,752	0,890	0,616	0,812	0,579	0,910
2005	0,773	0,809	0,896	0,778	0,901	0,656	0,832	0,623	0,920
2010	0,799	0,831	0,908	0,804	0,913	0,696	0,851	0,667	0,929
2020	0,803	0,834	0,909	0,807	0,914	0,701	0,854	0,672	0,930

emissie naar oppervlaktewater tgv afkoppelen

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,006	0,086	0,058	0,157	0,038	0,041	0,039	0,002	0,041
2010	0,013	0,171	0,116	0,314	0,076	0,082	0,078	0,004	0,081
2020	0,019	0,257	0,174	0,472	0,114	0,123	0,117	0,006	0,122

variant: max-E

maatregelen:

afbouw overstorten via basisinspanning inperiode tot 2020

gemengd en gescheiden stelsel naar verbeterd gescheiden stelsels (in 70 j)

nabehandeling overstort via helofytenfilter (40 j vanaf 2000), rendement 60%

nabehandeling regenwateruitlaat via zandfilter (25 j) vanaf 2000, 20% implementatie mogelijk), rendement 70%

nabehandeling effluent met microfiltratie (25 j vanaf 2000), rendement 90%

afvoer	jaar					
	1995	2000	2005	2010	2020	
direct lozend	0,015	0,008	0,002	0,000	0,000	
gemengd gerioleerd	0,837	0,850	0,830	0,820	0,790	
gescheiden gerioleerd	0,100	0,092	0,098	0,090	0,080	
verbeterd gescheiden	0,033	0,040	0,060	0,080	0,120	nadruk op vgs toepassen
gerioleerd, niet gezuiv	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	

afvoer	jaar				
	1995	2000	2005	2010	2020
fractie afgekoppeld oppervlak	0,00	0,00	0,174	0,284	0,318

Overstortfracties	1995	2000	2005	2010	2020	
gemengd stelsel, niet regenwater gerelateerd	0,015	0,013	0,010	0,006	0,005	nabehandeld helofytenfilter
gemengd regenwater gerelateerd	0,100	0,085	0,065	0,043	0,032	nabehandeld helofytenfilter
gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	foutaansluiting
gescheiden, regenwater gerelateerd	1,000	0,993	0,966	0,940	0,887	nabehandeld met zandfilter
verbeterd gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
verbeterd gescheiden, regenwater gerelateerd	0,030	0,026	0,019	0,013	0,009	nabehandeld helofytenfilter

rendementen van rwzi's	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,717	0,762	0,870	0,723	0,877	0,571	0,790	0,530	0,900
2000	0,759	0,798	0,890	0,765	0,895	0,635	0,822	0,601	0,915
2005	0,802	0,833	0,909	0,806	0,914	0,700	0,853	0,671	0,930
2010	0,844	0,869	0,929	0,848	0,932	0,764	0,885	0,742	0,945
2020	0,929	0,941	0,968	0,931	0,969	0,893	0,948	0,883	0,975

emissie naar oppervlaktewater tgv afkoppelen

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,006	0,086	0,058	0,157	0,038	0,041	0,039	0,002	0,041
2010	0,006	0,086	0,058	0,157	0,038	0,041	0,039	0,002	0,041
2020	0,010	0,129	0,087	0,236	0,057	0,061	0,058	0,003	0,061

variant: Max-B

maatregelen:

in 2015 75% P-verwijdering op allen rwzi's (cfm HB)

basisinspanning via afkoppelen van verhard oppervlak (cfm WSP)

extra toepassen real time control ter optimalisatie gebruik riool

extra drinkwaterreductie 10% per 2015 => 5-9% (=7%) extra reductie in effluent

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
direct lozend	0,015	0,008	0,002	0,000	0,000
gemengd gerioleerd	0,837	0,850	0,840	0,830	0,810
gescheiden gerioleerd	0,100	0,112	0,118	0,130	0,150
verbeterd gescheiden	0,033	0,040	0,040	0,040	0,040
gerioleerd, niet gezuiv	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
fractie afgekoppeld oppervlak	0,00	0,00	0,240	0,382	0,618

Overstortfracties	1995	2000	2005	2010	2020	
gemengd stelsel, niet regenwater gerelateerd	0,015	0,012	0,008	0,004	0,001	extra rtc
gemengd regenwater gerelateerd	0,100	0,077	0,051	0,026	0,009	extra rtc
gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	foutaansluiting
gescheiden, regenwater gerelateerd	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
verbeterd gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
verbeterd gescheiden, regenwater gerelateerd	0,030	0,023	0,015	0,008	0,003	extra rtc

rendementen van rwzi's	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,717	0,762	0,870	0,723	0,877	0,571	0,790	0,530	0,900
2000	0,746	0,787	0,884	0,752	0,890	0,616	0,812	0,579	0,910
2005	0,773	0,809	0,896	0,778	0,901	0,656	0,832	0,623	0,920
2010	0,799	0,831	0,908	0,804	0,913	0,696	0,851	0,667	0,929
2020	0,803	0,834	0,909	0,807	0,914	0,701	0,854	0,672	0,930

emissie naar oppervlaktewater tgv afkoppelen

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,006	0,086	0,058	0,157	0,038	0,041	0,039	0,002	0,041
2010	0,013	0,171	0,116	0,314	0,076	0,082	0,078	0,004	0,081
2020	0,019	0,257	0,174	0,472	0,114	0,123	0,117	0,006	0,122

variant: Optimix

maatregelen:

in 2010 75% P-verwijdering op alle rwzi's

extra inzet op afkoppelen 40% bestaand en 80% nieuwbouw in periode tot 2020

toepassing real time control ter optimalisatie riool (100% toegepast in 2010)

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
direct lozend	0,015	0,008	0,002	0,000	0,000
gemengd gerioleerd	0,837	0,850	0,840	0,830	0,810
gescheiden gerioleerd	0,100	0,112	0,118	0,130	0,150
verbeterd gescheiden	0,033	0,040	0,040	0,040	0,040
gerioleerd, niet gezuiv	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000

	jaar				
afvoer	1995	2000	2005	2010	2020
fractie afgekoppeld oppervlak	0,00	0,00	0,204	0,322	0,518

Overstortfracties	1995	2000	2005	2010	2020	
gemengd stelsel, niet regenwater gerelateerd	0,015	0,012	0,006	0,003	0,001	extra rtc
gemengd regenwater gerelateerd	0,100	0,081	0,038	0,019	0,007	extra rtc
gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	foutaansluiting
gescheiden, regenwater gerelateerd	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
verbeterd gescheiden, niet-regenwater gerelateerd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
verbeterd gescheiden, regenwater gerelateerd	0,030	0,028	0,016	0,011	0,022	extra rtc

rendementen van rwzi's	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,717	0,762	0,870	0,723	0,877	0,571	0,790	0,530	0,900
2000	0,741	0,782	0,881	0,746	0,887	0,607	0,808	0,569	0,908
2005	0,764	0,802	0,892	0,769	0,898	0,643	0,825	0,608	0,917
2010	0,788	0,822	0,903	0,792	0,908	0,678	0,843	0,648	0,925
2020	0,788	0,822	0,903	0,792	0,908	0,678	0,843	0,648	0,925

emissie naar oppervlaktewater tgv afkoppelen

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	As	PAK
1995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,006	0,086	0,058	0,157	0,038	0,041	0,039	0,002	0,041
2010	0,010	0,129	0,087	0,236	0,057	0,061	0,058	0,003	0,061
2020	0,016	0,214	0,145	0,393	0,095	0,102	0,097	0,005	0,102

resultaten per stof

stof	kwik	alle emissies in kg																				
		variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	MIX 2000	2005	2005	2005	2005	MIX 2005	2010	2010	2010	2010	MIX 2010	2020	2020	2020	2020	MIX 2020	
voedingsindustrie		5	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
textiel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
leer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtimpegneur		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
papier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grafische		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tandarts		917	121	121	121	82	82	117	117	117	42	42	113	113	113	40	40	107	107	107	38	38
basischemicaliën		37	18	18	18	18	18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
kunstmeststoffen		2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
verf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ov. chemische producten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
synthetische vezels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rubber		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kunststof		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmaterialenindustrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basismetaal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
metaalproducten		6	5	5	4	5	5	3	3	2	4	3	3	3	2	4	2	3	3	2	2	2
machine		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
electro		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
auto/motorrevisie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
instrumenten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtreiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vatenwasserijzen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
intramurale		7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
gezondheidszorg																						
laboratoria		10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
recyclingbedrijven		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stortplaatsen		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsan/stortplaatsen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
afvalverwijdering		104	114	106	114	106	114	110	85	110	85	110	108	66	108	66	108	104	31	104	31	104
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal industrie		1104	284	276	284	238	245	256	230	255	156	180	248	207	247	134	175	239	166	237	96	168

stof		kwik																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	
		1995	2000	2000	2000	2000	MIX 2000	2005	2005	2005	2005	MIX 2005	2010	2010	2010	2010	MIX 2010	2010	2020	2020	2020	2020
ruw water drinkwater		48	53	47	50	47	51	56	38	45	38	52	60	29	39	29	53	66	10	25	10	55
drinkwaterleidingcorrosie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urine/fecaliën		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-reiniging		100	105	105	105	105	105	102	102	102	102	102	116	116	116	116	116	124	124	124	124	124
consumentprod-cosm/farma		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprodtoilet papier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-vuurwerk		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-overig		125	131	131	131	131	131	138	138	138	138	138	144	144	144	144	144	155	155	155	155	155
foutaansluitingen hwa (-/-)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
verspreide bebouwing (-/-)		9	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
totaal huishoudelijke bron (excl. leidingcorrosie !!)		263	283	277	280	278	281	295	277	284	277	291	315	284	295	284	309	341	285	300	285	330
atmosferische depositie		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
verkeer-slijtage wegdek		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-uitlaatgassen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-lekverlies olie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden licht verkeer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-tram/trolley		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lantaarnpalen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie chroom fiets		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie rvs industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Totaal bronnen		1375	575	562	572	524	535	559	515	547	440	478	572	499	550	426	491	588	459	545	389	506

netto belasting oppervlaktewater																						
stof		kwik																				
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	MIX 2000	2005	2005	2005	2005	MIX 2005	2010	2010	2010	2010	MIX 2010	2020	2020	2020	2020	MIX 2020	
Industrie																						
bruto		1104	284	276	284	238	245	256	230	255	156	180	248	207	247	134	175	239	166	237	96	168
direct lozend		17	2	2	2	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		303	72	68	67	59	62	59	58	50	35	42	52	52	38	27	37	50	42	17	19	35
overstort		16	4	3	4	3	3	3	2	3	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	0	1
regenwater-afvoer		2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
som netto		337	79	75	73	64	68	63	61	53	37	44	55	54	40	28	38	53	43	18	19	37
huishoudens																						
bruto		263	283	277	280	278	281	295	277	284	277	291	315	284	295	284	309	341	285	300	285	330
direct lozend		4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		72	72	69	66	69	71	68	69	55	62	68	66	71	45	57	65	72	72	21	56	70
overstort		4	4	3	4	3	4	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	1	2	1	1
regenwater-afvoer		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
som netto		80	78	75	72	75	78	73	73	59	66	71	70	74	48	59	67	75	74	23	58	72
diffuus																						
bruto		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
direct lozend		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
overstort		1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
regenwater-afvoer		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
som netto		4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3
Totaal																						
bruto		1375	575	562	572	524	535	559	515	547	440	478	572	499	550	426	491	588	459	545	389	506
direct lozend		21	5	4	5	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		377	146	139	134	130	135	130	128	107	98	111	120	125	85	85	103	123	115	38	76	107
overstort		21	8	7	8	7	7	7	5	6	4	4	5	3	4	3	3	5	2	3	2	2
regenwater-afvoer		3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3
netto		421	160	153	148	143	149	140	137	115	106	118	128	131	91	90	108	132	120	43	80	111

resultaten per stof

stof		cadmium																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	
		1995	2000	2000	2000	MIX	2005	2005	2005	2005	MIX	2005	2010	2010	2010	2010	MIX	2010	2020	2020	2020	MIX
voedingsindustrie		53	29	29	29	29	29	7	7	7	6	7	6	6	6	4	6	6	6	6	2	6
textiel		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
leer		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
houtimpegneer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
papier		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
grafische		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basischemicaliën		38	19	18	19	19	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kunstmeststoffen		2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
verf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ov. chemische producten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
synthetische vezels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rubber		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kunststof		45	29	29	33	29	48	0	0	1	0	48	0	0	1	0	47	0	0	1	0	40
bouwmaterialenindustrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basismetaal		19	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17
metaalproducten		58	44	44	38	52	44	33	33	22	42	29	31	31	21	35	24	28	27	19	22	15
machine		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
electro		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
auto/motorrevisie		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
instrumenten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtreiniging		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
vatenwasserijen		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
intramurale		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
gezondheidszorg																						
laboratoria		24	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26
recyclingbedrijven		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stortplaatsen		19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsan/stortplaatsen		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
afvalverwijdering		18	20	18	20	18	20	19	15	19	15	19	19	11	19	11	19	18	5	18	5	18
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal industrie		298	213	211	211	219	232	130	125	119	132	172	125	118	115	118	163	120	107	111	95	145

stof		cadmium																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	
		1995	2000	2000	2000	MIX 2000	2005	2005	2005	2005	MIX 2005	2005	2010	2010	2010	2010	MIX 2010	2010	2020	2020	2020	2020
ruw water drinkwater		63	69	62	71	62	67	74	49	81	49	68	79	36	92	36	70	87	10	114	10	72
drinkwaterleidingcorrosie		317	306	287	306	287	287	293	242	293	247	242	278	202	278	209	202	244	137	244	147	137
urine/fecaliën		300	309	309	309	309	309	318	318	318	318	318	327	327	327	327	327	345	345	345	345	345
consumentprod-reiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-cosm/farma		100	105	105	105	105	105	110	110	110	110	110	116	116	116	116	116	124	124	124	124	124
consumentprod-toiletpapier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-vuurwerk		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentprod-overig		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fout aansluitingen hwa (-/-)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
verspreide bebouwing (-/-)		25	11	11	11	11	11	0	0	0	0	0	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
totaal huishoudelijke bron (excl. leidingcorrosie !!)		436	470	463	472	463	468	501	476	508	476	495	510	467	523	467	501	544	468	572	467	530
atmosferische depositie		111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111
verkeer-slijtage wegdek		3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
verkeer-uitlaatgassen		7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	9	9	9	7	7
verkeer-lekverlies olie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden licht verkeer		24	27	27	27	27	27	28	28	28	28	27	30	30	30	30	28	34	34	34	34	30
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer		17	19	19	19	19	19	22	22	22	22	22	25	25	25	25	25	34	34	34	34	34
verkeer-tram/trolley		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken woning		40	42	42	42	41	41	44	44	44	38	39	46	45	46	36	37	49	48	49	30	33
bouwmat-corrosie lantaarnpalen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie chroom fiets		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie rvs industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal diffuse bronnen (incl leidingcorrosie)		518	515	496	515	495	495	509	458	509	457	453	501	424	501	421	413	484	376	484	366	355
Totaal bronnen		1253	1198	1170	1199	1177	1195	1140	1059	1137	1066	1120	1136	1009	1140	1006	1077	1149	951	1167	929	1029

netto belasting oppervlaktewater																						
stof		cadmium																				
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	MIX 2000	2005	2005	2005	2005	MIX 2005	2010	2010	2010	2010	MIX 2010	2020	2020	2020	2020	MIX 2020	
Industrie																						
bruto		298	213	211	211	219	232	130	125	119	132	172	125	118	115	118	163	120	107	111	95	145
direct lozend		4	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		69	45	44	42	46	49	25	26	20	25	34	22	25	15	20	29	21	23	7	16	26
overstort		4	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
regenwater-afvoer		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
som netto		78	50	49	47	51	55	27	28	21	27	36	24	26	16	21	30	23	23	7	16	27
huishoudens																						
bruto		436	470	463	472	463	468	501	476	508	476	495	510	467	523	467	501	544	468	572	467	530
direct lozend		7	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		101	100	96	93	96	100	98	100	84	90	97	90	99	68	78	89	96	99	34	77	94
overstort		6	6	6	6	6	6	6	4	5	4	4	4	3	4	3	2	5	2	3	2	2
regenwater-afvoer		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
som netto		114	111	107	104	107	110	106	107	91	96	103	96	103	72	82	92	102	102	38	80	98
diffuus																						
bruto		518	515	496	515	495	495	509	458	509	457	453	501	424	501	421	413	484	376	484	366	355
direct lozend		8	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		110	107	101	99	101	103	89	78	75	78	80	76	58	59	58	64	74	46	25	45	49
overstort		48	19	17	19	17	18	16	12	15	11	9	12	7	10	6	4	11	3	8	2	2
regenwater-afvoer		20	23	23	19	23	23	69	65	64	64	64	93	102	62	100	81	98	133	79	127	109
som netto		186	154	146	142	146	149	175	156	155	154	153	181	167	131	164	148	183	181	112	174	160
Totaal																						
bruto		1253	1198	1170	1199	1177	1195	1140	1059	1137	1066	1120	1136	1009	1140	1006	1077	1149	951	1167	929	1029
direct lozend		19	10	9	10	9	10	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		280	253	242	235	243	252	212	204	178	192	211	188	182	142	156	181	191	168	65	138	169
overstort		59	28	26	28	26	27	23	18	21	17	13	17	11	14	9	8	17	5	11	4	5
regenwater-afvoer		20	25	25	20	25	25	71	66	65	65	65	95	103	63	101	82	100	134	80	129	111
netto		378	315	302	292	303	314	308	290	267	276	292	301	296	219	266	271	308	307	157	271	284

resultaten per stof

stof alle emissies in kg variant	lood				HB				WSP				MAX-E				MAX-B				OPTIMI				
	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020	2020
voeding		793	433	433	433	427	433	97	97	97	83	97	96	96	96	62	96	93	93	93	23	93			
textiel		98	74	74	74	74	74	75	75	75	17	17	78	78	78	18	18	88	88	88	20	20			
leer		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4			
houtimpregn		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
papier		28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
grafische		28	28	7	20	28	5	28	7	6	28	2	28	7	6	28	2	28	7	6	28	1			
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basischemie		442	218	215	220	218	218	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	7	7
kunstmest		32	27	27	31	27	27	21	20	29	20	20	19	17	22	17	17	17	15	11	15	15	15	15	15
verf		29	32	32	32	32	32	33	33	33	33	33	35	35	35	35	35	39	39	39	39	39	39	39	39
verfspuiterij		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie		803	978	978	634	978	978	1150	1150	138	1150	1150	1347	1347	161	1347	1347	1881	1881	225	1881	1881			
zeep		14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	19
ov. chemprod		16	19	19	19	19	19	23	23	23	23	23	27	27	27	27	27	37	37	37	37	37	37	37	37
synth vezels		6	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	14	14	14	14	14	14	14	14
rubber		4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9
kunststof		64	47	47	47	47	78	1	1	1	1	92	1	1	1	1	107	1	1	1	1	1	150		
bouwmaterial		51	52	52	52	52	52	52	52	52	52	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
basismetaal		506	543	543	543	543	543	515	515	515	515	515	487	487	487	487	487	442	442	442	442	442	442	442	442
metaalprod		598	455	454	393	538	455	340	340	226	436	301	321	318	214	359	248	292	282	194	229	158			
machine		289	310	310	310	310	310	294	294	294	294	294	278	278	278	278	278	252	252	252	252	252	252	252	252
electro		383	413	413	413	413	413	392	392	392	392	392	370	370	370	370	370	336	336	336	336	336	336	336	336
motorrevisie		140	151	151	151	151	151	143	143	143	143	143	135	135	135	135	135	123	123	123	123	123	123	123	123
instrumenten		34	37	37	37	37	37	35	35	35	35	35	33	33	33	33	33	30	30	30	30	30	30	30	30
houtreiniging		98	100	100	100	100	100	101	101	101	101	101	105	105	105	105	105	118	118	118	118	118	118	118	118
vatenwasserij		36	44	44	44	44	44	52	52	52	52	52	60	60	60	60	60	84	84	84	84	84	84	84	84
gezondheidsz		145	171	171	171	171	171	177	177	177	177	177	181	181	181	181	181	191	191	191	191	191	191	191	191
laboratoria		66	72	72	72	72	72	71	71	71	71	71	69	69	69	69	69	71	71	71	71	71	71	71	71
recycling		17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
stortplaatsen		128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsan		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
afvalverw.		251	274	255	274	255	274	267	205	267	205	267	260	159	260	159	260	251	75	251	75	251	75	251	251
ov. industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal industrie		5103	4559	4515	4149	4617	4566	3955	3872	2814	3915	3920	4071	3945	2759	3912	4015	4523	4315	2742	4145	4442			

stof lood		alle emissies in kg																			
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020
						X					X					X					X
ruw water		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
drinkwater																					
leidingcorr.	17028	11892	11233	11892	11233	11233	4628	3884	4628	3954	3884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urine/fecaliën	5000	5150	5150	5150	5150	5150	5300	5300	5300	5300	5300	5450	5450	5450	5450	5450	5750	5750	5750	5750	5750
cons--reinig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cosm/farma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
toilet papier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vuurwerk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cons.-overig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fout aansluiti	57	51	51	51	51	51	46	46	46	46	46	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
hwa (-/-)																					
verspreide	705	310	310	310	310	310	0	0	0	0	0	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
bebouw (-/-)																					
totaal huish	4238	4789	4789	4789	4789	4789	5254	5254	5254	5254	5254	5111	5111	5111	5111	5111	5411	5411	5411	5411	5411
bronnen																					
(excl Leidingcorrosie)																					
atm depositie	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977	4977
slijtage weg	38	37	37	37	37	37	38	38	38	38	38	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45
uitlaatgassen	8200	9020	9020	9020	9020	9020	9635	9635	9635	9635	9635	10250	10250	10250	8968	8968	11561	11561	11561	8671	8671
lekverlies olie	60	66	66	66	66	66	70	70	70	70	70	75	75	75	75	75	84	84	84	45	50
slijtage band	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
licht verkeer																					
slijtage band	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zwaar verkeer																					
tram/trolley	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
daken woning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lantaarnpalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie dak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
utiliteitsbouw																					
corrosie lood	55185	58496	58496	58496	53910	53910	60704	60704	60704	46985	45575	62911	62911	62911	43031	40449	67326	67326	67326	33932	29860
woning																					
corrosie lood	45240	51936	51936	51936	47864	47864	58631	58631	58631	45380	44019	65327	65327	65327	44683	42002	78718	78718	78718	39674	34913
utiliteitsbouw																					
corrosie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
chroom fiets																					
corrosie rvs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal	130727	136423	135764	136423	127106	127106	138682	137938	138682	111039	108198	143578	143578	143578	101774	96511	162710	162710	162710	87343	78516
diffuse bron																					
(incl. leidingcorrosie !!)																					
Totaal	140068	145770	145067	145360	136512	136461	147891	147064	146751	120208	117372	152760	152634	151448	110797	105637	172645	172437	170864	96899	88369

netto belasting oppervlaktewater stof lood																						
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020	
Industrie																						
bruto		5103	4559	4515	4149	4617	4566	3955	3872	2814	3915	3920	4071	3945	2759	3912	4015	4523	4315	2742	4145	4442
direct lozend		77	36	36	33	37	37	8	8	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		644	531	514	448	526	532	422	445	253	402	420	392	455	196	358	388	436	499	89	373	430
overstort		74	59	55	53	56	58	44	36	28	34	28	36	25	19	23	20	38	18	15	17	17
regenwater-afvoer		0	10	10	8	10	10	9	9	6	9	9	11	10	5	10	10	14	13	4	12	13
som netto		795	636	615	542	629	636	483	498	292	454	465	439	491	220	390	419	488	530	108	402	461
huishoudens																						
bruto		4238	4789	4789	4789	4789	4789	5254	5254	5254	5254	5254	5111	5111	5111	5111	5111	5411	5411	5411	5411	5411
direct lozend		64	38	38	38	38	38	11	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		535	557	545	517	545	558	560	604	471	540	563	493	590	362	467	495	522	626	175	487	524
overstort		62	62	58	61	58	60	59	49	53	46	37	45	32	36	30	25	46	23	29	22	21
regenwater-afvoer		0	11	11	9	11	11	12	12	10	12	12	13	13	9	13	13	16	16	9	16	16
som netto		660	668	652	625	652	667	642	675	545	609	623	551	636	407	510	533	584	665	212	525	561
diffuus																						
bruto		130727	136423	135764	136423	127106	127106	138682	137938	138682	111039	108198	143578	143578	143578	101774	96511	162710	162710	162710	87343	78516
direct lozend		1961	1091	1086	1091	1017	1017	277	276	277	222	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		15268	15034	14699	13929	13768	14039	13303	12888	11230	10415	10672	12243	11409	9324	8118	8454	13949	12088	4703	6497	6502
overstort		11317	9173	8455	9275	7865	8283	8047	6318	7407	4673	3405	6045	3627	5150	2185	1550	6019	1337	4234	610	528
regenwater-afvoer		11370	13947	13947	11377	12978	12978	23858	23815	20735	19073	18581	31150	35312	20467	25030	20939	38555	52704	25689	28292	23157
som netto		39916	39245	38188	35672	35628	36316	45486	43297	39650	34383	32875	49438	50347	34941	35334	30943	58523	66129	34626	35399	30186
Totaal																						
bruto		140068	145770	145067	145360	136512	136461	147891	147064	146751	120208	117372	152760	152634	151448	110797	105637	172645	172437	170864	96899	88369
direct lozend		2101	1166	1161	1163	1092	1092	296	294	294	240	235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		16447	16122	15759	14895	14839	15128	14286	13936	11954	11358	11655	13129	12454	9882	8943	9337	14906	13212	4966	7357	7456
overstort		11453	9294	8568	9388	7979	8401	8150	6403	7488	4753	3471	6126	3684	5205	2237	1596	6103	1378	4277	649	566
regenwater-afvoer		11370	13968	13968	11393	12999	12999	23880	23836	20751	19095	18603	31174	35335	20482	25054	20962	38585	52733	25702	28320	23186
netto		41371	40550	39456	36839	36909	37619	46611	44470	40486	35446	33963	50428	51474	35569	36235	31895	59594	67324	34945	36326	31208

resultaten per stof

stof alle emissies in kg variant	zink						zink						zink								
	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	
bron	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020
voeding	9247	4913	4913	4913	4847	4913	1113	1113	1113	960	1113	1096	1096	1096	748	1096	1060	1060	1060	340	1060
textiel	1991	1441	1441	1441	1281	1441	1459	1459	1459	259	332	1509	1509	1509	268	344	1701	1701	1701	302	388
leer	52	53	53	53	53	53	54	54	54	54	54	56	56	56	56	56	63	63	63	63	63
houtimp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
papier	3215	3303	3303	3303	3303	3303	3275	3275	3275	3275	3275	3235	3235	3235	3235	3235	3213	3213	3213	3213	3213
grafisch	147	149	39	103	149	27	148	39	31	148	8	146	38	31	146	8	145	38	31	145	8
tandarts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basischem	11547	5706	5620	5750	5187	5187	162	157	164	147	147	165	160	167	150	150	173	164	172	158	158
kunstmest	42	35	35	40	35	35	27	26	38	26	26	24	22	29	22	22	21	20	14	20	20
verf	364	397	397	397	397	397	417	417	417	417	417	437	437	437	437	437	489	489	489	489	489
verfspuit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie	2472	3011	3011	1951	3011	3011	3540	3540	424	3540	3540	4147	4147	496	4147	4147	5790	5790	693	5790	5790
zeep	244	266	266	266	266	266	280	280	280	280	280	293	293	293	293	293	328	328	328	328	328
ov. chem	142	173	173	173	173	173	203	203	203	203	203	238	238	238	238	238	333	333	333	333	333
producten																					
synthvezels	170	207	207	207	207	207	243	243	243	243	243	285	285	285	285	285	398	398	398	398	398
rubber	256	312	312	312	312	312	367	367	367	367	367	429	429	429	429	429	600	600	600	600	600
kunststof	332	244	244	244	244	404	5	5	5	5	475	6	6	6	6	557	8	8	8	8	778
bouwmat.	164	168	168	168	168	168	167	167	167	167	167	165	165	165	165	165	164	164	164	164	164
basismetaal	3160	3394	3394	3394	3394	3394	3217	3217	3217	3217	3217	3039	3039	3039	3039	3039	2760	2760	2760	2760	2760
metaalprod	7626	5804	5794	5008	6866	5804	4339	4342	2884	5563	3842	4099	4054	2724	4575	3160	3722	3594	2474	2919	2016
machine	1652	1774	1774	1774	1774	1774	1682	1682	1682	1682	1682	1589	1589	1589	1589	1589	1443	1443	1443	1443	1443
electro	1420	1533	1533	1533	1533	1533	1453	1453	1453	1453	1453	1373	1373	1373	1373	1373	1246	1246	1246	1246	1246
motorrevisie	324	350	350	350	350	350	332	332	332	332	332	313	313	313	313	313	284	284	284	284	284
instrumenten	128	138	138	138	138	138	131	131	131	131	131	124	124	124	124	124	112	112	112	112	112
houtreiniging	590	603	603	603	603	603	611	611	611	611	611	631	631	631	631	631	712	712	712	712	712
vatenwasserrij	610	743	743	743	743	743	874	874	874	874	874	1023	1023	1023	1023	1023	1429	1429	1429	1429	1429
gezondh.zorg	4666	5498	5498	5498	5498	5498	5692	5692	5692	5692	5692	5825	5825	5825	5825	5825	6137	6137	6137	6137	6137
laboratoria	1296	1419	1419	1419	1419	1419	1395	1395	1395	1395	1395	1363	1363	1363	1363	1363	1393	1393	1393	1393	1393
recycling	52	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54
stortplaatsen	785	30	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsan	83	84	84	84	56	56	82	82	82	28	28	80	80	80	1	1	78	78	78	1	1
afvalverwijd.	1857	2028	1890	2028	1890	2028	1973	1520	1973	1520	1973	1921	1178	1921	1178	1921	1855	556	1855	556	1855
ov. industrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tot. Industrie	54634	43830	43485	41977	43981	43320	33294	32728	28618	32641	31930	33667	32764	28533	31714	31878	35710	34165	29241	31394	33228

netto belasting oppervlaktewater stof zink																						
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI X		
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	
Industrie																						
bruto		54634	43830	43485	41977	43981	43320	33294	32728	28618	32641	31930	33667	32764	28533	31714	31878	35710	35710	29241	31394	33228
direct lozend		820	351	348	336	352	347	67	65	57	65	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		14686	10871	10549	9661	10670	10748	7566	8010	5471	7149	7286	6914	8057	4309	6179	6573	7334	7334	2011	6023	6855
overstort		795	568	527	532	532	547	372	304	287	286	228	297	208	201	183	158	302	302	156	127	131
regenwater-afvoer		0	98	97	77	99	97	79	77	56	77	75	88	85	51	82	83	107	107	47	94	100
som netto		16301	11887	11521	10606	11652	11739	8083	8457	5872	7578	7653	7299	8350	4561	6444	6814	7743	7743	2214	6244	7086
huishoudens																						
bruto		90486	96756	96756	96756	96756	96756	102752	102752	102752	102752	102752	104289	104289	104289	104289	104289	110924	110924	110924	110924	110924
direct lozend		1357	774	774	774	774	774	206	206	206	206	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		24324	23998	23472	22268	23473	24006	23350	25149	19645	22506	23446	21419	25647	15748	20319	21502	22780	22780	7628	21281	22885
overstort		1317	1253	1173	1227	1171	1221	1149	955	1030	901	733	920	661	733	602	517	939	939	592	447	437
regenwater-afvoer		0	217	217	178	217	217	242	242	201	242	242	271	271	188	271	271	333	333	177	333	333
som netto		26998	26242	25636	24447	25635	26218	24947	26551	21082	23855	24627	22610	26579	16669	21193	22291	24052	24052	8397	22061	23654
diffuus																						
bruto		523257	545706	541542	545706	533188	527394	559759	545633	559759	487848	485854	571278	546997	571278	433640	434913	589231	589231	589231	331728	337467
direct lozend		7849	4366	4332	4366	4266	4219	1120	1091	1120	976	972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		130240	128435	125189	119003	123283	124365	102846	97492	86783	87508	91562	87264	71963	70990	57281	68036	90441	90441	30457	33647	42289
overstort		45229	35526	32701	35914	32095	33388	30007	23363	27607	19064	14249	21647	12800	18408	8436	6390	19591	19591	13732	2177	2144
regenwater-afvoer		45990	53597	53531	43718	52596	51947	145812	143222	134397	127195	126772	199569	236079	132006	185451	152092	215715	215715	175236	199048	176591
som netto		229307	221923	215753	203001	212239	213919	279784	265167	249906	234743	233554	308480	320842	221404	251168	226518	325747	325747	219425	234872	221024
Totaal																						
bruto		668377	686292	681783	684440	673925	667470	695805	681112	691129	623241	620536	709234	684050	704100	569643	571081	735865	735865	729396	474046	481619
direct lozend		10026	5490	5454	5476	5391	5340	1392	1362	1382	1246	1241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		169250	163304	159210	150932	157425	159120	133762	130651	111899	117164	122294	115597	105668	91047	83779	96111	120554	120554	40096	60951	72028
overstort		47341	37347	34401	37673	33798	35156	31528	24621	28923	20251	15210	22865	13668	19342	9221	7065	20833	20833	14480	2751	2712
regenwater-afvoer		45990	53912	53846	43973	52911	52261	146133	143541	134655	127514	127089	199928	236435	132245	185805	152446	216155	216155	175460	199475	177023
netto		272606	260053	252911	238054	249526	251876	312814	300176	276859	266176	265834	338389	355771	242634	278805	255622	357542	357542	230036	263177	251764

resultaten per stof

stof alle emissies in kg variant	koper				koper				koper				koper				koper				
	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	
bron	1995	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020	
voeding	5200	2849	2849	2849	2810	2849	644	644	644	552	644	634	634	634	425	634	613	613	613	181	613
textiel	2160	1637	1637	1637	1637	1637	1658	1658	1658	378	378	1714	1714	1714	391	391	1933	1933	1933	440	440
leer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtimp	52	33	33	33	33	33	31	31	31	31	31	29	29	29	29	29	26	26	26	26	26
papier	600	616	616	616	616	611	611	611	611	611	604	604	604	604	604	600	600	600	600	600	600
grafisch	1300	1322	347	913	1322	235	1310	344	275	1310	71	1295	340	272	1295	70	1286	337	270	1286	69
tandarts	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27
basischem	1900	939	925	946	939	939	27	26	27	27	27	27	26	28	27	27	29	27	28	29	29
kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verfspuit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeep	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ov. chem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
producten																					
synthvezels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rubber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kunststof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basismetaal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metaalprod	5700	4338	4331	3744	5132	4338	3243	3245	2155	4158	2872	3064	3030	2036	3419	2362	2782	2687	1849	2182	1507
machine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
electro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
motorrevisie	25	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	24	24	24	24	24	22	22	22	22	22
instrumenten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtreiniging	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	24	24	24	24	24
vatenwasserrij	50	61	61	61	61	61	72	72	72	72	72	84	84	84	84	84	117	117	117	117	117
gezondh.zorg	900	1060	1060	1060	1060	1060	1098	1098	1098	1098	1098	1124	1124	1124	1124	1124	1184	1184	1184	1184	1184
laboratoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
recycling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stortplaatsen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsan	1800	1826	1826	1826	1224	1224	1787	1787	1787	609	609	1743	1743	1743	19	19	1687	1687	1687	19	19
afvalverwijd.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ov. industrie	3865	4125	4125	4125	4125	4125	4248	4248	4248	4248	4248	4359	4359	4359	4359	4359	4670	4670	4670	4670	4670
tot. Industrie	23602	18883	17887	17887	19036	17194	14804	13838	12681	13169	10734	14750	13760	12700	11849	9776	14999	13953	13050	10806	9347

stof alle emissies in kg variant	koper																				
	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	
bron	1995	2000	2000	2000	2000	X 2000	2005	2005	2005	2005	X 2005	2010	2010	2010	2010	X 2010	2010	2020	2020	2020	X 2020
ruw water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
drinkwater																					
waterleidcor.	121000	85664	75017	85664	75017	75017	89303	60177	89303	61265	60177	92804	46619	92804	48325	46619	99316	28435	99316	30569	28435
urine/fecaliën	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consreiniging	13500	14112	14112	14112	14112	14112	13717	13717	13717	13717	13717	15596	15596	15596	15596	15596	16772	16772	16772	16772	16772
cosm/farma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
toilet papier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vuurwerk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
conspr. overig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
foutaansluiting hwa (-/-)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verspreide bebouwing (-/-)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tot. huish bron (excl. leidingcorrosie !!)	13500	14112	14112	14112	14112	14112	13717	13717	13717	13717	13717	15596	15596	15596	15596	15596	16772	16772	16772	16772	16772
atm depositie	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300
slijtage weg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
uitlaatgassen	1109	1220	1220	1220	1220	1220	1303	1303	1303	1303	1303	1386	1386	1386	1213	1213	1563	1563	1563	1173	1173
lekverlies olie	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	13	13	13	7	8
slijtage band licht verkeer	123	135	135	135	135	135	144	144	144	144	138	153	153	153	153	141	173	173	173	173	151
slijtage band zwaar verkeer	83	96	96	96	96	96	111	111	111	111	111	125	125	125	125	125	170	170	170	170	170
tram/trolley	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
corrosie daken woning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie lantaarnpalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie dak utiliteitsbouw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lood woning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lood utiliteitbou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosiechroom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie rvs industrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)	138624	103424	92777	103424	92777	92777	107171	78045	107171	79133	78039	110779	64594	110779	66127	64408	117535	46654	117535	48391	46237
Totaal bronnen	175726	136419	124776	135422	125925	124083	135692	105601	133570	106019	102491	141124	93950	139075	93572	89780	149307	77380	147358	75969	72356

netto belasting oppervlaktewater

stof koper		HB										WSP													
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIMI				
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	X	2000	2005	2005	2005	2005	X	2005	2010	2010	2010	2010	X	2010	2020	2020	2020	X	2020
Industrie																									
bruto		23602	18883	17887	17887	19036	17194	14804	13838	12681	13169	10734	14750	13760	12700	11849	9776	14999	13953	13050	10806	9347			
direct lozend		354	151	143	143	152	138	30	28	25	26	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		2817	2080	1927	1828	2051	1894	1494	1504	1077	1281	1088	1345	1503	852	1025	895	1368	1526	399	921	856			
overstort		344	245	217	227	230	217	166	129	127	115	77	130	87	89	68	48	127	59	70	44	37			
regenwater-afvoer		0	42	40	33	43	39	35	33	25	31	25	38	36	23	31	25	45	42	21	32	28			
som netto		3515	2518	2327	2231	2476	2287	1724	1693	1254	1454	1211	1514	1626	964	1124	969	1540	1627	489	997	921			
huishoudens																									
bruto		13500	14112	14112	14112	14112	14112	13717	13717	13717	13717	13717	15596	15596	15596	15596	15596	16772	16772	16772	16772	16772			
direct lozend		203	113	113	113	113	113	27	27	27	27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		1611	1554	1520	1442	1520	1555	1384	1491	1165	1334	1390	1422	1703	1046	1349	1428	1529	1835	512	1429	1537			
overstort		196	183	171	179	171	178	153	127	137	120	98	138	99	110	90	77	142	71	89	68	66			
regenwater-afvoer		0	32	32	26	32	32	32	32	27	32	32	41	41	28	41	41	50	50	27	50	50			
som netto		2010	1881	1836	1760	1835	1877	1597	1678	1356	1514	1548	1600	1842	1183	1480	1546	1722	1956	628	1547	1653			
diffuus																									
bruto		138624	103424	92777	103424	92777	92777	107171	78045	107171	79133	78039	110779	64594	110779	66127	64408	117535	46654	117535	48391	46237			
direct lozend		2079	827	742	827	742	742	214	156	214	158	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		15135	11298	9910	10477	9910	10130	10343	7252	8704	7363	7581	9500	5147	7125	5278	5558	10093	3526	3379	3660	3841			
overstort		13499	2396	2096	2387	2093	2195	2064	1396	1876	1311	1008	1576	749	1297	661	517	1515	270	1004	248	232			
regenwater-afvoer		1762	1989	1989	1623	1989	1989	6178	5072	5762	5113	5071	8647	7243	5727	7337	5981	9428	8048	7987	8186	7060			
som netto		32475	16510	14737	15314	14735	15055	18800	13877	16556	13946	13816	19723	13139	14149	13276	12057	21036	11844	12370	12094	11132			
Totaal																									
bruto		175726	136419	124776	135422	125925	124083	135692	105601	133570	106019	102491	141124	93950	139075	93572	89780	149307	77380	147358	75969	72356			
direct lozend		2636	1091	998	1083	1007	993	271	211	267	212	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		19563	14932	13357	13747	13481	13579	13221	10247	10945	9978	10058	12268	8353	9023	7652	7881	12991	6887	4290	6009	6234			
overstort		14039	2823	2484	2793	2494	2590	2383	1652	2141	1547	1182	1844	935	1496	820	643	1784	399	1163	359	334			
regenwater-afvoer		1762	2063	2061	1681	2063	2059	6246	5137	5814	5177	5129	8726	7319	5778	7408	6047	9523	8140	8035	8269	7138			
netto		38001	20909	18900	19305	19046	19220	22121	17248	19167	16914	16574	22837	16607	16296	15880	14571	24298	15426	13488	14637	13706			

resultaten per stof

stof	nikkel	alle emissies in kg																							
		variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM		
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	IX	2000	2005	2005	2005	2005	IX	2005	2010	2010	2010	2010	IX	2010	2020	2020	2020	IX	2020
voedingsindustrie		599	341	341	341	337	340	80	80	80	75	79	79	79	79	79	69	78	76	76	76	76	56	75	
textiel		434	329	329	329	329	329	333	333	333	76	76	344	344	344	78	78	388	388	388	388	88	88		
leer		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4		
houtimpegneer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
papier		71	73	73	73	73	73	72	72	72	72	72	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	
grafische		371	377	99	260	377	67	374	98	79	374	20	369	97	78	369	20	367	96	77	367	20			
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
basischemicaliën		3711	1834	1806	1848	1834	1834	52	50	53	52	52	53	51	54	53	53	56	53	55	56	56			
kunstmeststoffen		7	6	6	7	6	6	5	5	7	5	5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3			
verf		4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
farmacie		528	643	643	417	403	403	756	756	90	72	72	886	886	106	84	84	1237	1237	148	117	117			
zeep		8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11			
ov. chemische producten		61	74	74	74	74	74	87	87	87	87	87	102	102	102	102	102	143	143	143	143	143			
synthetische vezels		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
rubber		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7			
kunststof		52	38	38	38	38	63	1	1	1	1	74	1	1	1	1	87	1	1	1	1	122			
bouwmateriaal		26	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26			
basismetalen		332	357	357	357	357	357	338	338	338	338	338	319	319	319	319	319	290	290	290	290	290			
metaalproducten		3870	2945	2940	2542	3484	2945	2202	2203	1463	2823	1950	2080	2057	1382	2321	1603	1889	1824	1255	1481	1023			
machine		1407	1511	1511	1511	1511	1511	1433	1433	1433	1433	1433	1353	1353	1353	1353	1353	1229	1229	1229	1229	1229			
electro		933	1007	1007	1007	1007	1007	955	955	955	955	955	902	902	902	902	902	819	819	819	819	819			
auto/motorrevisie		119	128	128	128	128	128	122	122	122	122	122	115	115	115	115	115	104	104	104	104	104			
instrumenten		140	151	151	151	151	151	143	143	143	143	143	135	135	135	135	135	123	123	123	123	123			
houtreiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
vatenwasserrijen		8	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	13	13	13	13	13	19	19	19	19	19			
gezondheidszorg		72	85	85	85	85	85	88	88	88	88	88	90	90	90	90	90	95	95	95	95	95			
laboratoria		66	72	72	72	72	72	71	71	71	71	71	69	69	69	69	69	71	71	71	71	71			
recyclingbedrijven		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
stortplaatsen		262	63	63	63	63	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
bodemsan/stortpl		17	17	17	17	12	12	17	17	17	6	6	16	16	16	0	0	16	16	16	0	0			
afvalverwijdering		784	856	798	856	798	856	833	642	833	642	833	811	497	811	497	811	783	235	783	235	783			
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
totaal industrie		13891	10967	10598	10236	11199	10436	8024	7556	6327	7496	6538	7868	7257	6100	6701	6043	7837	6950	5824	5426	5308			

stof		nikkel																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB
		1995	2000	2000	2000	2000	IX	2000	2005	2005	2005	IX	2005	2010	2010	2010	IX	2010	2020	2020	2020	IX
ruw water drinkwater		3168	3480	3262	3580	3274	3356	3718	3048	4090	3057	3440	3956	2817	4634	2821	3510	4362	2331	5733	2319	3621
waterleidingcorrosie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urine/fecaliën		1472	1516	1516	1516	1516	1516	1560	1560	1560	1560	1560	1604	1604	1604	1604	1604	1693	1693	1693	1693	1693
consumentprod- reiniging		404	422	422	422	422	422	410	410	410	410	410	466	466	466	466	466	501	501	501	501	501
consumentproducte n-cosm/farma		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducte n-toilet papier		57	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	66	66	66	66	66	71	71	71	71	71
consumentproducte n-vuurwerk		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducte n-overig		31	33	33	33	33	33	34	34	34	34	34	36	36	36	36	36	39	39	39	39	39
fout aansluitingen op hwa (-/-)		14	13	13	13	13	13	11	11	11	11	11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
verspreide bebouwing (-/-)		166	73	73	73	73	73	0	0	0	0	0	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
totaal huish bronnen (excl. leidingcorrosie !!)		4952	5425	5206	5524	5218	5300	5774	5104	6146	5113	5496	6048	4909	6726	4913	5602	6586	4554	7956	4543	5845
atm. depositie		3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238	3238
slijtage wegdek		51	50	50	50	50	50	51	51	51	51	51	53	53	53	53	53	59	59	59	59	59
uitlaatgassen		46	50	50	50	50	50	54	54	54	54	54	57	57	57	50	50	64	64	64	48	48
lekverlies olie		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
slijtage banden licht verkeer		83	92	92	92	92	92	98	98	98	98	94	104	104	104	104	96	118	118	118	118	103
slijtage banden zwaar verkeer		57	65	65	65	65	65	75	75	75	75	75	85	85	85	85	85	116	116	116	116	116
tram/trolley		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie daken won. corrosie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lantaarnpalen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie daken util. corrosie lood woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie lood utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie chroom		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie rvs industrie		5342	6133	6133	6133	6010	6010	6923	6923	6923	5690	5690	7714	7714	7714	5235	5235	9295	9295	9295	4037	4037
totaal diffuse bron (incl. leidingcorrosie !!)		8818	9629	9629	9629	9506	9506	10441	10441	10441	9208	9204	11252	11252	11252	8766	8758	12892	12892	12892	7617	7602
Totaal bronnen		27661	26021	25433	25388	25924	25242	24239	23101	22914	21817	21238	25168	23419	24079	20381	20403	27315	24396	26672	17586	18755

netto belasting oppervlaktewater																						
stof		nikkel																				
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTIM	
						IX					IX					IX					IX	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	
Industrie																						
bruto		13891	10967	10598	10236	11199	10436	8024	7556	6327	7496	6538	7868	7257	6100	6701	6043	7837	6950	5824	5426	5308
direct lozend		208	88	85	82	90	83	16	15	13	15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		5783	4213	3982	3648	4208	4010	2824	2864	1873	2543	2311	2503	2764	1427	2022	1930	2493	2652	620	1612	1696
overstort		202	142	128	130	136	132	90	70	63	66	47	69	46	43	39	30	66	29	31	22	21
regenwater-afvoer		0	25	24	19	25	23	19	18	12	18	15	20	19	11	17	16	24	21	9	16	16
som netto		6194	4467	4219	3879	4458	4249	2949	2967	1962	2641	2386	2592	2829	1481	2078	1975	2583	2702	661	1650	1733
huishoudens																						
bruto		4952	5425	5206	5524	5218	5300	5774	5104	6146	5113	5496	6048	4909	6726	4913	5602	6586	4554	7956	4543	5845
direct lozend		74	43	42	44	42	42	12	10	12	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		2061	2084	1956	1969	1961	2037	2032	1935	1820	1735	1942	1924	1870	1573	1483	1789	2095	1738	847	1350	1867
overstort		72	70	63	70	63	67	65	47	62	45	39	53	31	47	28	28	56	19	42	18	23
regenwater-afvoer		0	12	12	10	12	12	14	12	12	12	13	16	13	12	13	15	20	14	13	14	18
som netto		2208	2210	2073	2093	2077	2158	2122	2004	1906	1802	2006	1993	1914	1632	1524	1831	2170	1771	903	1382	1908
diffuus																						
bruto		8818	9629	9629	9629	9506	9506	10441	10441	10441	9208	9204	11252	11252	11252	8766	8758	12892	12892	12892	7617	7602
direct lozend		132	77	77	77	76	76	21	21	21	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		3406	3482	3424	3226	3380	3446	3359	3274	2836	2898	3047	3255	3064	2455	2397	2602	3749	3356	1264	1985	2181
overstort		747	697	643	705	634	668	623	489	573	399	298	474	284	404	188	141	477	106	335	53	51
regenwater-afvoer		882	1078	1078	880	1065	1065	1659	1659	1416	1463	1463	2153	2383	1412	1857	1676	2725	3516	1705	2077	1918
som netto		5166	5335	5222	4888	5155	5254	5662	5443	4846	4778	4826	5882	5732	4271	4442	4419	6951	6978	3305	4116	4150
Totaal																						
bruto		27661	26021	25433	25388	25924	25242	24239	23101	22914	21817	21238	25168	23419	24079	20381	20403	27315	24396	26672	17586	18755
direct lozend		415	208	203	203	207	202	48	46	46	44	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		11250	9779	9361	8843	9549	9493	8215	8073	6529	7175	7300	7682	7698	5455	5901	6321	8337	7746	2732	4947	5745
overstort		1021	910	835	905	833	866	777	607	698	509	384	597	361	494	255	198	599	154	409	93	95
regenwater-afvoer		882	1115	1114	909	1101	1100	1692	1689	1440	1493	1491	2189	2415	1435	1887	1706	2768	3550	1728	2107	1951
netto		13568	12012	11514	10860	11690	11661	10732	10415	8714	9221	9217	10468	10475	7384	8044	8225	11704	11451	4868	7148	7791

resultaten per stof

stof		chrom																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-B	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-B	OPTI	
		1995	2000	2000	E	B	MIX	2005	2005	E	B	MIX	2010	2010	E	2010	MIX	2020	2020	E	2020	MIX
voedingsindustrie		787	437	437	437	430	436	100	100	100	88	99	99	99	99	72	97	95	95	95	41	93
textiel		679	514	514	514	514	514	521	521	521	119	119	538	538	538	123	123	607	607	607	138	138
leer		316	162	162	162	162	162	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	1
houtimpegneer		21	14	13	14	14	14	13	12	13	13	13	12	12	12	12	12	11	10	11	11	11
papier		102	105	105	105	105	105	104	104	104	104	104	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102
grafische		161	164	43	113	164	29	162	43	34	162	9	160	42	34	160	9	159	42	33	159	9
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basischemicaliën		2481	1226	1208	1235	1226	1226	35	34	35	35	35	35	34	36	35	35	37	35	37	37	37
kunstmeststoffen		16	14	13	15	13	13	10	10	14	10	10	9	8	11	8	8	8	7	5	7	7
verf		10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie		11	13	13	9	13	13	16	16	2	15	15	18	18	2	18	18	26	26	3	24	24
zeep		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
ov. chemische producten		19	23	23	23	23	23	27	27	27	27	27	32	32	32	32	32	44	44	44	44	44
synthetische vezels		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7
rubber		6	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	14	14	14	14	14
kunststof		31	23	23	23	23	38	0	0	0	0	44	1	1	1	1	52	1	1	1	1	73
bouwmaterialen		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
basismetaal		301	319	319	319	319	319	303	303	303	303	303	286	286	286	286	286	260	260	260	260	260
metaalproducten		2984	2271	2267	1960	2686	2271	1698	1699	1128	2177	1503	1604	1586	1066	1790	1236	1456	1406	968	1142	789
machine		522	553	553	553	553	553	525	525	525	525	525	496	496	496	496	496	450	450	450	450	450
electro		460	496	496	496	496	496	471	471	471	471	471	445	445	445	445	445	404	404	404	404	404
auto/motorrevisie		92	99	99	99	99	99	94	94	94	94	94	89	89	89	89	89	81	81	81	81	81
instrumenten		41	44	44	44	44	44	42	42	42	42	42	40	40	40	40	40	36	36	36	36	36
houtreiniging		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vatenwasserijen		13	16	16	16	16	16	19	19	19	19	19	22	22	22	22	22	30	30	30	30	30
gezondheidszorg		38	45	45	45	45	45	46	46	46	46	46	47	47	47	47	47	50	50	50	50	50
laboratoria		270	296	296	296	296	296	291	291	291	291	291	284	284	284	284	284	290	290	290	290	290
recyclingbedrijven		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
stortplaatsen		393	37	37	37	37	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsaneringen		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
afvalverwijdering		1135	1240	1155	1240	1155	1240	1206	929	1206	929	1206	1174	720	1174	720	1174	1134	340	1134	340	1134
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal industrie		10920	8161	7933	7805	8484	8039	5739	5342	5032	5525	5029	5554	4962	4875	4841	4664	5351	4386	4711	3717	4126

stof		chrom																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	
		1995	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020
ruw water drinkwater		1901	2088	1893	2148	1900	2014	2231	1602	2454	1607	2064	2374	1300	2781	1302	2106	2617	687	3440	684	2173
waterleidingcorrosie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urine/fecaliën		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-reiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-cosm/farma		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-toilet papier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten- vuurwerk		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-overig		4080	4265	4265	4265	4265	4265	4496	4496	4496	4496	4496	4713	4713	4713	4713	4713	5069	5069	5069	5069	5069
fout aansluitingen hwa (-/-)		16	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
verspreide bebouwing (-/-)		191	84	84	84	84	84	0	0	0	0	0	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
totaal huishoudelijke bronnen (excl. leidingcorrosie !!)		5774	6255	6059	6314	6066	6180	6714	6085	6937	6090	6547	6995	5922	7402	5923	6727	7594	5664	8417	5661	7150
atm depositie		437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437
slijtage wegdek		102	99	99	99	99	99	103	103	103	103	103	106	106	106	106	106	119	119	119	119	119
uitlaatgassen		33	36	36	36	36	36	38	38	38	38	38	41	41	41	36	36	46	46	46	34	34
lekverlies olie		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
slijtage banden licht verkeer		88	97	97	97	97	97	104	104	104	104	99	110	110	110	110	101	125	125	125	125	109
slijtage banden zwaar verkeer		60	69	69	69	69	69	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	123	123	123	123	123
tram/trolley		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie daken woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie lantaarnpalen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie daken utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie lood woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie lood utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corrosie chrom fiets		1300	1359	1359	1359	1326	1326	1459	1459	1459	1336	1336	1605	1605	1605	1374	1374	2013	2013	2013	1482	1482
corrosie rvs industrie		12062	13847	13847	13847	13570	13570	15632	15632	15632	12849	12849	17418	17418	17418	11821	11821	20988	20988	20988	9115	9115
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)		14084	15947	15947	15947	15637	15637	17855	17855	17855	14949	14944	19809	19809	19809	13976	13967	23853	23853	23853	11436	11420
Totaal bronnen		30777	30362	29939	30067	30188	29857	30308	29281	29824	26563	26521	32358	30692	32086	24740	25358	36797	33903	36980	20813	22696

netto belasting oppervlaktewater stof		chrom																				
variant		HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	HB	WSP	MAX-E	MAX-B	OPTI-MIX	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020	
Industrie																						
bruto		10920	8161	7933	7805	8484	8039	5739	5342	5032	5525	5029	5554	4962	4875	4841	4664	5351	4386	4711	3717	4126
direct lozend		164	65	63	62	68	64	11	11	10	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		2225	1534	1459	1362	1560	1512	989	991	729	917	870	865	925	558	715	729	833	819	246	541	645
overstort		159	106	96	99	103	101	64	50	50	48	36	49	31	34	28	23	45	18	25	15	16
regenwater-afvoer		0	18	18	14	19	18	14	13	10	13	12	14	13	9	13	12	16	13	8	11	12
som netto		2548	1724	1636	1538	1750	1696	1078	1064	800	990	928	928	969	601	756	764	894	851	278	567	674
huishoudens																						
bruto		5774	6255	6059	6314	6066	6180	6714	6085	6937	6090	6547	6995	5922	7402	5923	6727	7594	5664	8417	5661	7150
direct lozend		87	50	48	51	49	49	13	12	14	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		1177	1176	1114	1102	1116	1162	1157	1129	1005	1011	1133	1089	1104	847	875	1052	1182	1058	439	823	1118
overstort		84	81	73	80	73	78	75	57	70	53	47	62	38	52	34	33	64	24	45	23	28
regenwater-afvoer		0	14	14	12	14	14	16	14	14	14	15	18	15	13	15	17	23	17	13	17	21
som netto		1347	1321	1250	1244	1251	1304	1261	1212	1102	1091	1208	1169	1157	913	925	1102	1269	1099	497	863	1168
diffuus																						
bruto		14084	15947	15947	15947	15637	15637	17855	17855	17855	14949	14944	19809	19809	19809	13976	13967	23853	23853	23853	11436	11420
direct lozend		211	128	128	128	125	125	36	36	36	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		2663	2823	2776	2615	2722	2775	2818	2746	2379	2308	2427	2814	2652	2120	1878	2038	3406	3060	1148	1469	1613
overstort		1193	1155	1065	1168	1043	1099	1065	837	980	647	484	834	500	711	300	224	882	196	621	80	77
regenwater-afvoer		1408	1786	1786	1457	1751	1751	2803	2803	2387	2346	2346	3733	4119	2447	2906	2632	4972	6366	3086	3052	2825
som netto		5475	5891	5754	5368	5641	5750	6721	6421	5782	5331	5286	7381	7271	5278	5084	4894	9261	9622	4855	4601	4515
Totaal																						
bruto		30777	30362	29939	30067	30188	29857	30308	29281	29824	26563	26521	32358	30692	32086	24740	25358	36797	33903	36980	20813	22696
direct lozend		462	243	240	241	242	239	61	59	60	53	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		6065	5533	5349	5079	5398	5449	4963	4866	4114	4236	4430	4768	4681	3525	3468	3819	5422	4937	1833	2833	3376
overstort		1436	1342	1235	1347	1219	1278	1204	943	1100	749	566	945	569	797	362	281	992	238	691	118	121
regenwater-afvoer		1408	1818	1817	1483	1784	1783	2832	2829	2410	2374	2373	3765	4147	2469	2934	2662	5011	6396	3107	3080	2859
netto		9370	8936	8641	8150	8643	8749	9060	8697	7684	7412	7422	9478	9397	6792	6764	6761	11424	11572	5630	6031	6357

resultaten per stof

stof	arseen																						
	alle emissies in kg		variant	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020
voedingsindustrie		158	88	88	88	87	88	20	20	20	18	20	20	20	20	15	20	19	19	19	10	19	
textiel		18	14	14	14	14	14	14	14	14	3	3	14	14	14	3	3	16	16	16	4	4	
leer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
houtimpegneur		8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	
papier		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
grafische		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
basischemicaliën		247	122	120	123	122	122	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
kunstmeststoffen		4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	
verf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
farmacie		3	4	4	2	4	4	4	4	1	4	4	5	5	1	5	5	7	7	1	7	7	
zeep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ov. chemische producten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
synthetische vezels		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
rubber		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kunststof		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
bouwmaterialenindustrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
basismetaleen		26	28	28	28	28	28	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	23	23	23	23	23	
metaalproducten		9	7	7	6	8	7	5	5	3	7	5	5	5	3	5	4	4	4	3	3	2	
machine		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
electro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
auto/motorrevisie		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
instrumenten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
houtreiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
vatenwasserij		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
intramurale gezondheidszorg		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
laboratoria		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
recyclingbedrijven		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
stortplaatsen		220	28	28	28	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
bodemsanering		12	12	12	12	8	8	12	12	12	4	4	12	12	12	0	0	11	11	11	0	0	
afvalverwijdering		206	225	210	225	210	225	219	169	219	169	219	213	131	213	131	213	206	62	206	62	206	
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
totaal industrie		918	544	527	543	525	540	320	269	315	250	300	312	229	307	203	288	305	160	297	127	279	

stof		arseen																				
alle emissies in kg		variant																				
bron	jaar	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	
		1995	2000	E	B	MIX	2000	2005	E	B	MIX	2005	2010	2010	E	B	MIX	2010	2020	E	B	MIX
ruw water drinkwater		640	703	642	723	645	678	751	556	826	558	695	799	467	936	468	709	881	285	1158	284	732
drinkwaterleidingcorrosie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urine/fecaliën		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-reiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-cosm/farma		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-toilet papier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-vuurwerk		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-overig		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fout aansluitingen op hwa (-/-)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
verspreide bebouwing (-/-)		20	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
totaal huishoudelijke bronnen (excl. leidingcorrosie !!)		618	692	632	713	634	667	749	555	825	557	693	789	457	926	458	699	871	275	1148	274	722
atmosferische depositie		449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449
verkeer-slijtage wegdek		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-uitlaatgassen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-lekverlies olie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden licht verkeer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-tram/trolley		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lantaampalen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood woning		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie chroom fiets		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie rvs industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)		449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449
Totaal bronnen		1985	1685	1607	1705	1608	1656	1518	1273	1589	1256	1443	1551	1136	1682	1110	1437	1625	885	1894	850	1450

netto belasting oppervlaktewater																						
stof		arsen																				
variant		HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	
				E	B	MIX			E	B	MIX			E	B	MIX			E	B	MIX	
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2020
Industrie																						
bruto		918	544	527	543	525	540	320	269	315	250	300	312	229	307	203	288	305	160	297	127	279
direct lozend		14	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		419	229	217	212	216	227	123	112	102	93	116	109	96	79	67	101	106	67	35	41	98
overstort		13	7	6	7	6	7	4	2	3	2	2	3	1	2	1	1	3	1	2	1	1
regenwater-afvoer		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
som netto		446	241	229	224	228	240	128	115	107	96	120	112	98	81	69	103	110	68	37	42	100
huishoudens																						
bruto		618	692	632	713	634	667	749	555	825	557	693	789	457	926	458	699	871	275	1148	274	722
direct lozend		9	6	5	6	5	5	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		282	291	260	278	261	281	289	230	267	207	268	275	191	237	151	245	304	115	134	89	253
overstort		9	9	8	9	8	8	8	5	8	5	5	7	3	7	3	3	7	1	6	1	3
regenwater-afvoer		0	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2
som netto		300	307	274	294	275	296	301	238	279	214	276	284	195	246	155	250	314	117	142	91	258
diffuus																						
bruto		449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449
direct lozend		7	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		190	178	175	165	175	178	165	161	139	161	169	151	145	112	146	155	152	145	51	145	156
overstort		38	33	30	33	30	32	27	21	25	19	15	19	11	16	10	7	17	4	12	3	3
regenwater-afvoer		45	50	50	41	50	50	54	54	43	54	54	60	60	39	60	60	69	70	33	70	70
som netto		280	264	259	242	259	264	246	236	208	235	239	230	217	167	216	222	237	219	96	218	229
Totaal																						
bruto		1985	1685	1607	1705	1608	1656	1518	1273	1589	1256	1443	1551	1136	1682	1110	1437	1625	885	1894	850	1450
direct lozend		30	13	13	14	13	13	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rwzi-effluent		891	698	652	655	652	686	577	503	509	461	554	535	432	428	365	501	562	327	220	276	507
overstort		60	49	44	49	44	47	39	29	36	27	22	29	16	25	13	12	27	6	19	5	7
regenwater-afvoer		45	53	53	43	53	53	56	56	46	56	56	63	62	41	62	62	72	71	35	71	73
netto		1026	813	761	761	762	800	675	590	594	546	635	626	510	493	440	575	661	404	275	352	586

resultaten per stof

stof	PAK																						
	alle emissies in kg		variant	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX	HB	WSP	MAX- E	MAX- B	OPTI MIX
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020	2020	2020
voedingsindustrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
textiel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
leer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtimpegneur		4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
papier		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grafische		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tandarts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basischemicaliën		379	186	186	186	186	186	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
kunstmeststoffen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verfspuiterijen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
farmacie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ov. chemische producten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
synthetische vezels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rubber		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kunststof		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmaterialenindustrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
basismetaal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metaalproducten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
machine		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
electro		15	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13
auto/motorrevisie		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
instrumenten		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
houtreiniging		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vatenwasserijen		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7
intramurale gezondheidszorg		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
laboratoria		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
recyclingbedrijven		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stortplaatsen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bodemsaneringen/stortplaats		108	110	110	110	92	92	107	107	107	73	73	105	105	105	55	55	55	101	101	101	53	53
afvalverwijdering		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
overige industrie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal industrie		511	321	321	321	304	304	144	144	144	110	110	141	141	141	92	92	139	139	139	91	91	

stof		PAK																					
alle emissies in kg																							
bron	jaar	variant	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	HB	WSP	MAX-	MAX-	OPTI	
			1995	2000	E	B	MIX	2000	2005	E	B	MIX	2005	2010	E	B	MIX	2010	2020	E	B	MIX	2020
ruw water drinkwater			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
drinkwaterleidingcorrosie			27	29	27	29	27	30	25	30	25	25	31	23	31	24	23	33	19	33	20	19	
urine/fecaliën			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-reiniging			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-cosm/farma			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
consumentproducten-toilet papier			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-vuurwerk			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumentproducten-overig			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
foutaansluitingen op hwa (-/-)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verspreide bebouwing (-/-)			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal huishoudelijke bronnen (excl. leidingcorrosie !!)			2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
atmosferische depositie			1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451
verkeer-slijtage wegdek			1300	1274	1274	1274	1274	1313	1313	1313	880	880	1352	1352	1352	460	460	1521	1521	1521	15	15	
verkeer-uitlaatgassen			1430	1573	1573	1573	1573	1680	1680	1680	1680	1680	1788	1788	1788	1564	1564	2016	2016	2016	1512	1512	
verkeer-lekverlies olie			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden licht verkeer			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-slijtage banden zwaar verkeer			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer-tram/trolley			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken woning			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lantaampalen			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie daken utiliteitsbouw			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood woning			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie lood utiliteitsbouw			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie chroom fiets			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bouwmat-corrosie rvs industrie			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal diffuse bronnen (incl. leidingcorrosie !!)			4208	4327	4325	4327	4325	4474	4469	4474	4036	4036	4621	4613	4621	3498	3498	5021	5007	5021	2999	2997	
Totaal bronnen			4721	4651	4649	4651	4632	4632	4622	4617	4622	4150	4150	4766	4758	4766	3593	3593	5163	5149	5163	3093	3091

netto belasting oppervlaktewater stof																										
variant		PAK																								
		HB					WSP					MAX-E					MAX-B					OPTIM IX				
bron	jaar	1995	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2010	2010	2010	2010	2010	2020	2020	2020				
Industrie																										
bruto		511	321	321	321	304	304	144	144	144	110	110	141	141	141	92	92	139	139	139	91	91				
direct lozend		8	3	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
rwzi-effluent		50	29	28	27	27	27	12	13	10	9	9	10	13	8	6	7	10	12	3	6	7				
overstort		7	4	4	4	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0				
regenwater-afvoer		0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
som netto		65	36	35	34	33	34	14	15	12	10	10	12	14	9	7	8	12	13	4	7	7				
huishoudens																										
bruto		2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
direct lozend		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
rwzi-effluent		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
overstort		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
regenwater-afvoer		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
som netto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
diffuus																										
bruto		4208	4327	4325	4327	4325	4325	4474	4469	4474	4036	4036	4621	4613	4621	3498	3498	5021	5007	5021	2999	2997				
direct lozend		63	35	35	35	35	35	9	9	9	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
rwzi-effluent		379	365	359	338	359	366	336	327	283	296	312	312	293	235	223	242	341	304	115	182	201				
overstort		354	312	287	315	287	302	265	208	244	174	130	194	116	165	75	56	185	41	130	21	20				
regenwater-afvoer		418	481	481	393	481	481	706	706	603	637	637	879	972	576	736	665	1055	1359	660	813	752				
som netto		1215	1192	1162	1081	1162	1184	1316	1250	1140	1116	1087	1384	1381	976	1034	963	1580	1704	905	1016	972				
Totaal																										
bruto		4721	4651	4649	4651	4632	4632	4622	4617	4622	4150	4150	4766	4758	4766	3593	3593	5163	5149	5163	3093	3091				
direct lozend		71	37	37	37	37	37	9	9	9	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
rwzi-effluent		429	394	387	365	385	393	348	340	294	305	321	323	306	243	230	249	351	317	118	189	208				
overstort		362	316	291	319	291	306	267	210	246	175	131	195	117	166	75	56	186	42	131	21	20				
regenwater-afvoer		418	482	482	393	482	482	707	707	603	638	638	879	972	577	737	665	1055	1360	660	813	752				
netto		1280	1229	1198	1115	1195	1218	1331	1266	1152	1126	1098	1396	1395	985	1042	971	1592	1718	909	1023	980				

