



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

# Stappenplan voor inschatten waterkwaliteitsverbetering Maas

RIZA rapport 2003.036



# Stappenplan voor inschatten waterkwaliteits- verbetering Maas

**Emissie-immissieanalyse voor probleemstoffen in  
het Maasstroomgebied en globale scenariostudies  
voor emissiereductie**

**Dordrecht, 16 december 2003**

**RIZA rapport 2003.036**

**ISBN 90 3695 655 2**

**Auteurs: Astrid Driesprong en Sacha de Rijk**

---

# Inhoudsopgave

---

## Voorwoord 5

## Samenvatting 7

### 1. Inleiding 9

### 2. Aanpak 11

### 3. Resultaten 15

3.1 Stap 1 Begrenzen watersysteem 15

3.2 Stap 2 Vaststellen van het waterkwaliteitsprobleem 17

3.3 Stap 3 Inventariseren emissies en eerste vergelijking met immissies 18

3.3.1. Stoffenbalans Maas 18

3.3.2. Vergelijking emissie-immissie in de deelstroomgebieden 22

3.4 Stap 4: Inschatten effect van waterkwaliteitsprocessen 30

3.4.1. Processen in de Maas 30

3.4.2. Processen in deelstroomgebieden 32

3.5 Stap 5 Toepassen verontreinigingsbalans 33

3.6 Stap 6 Verfijnen in ruimte en tijd 35

3.6.1. Verfijning in tijd 35

3.6.2. Verfijning in ruimte 36

### 4. Conclusies 39

4.1 Conclusies 39

4.1.1. Waterkwaliteit en bronnen van belasting 39

4.1.2. Beschikbaarheid van gegevens 40

4.1.3. Bruikbaarheid stappenplan voor Kaderrichtlijn Water 40

4.2 Aanbevelingen 41

4.2.1. Waterkwaliteit en bronnen van belasting 41

4.2.2. Beschikbaarheid van gegevens 41

4.2.3. Bruikbaarheid stappenplan voor Kaderrichtlijn Water 42

## Literatuur 43

- 
- Bijlage 1: Overzicht indeling deelstroomgebieden 45**
- Bijlage 2: Overzicht probleemstoffen waterbeheerders 47**
- Bijlage 3: Vergelijking probleemstoffen Eijsden en Keizersveer 49**
- Bijlage 4: Waterbalans 57**
- Bijlage 5: Overzicht puntlozingen in stroomgebied van de Maas 59**
- Bijlage 6: Inschatting vracht zijwateren voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA 61**
- Bijlage 7: Bronnen die zijn opgenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie 63**
- Bijlage 8: Berekening processen (sedimentatie totaal-P, koper, zink, cadmium, nikkel, fluorantheen, fenantreen) 65**
- Bijlage 9: Totaal emissiecijfers per deelstroomgebied en per Maastraject 67**
- Bijlage 10: Emissiecijfers per bron 70**

---

## Voorwoord

---

Dit rapport beschrijft de toepassing van een stappenplan op het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Maas om inzicht te krijgen in effecten van emissie(reductie) op de waterkwaliteit van de Maas en haar deelstroomgebieden.

Het project is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat directie Limburg, met hulp van een begeleidingsgroep bestaande uit vertegenwoordigers van regionale waterbeheerders (Zuiveringschap Limburg, (mede namens de waterschappen Roer en Overmaas en Peel en Maasvallei), Waterschap De Dommel, De Maaskant en De Aa), de provinciale grondwaterbeheerders (provincies Limburg en Brabant) en Rijkswaterstaat (directies Limburg en Brabant).

De samenstelling van de begeleidingsgroep was als volgt:

- Dhr. H. Leushuis en mevr. M. van den Burg, RWS directie Limburg, Afdeling Integraal Waterbeleid (ANW).
- Mevr. A. Driesprong (projectleider) RIZA, Afdeling Watersystemen, Transport van water, stoffen en slib (WST).
- Mevr. S. de Rijk en dhr. J. van den Roovaart, RIZA, Afdeling Emissies Nationale Beleidsvoorbereiding (EMN).
- Mevr. V. Moonen, Waterschap Peel en Maasvallei (voorheen Zuiveringschap Limburg), Afdeling Waterkwaliteitsbeheer.
- Dhr. G. van Mill, Waterschap De Maaskant, Afdeling Waterhuishouding.
- Dhr. O. van Zanten, Waterschap De Dommel, Afdeling Advies waterbeheer.
- Dhr. E. Matla, Waterschap De Aa, Afdeling Plan en Advies.
- Mevr. K. Zwaga, Provincie Noord-Brabant, Afdeling Water.
- Dhr. T. Kerkhof, RWS directie Noord-Brabant, Afdeling Water (AIA).
- Dhr. H. van der Meulen (agendalid), RWS directie Zuid-Holland, Afdeling Watersysteemkennis (APS).
- Dhr. F. Leus, RIZA (agendalid), RIZA, Afdeling Watersystemen Landelijke Zaken (WSL).
- Dhr. H. van Huet (agendalid), Provincie Limburg, Afdeling Landelijke Leefomgeving.
- Dhr. F. van den Brink (agendalid), Afdeling Milieu- en Waterbeleid.

Met het project is inzicht verkregen in de relatieve bijdrage van diverse bronnen aan de waterkwaliteit, de betrouwbaarheid van de geschatte vrachten en de behoefte aan aanvullende informatie. Ook is globaal ingeschat hoe de waterkwaliteit van de Maas zal veranderen als resp. de kwaliteit bij Eijsden en van de zijwateren verbetert.

---

Behalve de inhoudelijke resultaten van het project, is vooral ook de toegepaste methodiek in de toekomst voor zowel de regionale als de rijkswaterbeheerders bruikbaar voor het uitvoeren van emissie-immis-sieanalyses. Daarnaast vormt dit rapport een bouwsteen voor de nog in 2004 op te leveren producten in het kader van de rapportage voor de Kaderrichtlijn Water.

---

## Samenvatting

---

Onder meer vanwege de Europese Kaderrichtlijn Water wordt van waterbeherend Nederland verwacht dat het gevoerde emissiebeleid en de verwachte waterkwaliteitsverbetering op een verantwoorde manier worden onderbouwd en gerapporteerd. Voor deze onderbouwing kan gebruik worden gemaakt van het zogenaamde 'Stappenplan', een denkmodel dat is ontwikkeld op basis van jarenlange ervaring met onderzoeken die een koppeling leggen tussen emissies en waterkwaliteit. Het doel van dit project is tweeledig:

1. het toepassen van het denkmodel op het stroomgebied Maas;
2. het leggen van relaties tussen emissies en waterkwaliteit om globaal te kunnen voorspellen hoe de waterkwaliteit van de Maas zal veranderen bij verschillende scenario's van emissiereductie.

Het stappenplan begint met analyses op basis van een beperkt aantal gegevens. Door steeds meer informatie hierbij te betrekken kan een steeds genuanceerder beeld worden verkregen van de verhouding tussen emissies en waterkwaliteit. Eerst wordt de waterkwaliteit onderzocht. Vervolgens worden emissiebronnen geïnventariseerd van geselecteerde probleemstoffen en worden verhoudingen tussen stoffstromen bepaald. De emissies worden vergeleken met waterkwaliteitsmetingen in het (deel)stroomgebied van de Maas. Hierbij wordt ook rekening gehouden met waterkwaliteitsprocessen zorgen voor het 'verdwijnen' van stoffen. Uiteindelijk kan aan de hand van stoffenbalansen een grove inschatting worden gemaakt van effecten van emissie(reductie) op de waterkwaliteit van de Maas.

Het blijkt dat van de geselecteerde probleemstoffen vooral totaal-N, totaal-P, koper en zink het MTR fors overschrijden. Uit de stoffenbalansen, die voor deze stoffen zijn opgesteld, blijkt dat het buitenlandse aandeel van de belasting (Eijsden plus het buitenlandse deel van de zijwateren) zo'n 80 tot 90% bedraagt. De scenarioberekeningen laten zien dat als het water bij de grens van MTR kwaliteit is, de norm bij Keizersveer voor totaal-N, totaal-P en koper niet wordt gehaald, maar voor zink wel. Het zijn dus vooral de zijwateren die de waterkwaliteit van de Maas aanzienlijk beïnvloeden. Bij het scenario dat zowel Eijsden als de zijwateren aan het MTR voldoen worden de normen bij Keizersveer gehaald.

Voor cadmium, nikkel en fenantreen is de MTR overschrijding gering, evenals de overschrijding van de drinkwaternorm door glyfosaat, met uitzondering van het omzettingsproduct AMPA, dat wel voor forse overschrijdingen van de drinkwaternorm zorgt.

---

Hoewel de emissieschattingen uit Emissieregistratie (nog) niet volledig zijn, is het stappenplan goed te doorlopen voor nutriënten en zware metalen. Wel is nauwkeuriger inzicht in de (relatieve) grootte van emissiebronnen nodig, omdat belangrijke emissiebronnen, zoals uitspoeling van zware metalen, ontbreken.

Voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om emissie-immisatie relaties op te stellen. Aanbevolen wordt om deze kennislücken op te vullen. Ook wordt aanbevolen om de opgestelde jaarbalansen te verfijnen in balansen voor hoog- en laagwaterperioden, aangezien de Maas een rivier is met een grote mate van variatie. Hiervoor moet wel meer worden gemeten, zoals verblijftijden in deelstroomgebieden in perioden van grote afvoer, zwevend stof metingen etc.

Wat betreft emissiebeleid wordt aanbevolen om voor relatief belangrijke zijwateren van de Maas, zoals de Dommel en Geul, een emissiebeheersplan op te stellen en uit te voeren. Daarnaast is het van belang, gezien de grote bijdrage vanuit het buitenland, om internationale afspraken te maken over emissiereductie van met name nutriënten, koper en zink.

De uitkomsten van deze studie zijn bruikbaar voor de Kaderrichtlijn Water-rapportage van 2004. De methodiek is in dit project vooral toegepast op het detailniveau van de Maas, maar is ook goed bruikbaar voor deelstroomgebieden, bijvoorbeeld voor het opstellen van emissiebeheersplannen.



---

# 1. Inleiding

---

## **Stappenplan: methodiek en nut**

Tegenwoordig wordt van waterbeheerders verwacht dat zij o.a. hun waterkwaliteitsbeleid kunnen verantwoorden en dat wordt gerapporteerd over de inspanningen, die noodzakelijk zijn om de gestelde doelen te halen (denk bijvoorbeeld aan de rapportageverplichting vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water, zie kader). Voor de verantwoording van het gevoerde beleid is het van belang om te weten of er voldoende informatie beschikbaar is voor het inschatten van effecten van maatregelen op de waterkwaliteit.

### **Europese Kaderrichtlijn Water**

De Europese Kaderrichtlijn Water is op 22 december 2000 gepubliceerd en daarmee officieel in werking getreden. Voor de Maas en de andere grote stroomgebieden dient een stroomgebiedbeheerplan te worden opgesteld.

Voor 2004 gelden de volgende rapportageverplichtingen:

1. een gebiedsbeschrijving en voorlopige statusaanduiding van waterlichamen met daarin de onderbouwde typering, begrenzing en doelstellingen c.q. referenties;
2. een analyse van de effecten van menselijke belasting op het water met overzichten van emissies en hydromorfologische ingrepen;
3. een register van beschermde gebieden;
4. een economische analyse met een uitwerking van het kostenterugwinprincipe.

Op termijn (2009) dient een compleet stroomgebiedbeheerplan te worden gemaakt, met daarin onder meer een samenvatting van het maatregelenprogramma, inclusief de wijze waarop de milieudoelstellingen zullen worden bereikt.

RWS, directie Limburg stelt in het Emissiebeheersplan 2002-2006 (RWS, directie Limburg, 2002) dat er behoefte is aan een betrouwbare stoffenbalans voor het Nederlandse deel van de Maas. De directe emissies van puntbronnen op dit deel van de Maas zijn veelal bekend, maar de emissies via de zijwateren – die een groot aandeel kunnen leveren aan de belasting – zijn nog onvoldoende gekwantificeerd. Daarom is begin 2002 door RWS, directie Limburg aan het RIZA de opdracht gegeven tot het project Stappenplan Maas. Een essentieel aspect in de aanpak van dit project is dat er gebruikgemaakt wordt van de gegevens van alle beheerders en dat het resultaat van de emissie-immissiebenadering regelmatig inhoudelijk wordt teruggekoppeld met de verschillende waterbeheerders.

---

Al eerder heeft het RIZA de 'Voorstudie SOBEK-waterkwaliteitsmodel Maas' uitgevoerd waarin het nut en de noodzaak van een waterkwaliteitsmodel voor de Maas werd onderzocht (RIZA, 2002a). Hier is het idee voor een stapsgewijze aanpak ontstaan. Het stappenplan begint met analyses op basis van een beperkt aantal gegevens en kan via een aantal stappen uiteindelijk aangeven of het nuttig is een waterkwaliteitsmodel in te zetten. Daarbij is van belang om dat niveau te kiezen waarbij voldoende informatie beschikbaar komt voor het inschatten van effecten van maatregelen. Uit de voorstudie kwam naar voren dat een waterkwaliteitsmodel toegevoegde waarde zou kunnen hebben voor eutrofiërende stoffen en zware metalen. Voordat het model zinnig kan worden toegepast dienen echter wel de emissieschattingen op de regionale wateren te worden verbeterd.

Het doel van dit project is tweeledig:

1. het toepassen van het stappenplan op het stroomgebied van de Maas;
2. het leggen van een relatie tussen emissie (belasting) en immissie (waterkwaliteit) voor de geselecteerde probleemstoffen.

Na uitvoering van het stappenplan is er inzicht in de relatieve bijdrage van diverse bronnen, de betrouwbaarheid van de geschatte vrachten en de behoefte aan aanvullende informatie. Ook kan al globaal worden voorspeld hoe de waterkwaliteit van de Maas zal veranderen bij verschillende scenario's van emissiereductie. Belangrijke vraag zal steeds zijn of er voldoende informatie beschikbaar is om het (emissie)beleid op te baseren.

---

## 2. Aanpak

---

Voor goed emissiebeleid is het nodig om inzicht te hebben in de grootte van emissies (belasting) en het effect van de emissies op de waterkwaliteit (immissie). Kern van dit project is dat stapsgewijs deze emissie-immissierelatie wordt onderzocht. Het stappenplan gaat van eenvoudig naar complex, waarbij in steeds meer detail in ruimte en tijd de emissie-immissieanalyse wordt uitgevoerd. Iedere stap levert meer detail op, maar vergt ook meer gegevens; per stap wordt besloten om al dan niet verder te gaan. Dit kan zijn omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om de volgende stap te nemen of omdat er reeds voldoende inzicht is in de bijdrage van verschillende bronnen om maatregelen te onderbouwen en effecten van maatregelen in te schatten.

Het stappenplan is opgezet door het RIZA vanuit de behoefte aan een eenduidige methode waarmee de emissie-immissierelatie op een gestructureerde wijze kan worden aangepakt. Hierbij worden de volgende stappen onderscheiden:

- Stap 1. Begrenzen watersysteem.
- Stap 2. Vaststellen van het waterkwaliteitsprobleem.
- Stap 3. Inventariseren emissies en eerste vergelijking met immissies.
- Stap 4. Inschatten effect van waterkwaliteitsprocessen.
- Stap 5. Toepassen verontreinigingsbalans.
- Stap 6. Verfijnen in ruimte en tijd.

In stap 1 wordt het studiegebied afgebakend en ingedeeld in deelstroomgebieden. Dit laatste is nodig om verbanden te kunnen leggen tussen verschillende onderdelen van het stroomgebied Maas.

Stap 2 bestaat uit onderzoek naar de waterkwaliteit. Er worden probleemstoffen geselecteerd op basis van overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) in zowel rijks- als regionaal water. Vervolgens wordt per probleemstof nagegaan wat de mate is van overschrijding en wanneer en waar dit voorkomt. Al deze aspecten geven een indicatie van de omvang in tijd, ruimte en mate van het waterkwaliteitsprobleem met een bepaalde stof. Dit inzicht is van belang bij de beoordeling van het al of niet nemen van vervolgstappen.

Om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van waterkwaliteitsproblemen is een emissie-inventarisatie van belang. In stap 3 worden de emissievrachten bepaald en vergeleken met de immissievrachten (een immissievracht wordt bepaald aan de hand van de gemeten waterkwaliteit en het debiet).

---

Eerst is voor de Maas (de rivier, niet het gehele stroomgebied) globaal nagegaan hoe de stofvrachten zich tot elkaar verhouden. Dit is tevens een controle of de orde van grootte van emissie- en immissieschattingen goed is. Vervolgens zijn de totale emissies van de deelstroomgebieden vergeleken met de immissies (die zijn berekend aan de hand van de concentraties aan het eind van een deelstroomgebied maal het debiet). De belangrijkste vraag aan het einde van deze stap is in hoeverre de emissiegegevens en de immissiegegevens overeenkomen. In het geval de gegevens uit de immissie-inventarisatie in globale termen verklaard kunnen worden met de gegevens uit de emissie-inventarisatie (met een eerste inschatting van processen) dan heeft het zin om door te gaan met stap 4. Indien echter duidelijk is dat de gegevens niet in voldoende mate overeenkomen, dan zijn er twee opties:

- Op basis van de beschikbare gegevens toch een uitspraak doen over de relatie emissie-immissie, maar dan een zeer grote onzekerheid accepteren;
- verzamelen van additionele informatie om deze onzekerheid tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

Stap 4 bestaat uit het inschatten van de effecten van waterkwaliteitsprocessen.

In het watersysteem kunnen waterkwaliteitsprocessen een rol spelen, waardoor een deel van de verontreinigingen uit het watersysteem wordt verwijderd. Er kan dan ook een verschil in waterkwaliteit zijn tussen het bovenstroomse en het benedenstroomse deel van het watersysteem. Dit kan zelfs leiden tot de situatie waarin het waterkwaliteitseffect van bovenstroomse lozingen in het benedenstroomse deel al zodanig is gereduceerd, dat maatregelen bij deze lozingen veel minder effect zullen hebben op het benedenstroomse deel dan op het bovenstroomse deel van het watersysteem. Op basis van de karakteristieken van het watersysteem (stroomsnelheid, verblijftijd, oppervlak) worden de effecten van processen op verontreinigingen geschat.

Na het opstellen van de verontreinigingsbalans (stap 5) is er inzicht in de belangrijkste bronnen, de relevantie van processen en de hardheid van conclusies. Bij wateren met veel variatie in de grootte van de afvoer en waar veel zijwateren op uitkomen is het van belang om na te gaan of verfijning van de jaarbalansen andere uitkomsten geeft (stap 6).

Waar mogelijk is voor de uitvoering van het stappenplan aangesloten bij eerder uitgevoerde onderzoeken. Zowel voor het gebied van de provincie Noord-Brabant als voor Limburg heeft Witteveen en Bos emissie-analyses opgesteld (Witteveen en Bos, 2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2003).

Voor het beoordelen van de waterkwaliteit en het berekenen van jaarvrachten zijn gegevens van waterbeheerders gebruikt uit de jaren 1997 t/m 2001, mede omdat dezelfde jaren zijn onderzocht door Witteveen en Bos.

---

Wat betreft emissies is gebruikgemaakt van gegevens van de jaren 1999 en 2000 uit het Datawarehouse Emissieregistratie, omdat deze het meest actueel zijn en beschikbaar op het niveau van afwateringseenheden. De gegevens van de andere jaren (1990, 1995 en 1998) zijn uitsluitend beschikbaar op het niveau van provincie en beheersgebied, en dat is te grof voor deze studie.

---

---

---

## 3. Resultaten

---

### 3.1 Stap 1 Begrenzen watersysteem

Het beschouwde watersysteem omvat het Nederlandse deel van het Maasstroomgebied tussen Eijsden en Keizersveer, inclusief de zijwateren van de Maas. Dit houdt in dat de randen van het watersysteem liggen bij:

- Eijsden (IN), hier komt de Maas Nederland binnen.
- Grensovergangen van zijwateren (IN), dat zijn die punten waar de zijwateren vanuit België en Duitsland de grens passeren.
- Afgedamde Maas (UIT).
- Maas-Waalkanaal (IN en UIT).
- Keizersveer (UIT), dit is het laatste hoofdmeetpunt van de Maas.

De afstroming van het Gelderse gebied ten noorden van de Maas is niet meegenomen in de studie omdat de bijdrage aan emissies relatief gering is (uitkomst bespreking in begeleidingsgroep).

Binnen het Maasstroomgebied bevinden zich veel kanalen. Deze Limburgse en Brabantse kanalen worden gevoed door het neerslagoverschot in het stroomgebied en de aanvoer vanuit de Maas. In droge perioden overheerst de aanvoer van Maaswater en dient die aanvoer niet alleen voor het op peil houden van de kanalen maar ook voor de watervoorziening in bepaalde landbouwgebieden in Noord-Brabant.

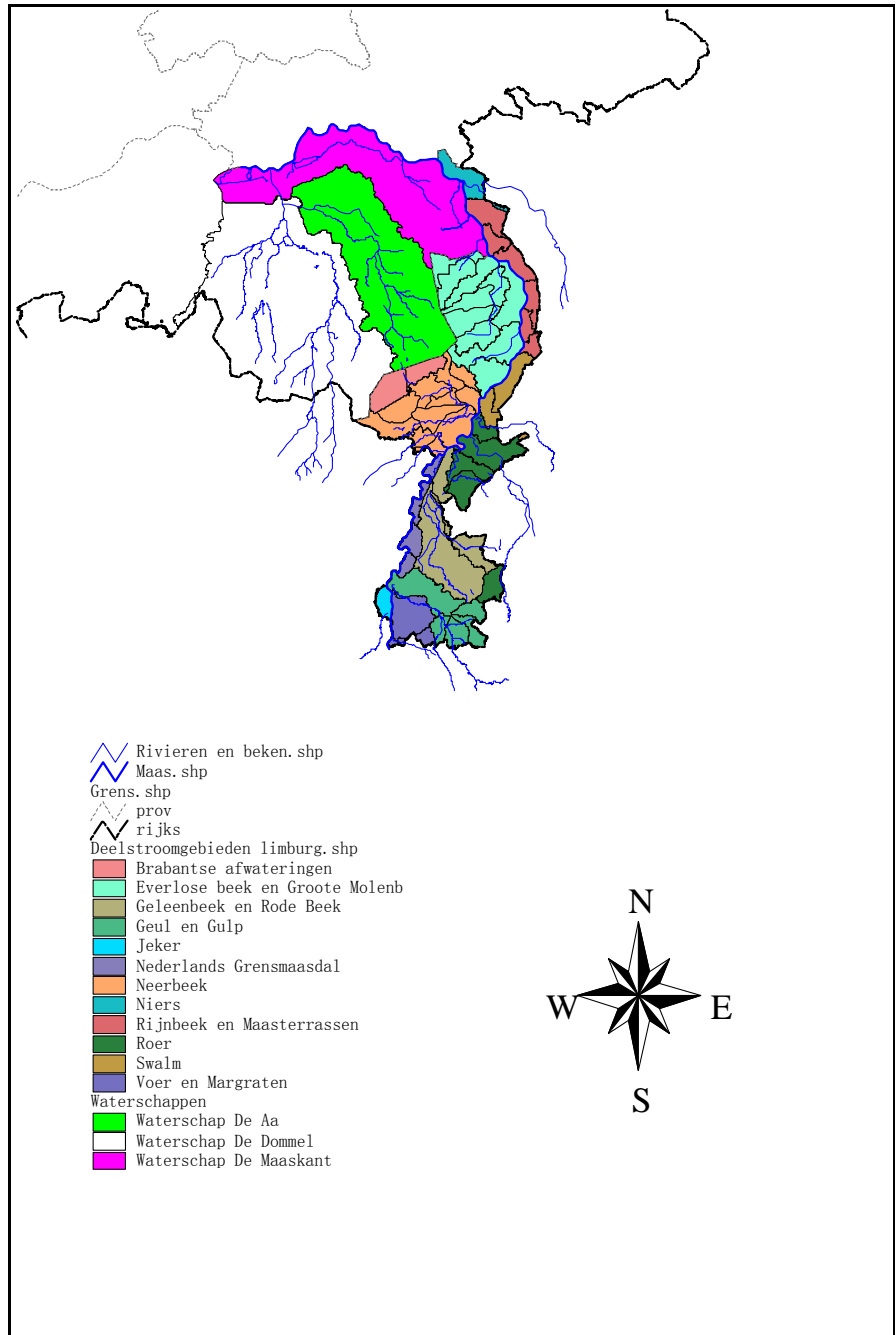
Het studiegebied wordt ingedeeld in deelstroomgebieden om verbanden te kunnen leggen tussen emissies in het achterliggend gebied en vrachten die uitkomen op de Maas. Bij de indeling is, naast de gegevens van de regionale waterbeheerders, ook gebruikgemaakt van de Blauwe Knooppuntenindeling van Arcadis, die is opgesteld in opdracht van RWS, directie Limburg (Arcadis, 1999).

Vanuit praktisch oogpunt is het aantal deelstroomgebieden enigszins beperkt. Deelstroomgebieden met een zeer geringe omvang (en met een laag afvoerdebiet) zijn samengevoegd met gebieden van grotere omvang. Voorwaarde voor samenvoegen is dat de gebieden qua grondgebruik vergelijkbaar zijn en hydrologisch op elkaar aansluiten (grondwatersituatie, zelfde kant van de Maas). De Maas zelf is door Rijkswaterstaat ingedeeld in een aantal trajecten. Gebieden die uitkomen op verschillende trajecten van de Maas zijn niet samengevoegd. Voor Noord-Brabant zijn vanuit praktische overwegingen (aanleveren van gegevens en controleren van resultaten) de grenzen van de beheersgebieden van de waterschappen aangehouden als deelstroomgebieden. Zie figuur 3.1 voor een overzicht van deelstroomgebieden en bijlage 1 voor de indeling en samenvoeging van deelstroomgebieden.

Resultaat van stap 1 is een begrenzing van het studiegebied en een indeling in deelstroomgebieden (zie figuur 3.1).

**Figuur 3.1**

Overzicht ligging deelstroomgebieden.





---

## 3.2 Stap 2 Vaststellen van het waterkwaliteitsprobleem

In de begeleidingsgroep van dit onderzoek is besloten als selectiecriteria voor de te beschouwen stoffen te kijken welke stoffen zowel in rijks- als in regionaal water een probleem vormen (het MTR overschrijden). Hieruit kwamen naar voren:

- totaal-N, totaal-P, koper en zink wat betreft overschrijding van het MTR;
- totaal en cadmium en nikkel wat betreft overschrijding van het MTR-sediment.

Daarnaast zijn door een aantal waterbeheerders nog aanvullend voor selectie genoemd:

PAK's (fluorantheen, antracene, benzo(a)antracene en fenantreen) en de bestrijdingsmiddelen diuron en glyfosaat.

Van de PAK's zullen alleen fluorantheen en fenantreen worden beschouwd, aangezien ze sterk verschillen qua molecuulgewicht (fluorantheen is licht en fenantreen iets zwaarder) en dus ook stoffeigenschappen (vluchtigheid, binding en afbraak).

Aanvankelijk waren er geen bestrijdingsmiddelen geselecteerd, omdat er te weinig gegevens beschikbaar zouden zijn om het stappenplan door te lopen. In tweede instantie is juist besloten om wel een bestrijdingsmiddel te kiezen om na te gaan hoever kan worden gekomen bij uitvoering van de stappen en waar dus de kennisleemten zitten. Diuron is niet geselecteerd omdat de toepassing van dit onkruidbestrijdingsmiddel enkele jaren geleden in Nederland al is verboden. Het berekenen van emissiereducties is hierdoor niet zinvol.

De keuze is gevallen op glyfosaat, omdat deze stof als probleemstof naar voren komt uit de in 2000 uitgevoerde brede screening van de Brabantse waterschappen. Omdat glyfosaat zeer snel wordt omgezet in AMPA wordt deze stof eveneens toegevoegd.

In bijlage 2 zijn de probleemstoffen van de diverse waterbeheerders samengevat. In de bijlage is tevens aangegeven hoe de stoffen per waterbeheerder zijn geselecteerd. Oorspronkelijk was afgesproken om chloride te selecteren om hiermee de waterbalans te controleren. Omdat de chloridegehalten in de deelstroomgebieden vrijwel hetzelfde waren had dit geen meerwaarde boven het vergelijken van debieten (zie ook bijlage 4 voor de controle van de waterbalans).

In bijlage 3 is voor de probleemstoffen de concentratie bij Eijsden vergeleken met die van Keizersveer. Over het algemeen zijn de gehalten zwevend stof en verontreinigingen bij Eijsden hoger en meer variabel dan bij Keizersveer. Bij Eijsden zijn forse normoverschrijdingen geconstateerd voor totaal-N, totaal-P, koper en zink. Bij Keizersveer is het totaal-N-gehalte niet gedaald, dat van totaal-P wel, al wordt nog niet aan het MTR voldaan. De totaalgehalten van koper en zink zijn bij Keizersveer onveranderd hoog (normoverschrijdend), al is het gehalte koper en zink aan zwevend stof gedaald sinds 1999.

---

Opvallend is dat de concentraties van totaal-N, zink, nikkel, fluorantheen en fenantreen bij Keizersveer gelijk of hoger zijn dan de concentraties bij Eijsden (dit wordt in de volgende stappen nader onderzocht).

Voor cadmium, nikkel en fenantreen is de MTR-overschrijding gering, evenals de overschrijding van de drinkwaternorm door glyfosaat. Fluorantheen overschrijdt de norm zelfs helemaal niet. Strikt genomen zou fluorantheen niet verder moeten worden onderzocht, maar omdat het een prioritaire stof betreft (KRW) wordt hij toch in de volgende stappen verder uitgewerkt.

Dit stappenplan richt zich nu alleen op die stoffen die de afgelopen jaren routinematig gemeten zijn, de aandacht is dus (nog) niet gericht op 'nieuwe' stoffen. De selectie geschiedt op basis van overschrijding van het MTR. Met de komst van de Kaderrichtlijn Water zal toetsing aan de Europese normen mogelijk een andere selectie van probleemstoffen opleveren. Dit wordt in een vervolgproject opgepakt. Van de hierboven geselecteerde stoffen komen alleen cadmium, nikkel en fluorantheen op de KRW-lijst met prioritaire stoffen voor.

**Resultaten stap 2:**

Voor de vervolgstappen zijn de volgende stoffen geselecteerd: totaal-N, totaal-P, koper, zink, cadmium, nikkel, fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA. Vooral totaal-N, totaal-P, koper en zink blijken het MTR flink te overschrijden.

### **3.3 Stap 3 Inventariseren emissies en eerste vergelijking met immissies**

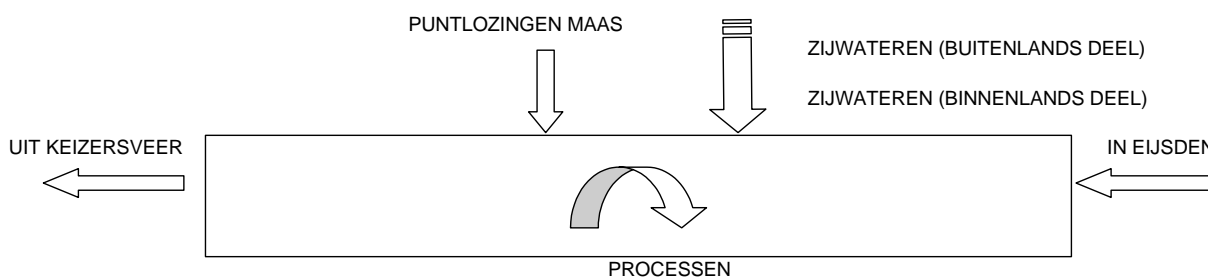
Nu bekend is in hoeverre de geselecteerde probleemstoffen de normen overschrijden is het van belang om een uitspraak te doen over de oorzaak hiervan. Dit kan door de emissievrachten te inventariseren. In eerste instantie wordt alleen naar de Maas gekeken en nog niet naar de verschillende deelstroomgebieden.

#### **3.3.1. Stoffenbalans Maas**

De Maas wordt als een grote bak beschouwd waar vrachten inkomen en uitgaan. In figuur 3.2 is het systeem schematisch weergegeven. Als de stofbalans sluitend is kan het relatieve belang van de diverse stofvrachten worden bepaald. Het gaat om de jaarvracht bij Eijsden, van de zijwateren, de puntlozingen op de Maas en de uitgaande vracht bij Keizersveer.

### Figuur 3.2

Schematische weergave van het beschouwde watersysteem.



Als controle zijn eerst de waterbalansen van 1997 t/m 2001 opgesteld voor bovengenoemde posten (zie bijlage 4). Vervolgens zijn de stofbalansen opgesteld voor de jaren 1997 t/m 2001. Van deze jaren is een gemiddelde jaarvrucht berekend, bestaande uit de volgende posten:

1. IN vracht bij Eijsden: de jaarvruchten van 1997 t/m 2001 zijn berekend op basis van dagelijks gemeten debieten en wekelijks gemeten concentraties via de gewogen concentratiemethode (Klavers en de Vries, 1991).
2. IN zijwateren Maas: berekend op basis van meetpunten die dichtbij de uitmonding in de Maas liggen. Meetfrequentie: debieten dagelijks, kwaliteit maandelijks. Door de keuze van meetpunten is automatisch ook de bijdrage van de buitenlandse belasting meegenomen.
3. IN puntlozingen Maas: de lozingen op de Maas, waarvan de vruchten van 1999 en 2000 zijn gemiddeld, zijn meegenomen in de emissieberekeningen. In bijlage 5 is een overzicht opgenomen van alle industriële puntbronnen in het gehele Maasstroomgebied. Daarnaast is in bijlage 5 ook een overzicht van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) opgenomen. Niet alle effluenten komen direct uit op de Maas. Als de effluenten uitkomen in deelstroomgebieden zijn ze daar als emissies meegenomen.
4. UIT vracht bij Keizersveer: berekend op basis van dagelijks gemeten debieten en maandelijks gemeten concentraties via de gewogen concentratiemethode.

In tabel 3.1 zijn bovenstaande posten op een rij gezet. De bijdrage van de zijwateren is gesplitst in een binnenlands en buitenlands deel. De Nederlandse bijdrage van zijwateren is het totaal van de vracht van zijwateren min de buitenlandse bijdrage van zijwateren. Deze is berekend met behulp van meetpunten van zijwateren bij grensovergangen (meetfrequentie debieten varieerde van dagelijks tot jaarlijks, kwaliteit maandelijks).

De laatste kolom van tabel 3.1 geeft de sluitfout aan: dit is het verschil tussen IN en UIT, gedeeld door de totale IN posten \*100%. Het blijkt dat de ingaande vrachten groter zijn dan de uitgaande vracht, de sluitfout is in alle gevallen positief. Dit is te verklaren door het optreden van waterkwaliteitsprocessen. Immers, door natuurlijke processen (bijv. afbraak en sedimentatie) kan de waterkwaliteit 'vanzelf' verbeteren. De uitgaande vracht zal hierdoor waarschijnlijk lager zijn dan de som van de ingaande vrachten. In stap 4 wordt nader ingegaan op de rol van processen. Voorlopig wordt hier alleen geconstateerd dat de orde van grootte van het verschil tussen IN en UIT te verklaren is door het optreden van waterkwaliteitsprocessen.

Opvallend is nog de negatieve vracht van cadmium vanuit zijwateren. De Nederlandse bijdrage van zijwateren is berekend op basis van de totale vracht vanuit zijwateren min het buitenlandse deel. Het buitenlandse deel van de cadmiumvracht is waarschijnlijk overschat (zie verderop in stap 3), waardoor het binnenlandse deel negatief wordt.

Voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om goede stofbalansen op te stellen: vrachten van puntlozingen in de Maas zijn niet beschikbaar, de schattingen van vrachten vanuit zijrivieren zijn niet betrouwbaar genoeg (zie bijlage 6) en voor glyfosaat en AMPA is de uitgaande vracht bij Keizersveer niet beschikbaar in DONAR<sup>1</sup>. Voor deze stoffen kan het stappenplan niet verder worden doorlopen, tenzij er meer wordt gemeten (emissievrachten in het Datawarehouse Emissieregistratie, maandelijkse metingen in regionale wateren).

**Tabel 3.1**

Stoffenbalans Maas  
(exclusief processen).

Stof	Eenheid	IN	IN	IN	IN	UIT	Verschil	
		Eijsden	zijwater NL	zijwater Buitenl.	puntlozing Maas	Totaal		Keizersveer
Totaal-N	ton/j	41.649	12.849	8.618	1.788	61.151	50.518	22
Totaal-P	ton/j	2.919	579	335	148	3.980	2.597	35
Koper	ton/j	64	13	7	2	83	57	34
Zink	ton/j	503	34	81	5	623	479	23
Cadmium	kg/j	3.888	-411	1.396	21	4.894	2.824	42
Nikkel	ton/j	44	10	6	3	62	54	15
Fluorantheen	kg/j	794	Nb		Nb	794	397	50*
Fenantreen	kg/j	359	20		Nb	379	208	45*
Glyfosaat	kg/j	596	520		Nb	Nb	-	Nb
AMPA	kg/j	2.380	2.960		Nb	Nb	-	Nb

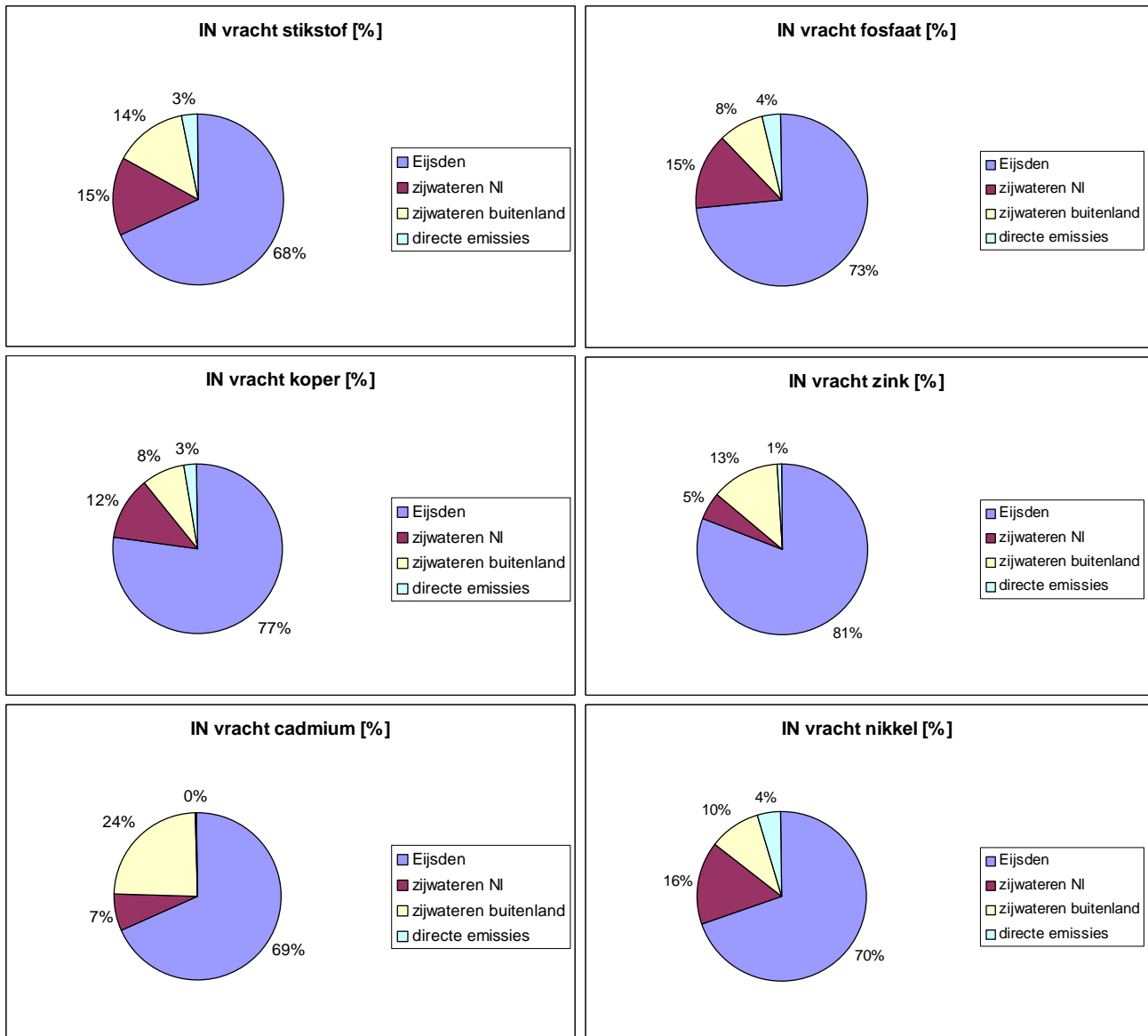
Nb = niet bekend; \* omdat de data niet compleet is, zullen deze percentages iets hoger zijn.

<sup>1</sup> Het RIWA (Vereniging voor rivierwaterbedrijven) meet concentraties van onder meer glyfosaat en AMPA bij Keizersveer. De gegevens zijn bij dit onderzoek niet gebruikt, maar ze zijn in principe wel beschikbaar.

In stap 4 zal duidelijk worden dat voor totaal-N, totaal-P, koper, zink, cadmium en nikkel de stofbalansen sluitend zijn te krijgen, als ook waterkwaliteitsprocessen worden meegenomen. Hierop vooruitlopend is in de figuren 3.3 t/m 3.8 de verhouding tussen de verschillende vrachten in cirkeldiagrammen weergegeven.

**Figuur 3.3 t/m 3.8**

Bijdrage diverse (berekende) vrachten aan totaalvracht aan stikstof, fosfaat, koper, zink, cadmium en nikkel.



Voor alle stoffen is het buitenlandse aandeel aan de belasting (Eijsden plus de zijwateren uit het buitenland) zeer groot, zo'n 80 tot 90%. Hierbij is het aandeel van cadmium vanuit de buitenlandse zijwateren waarschijnlijk overschat, zie verderop in stap 3. De Nederlandse bijdrage aan de belasting van de Maas is vooral afkomstig van zijwateren en in mindere mate van directe puntlozingen.

---

### 3.3.2. Vergelijking emissie-immissie in de deelstroomgebieden

Nu de verdeling van emissievrachten over de Maas is onderzocht, is een volgende stap om per deelstroomgebied de berekende immissies (aan het eindpunt van het deelstroomgebied) te vergelijken met alle emissies die uitkomen in het gebied. Per deelgebied zijn emissievrachten (bijlagen 9 en 10) en immissievrachten bepaald. Net zoals voor de Maas is het nodig om te corrigeren voor processen die optreden. Voorbeeld: de geschatte emissievracht is de hoeveelheid koper die uit een effluent van een RWZI komt. Een deel van die emissievracht zal in het oppervlaktewater achterblijven (koper gebonden aan zwevend stof bezinkt voor een deel). Dit gedeelte wordt bij de inschatting van de immissies niet gemeten (want dan gaat het om meetpunten in zijwateren vlakbij het uitstroompunt in de Maas).

In de tabellen 3.2 t/m 3.7 is met rood aangegeven waar de immissies niet overeenkomen met de emissies. Met opzet is, omdat processen een rol spelen, als bandbreedte niet 50 tot 150%, maar 70 tot 175% aangehouden. Zie voor een uitwerking van processen in de deelstroomgebieden stap 4. Maar eerst wordt nu ingegaan op de manier waarop de emissie- en immissievrachten zijn bepaald.

#### **Methode - emissies**

De emissievrachten van de probleemstoffen zijn geselecteerd uit de database van het Datawarehouse Emissieregistratie; de vrachten zijn gegeven in kilo's per deelstroomgebied (bijlage 9), de waarden zijn gemiddelden van 1999 en 2000. De cijfers in het Datawarehouse Emissieregistratie zijn bekend op het niveau van afwateringseenheid, een kaart met deze eenheden wordt gecombineerd met een kaart van de deelstroomgebieden zodat duidelijk wordt welke afwateringseenheden bij welk deelstroomgebied horen. Op deze wijze worden de vrachten op het oppervlaktewater aan de deelstroomgebieden toegewezen. In het Maasstroomgebied zijn de jaarvrachten van 43 bronnen bekend, deze beslaan zowel punt- als diffuse bronnen (zie bijlage 7 en 10).

De emissievracht vanuit het buitenland is geschat aan de hand van gemeten debieten en concentraties op grensovergangen (dit is in feite een immissieschatting).

De emissiecijfers van fluorantheen, fenantreen en glyfosaat zijn niet beschikbaar in de database van het Datawarehouse Emissieregistratie.

#### **Methode – immissies**

Voor het bepalen van de jaarvrachten is weer gebruikgemaakt van de gewogen concentratiemethode. Hiervoor is gebruikgemaakt van gemeten waterkwaliteit en debieten. Voor de eerste vergelijking van de emissie en vrachten worden de gemiddelde jaarvrachten van 1997 t/m 2001 gebruikt. Nagegaan is of de vracht van een niet bemeten zijrivier/beek nog moet worden aangevuld, deze bijschatting wordt gedaan op basis van de grootte van het stroomgebied van de niet gemeten zijrivier/beek.

**Tabel 3.2**

Vergelijking emissie-immissievracht stikstof in deelstroomgebieden.

stikstof (kilo per jaar)	Stroomgebieds- vrachten gebaseerd op waterkwaliteits- metingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	619471	653045	98	105%
Voer+Margraten	246742	271284	67	110%
Geul+Gulp	953935	949043	64	99%
Geleenbeek+Rodebeek	579779	662998	7	114%
Nederlands Grensmaasdal	131393	433158	0	330%
Roer	3054982	4097318	79	134%
Neerbeek	664549	1379329	0	208%
Swalm	386533	586640	66	152%
Everlose beek +			0	
Groote Molenbeek	675428	2519694	0	373%
Niers	2557949	2842354	96	111%
Rijnbeek en Maasterrassen	501441	426625	0	85%
			0	
Maaskant	1226602	4122319	0	336%
Dommel	4322761	6966970	11	161%
Aa	1792639	5112122	0	285%
<b>totaal</b>	<b>17714203</b>	<b>31022899</b>		175%

**Tabel 3.3**

Vergelijking emissie-immissievracht fosfaat in deelstroomgebieden.

fosfaat (kilo per jaar)	Stroomgebieds- vrachten gebaseerd op waterkwaliteits- metingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	70064	70690	99	101%
Voer+Margraten	10442	10556	62	101%
Geul+Gulp	42298	71664	52	169%
Geleenbeek+Rodebeek	66750	68994	2	103%
Nederlands Grensmaasdal	3388	9781	0	289%
Roer	119854	199147	80	166%
Neerbeek	25698	66556	0	259%
Swalm	8658	12140	60	140%
Everlose beek +			0	
Groote Molenbeek	23598	107455	0	455%
Niers	51256	65522	80	128%
Rijnbeek en Maasterrassen	17613	7799	0	44%
			0	
Maaskant	39029	65542	0	168%
Dommel	260002	361655	0	139%
Aa	163128	319528	0	196%
<b>totaal</b>	<b>901778</b>	<b>1437029</b>		159%

**Tabel 3.4**

Vergelijking emissie-immissievracht koper in deelstroomgebieden.

koper (kilo per jaar)	Stroomgebieds- vrachten gebaseerd op waterkwaliteits- metingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	423	387	98	91%
Voer+Margraten	94	77	63	81%
Geul+Gulp	515	437	66	85%
Geleenbeek+Rodebeek	516	535	4	104%
Nederlands Grensmaasdal	103	115	0	111%
Roer	3942	3873	91	98%
Neerbeek	535	69	0	13%
Swalm	160	220	95	138%
Everlose beek +			0	
Groote Molenbeek	495	141	0	29%
Niers	1068	1342	98	126%
Rijnbeek en Maasterrassen	120	21	0	17%
			0	
Maaskant	650	1045	0	161%
Dommel	7057	2713	44	38%
Aa	1292	2246	0	174%
<b>totaal</b>	<b>16969</b>	<b>13220</b>		78%

**Tabel 3.5**

Vergelijking emissie-immissievracht zink in deelstroomgebieden.

zink (kilo per jaar)	Stroomgebieds- vrachten gebaseerd op waterkwaliteits- metingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	4490	3327	97	74%
Voer+Margraten	770	818	51	106%
Geul+Gulp	30265	24292	94	80%
Geleenbeek+Rodebeek	3821	4192	5	110%
Nederlands Grensmaasdal	382	1855	0	485%
Roer	40120	46525	95	116%
Neerbeek	11807	2629	0	22%
Swalm	1406	1415	90	101%
Everlose beek +			0	
Groote Molenbeek	2965	1176	0	40%
Niers	6250	9357	97	150%
Rijnbeek en Maasterrassen	429	315	0	73%
			0	
Maaskant	4800	3230	0	67%
Dommel	35908	47940	83	134%
Aa	9995	7031	0	70%
<b>totaal</b>	<b>153409</b>	<b>154101</b>		100%



**Tabel 3.6**

Vergelijking emissie-immissievracht cadmium in deelstroomgebieden.

cadmium (kilo per jaar)	Stroomgebiedsvrachten gebaseerd op waterkwaliteitsmetingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	16	19	100	121%
Voer+Margraten	6	6	83	101%
Geul+Gulp	90	65	95	72%
Geleenbeek+Rodebeek	7	8	17	120%
Nederlands Grensmaasdal	1	1	0	71%
Roer	207	186	97	90%
Neerbeek	91	7	0	7%
Swalm	5	9	100	188%
Everlose beek +	0	0	0	
Groote Molenbeek	11	3	0	27%
Niers	23	119	99	517%
Rijnbeek en Maasterrassen	3	0	0	0%
Maaskant	30	5	0	17%
Dommel	434	1041	96	240%
Aa	51	21	0	41%
<b>totaal</b>	<b>976</b>	<b>1491</b>		153%

**Tabel 3.7**

Vergelijking emissie-immissievracht nikkel in deelstroomgebieden.

nikkel (kilo per jaar)	Stroomgebiedsvrachten gebaseerd op waterkwaliteitsmetingen	Emissieregistratie plus buitenlandse emissie	Aandeel buitenlandse emissie tov totale emissie (%)	Vergelijking emissie/immissie
Jeker	225	334	99	148%
Voer+Margraten	44	59	81	134%
Geul+Gulp	457	434	80	95%
Geleenbeek+Rodebeek	392	294	16	75%
Nederlands Grensmaasdal	78	958	0	1222%
Roer	4333	3356	92	77%
Neerbeek	628	31	0	5%
Swalm	400	401	100	100%
Everlose beek +			0	
Groote Molenbeek	1252	80	0	6%
Niers	2276	2096	98	92%
Rijnbeek en Maasterrassen	378	4	0	1%
Maaskant	2282	226	0	10%
Dommel	2592	2585	66	100%
Aa	2786	744	0	27%
<b>totaal</b>	<b>18123</b>	<b>11602</b>		64%

---

### Opvallende uitkomsten:

- Voor de zijwateren die uit het buitenland komen gaat de emissie-immissievergelijking goed op voor alle stoffen. Dit is logisch: de emissievracht bestaat grotendeels uit een berekende vracht op basis van waterkwaliteitsgegevens aan de grens. De Jeker, Voer, Geul/Gulp, Swalm, Niers en Roer kloppen daarom ook goed. Wel gaat de vergelijking voor cadmium in de Swalm en Niers mank, dit is te verklaren door gehanteerde detectiegrenzen. In deze wateren liggen de gehalten van cadmium onder de detectiegrenzen. Bij metingen onder de detectielimiet is de helft van de waarde aangehouden als zijnde de werkelijke waarde. Bij de grensmeetpunten is de detectielimiet 0,25 µg/l, terwijl bij de meetpunten dichtbij de Maas de detectielimiet 0,12 µg/l bedraagt. Hierdoor lijken de cadmiumvrachten bij de grensovergangen ten onrechte hoger dan bij de Maas.
- De emissievrachten voor nutriënten liggen voor veel deelstroomgebieden (Neerbeek, Everlose Beek, Maaskant en Aa) veel hoger dan de immissievrachten. Dit wordt veroorzaakt door de relatief hoge uitspoelingsvracht, die is opgenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie. De cijfers van deze bron zijn berekend door het model STONE. Aangezien bij veel regionale toepassingen van STONE de uitspoelingsvrachten te hoog uitkomen gaat de werkgroep STONE nog eens kritisch naar de modelresultaten kijken. Naar verwachting zijn er vanaf mei 2004 betere cijfers van dit model beschikbaar bij het Datawarehouse Emissieregistratie.
- De emissievrachten voor zware metalen liggen voor veel deelstroomgebieden (Everlose Beek, Rijnbeek, Maaskant, Dommel en Aa) juist veel lager dan de immissievrachten. Reden hiervoor is dat de uitspoelingsvrachten voor zware metalen nog niet zijn opgenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie. Begin 2004 is deze informatie voor het jaar 2001 wel beschikbaar.
- In het Datawarehouse Emissieregistratie is lokale informatie niet of slechts beperkt opgenomen. Informatie over lokale bronnen zoals kwel van vervuild water, aanvoer van oppervlaktewater of uitspoeling van (historisch) vervuilde gronden moeten dus door de beheerders worden geleverd. Een voorbeeld hiervan is de aanvoer van grondwater met verhoogde nikkelgehalten vanuit de Peelhorst. Volgens een inschatting van Waterschap De Aa zou dit een nikkelvracht van 2.000 kg kunnen opleveren, wat in overeenstemming is met de geschatte immissievracht.

---

Achtergrondinformatie: verhoogde nikkelgehalten in Noord- en Midden-Limburg (uit: Tauw, 1995)

In Noord- en Midden-Limburg worden verhoogde nikkelgehalten aangetroffen in het (freatisch) grondwater. Daarnaast worden ook verhoogde gehalten in waterbodems aangetroffen, die waarschijnlijk verband houden met de verontreiniging van grondwater. Het voorkomen van verhoogde nikkelconcentraties in het grondwater houdt vermoedelijk verband met de plaatselijke aanwezigheid van pyriet in de Pleistocene rivierafzettingen. Bij de oxidatie van pyriet kan nikkel in oplossing gaan. Door verzuring kan nikkel sneller vrijkomen. Daarnaast zorgt de vermesting voor een aanlevering van nitraat, waarvan de aanwezigheid ook een van de voorwaarden vormt voor pyrietoxidatie. Het gaat dus om een combinatie van de natuurlijke aanwezigheid van pyriet in de geologische ondergrond en de aanwezigheid van een overmaat nitraat door de vermesting, waarbij verzuring als katalysator voor het vrijkomen van nikkel fungeert.

In welke deelstroomgebieden komt dit fenomeen voor? Voor Limburg bij de Geleenbeek/Rode Beek (halve gebied), Roer, Everlose Beek/Grote Molenbeek, Rijnbeek en Maasterrassen. In het Tauw-rapport wordt niet ingegaan op de situatie in Noord-Brabant. Volgens de beheerder van de Aa treedt er in dit gebied ook pyrietoxidatie op.

- De emissievrachten voor het Nederlands Grensmaasdal zijn vaak veel hoger dan de immissievrachten. De lozingen van DSM en RWZI Stein op de Ur zijn ingedeeld bij dit deelstroomgebied. De IAZI van DSM loost via de Verlegde Ur op de Grensmaas en RWZI Stein loost via de Ur op de Grensmaas (bijlage 5). Van de Ur zijn echter te weinig waterkwaliteitsmetingen beschikbaar om een goede immissievracht te bepalen. De bepaalde immissievracht is een onderschatting, de emissievrachten geven een meer reële schatting van de belasting. Onlangs heeft het RIZA onderzoek gedaan naar de effecten van lozing DSM Limburg op de waterkwaliteit van de Grensmaas (RIZA, 2000) ter onderbouwing van de nieuwe lozingsvergunning. Hieruit blijkt onder meer dat DSM vooral zorgt voor concentratieverhogingen in de Maas van nikkel en totaal-N.

#### **Vertaling emissievrachten naar bronnen**

Voor een aantal deelstroomgebieden wordt hieronder iets dieper ingegaan op de emissie-immissievergelijking. Daar waar de vergelijking mank gaat, wordt gekeken naar de bronnen die de emissievrachten veroorzaken. Op deze manier kan gekeken worden of er nog een bron mist (emissie te laag) of dat er een bron te hoog is ingeschat (emissies te hoog).

---

In het algemeen zijn voor de nutriënten de belangrijkste bronnen: 'uit- en afspoeling' van landbouwgronden en effluenten. Voor metalen zijn effluenten van RWZI's de belangrijkste bron en indien er geen effluent wordt geloosd in het deelstroomgebied zijn diffuse bronnen de belangrijkste bron. Als diffuse bron kan dan genoemd worden overstorten, wegverkeer of atmosferische depositie.

### **Neerbeek**

De Neerbeek is een voorbeeld van een deelstroomgebied waar geen effluenten worden geloosd en dus de nutriëntenbelasting voor ruim 90% gevormd wordt door uit- en afspoeling. Zoals hiervoor opgemerkt zijn de nutriëntvrachten uit STONE overschat: voor de Neerbeek is de stikstofvracht circa tweemaal te hoog geschat en de fosfaatvracht circa 2,5 maal te hoog.

Zoals hiervoor opgemerkt ontbreken de uitspoelingsvrachten van zware metalen. Uit een studie van Alterra blijkt dat voor mobiele elementen als cadmium en zink deze bron wel 40% van het totaal kan vormen, voor nikkel 30% en voor koper 25% (Alterra, 2002). Daarnaast speelt voor de Tungelroyse beek nog een erfenis aan de zware metalen cadmium en zink (Royal Haskoning, 2002). Deze laatste bron is ook niet meegenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie.

### **Everlose beek en Grote Molenbeek**

In dit deelstroomgebied loost een RWZI, maar toch vormt de bron 'uit- en afspoeling' verreweg de grootste emissiebron voor de nutriënten. Voor totaal-stikstof vormt deze bron 88%, de effluenten 5%. Voor totaal-fosfaat is het licht verschoven; 69% door 'uit- en afspoeling' en 19% komt van de effluenten. Wederom is de conclusie dat STONE een overschatting geeft, dit keer nog sterker dan voor de Neerbeek.

De emissieschattingen van de zware metalen vallen weer te laag uit in vergelijking met de immissievrachten. Voor koper en cadmium 'mist' nog 70%, voor zink 60% en nikkel ruim 90%. Weer kan dit deels verklaard worden door de uitspoeling van landbouwgronden die in het Datawarehouse Emissieregistratie nog niet zijn opgenomen. Een andere aanvullende verklaring kan het aangevoerde Maaswater zijn. Veel waterlopen van dit deelstroomgebied zijn namelijk gestuwd. Om de beken op peil te houden wordt 's zomers water aangevoerd vanuit de – met zware metalen vervuilde - Maas via de Peelkanalen en gedistribueerd (Royal Haskoning, 2002). In de Lollebeek is een verhoogd nikkelgehalte gemeten als gevolg van ingevoerd Maaswater (Royal Haskoning, 2002). Ook kan kwel van vervuild grondwater hier een rol spelen. Helaas beschikken we niet over kwantitatieve gegevens om te kunnen inschatten of het aangevoerde Maaswater en kwel de verschillen tussen emissie en immissie zouden kunnen verklaren.

---

## De Aa

In het deelstroomgebied de Aa worden de nutriëntenemissies weer bepaald door de uit- en afspoeling en de effluenten. Voor totaalstikstof vormt de uit- en afspoeling 82% van het totaal en voor totaalfosfor is dat 45%, de effluenten vormen respectievelijk 13% en 40% van het totaal. Ook hier is er weer een overschatting van de nutriëntenemissies vanuit de bron uit- en afspoeling. Omdat de effluenten gebaseerd zijn op metingen wordt er aan deze cijfers een grotere betrouwbaarheid gehecht.

Voor de metalen koper en zink zijn de emissieschattingen redelijk goed, voor koper is de emissieschatting zelfs hoger. Voor nikkel zijn de emissieschattingen in de Aa te laag, dit wijst erop dat in de huidige emissieschattingen nog een bron mist; een mogelijke bron voor met name de nikkelemissie is het nikkelrijke grondwater vanuit de Peelhorst.

### Resultaten stap 3:

- inzicht in welke emissievrachten belangrijk zijn;
- inzicht of orde van grootte van emissieschattingen goed is;
- vergelijking van gemeten en berekende emissies van zijwateren;
- vertaalslag naar bronnen.

Voor fluorantheen, fenantreen en glyfosaat is het niet mogelijk om een globale stofbalans voor de Maas op te stellen. Er dient eerst meer te worden gemeten voordat deze stap kan worden uitgevoerd.

Voor nutriënten en zware metalen is het mogelijk om globaal een stofbalans voor de Maas op te stellen. De vracht bij Eijsden levert driekwart van de totaalvracht (65 tot 77%). Het resterende kwart bestaat voor een deel uit een Nederlandse bijdrage (13 tot 22%) en voor een deel uit een buitenlandse bijdrage via de zijwateren (6 tot 12%). De bijdrage van directe emissies is klein.

Voor de zijwateren zijn de immissies vergeleken met emissies en is een vertaalslag gemaakt naar achterliggende bronnen. Voor nutriënten is landbouw (uit- en afspoeling) de grootste bron. Uit de vergelijking blijkt dat deze bron overschat is, dit ligt aan de resultaten van het model STONE. Vanaf mei 2004 zijn er betere cijfers van dit model beschikbaar bij het Datawarehouse Emissieregistratie. Toch is het duidelijk dat deze bron moet worden aangepakt om de waterkwaliteit wat betreft nutriënten te laten verbeteren.

Voor de zware metalen is het iets moeilijker de grootste bron aan te wijzen. Op het moment van deze analyse is de bron 'uitspoeling van zware metalen van landbouwgronden' nog niet gekwantificeerd door het Datawarehouse Emissieregistratie. Begin 2004 is deze informatie voor het jaar 2001 wel beschikbaar. Lokale bronnen zoals kwel van vervuild water, aanvoer van water of uitspoeling van vervuilde gronden kunnen van grote invloed zijn. Het Datawarehouse Emissieregistratie zal deze lokale informatie niet of slechts beperkt kunnen opnemen.

---

### 3.4 Stap 4: Inschatten effect van waterkwaliteitsprocessen

Door processen die zich in de rivier afspelen kan een deel van de verontreinigingen permanent of tijdelijk uit het watersysteem worden verwijderd. Op basis van kenmerken van de Maas en van de deelstroomgebieden worden in deze stap de effecten van processen op de stofvrachten ingeschat.

Achtereenvolgens komen de volgende processen aan bod:

- slibtransport en sedimentatie;
- nitrificatie, waarbij ammonium door bacteriën wordt omgezet in nitraat, en denitrificatie, waarbij nitraat wordt gereduceerd tot vrij stikstofgas dat uit het water verdwijnt;
- afbraak en omzettingen;
- vervluchtiging.

#### 3.4.1. Processen in de Maas

##### Slibtransport en sedimentatie

Alle stoffen die goed binden aan zwevend stof, zoals fosfaat, zware metalen, PAK's en PCB's, zullen voor een deel sedimenteren. Jaarlijks blijft er veel slib achter in de Maas, met de daaraan gebonden verontreinigingen. Van Haselen (Landbouwuniversiteit Wageningen, 1995) heeft berekend dat jaarlijks 260.000 ton zwevend stof in het Nederlandse deel van de Maas bezinkt. Uit lopend onderzoek binnen het onderzoeksprogramma HK Stuurboord van Rijkswaterstaat wordt de sedimentatie op 224.000 ton zwevend stof per jaar geschat. Dit resultaat komt redelijk overeen met de schatting van Van Haselen. Uit RIZA-onderzoek blijkt dat sedimentatie vooral plaatsvindt op de uiterwaarden van de Grensmaas (50%), in de Maasplassen (25%) en in de voorhavens van de verschillende sluizen (25%) (RIZA, 1997).

Bij hoge afvoeren kan slib, dat op de bodem van de Maas terecht is gekomen, weer opwerpen. De hier genoemde sedimentatie is netto sedimentatie. Slib dat in uiterwaarden of Maasplassen is gekomen zal overigens niet meer in de rivier terugkeren.

Door sedimentatie worden stofvrachten in de Maas weliswaar verlaagd, maar er ontstaan wel waterbodemp Problemen.

In bijlage 8 is berekend hoeveel verontreiniging er met het zwevend stof in de Maas achterblijft. Per jaar is dat 796 ton totaal-P, 14,7 ton koper, 125 ton zink, 1.811 kg cadmium en 6,3 ton nikkel. Daarnaast is grofweg ingeschat dat 350 kg fluorantheen en 160 kg fenantreen in de Maas sedimenteert.

---

### **Denitrificatie**

Denitrificatie speelt in de Maas een belangrijke rol bij het verdwijnen van stikstof uit oppervlaktewater. Daarnaast gaat een deel van het stikstof een binding aan met zwevend stof, wat vervolgens sedimenteert. Volgens de Voorstudie waterkwaliteitsmodel Maas kunnen de jaarvrachten door denitrificatie ongeveer 20% lager worden. Op jaarbasis zal ongeveer 6 kton stikstof verdwijnen door denitrificatie en sedimentatie.

### **Afbraak en omzettingen**

Bestrijdingsmiddelen en in mindere mate lichte PAK's worden in water afgebroken. Glyfosaat heeft een halfwaardetijd van 3,8 dagen. Als wordt aangenomen dat gemiddeld over een jaar de verblijftijd van de Maas (tussen Eijsden en Keizersveer) een week bedraagt, zal meer dan de helft van het glyfosaat worden afgebroken (omgezet in onder meer AMPA). De halfwaardetijd van AMPA in water is 2 tot 5 dagen. Dus ook de helft van het AMPA zal onderweg verdwijnen. Bij zeer hoge afvoeren (2.000 m<sup>3</sup>/s) is de verblijftijd van de Maas 1 dag, bij zeer lage afvoeren (10 m<sup>3</sup>/s) is de verblijftijd 170 dagen.

Fluorantheen en fenantreen zullen gedeeltelijk afbreken tijdens het transport door de Maas. De halfwaardetijd bedraagt resp. 200 en 69 dagen. Dus alleen in perioden met een relatief lange verblijftijd zal afbraak relevant zijn.

### **Vervluchtiging**

Bij de geselecteerde stoffen zitten nauwelijks vluchtige stoffen. Mogelijk zijn fluorantheen en fenantreen vluchtig, maar in de literatuur worden zeer uiteenlopende waarden genoemd voor de vluchtigheid (Mackay, 1995).

De vrachten die uit het Maaswater verdwijnen zijn in tabel 3.8 opgenomen (dit is in feite tabel 3.1 met een extra post voor processen). De sluitfouten voor alle zware metalen (met uitzondering van koper) zijn bijzonder laag. Maar ook de sluitfouten van ongeveer 15% voor nutriënten en koper zijn acceptabel genoeg om scenario's door te rekenen (zoals in stap 3 eigenlijk al was voorspeld).

Voor alle duidelijkheid: de stoffenbalansen zijn gebaseerd op onder meer immissievrachten vanuit zijwateren (op basis van metingen dichtbij de uitstroompunten in de Maas). Dus de fouten en hiaten die geconstateerd zijn in de emissieschattingen hebben geen invloed op de kwaliteit van de stoffenbalansen, evenals onzekerheden in de schatting van de effecten van processen in het achterliggend gebied. Overigens kan wel worden opgemerkt dat de berekende immissievrachten vanuit zijwateren onderschat kunnen zijn omdat tijdens hoogwaterperioden het meeste stoftransport plaatsvindt. De jaarvrachten zijn berekend aan de hand van de gewogen concentratiemethode, wat als nadeel heeft dat pieken tijdens hoogwaters kunnen worden gemist. Mogelijk is de invloed van zijwateren op de waterkwaliteit van de Maas iets groter.

**Tabel 3.8**

Stoffenbalans Maas (inclusief processen).

Stof	Eenheid	IN totaal	UIT proces	UIT Keizersveer	Verschil %
Totaal-N	ton/j	61.151	6.000	50.518	8
Totaal-P	ton/j	3.980	796	2.597	15
Koper	ton/j	83	14,7	57	14
Zink	ton/j	623	125	479	3
Cadmium	kg/j	4.894	1.811	2.824	5
Nikkel	ton/j	62	6	54	5
Fluorantheen	kg/j	794	350	397	6
Fenantreen	kg/j	397	160	208	3
Glyfosaat	kg/j	1.108	500	Nb	Nb
AMPA	kg/j		2.000	Nb	Nb

Nb = niet bekend.

**3.4.2. Processen in deelstroomgebieden**

In wateren met een snelle afvoer (korte verblijftijd) zal de invloed van processen kleiner zijn dan in stilstaande wateren. De beken in Zuid-Limburg worden door bronnen gevoed en stromen snel naar en door de Geul, de Geleenbeek, de Voer, de Worm en de Jeker. Ten oosten van de Maas komen terrasbeken voor. Op sommige plaatsen, waar het water van het ene naar het andere terras stroomt, komen redelijk hoge stroomsnelheden voor. Ten westen van de Maas (in Limburg en Noord-Brabant) komen laaglandbeken voor, waar de verblijftijd relatief lang is en de invloed van processen dus ook groter is.

**Resultaten stap 4:**

Processen maken een aanzienlijk deel uit van de totale stoffenbalans van de Maas. Als processen worden verdisconteerd in de stoffenbalansen, zijn deze sluitend voor nutriënten en zware metalen.

De invloed van processen is per deelstroomgebied verschillend. In het zuiden van Limburg en in het gebied ten oosten van de Maas stromen de beken relatief snel en is de invloed van processen kleiner dan het gebied ten westen van de Maas, waar laaglandbeken voorkomen.



### 3.5 Stap 5 Toepassen verontreinigingsbalans

Voor nutriënten en zware metalen zijn in de voorgaande stappen relaties gelegd tussen emissies en resulterende waterkwaliteit. Met deze bagage is het mogelijk om verschillende emissiereductie-scenario's door te rekenen. Momenteel zijn geen goede prognoses beschikbaar voor emissiereducties in het buitenland. Ook zijn er geen nauwkeurige schattingen voor haalbare reducties in het binnenland, bijvoorbeeld voor diffuse bronnen. Daarom wordt bij de keuze van scenario's gewerkt met eenvoudige denkmodellen. Zou de waterkwaliteit bij Keizersveer bijvoorbeeld voldoen aan het MTR als het water bij Eijsden van MTR-kwaliteit is? Met dit eerste scenario wordt duidelijk wat de Nederlandse bijdrage is aan de vervuiling van de Maas. Interessant is ook om na te gaan in hoeverre het zou uitmaken als de zijwateren aan het MTR gaan voldoen, wat nu meestal niet het geval is. Zou de normoverschrijding bij Eijsden al zoveel invloed hebben dat verbetering van de zijwateren niet veel uitmaakt of niet? Dat wordt onderzocht in het tweede scenario. Voor de volledigheid wordt ook een derde scenario meegenomen waarbij zowel binnenlandse als buitenlandse bronnen worden vermindert (een combinatie van scenario 1 en 2).

De scenario's zijn als volgt:

- Scenario 1: Hoe verandert de waterkwaliteit bij Keizersveer als bij Eijsden aan het MTR wordt voldaan en de zijwateren hetzelfde blijven?
- Scenario 2: Hoe verandert de waterkwaliteit bij Keizersveer als alle zijwateren aan het MTR voldoen en Eijsden hetzelfde blijft?
- Scenario 3: Hoe verander de waterkwaliteit bij Keizersveer als zowel bij Eijsden als in de zijwateren aan het MTR wordt voldaan (een combinatie van scenario 1 en 2).

Voor scenario 1 en 3 is het belangrijk om op te merken dat de huidige gemiddelde concentratie (van 1997 t/m 2001) bij Eijsden voor cadmium en nikkel lager ligt dan het MTR, zie tabel 3.9. Vanwege het stand-still-principe wordt voor deze stoffen de huidige concentratie gebruikt in plaats van het MTR.

**Tabel 3.9**

Invoerconcentraties voor Eijsden.

Stof	MTR totaal [µg/l]	Scenario 2 [µg/l]	Scenario 1 en 3 [µg/l]
Totaal-N	2,2	4,3	2,2
Totaal-P	0,15	0,37	0,15
Koper	3,8	9,6	3,8
Zink	40	81	40
Cadmium	2	0,79	0,79
Nikkel	6,3	4,6	4,6

In stap 4 is al aangegeven dat de sedimentatie van aan zwevend stof gebonden verontreinigingen van invloed is op alle ingaande vrachten (zie bijlage 8). Omdat de ingaande vrachten per scenario verschillen is de invloed van processen ook per scenario verschillend. Deze aanpak is nauwkeuriger dan een vaste inschatting van de invloed van processen, die hetzelfde is voor alle scenario's.

**Tabel 3.10**

Uitkomsten scenarioberekeningen  
Maas.

Stof	Huidige	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	MTR
	concentratie Keizersveer [µg/l]	Keizersveer [µg/l]	Keizersveer [µg/l]	Keizersveer [µg/l]	totaal [µg/l]
Totaal-N	4,7	3,6	4,0	2,1	2,2
Totaal-P	0,24	0,19	0,25	0,15	0,15
Koper	8,3	4,5	5,8	3,7	3,8
Zink	77	33	39	32	40
Cadmium	0,5	0,3	0,3	0,3	2
Nikkel	5,9	5,2	5,1	5,1	6,3

In tabel 3.10 zijn de resultaten van de scenarioberekeningen samengevat. In de eerste kolom is tevens de huidige concentratie bij Keizersveer opgenomen, in de laatste kolom het MTR. Als het water bij de grens van MTR-kwaliteit is (scenario 1) wordt bij Keizersveer de norm gehaald voor zink, cadmium en nikkel. Voor totaal-N, totaal-P en koper is er sprake van normoverschrijding. Met andere woorden: door binnenlandse bronnen verslechtert de waterkwaliteit van de Maas vanaf de grens voor totaal-N, totaal-P en koper. Dit ondanks dat er sprake is van waterkwaliteitsprocessen, waardoor de totale vracht van verontreinigingen in de Maas tussen Eijsden en Keizersveer afneemt.

Als de zijwateren van MTR-kwaliteit zijn en Eijsden blijft zoals nu (scenario 2), dan voldoen zink, cadmium en nikkel aan de norm bij Keizersveer. Totaal-N, totaal-P en koper overschrijden de norm nog steeds.

Hoofdconclusie is dat uitsluitend een combinatie van scenario 1 en scenario 2 als resultaat heeft dat voor totaal-N, totaal-P en koper aan het MTR wordt voldaan. Voor zink geldt dat toepassing van scenario 1 of scenario 2 voldoende is om aan het MTR te voldoen. Voor nikkel en cadmium is toepassing van de scenario's niet erg zinvol omdat bij Keizersveer reeds voldaan wordt aan het MTR (al moet wel worden opgemerkt dat de nikkelconcentratie bij Keizersveer hoger is dan die bij Eijsden en dat bij toepassing van de voorgestelde nieuwe, strengere Europese norm van 5,1 wel sprake is van normoverschrijding!).

---

Vanwege de eenvoud is aangenomen dat zijwateren representatief zijn voor de Nederlandse belasting en dat de kwaliteit van Eijsden staat voor de buitenlandse belasting. Veel zijwateren zijn echter ook afkomstig uit het buitenland, eigenlijk zou in de scenarioberekeningen onderscheid moeten worden gemaakt in het Nederlandse en buitenlandse deel van de zijwateren. Grofweg kan worden gesteld dat de kwaliteit van de Jeker, Voer, Geul, Roer, Swalm, Niers en Dommel grotendeels bepaald wordt door buitenlandse emissies. Als wordt aangenomen dat op de grensovergangen (inclusief Eijsden) wordt voldaan aan het MTR zullen de uitkomsten het midden houden tussen scenario 1 en scenario 3.

**Resultaten stap 5:**

Conclusie is dat zowel emissiereducties in het buitenland als emissiereducties in Nederland nodig zijn om voor totaal-N, totaal-P en koper het MTR in Keizersveer te kunnen bereiken. Voor zink is toepassing van scenario 1 of scenario 2 al voldoende om het MTR te halen. Voor cadmium en nikkel is het minder zinvol om scenario's toe te passen omdat de huidige concentraties al voldoen aan het MTR.

## **3.6 Stap 6 Verfijnen in ruimte en tijd**

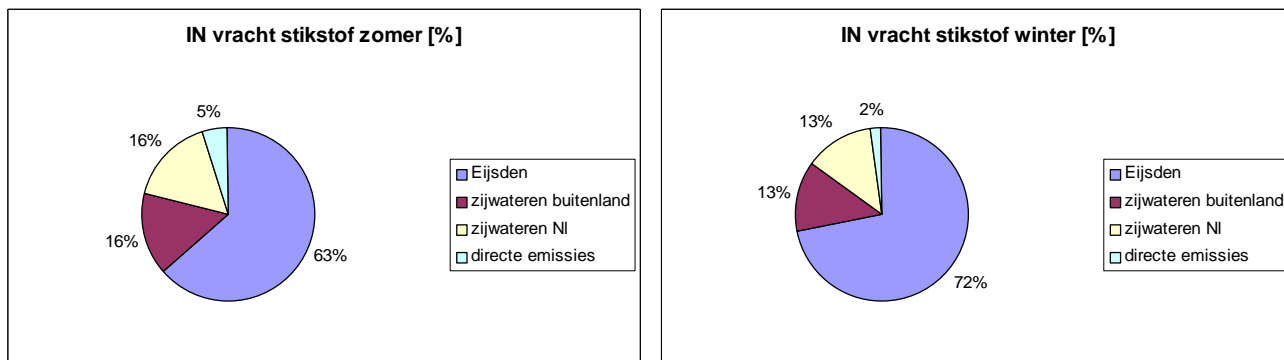
### **3.6.1. Verfijning in tijd**

In de voorgaande stappen is op jaarbasis naar de emissies en waterkwaliteit gekeken. Aangezien de afvoer van de Maas in de zomer veel lager is dan in de winter verdient het de voorkeur om onderscheid te maken in de zomer- en wintersituatie.

In figuur 3.4 is de verhouding te zien tussen verschillende vrachten in resp. zomer en winter voor stikstof. Het blijkt dat de verschillen tussen zomer en winter niet groot zijn. Hieruit kan niet worden geconcludeerd dat het niet zinvol is om voor de andere stoffen onderscheid te maken tussen een zomer- en wintersituatie. In deze studie wordt hier niet nader op ingegaan.

**Figuur 3.4**

Bijdrage diverse vrachten aan totaalvracht van stikstof in zomer- en winterhalfjaar.



Bij verfijning in tijd zou ook onderscheid kunnen worden gemaakt tussen hoog- en laagwaterperiodes. Gedurende een hoogwaterperiode wordt een zeer groot deel van de jaarvracht van de rivier de Maas van een geadsorbeerde verontreiniging getransporteerd (orde van grootte 60 tot 80%) (RIZA, 1999). Tijdens die perioden zou het zwevend stofgehalte dagelijks moeten worden gemeten om goede jaarvrachten te kunnen berekenen. Ook voor vrachten van zijrivieren geldt dat met name tijdens hoge afvoeren een groot deel van het stoftransport plaatsvindt. Ook het onderscheid in hoog- en laagwaterperiodes wordt in deze studie niet verder uitgewerkt, maar het zou goed zijn om hier aandacht aan te besteden in vervolgonderzoek.

### 3.6.2. Verfijning in ruimte

In stap 3 zijn per deelstroomgebied de immissievrachten vergeleken met de emissies. Het is efficiënt om alleen voor die gebieden, die in belangrijke mate bijdragen aan de vracht bij Keizersveer, de schattingen te verbeteren. In tabel 3.11 is aangegeven wat per stof de bijdrage is van een deelstroomgebied aan de vracht bij Keizersveer.

Uit de tabel blijkt dat de som van de bijdrage van de vrachten niet gelijk is aan 100%. Dit komt omdat Eijsden een belangrijk aandeel levert aan de totaalvracht. In stap 3 is reeds opgemerkt dat de bijdrage van Eijsden aan de vrachten ongeveer driekwart uitmaakt van de vrachten van zijwateren. Als hieronder de relatieve bijdrage van deelstroomgebieden aan bod komt, moet men beseffen dat dit aandeel klein is ten opzichte van de vracht bij Eijsden.

**Tabel 3.11**

Bijdrage deelstroomgebieden aan belasting van Keizersveer.

bijdrage vracht van deelstroomgebied aan vracht bij Keizersveer	stikstof	fosfaat	koper	zink	cadmium	nikkel	debiet
Jeker	1,2%	2,7%	0,7%	0,9%	0,6%	0,4%	0,6%
Voer+Margraten	0,5%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%
Geul+Gulp	1,9%	1,6%	0,9%	6,3%	3,2%	0,9%	1,1%
Geleenbeek+Rodebeek	1,1%	2,6%	0,9%	0,8%	0,2%	0,7%	0,8%
Nederlands Grensmaasdal	0,3%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
Roer	6,0%	4,6%	6,9%	8,4%	7,3%	8,1%	6,6%
Neerbeek	1,3%	1,0%	0,9%	2,5%	3,2%	1,2%	0,7%
Swalm	0,8%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,7%	0,5%
Everlose beek +	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Groote Molenbeek	1,3%	0,9%	0,9%	0,6%	0,4%	2,3%	0,4%
Niers	5,1%	2,0%	1,9%	1,3%	0,8%	4,3%	2,4%
Rijnbeek en Maasterrassen	1,0%	0,7%	0,2%	0,1%	0,1%	0,7%	0,1%
Maaskant	1,3%	1,3%	0,9%	0,7%	0,5%	4,3%	1,1%
Dommel	8,6%	10,0%	12,4%	7,5%	15,4%	4,8%	4,6%
Aa	3,5%	6,3%	2,3%	2,1%	1,8%	5,2%	2,5%

Belangrijke leveranciers van verontreiniging zijn (in volgorde van afnemend belang) de Dommel, Roer, Aa, Niers en Geul/Gulp. Dit komt voor een deel omdat deze zijwateren een groot debiet hebben. Voor een eerlijke vergelijking is in de rechterkolom van tabel 3.11 opgenomen wat het debiet van het deelstroomgebied is ten opzichte van het debiet bij Keizersveer. De genoemde zijwateren blijken ook relatief grote debieten te hebben.

Relatief grote vervuilers zijn die deelstroomgebieden die verhoudingsgewijs meer bijdragen wat betreft vracht dan wat betreft debiet. Dit zijn de Dommel, Geul/Gulp, Neerbeek, Grote Molenbeek en de Rijnbeek. De deelstroomgebieden die zowel qua vracht als qua relatieve vervuiling belangrijk zijn, zoals de Dommel en Geul, zouden een emissiebeheersplan moeten hebben om hiermee efficiënt aan de slag te gaan. Deze uitwerking wordt echter niet in deze studie opgepakt.

Een waterkwaliteitsmodel maakt een grote mate van verfijning in ruimte en tijd mogelijk. Het is met de huidige beschikbaarheid van gegevens echter niet zinvol om een model te ontwikkelen, omdat de benodigde emissieschattingen van de deelstroomgebieden – en een variatie in de tijd – ontbreken.

Ook voor de hierboven genoemde verfijning in tijd zijn waarschijnlijk extra metingen nodig voor het bepalen van verblijftijden tijdens bijvoorbeeld hoogwaterperioden, het meten van zwevend stof kwaliteit etc. Wel zou deze verfijningsstap een beter inzicht geven in de werkelijke situatie.

---

Resultaten stap 6:

Conclusie is dat verfijning in tijd waarschijnlijk nauwkeuriger balansen oplevert, maar dat dit in deze studie niet nader wordt uitgewerkt.

Wat betreft verfijning in ruimte is het efficiënt om alleen voor de relatief belangrijke deelstroomgebieden, zoals onder meer de Dommel en Geul, emissieschattingen te verbeteren t.b.v. een emissiebeheersplan.

Ontwikkeling van een waterkwaliteitsmodel is momenteel niet zinvol omdat emissieschattingen van de deelstroomgebieden nog niet gedetailleerd genoeg zijn (niet alle bronnen en onvoldoende variatie in tijd). Verfijnen in de zin van onderscheid maken tussen hoog- en laagwaterafvoeren is wel zinvol omdat de werkelijkheid beter wordt benaderd.

---

## 4. Conclusies

---

### 4.1 Conclusies

#### 4.1.1. Waterkwaliteit en bronnen van belasting

1. Van de geselecteerde probleemstoffen overschrijden vooral totaal-N, totaal-P, koper en zink het MTR fors. Voor cadmium, nikkel, fenantreen, fluorantheen en glyfosaat is de normoverschrijding gering of afwezig.
2. Voor nutriënten en zware metalen zijn betrouwbare stofbalansen op te stellen. Het blijkt dat het buitenlandse aandeel aan de belasting (Eijsden plus de zijwateren uit het buitenland) zeer groot is, zo'n 80 tot 90%.
3. Door sedimentatie van aan zwevend stof gebonden verontreinigingen blijft ongeveer 15 tot 30% van de verontreinigingen achter in de Maas. Dit leidt tot waterbodemp Problemen in onder meer de uiterwaarden, de Maasplassen en bij de stuwen in de Maas. Ondanks dit 'verdwijnen' van stoffen naar de waterbodem zijn de concentraties voor totaal-N, zink, nikkel, fluorantheen en fenantreen bij Keizersveer gelijk of hoger dan de concentraties bij Eijsden. Dit wordt veroorzaakt door bijdragen vanuit de zijwateren, die deels ook afkomstig zijn uit het buitenland.
4. Uit scenarioberekeningen blijkt dat zowel emissiereducties in het buitenland als emissiereducties in Nederland nodig zijn om voor de grote probleemstoffen totaal-N, totaal-P en koper het MTR in Keizersveer te kunnen bereiken.
5. Zijwateren die de waterkwaliteit van de Maas in enige mate kunnen beïnvloeden zijn de Dommel, Roer, Aa, Niers en Geul/Gulp. Daarvan zijn de vrachten van de Dommel en Geul/Gulp relatief hoog t.o.v. hun debiet. Belangrijke bronnen lijken, naast de buitenlandse aanvoer, de landbouw en effluënten van RWZI's.

---

#### 4.1.2. Beschikbaarheid van gegevens

6. Voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA zijn geen goede stofbalansen op te stellen. In Emissieregistratie zijn geen emissievrachten opgenomen van de afzonderlijke PAK's en deze bestrijdingsmiddelen. Ook worden deze stoffen onvoldoende gemeten in regionale wateren. Als aanvulling op metingen bij Keizersveer kunnen metingen van het RIWA worden gebruikt.
7. Er zijn in het Datawarehouse Emissieregistratie geen betrouwbare emissieschattingen voorhanden voor de uit- en afspoeling van landbouw. De schattingen voor nutriënten zijn te hoog en de gegevens voor zware metalen zijn nog niet opgenomen. Daarnaast zijn lokale bronnen zoals kwel en uitspoeling van vervuilde gronden niet of slechts beperkt opgenomen.
8. Wat betreft de toepassing van het stappenplan wordt geconcludeerd dat het pas zinvol is om een waterkwaliteitsmodel te gaan ontwikkelen als er betere emissieschattingen beschikbaar zijn van de deelstroomgebieden. Voorlopig kan worden volstaan met het opstellen van eenvoudige emissie-immissierelaties om na te gaan welke factoren de waterkwaliteit van de Maas beïnvloeden.

#### 4.1.3. Bruikbaarheid stappenplan voor Kaderrichtlijn Water

In de inleiding is al genoemd dat voor de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water in 2004 een analyse van de effecten van menselijke belasting op het water met overzichten van emissies dient te worden opgeleverd. Voor het in een latere fase op te stellen stroomgebiedbeheerplan (2009 gereed) is het belangrijk inzicht te krijgen waar in het stroomgebied maatregelen moeten worden genomen en wat de effecten van mogelijke maatregelen zijn. Dit is nodig om het rendement van de maatregelen te kunnen vergelijken met de inspanning (financieel, maar ook invloed op economische ontwikkelingen), die nodig is om de gewenste doelstellingen te kunnen bereiken. Het stappenplan Maas is een handig hulpmiddel gebleken om deze elementen in beeld te brengen voor wat betreft het aspect stoffen en emissies. De resultaten die nu voorliggen zijn dan ook direct bruikbaar voor de werkzaamheden die t.b.v. de in 2004 op te leveren rapportage voor het stroomgebieddistrict Maas worden verricht. Dit rapport zal dan ook onder de aandacht worden gebracht van het Regionaal Ambtelijk, en mogelijk het Regionaal Bestuurlijk Overleg Maas.

In deze studie is het stappenplan vooral toegepast op het detailniveau van de Maas. De toepaste methodiek is echter niet aan een niveau gebonden en daarom is de methodiek ook heel goed bruikbaar voor de deelstroomgebieden van de Maas. Het stappenplan is goed te gebruiken bij het opstellen van o.a. de emissiebeheersplannen waarmee menig regionale waterbeheerder momenteel bezig is.



---

## 4.2 Aanbevelingen

### 4.2.1. Waterkwaliteit en bronnen van belasting

1. Uit de scenarioberekeningen komt naar voren dat de waterkwaliteit van de Maas vanaf de grens tot aan Keizersveer voor totaal-N, totaal-P en koper verslechtert door de invloed van zijwateren (die weliswaar ook voor een deel afkomstig zijn uit het buitenland). Voor deze zijwateren wordt aanbevolen een emissiebeheersplan, voorafgegaan door een emissie-immissieanalyse, op te stellen om regionaal emissiebeleid te kunnen verantwoorden.
2. Daarnaast komt uit de scenarioberekeningen, en eerder uit de verhouding tussen stofvrachten (figuur 3.3 t/m 3.8), naar voren dat het buitenland 80 tot 90% van de totale verontreinigingsvracht van de Maas levert. Het verdient aanbeveling om deze resultaten in te brengen in internationale kaders (zoals Internationale Maascommissie en EU), zodat afspraken kunnen worden gemaakt over benodigde emissiereductie van met name nutriënten, koper en zink.

### 4.2.2. Beschikbaarheid van gegevens

3. Voor het opstellen van stoffenbalansen voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA is het nodig dat deze stoffen maandelijks worden gemeten op de belangrijkste zijwateren, op het punt waar zij uitkomen in de Maas. Ook ontbreken de kwantitatieve gegevens over de emissies van deze stoffen. Het Datawarehouse Emissieregistratie heeft het voornemen om voor alle prioritaire stoffen informatie op te nemen, dit betekent dat in de toekomst wel emissiecijfers beschikbaar zijn voor fluorantheen.
4. De bruikbaarheid van het Datawarehouse Emissieregistratie wordt groter als de uitspoelingsvrachten van nutriënten en zware metalen beter kloppen. Hier wordt inmiddels hard aan gewerkt. Vanaf mei 2004 zijn er betere nutriëntencijfers van STONE beschikbaar bij het Datawarehouse Emissieregistratie. Begin 2004 wordt ook de bron uitspoeling zware metalen geregionaliseerd opgenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie. De lokale bronnen (zoals bijvoorbeeld uitspoeling van nikkel van de Peelrandbreuk) kunnen niet worden opgenomen in de landelijke database van het Datawarehouse Emissieregistratie. Op dit moment worden voor de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water de emissieschattingen van het Datawarehouse Emissieregistratie gebruikt, aanbevolen wordt om deze gegevens aan te vullen met lokale gegevens en schattingen.

- 
5. Door hoge detectiegrenzen bij de grensmeetpunten voor cadmium is het niet mogelijk om zuivere stofvrachten van cadmium te berekenen aan de grens. Als men meer inzicht wenst in de verhouding tussen binnenlandse en buitenlandse belasting zouden de betrokken waterbeheerders moeten kiezen voor een ander laboratorium of analysemethode.
  6. In dit onderzoek is gewerkt met jaarbalansen. Verfijning in de vorm van het maken van onderscheid tussen periodes met hoge en lage afvoeren zou de werkelijke situatie beter benaderen. Hiervoor moet wel aanvullend worden gemeten (verblijftijd tijdens hoge afvoeren, zwevend stofconcentraties).

#### **4.2.3. Bruikbaarheid stappenplan voor Kaderrichtlijn Water**

De KRW richt zich voor wat betreft stoffen op een lijst van 33 prioritaire stoffen. Het zou tot aanbeveling strekken om ook voor deze prioritaire stoffen het stappenplan op korte termijn te doorlopen. In het nu voorliggende rapport zijn slechts 3 van deze 33 prioritaire stoffen meegenomen (cadmium, nikkel en fluorantheen). Het RIZA gaat in een aanvullende opdracht van RWS directie Limburg op korte termijn voor de prioritaire stoffen het stappenplan doorlopen.

---

## Literatuur

---

Alterra (2002). Uitspoeling van zware metalen uit landbouwgronden. Schatting van de bijdrage van uitspoeling uit landbouwgronden aan de belasting van het oppervlaktewater. Auteurs: P.F.A.M. Römken, J.E. Groenenberg, J. Bril, W. de Vries. (2002).

Arcadis Heidemij Advies (1999). Inventarisatie deelstroomgebieden Maas traject Eijsden-Hedel. Volgens de Blauwe Knooppunten-systematiek. Bijlagenrapport. Opdrachtgever: RWS directie Limburg. Rapport nummer 110502/ZF9/1S5/000097. Den Bosch, december 1999.

Commissie Integraal Waterbeheer. Bestrijdingsmiddelenrapportage 2000. Het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater in de jaren 1997.

Landbouwuniversiteit Wageningen (1995). Sedimentatie van zwevende stof in het zomer- en winterbed van de Maas tussen Eijsden en Keizersveer. C.O.G. van Haselen. Wageningen, november 1995.

Mackay (1995). Illustrated handbook of physical-chemical properties and environmental fate for organic chemicals. Volume II.

RIWA (2003). Jaarverslag 1999-2001 Maas. Vereniging van rivierwaterbedrijven RIWA. April 2003.

RIZA (1997). Slibbalans Maas. RIZA memo nummer 97.084. Dordrecht, mei 1997. Dik Ludikhuizen.

RIZA (1999). Analyse vrachtberekeningen geadsorbeerd cadmium, benzo(a)pyreen en fluorantheen voor de Maas te Eijsden in 1995. Werkdocument 1999.155X. Dordrecht, september 1999. B.P.C. Steenkamp en D. Ludikhuizen.

RIZA (2000). Het effect van de lozing van DSM Limburg B.V. op de waterkwaliteit van de Grensmaas. Modelberekeningen voor de huidige situatie en toekomstscenario's. RIZA rapport 2000.019. Dordrecht, juni 2000. L.M. Knijff.

RIZA (2001). Belasting van de Maas met bestrijdingsmiddelen vanuit de Jeker, de Roer en de Dieze. Werkdocument 2001.214X. Dordrecht, december 2001. L.M. Knijff.

RIZA (2002a). Voorstudie waterkwaliteitsmodel Maas; overwegingen voor de ontwikkeling van een model. Werkdocument 2002.108X. Dordrecht, mei 2002. L.M. Knijff en D. Ludikhuizen.

---

RIZA (2002b). De kwaliteit van het zwevend stof van toestromende zijwateren van de Maas. Werkdocument 2002.091X. Dordrecht, mei 2002. L.M. Knijff.

RIZA (2002c). Bronnen van AMPA op een rij gezet. Werkdocument 2002.162X. Lelystad, september 2002. D.F. Kalf en R.P.M. Berbee.

Royal Haskoning (2002). Watersysteemverkenning Limburg. Eindrapport. In opdracht van Provincie Limburg, Zuiveringschap Limburg, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Roer en Overmaas, Dienst Landelijk Gebied.

RWS directie Limburg (2002). Emissiebeheersplan RWS directie Limburg 2002-2006. April 2002.

Tauw (1995). Nikkelverontreiniging in het rondwater. Noord- en Midden-Limburg. Deventer, november 1995.

Witteveen en Bos (2002a). Inventarisatie en balansstudie (diffuse) bronnen. Inclusief stofstroomschema's als separate bijlagen. In opdracht van de Gezamenlijke waterkwaliteitsbeheerders Noord-Brabant. Hoofdrapport: provincie Noord-Brabant.

Witteveen en Bos (2002b). Inventarisatie en balansstudie (diffuse) bronnen. Inclusief stofstroomschema's als separate bijlagen. In opdracht van de Gezamenlijke waterkwaliteitsbeheerders Noord-Brabant. Deelrapport Waterschap De Aa.

Witteveen en Bos (2002c). Inventarisatie en balansstudie (diffuse) bronnen. Inclusief stofstroomschema's als separate bijlagen. In opdracht van de Gezamenlijke waterkwaliteitsbeheerders Noord-Brabant. Deelrapport Waterschap De Dommel.

Witteveen en Bos (2002d). Inventarisatie en balansstudie (diffuse) bronnen. Inclusief stofstroomschema's als separate bijlagen. In opdracht van de Gezamenlijke waterkwaliteitsbeheerders Noord-Brabant. Deelrapport Waterschap De Maaskant.

Witteveen en Bos (2003). Inventarisatie van de diffuse belasting van het regionale watersysteem in Limburg. In opdracht van Zuiveringschap Limburg.

## Bijlage 1: Overzicht indeling deelstroomgebieden

Maastraject	Deelstroomgebieden	Substroomgebieden Limburg	Gebieden Noord-Brabant
Boven Maas	1. Jeker	44. Jeker	
	2. Voer en Plateau van Margraten	45. Voer en Plateau van Margraten	
Grensmaas	3. Geul en Gulp	43. Geul 46. Eyserbeek 47. Selzerbeek 48. Gulp	
	4. Nederlands Grensmaasdal (inclusief Centraal Plateau)	42. Hemelbeek 41. Ur	
	5. Geleenbeek en Rode Beek	38. Geleenbeek 39. Rode Beek 36. Middelsgraaf, Molenbeek	
Plassenmaas	6. Roer	32. Roer, Bosbeek, Rode beek, Muhlenbach 33. Maasnielderbeek 34. Leigraaf 35. Putbeek, Pepinusbeek 37. Vlootbeek, Vullensbeek 40. Worm	
	7. Neerbeek	31. Itterbeek, Thornerbeek en Panheelderbeek 30. Uffelschebeek, Haelensebeek 29. Tungalroysebeek oost 28. Tungalroysebeek west 27. Leukerbeek, Dijkerpeel 26. Neerbeek, Wijnbeek 25. Bevenlandsebeek en Leveroysebeek 24. Neerpeelbeek en Vissensteert 23. Roggelsebeek 20. Afwateringskanaal	
	8. Swalm	8. Aalsbeek, Schellekensbeek, Reuverbeek 9. Swalm, Tetebeek, Eppenbeek en Huilbeek	
	9. Everlose Beek en Grootte Molenbeek (inclusief Peel)	19. Kwistbeek, Bosbeek, Tasbeek 18. Everlosebeek, Springbeek 17. Grootte Molenbeek zuid 16. Kabroeksebeek 15. Lollebeek 14. Grootte Molenbeek noord 13. Waterkampoplossing, Broekhuizermolenbeek, Gekkengraaf, Molenbeek van Lottum 12. Oostrumsebeek en zijbeken 11. Loobeek 10. Afleidingskanaal	
Noordelijke Maas	10. Rijnbeek en Maasterrassen	7. Rijnbeek, Wilderbeek, Leitgraben 6. Haagbeek, Latbeek, Schandelsebeek 5. Rodebeek (Arcen), Lingsforterbeek 4. Wellse Molenbeek en Gelderns-Nierskanaal 3. Heukelomsebeek en Ayensebeek 2. Eckeltsebeek, Horsterbeek en Kleefsebeek	
	11. Niers	1. Niers, Tiele- en Kroonbeek, Kendel, Aalsdonksebeek	
	12. Maaskant		Waterschap De Maaskant
Noordelijke Maas, Benedenmaas en Getijdemaas	13. Aa		Waterschap De Aa
Getijdemaas	14. Dommel		Waterschap De Dommel

---

---

## Bijlage 2: Overzicht probleemstoffen waterbeheerders

Stof	RWS directie Limburg (93-99)	RWS directie Noord-Brabant	Zuivering-schap Limburg (94-98)	Waterschap de Dommel (96-99)	Waterschap de Maaskant (96-99)	Waterschap de Aa (96-99)
<i>Nutriënten</i>						
Totaal N	X	X	X	X	X	X
Totaal P	X	X	X	X	X	X
<i>Zware metalen</i>						
Cadmium	X	X	X	X	X	
Nikkel	X	X	X	X	X	X
Koper	X	X	X	X	X	X
Zink	X	X	X	X	X	X
Chroom			X			
PAK's						X
<i>Naftaleen</i>						
Fluorantheen	X	X				
Antraceen	X		X			
Benzo(a)antraceen	X	X	X			
Fenantreen	X		X			
PCB	X					
VOX	X					
<i>Chloorbenenzenen</i>						
HCB	X					
<i>Bestrijdingsmiddelen</i>						
Diuron	X		X			
Alpha-endosulfan	X					
Cholineesteraseremmers	X					
Atrazine			X			
Heptachloor		X				
Heptachloor-epoxide		X				
Aldrin		X				
Dde, ddd en ddt		X				
Pirimicarb				X	X	X
Carbendazim				X	X	X
Isoproturon				X	X	X
Glyfosaat				X	X	X
Linuron				X	X	
MCPP					X	
Chloorfenvinfos				X		
Metamitron						X
Methomyl						X

---

De probleemstoffen zijn door de waterbeheerders als volgt geselecteerd:

- RWS directie Limburg heeft de metingen van de 4 MWTL-locaties (Eijsden, Stevensweert, Belfeld en Keizersveer) van 1993 t/m 1999 getoetst aan het MTR. Verder is ook getoetst aan de functies voor drinkwater en water voor karper- en zalmachtigen. Dit zijn ook de probleemstoffen zoals genoemd in het Emissiebeheersplan.
- RWS directie Noord-Brabant heeft de probleemstoffen aangeleverd zoals genoemd in het Emissiebeheersplan.
- Zuiveringschap Limburg heeft meetresultaten voor alle meetpunten voor de jaren 1994-1998 getoetst aan de grenswaarden uit de Evaluatienota Water en 12 probleemstoffen geselecteerd op basis van aantal en hoogte van de normoverschrijdingen.

De waterkwaliteitsbeheerders in Oost-Brabant hebben alle meetpunten uit het permanente meetnet van de jaren 1996 t/m 1999 getoetst aan het MTR. Probleemstoffen in de waterbodem zijn geselecteerd op basis van expert-judgement. Bestrijdingsmiddelen zijn geselecteerd op basis van een in 2000 uitgevoerde brede screening.



## Bijlage 3: Vergelijking probleemstoffen Eijsden en Keizersveer

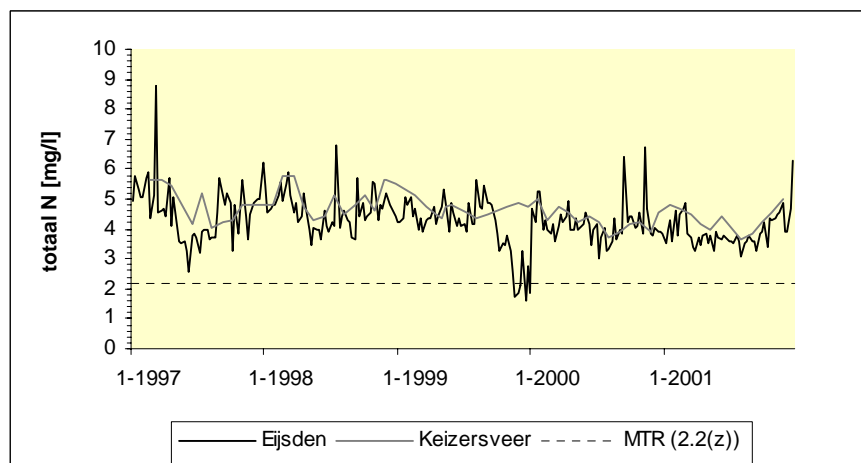
In onderstaande figuren is voor de probleemstoffen de concentratie bij Eijsden vergeleken met die van Keizersveer. Voor alle stoffen geldt dat de variatie in concentratie bij Eijsden groter is dan bij Keizersveer. Dit komt vooral door systeemdemping: bij Keizersveer is de afvoer gelijkmatiger, evenals de hoeveelheid en kwaliteit van het zwevend stof. Ook zijn de concentraties bij Keizersveer voor alle stoffen lager.

### Totaal-N en totaal-P

De gehalten totaal-N en totaal-P overschrijden in alle jaren bij zowel Eijsden als Keizersveer fors het MTR. Voor totaal-N zijn de gehalten op beide locaties even hoog, bij totaal-P zijn de gehalten bij Eijsden hoger dan bij Keizersveer.

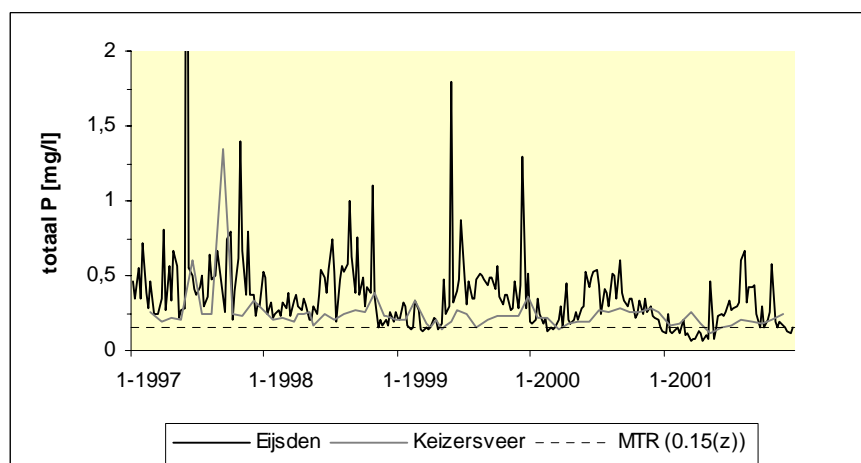
**Figuur B3.1**

Totaal N-gehalte bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



**Figuur B3.2**

Totaal P-gehalte bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



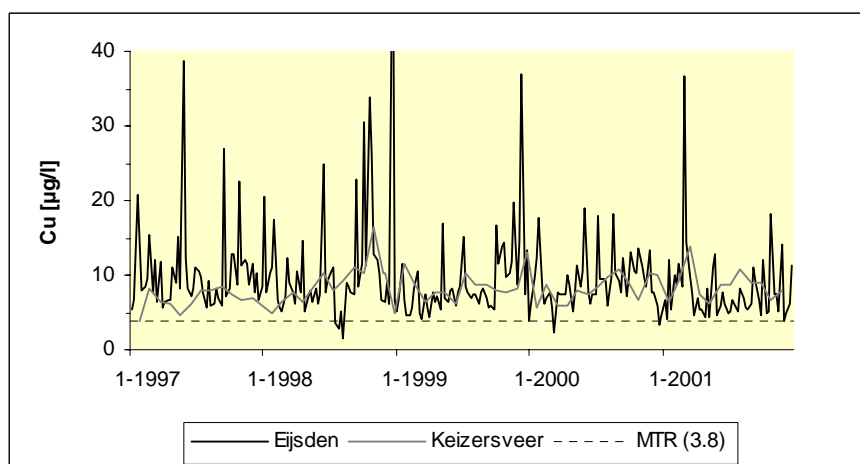
## Koper

Voor de zware metalen zijn zowel het totaalgehalte in water als de hoeveelheid koper gebonden aan zwevend stof weergegeven. Het totaalgehalte is getoetst aan het MTR-totaal, hiervoor zijn de meetwaarden omgerekend naar water met een zwevend stofgehalte van 30 mg/l. Het gehalte aan zwevend stof is getoetst aan het MTR-sediment, hiervoor zijn de meetwaarden omgerekend naar standaard zwevend stof.

De totaalgehalten van koper overschrijden in zowel Eijsden als Keizersveer in alle jaren het MTR fors. Het kopergehalte aan zwevend stof overschrijdt bij Eijsden het MTR fors, al nemen de concentraties in de zomerperioden na 1999 af. Bij Keizersveer wordt sinds 1999 net aan het MTR voldaan.

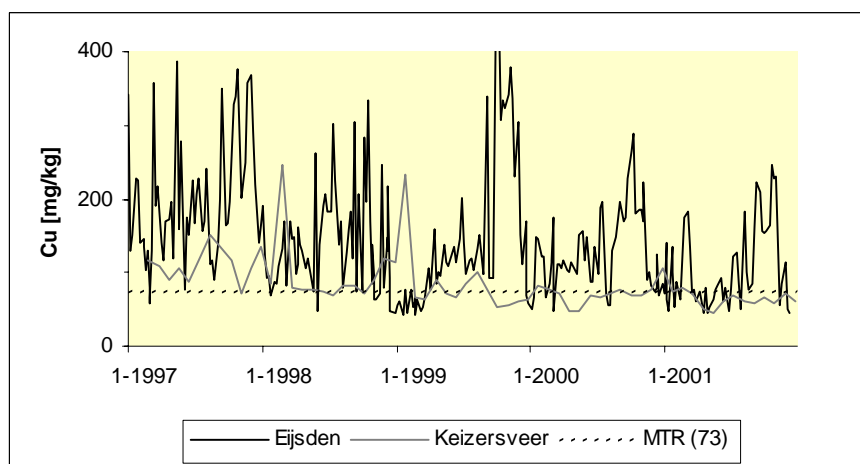
**Figuur B3.3**

Totaalgehalte koper bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



**Figuur B3.4**

Koper gebonden aan zwevend stof bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.

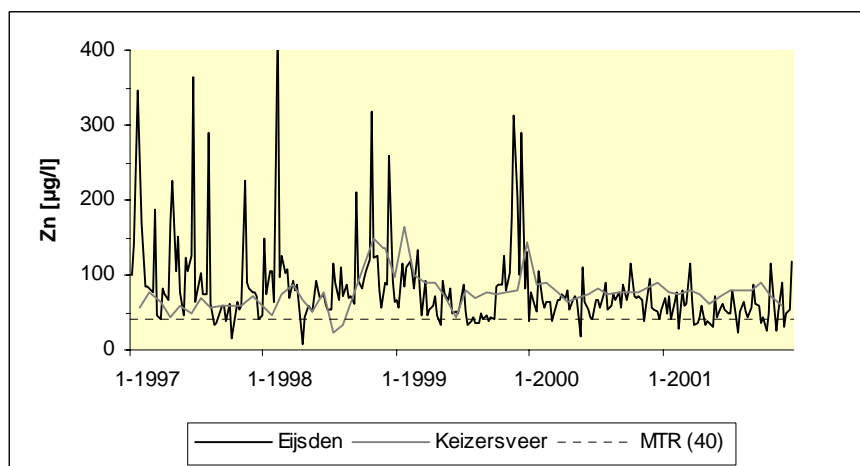


## Zink

De totaalgehalten van zink overschrijden in zowel Eijsden als Keizersveer in alle jaren het MTR fors. Ook het zinkgehalte aan zwevend stof voldoet niet aan het MTR op beide punten, al komen er bij Eijsden sinds 2000 geen hoge pieken meer voor in de zinkconcentraties. De concentratie bij Keizersveer is de laatste jaren hoger geworden dan bij Eijsden.

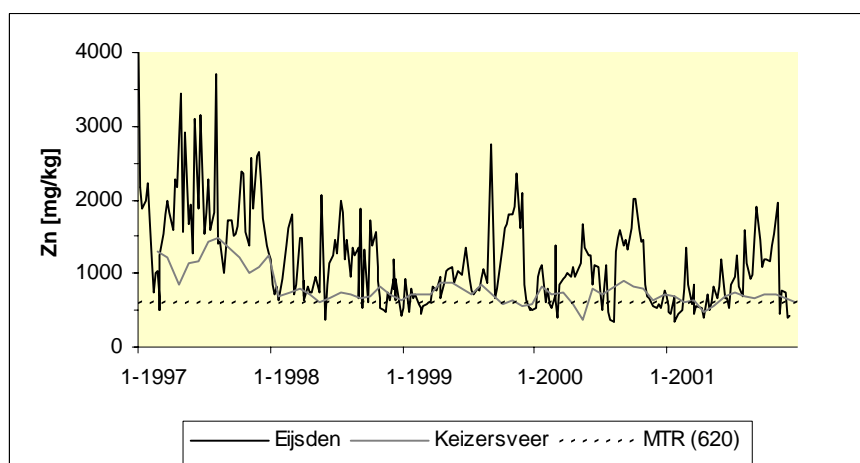
**Figuur B3.5**

Totaalgehalte zink bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



**Figuur B3.6**

Zink gebonden aan zwevend stof bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.

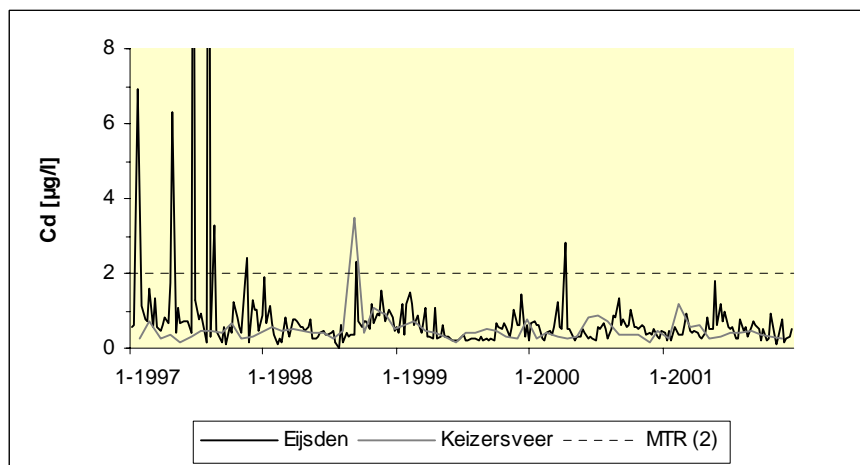


## Cadmium

Sinds 1998 voldoet het totaalgehalte van cadmium in beide punten aan het MTR. Ook het cadmiumgehalte aan zwevend stof voldoet in Keizersveer in alle jaren, en in 1998 en 1999 bij Eijsden aan het MTR.

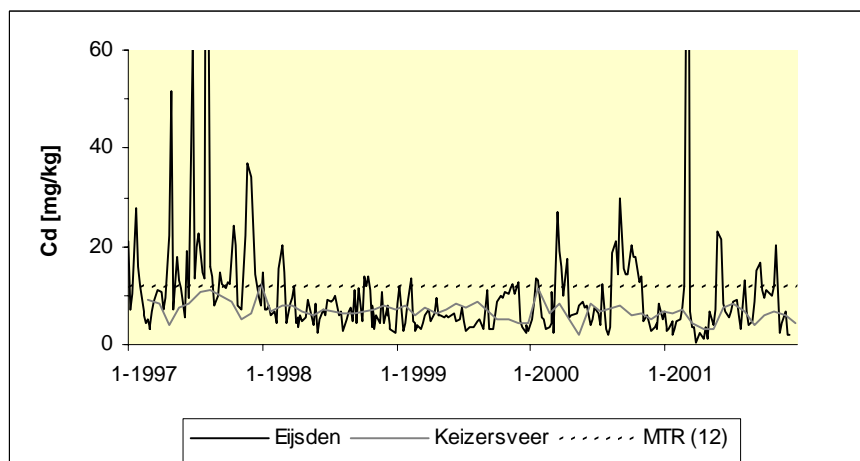
**Figuur B3.7**

Totaalgehalte cadmium bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



**Figuur B3.8**

Cadmium gebonden aan zwevend stof bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.

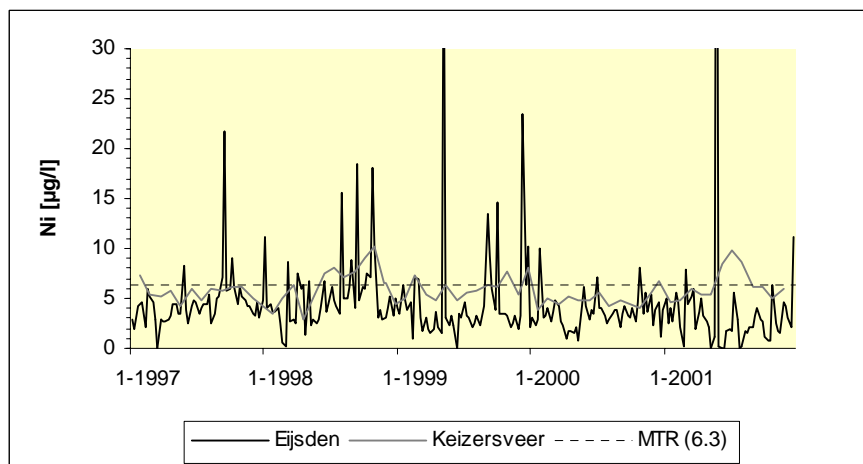


## Nikkel

De totaalgehalten van nikkel voldoen in beide punten net aan het MTR. Opvallend is dat de gehalten van Keizersveer iets hoger zijn dan bij Eijsden (dit duidt op binnenlandse bronnen of bijdragen vanuit zijwateren van nikkel). Alhoewel de nikkelgehalten aan zwevend stof sinds 1998 gedaald zijn voldoen ze op beide punten net niet aan het MTR.

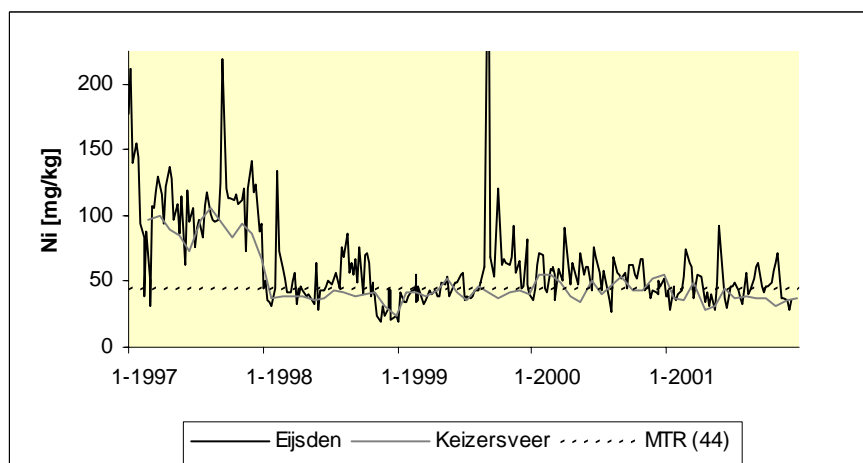
**Figuur B3.9**

Totaalgehalte nikkel bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



**Figuur B3.10**

Nikkel gebonden aan zwevend stof bij Eijsden en Keizersveer van 1997 t/m 2001.



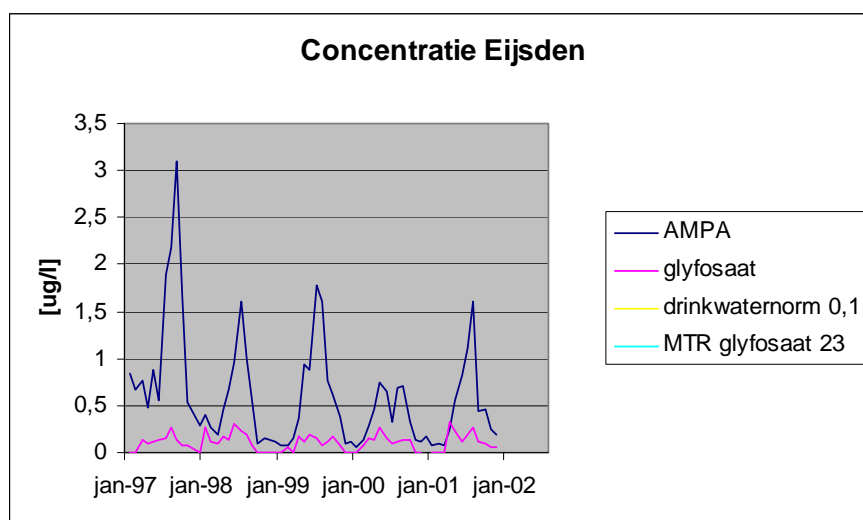
### Glyfosaat

Glyfosaat wordt binnen enkele dagen omgezet in AMPA (halfwaardetijd is 3,8 dagen). Aangezien drinkwaterbedrijven zowel glyfosaat als AMPA als probleemstof beschouwen worden beide stoffen hieronder besproken. Er bestaat alleen een ecotoxicologische norm voor glyfosaat, deze is 23 µg/l. Daarnaast geldt voor glyfosaat en AMPA de drinkwaternorm van 0,1 µg/l.

De hoeveelheid metingen is beperkt. In DONAR zijn alleen gegevens van Eijsden beschikbaar. Als dit Maaswater gebruikt zou worden voor de bereiding van drinkwater zou dit niet mogelijk zijn omdat glyfosaat en AMPA de drinkwaternorm overschrijden (glyfosaat voldoet wel aan het MTR).

**Figuur B3.11**

Concentratie AMPA en glyfosaat bij Eijsden.



De Vereniging van rivierwaterbedrijven heeft glyfosaat gemeten bij Keizersveer (RIWA, 2003). De drinkwaternorm wordt net overschreden.

#### Achtergrondinformatie

In de landelijke bestrijdingsmiddelenrapportages van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW 2000 en CIW 2002) is glyfosaat aan het MTR (van 23 µg/l) getoetst. Glyfosaat is in de jaren 1997 t/m 2000 gemeten op resp. 101, 64, 64 en 87 locaties in regionale wateren in Nederland. Van alle metingen is slechts op 1 locatie een normoverschrijding geconstateerd (3x het MTR in het gebied van Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden in 1997). De rest van de metingen voldeed aan het MTR.

AMPA overschrijdt vaak de drinkwaternorm. In de bestrijdingsmiddelenrapportages staat dat AMPA slechts door zeven waterbeheerders in regionaal water is gemeten.

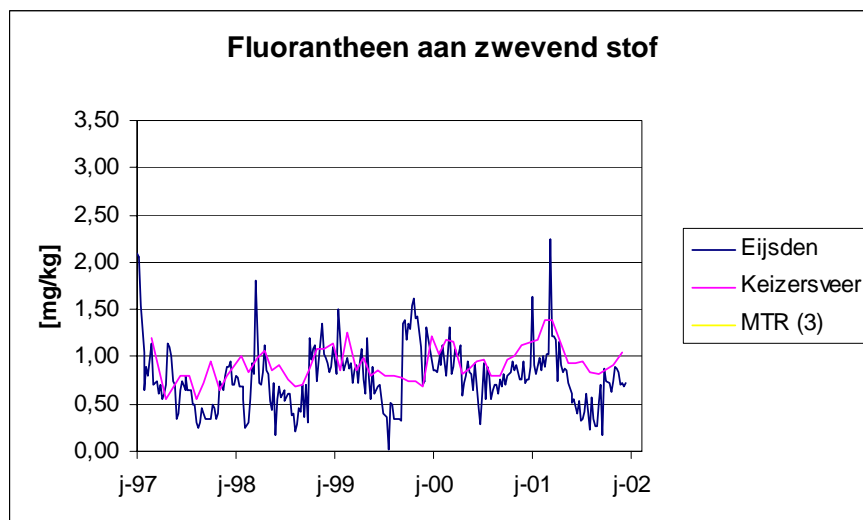
### Fluorantheen en fenantreen

Het MTR voor standaard zwevend stof voor fluorantheen en fenantreen bedraagt resp. 3 en 0,5 mg/kg. De meetgegevens van Eijsden en Keizersveer zijn eerst omgerekend naar standaard zwevend stof (het organisch stofgehalte bij Eijsden bedraagt 20 en bij Keizersveer 13%).

Uit figuur B3.12 blijkt dat aan het MTR voor fluorantheen wordt voldaan. De concentraties bij Eijsden liggen vanaf 2000 iets hoger bij Keizersveer dan bij Eijsden.

**Figuur B3.12**

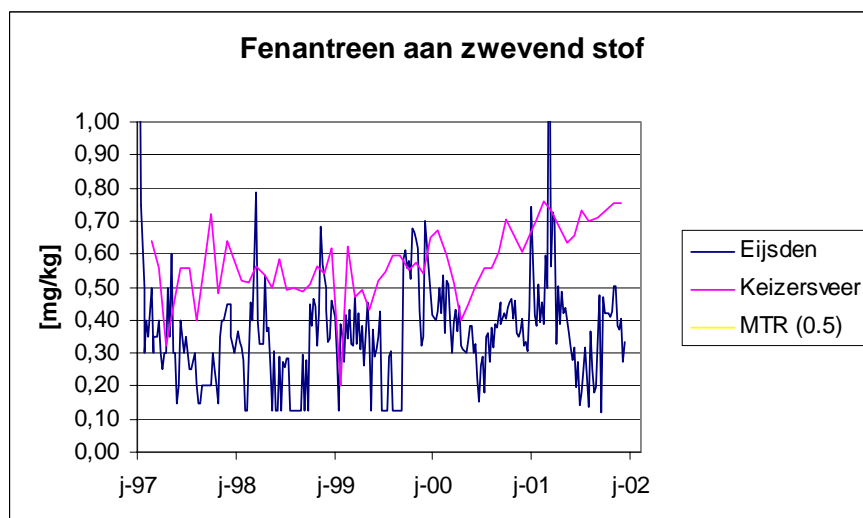
Concentraties fluorantheen in Eijsden en Keizersveer.



Uit figuur B3.13 blijkt dat bij Eijsden wel, en bij Keizersveer niet wordt voldaan aan het MTR voor fenantreen.

**Figuur B3.13**

Concentraties fenantreen in Eijsden en Keizersveer.



---

---

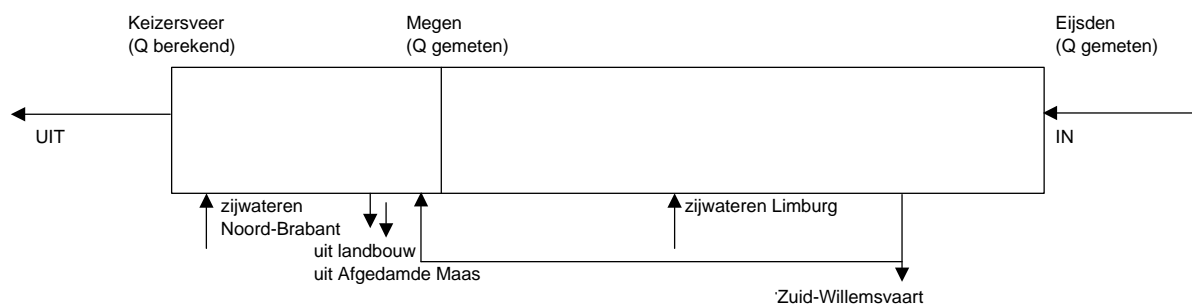


## Bijlage 4: Waterbalans

Bij het maken van een stofbalans dient eerst te worden nagegaan of het mogelijk is om een sluitende waterbalans op te stellen. Hiervoor zijn de dagelijks gemeten in- en uitgaande debieten met elkaar vergeleken. Bij Keizersveer kunnen vanwege de invloed van het getij geen debieten worden gemeten. Wel zijn er debieten berekend en in DONAR opgenomen. Voor de controle van de waterbalans wordt in eerste instantie gebruikgemaakt van het meest stroomafwaarts gelegen debietmeetpunt bij Megen. Hierover wordt een sluitfout berekend. Daarna wordt het debiet van Megen en Keizersveer vergeleken (zie figuur B4.1).

**Figuur B4.1**

Schematisch overzicht Maas (meetpunten en posten).



De grootste posten voor het eerste deel van de waterbalans zijn:

- IN Eijsden, waar de Maas Nederland binnenkomt. Het gemeten debiet wordt verhoogd met  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  omdat er net voorbij Eijsden een aanzienlijke hoeveelheid water de Maas instroomt: Het Kanaal van Ternaaien voert water uit het Albertkanaal, dat bij Luik aan de Maas is onttrokken, even ten zuiden van Maastricht terug in de Maas.
- IN grote zijwateren Limburg, zoals de Geul, Roer en Niers. Hier wordt dagelijks gemeten, er zijn geen uitschieters gevonden.
- UIT Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen. Een deel van het Maaswater wordt gebruikt voor de Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen. Bij Panheel wordt  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  opgepompt.
- UIT Megen. De gemeten afvoeren zijn tot  $1.000\text{-}1.200 \text{ m}^3/\text{s}$  betrouwbaar. Bij hogere afvoeren is er een onderschatting van  $200$  à  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ , omdat er ook water achter de meter langs stroomt.

---

Het tweede gedeelte van de waterbalans bevat de volgende grote posten:

- IN Megen.
- IN Dieze. Vanaf augustus 1998 kan gebruik worden gemaakt van ADM Engelen. Waarden van eind november 1999 t/m eind maart 2000 zijn echter niet te vertrouwen. Vooralnog is gebruikgemaakt van de debieten van de Aa en de Dommel.
- UIT afgedamde Maas. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland gebruikt gemiddeld 5 m<sup>3</sup>/s (waterinname bij Brakel en verpompt water bij de Wilhelminasluis ter bescherming van Maaswater).
- UIT watervoorziening landbouw is ongeveer 5 m<sup>3</sup>/s.
- UIT Keizersveer. Dit zijn (met het waterbewegingsmodel ZWENDL) berekende debieten.

De sluitfout van het eerste gedeelte van de waterbalans is als volgt:

1997	10%
1998	2%
1999	2%
2000	-3%
2001	-13%

Deze gemiddelde sluitfout over een jaar (waarbij de effecten van verblijftijd, afvoergolven en berging geen rol meer spelen) is acceptabel. De hoge sluitfout van 1997 wordt voor een deel veroorzaakt door de eerste weken: in deze weken is een zeer lage afvoer bij Megen gemeten waardoor de sluitfout relatief hoog werd.

De sluitfout in het tweede deel van de waterbalans is:

1997	2%
1998	6%
1999	5%
2000	4%
2001	2%

Hierbij is wel aangenomen dat er in de winter 5 en in de zomer 13 m<sup>3</sup>/s wordt gebruikt in de regio (doorspoeling/landbouw). Volgens Waterschap De Maaskant bedraagt deze post hooguit 2 m<sup>3</sup>/s in de zomerperiode. Mogelijk wordt er water richting de Betuwe ingelaten.

Op basis van expert-judgement kan geconcludeerd worden dat de sluitfout van de waterbalans laag genoeg is om er verantwoord berekeningen mee uit te voeren.

## Bijlage 5: Overzicht puntlozingen in stroomgebied van de Maas

Overzicht van industriële puntbronnen waarvan de vrachten van 1999 en 2000 in de emissieberekeningen zijn meegenomen. De informatie komt uit de REVIEW-database, deze bevat de resultaten van de jaarlijkse CIW-enquête. Voor deze enquête melden de grootste industrieën (circa 75 bedrijven) de jaarlijkse vrachten van een aantal stoffen welke gecontroleerd worden door de overheid. In de laatste kolom wordt gegeven in welk deelstroomgebied de lozing plaatsvindt of in het geval van een lozing op de Maas, het betreffende Maastraject.

Plaats	Ontvangend water	Waterbeheerder	Locatie van de lozing deelstroomgebied/ Maastraject
DRUNEN	Spoorsloot onder Drunen, bij Drunen	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
DEN BOSCH	Dieze	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
MAASTRICHT	Julianakanaal	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
LIESHOUT	Goorloop, van Helmond naar Keldonk	WATERSCHAP DE AA	Waterschap de AA
DEN BOSCH	Dieze	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
DRUNEN	Spoorsloot onder Drunen, bij Drunen	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
BERGEIJK	Zoefloop, bij Luyksgestel	WATERSCHAP DE DOMMEL	Waterschap de Dommel
EINDHOVEN	Eindhovens Kanaal (Waterschap de Dommel)	WATERSCHAP DE DOMMEL	Waterschap de Dommel
MAASTRICHT	Julianakanaal	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
MAASTRICHT	Zuid-Willemsvaart, Limburgs deel	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
HAELLEN	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
RIJKEVOORT	Oeffeltse Raam, bij Oeffelt	WATERSCHAP DE MAASKANT	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
VENLO	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
GELEEN	Jr. zijtak, bij Stein	ZUIVERINGSSCHAP LIMBURG	Nederlands Grensmaasdal
PANHEEL	SLIJBEK	ZUIVERINGSSCHAP LIMBURG	Neerbeek
MAASTRICHT	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
MAASTRICHT	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
MAASBRACHT	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
WEERT	Zuid-Willemsvaart, Limburgs deel	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
HEIJEN	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
DRUNEN	Spoorsloot onder Drunen, bij Drunen	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
WEERT	Tungelroyse beek, wkl Limburgl	ZUIVERINGSSCHAP LIMBURG	Neerbeek
MAASTRICHT	Julianakanaal	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
ROERMOND	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
RAVENSTEIN	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	5. Beneden Maas (sluis Heumen - stuw Lith)
MAASTRICHT	Julianakanaal	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
DRUNEN	Spoorsloot onder Drunen, bij Drunen	WATERSCHAP DE MAASKANT	Waterschap de Maaskant
MEERS,SEN	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
VENLO	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
WESSEM	Kanaal Wessem-Nederweert, bij Nederweert	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
VENLO-BLERICK	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
WESSEM	Kanaal Wessem-Nederweert, bij Nederweert	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
CUJK	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
OMMEL (ASTEN)	Astensche Aa, bij Asten	WATERSCHAP DE AA	Waterschap de AA
SON	DE DOMMEL	WATERSCHAP DE DOMMEL	Waterschap de Dommel
WEERT	Zuid-Willemsvaart, Limburgs deel	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
MAASTRICHT	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
ROERMOND	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	3. Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)
MAASTRICHT	Maas	RWS, DIRECTIE LIMBURG	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)

Overzicht van RWZI's in het Maasstroomgebied waarvan de vrachten van 1999 en 2000 in de emissieberekeningen zijn meegenomen. De informatie komt uit de CBS-database, deze bevat de resultaten van de jaarlijkse enquête onder de beheerders. In de laatste kolom wordt gegeven in welk deelstroomgebied de lozing plaatsvindt of in het geval van een lozing op de Maas, het betreffende Maastraject.

Naam van de RWZI	Ontvangend water	Waterbeheerder	locatie lozing deelstroomgebied/ Maastraject
SCHIJNDEL	STEEGSE LOOP	Ws De Aa	De Aa
ASTEN	DE AA	Ws De Aa	De Aa
AARLE RIXTEL	DE AA	Ws De Aa	De Aa
DE RIPS	WATERGANG 51131 BIJ RIPS	Ws De Aa	De Aa
DINTHER	BEEKGRAAF	Ws De Aa	De Aa
VINKEL	GROOTE WETERING	Ws De Aa	De Aa
EINDHOVEN	DE DOMMEL	Ws De Dommel	De Dommel
BOXTEL	DE DOMMEL	Ws De Dommel	De Dommel
HAPERT	GROOTE BEERZE	Ws De Dommel	De Dommel
MAARHEEZE	BUULDER AA	Ws De Dommel	De Dommel
OISTERWIJK	ESSCHE STROOM	Ws De Dommel	De Dommel
ST OEDENRODE	DE DOMMEL	Ws De Dommel	De Dommel
HILVARENBEEK	REUSEL	Ws De Dommel	De Dommel
TILBURG-OOST	VOORTSESTROOM	Ws De Dommel	De Dommel
TILBURG-NOORD	ZANDLEY	Ws De Dommel	De Dommel
's HERTOGENBOSCH	DIEZE	Ws De Maaskant	6. Getijde Maas (stuw Lith -Keizersveer)
OIJEN	TEEFELSE WETERING	Ws De Maaskant	De Maaskant
LAND VAN CUIJK (HAPS)	MAAS	Ws De Maaskant	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
MAASTRICHT-LIMMEL	MAAS	Zs Limburg	1. Bovenmaas (Eijsden - stuw borgharen)
WEERT	ZUID WILLEMSVAART	Zs Limburg	Neerbeek
MAASTRICHT- BOSSCHERVELD	ZUID WILLEMSVAART	Zs Limburg	Geul en Gulp
SIMPELVELD	EYSER BEEK	Zs Limburg	Geul en Gulp
HEERLEN	GELEENBEEK	Zs Limburg	Geleenbeek en Rode Beek
RIMBURG	WORM	Zs Limburg	Roer
KAFFEBERG (KERKRADE)	ANSELDERBEEK	Zs Limburg	Roer
HOENSBROEK	CAUMERBEEK	Zs Limburg	Geleenbeek en Rode Beek
HEUGEM (GRONSVELD)	ZEEP	Zs Limburg	Geul en Gulp
VENLO	MAAS	Zs Limburg	4. Noordelijke Maas (stuw Belfeld - sluis Heumen)
MEIJEL	HAAGLOSSING	Zs Limburg	De Aa
WIJLRE	GEULLE	Zs Limburg	Geul en Gulp
VENRAIJ	LOOBEEK	Zs Limburg	Everlose Beek en Grootte Molenbeek
STEIN	UR, ZIJTAK	Zs Limburg	Nederlands Grensmaasdal
SUSTEREN	VLOEDGRAAF	Zs Limburg	Geleenbeek en Rode Beek
PANHEEL	SLUBEEK	Zs Limburg	Neerbeek
ROERMOND	MAASNIELDERBEEK	Zs Limburg	Roer
GENNEP	NIERS, BIJ OTTERSUM	Zs Limburg	Niers

## Bijlage 6: Inschatting vracht zijwateren voor fluorantheen, fenantreen, glyfosaat en AMPA

### Vracht zijwateren glyfosaat en AMPA

Door de bij dit project betrokken waterbeheerders zijn geen metingen van glyfosaat en AMPA in regionaal water aangeleverd. Wel heeft het RIZA in de zomer van 2002 in opdracht van RWS directie Limburg projectmatig onderzoek gedaan naar glyfosaat in de Dieze, de Niers, de Roer en de Geleenbeek. In twee perioden zijn verzamelmonsters gemaakt van ieder 8 weken; deze zijn geanalyseerd (aangezien de monsters koel, donker en luchtdicht zijn bewaard is de afbraak kleiner dan in natuurlijke omstandigheden, al zal er wel enige afbraak plaatsvinden). De concentraties van beide perioden lagen dichtbij elkaar (zie tabel B6.1).

**Tabel B6.1**

Verzamelmonsteranalyses [ $\mu\text{g/l}$ ] glyfosaat en AMPA van zijwateren Maas.

	Glyfosaat [ $\mu\text{g/l}$ ]	AMPA [ $\mu\text{g/l}$ ]
<b>Periode mei/juni 2002</b>		
Roer	0,14	0,39
Dieze	0,23	1,5
Geleenbeek	0,44	1,5
Niers	0,12	0,94
<b>Periode juli/augustus 2002</b>		
Roer	0,12	0,55
Dieze	0,31	1,9
Geleenbeek	0,53	1,9
Niers	0,08	1,5

In onderstaande tabel B6.2 zijn de stofvrachten voor deze zijwateren berekend (concentratie maal jaardebiet).

**Tabel B6.2**

Geschatte jaarvracht [ $\text{kg/j}$ ] glyfosaat en AMPA bij vier zijwateren van de Maas.

	Glyfosaat	AMPA
Roer	92	332
Dieze	189	1.194
Geleenbeek	36	129
Niers	26	318
Totaal Roer, Dieze, Geleenbeek en Niers	345	1.975
Totaal alle zijwateren	520	2.960

De totaalvracht voor alle zijwateren is grofweg 1,5 maal zo veel omdat bovengenoemde zijwateren ongeveer tweederde van de totaalvracht leveren (die schatting is gebaseerd op verhoudingen van vrachten voor andere probleemstoffen). Dus via de zijwateren komt grofweg 518 kg glyfosaat en 2.963 kg AMPA in de Maas terecht.

Deze vracht is ongeveer even groot als de vracht bij Eijsden. Het is slechts een grove schatting: de vrachten kunnen in werkelijkheid hoger zijn omdat de stoffen in de monsters tijdens opslag voor een deel zijn afgebroken of de vrachten kunnen in werkelijkheid lager zijn omdat nu zomerconcentraties, die bij bestrijdingsmiddelen vaak relatief hoog zijn t.o.v. het jaargemiddelde, zijn gebruikt voor de berekening van jaarvrachten. De onzekerheden rondom de schatting zijn zo groot dat geen beleid kan worden gebaseerd op deze cijfers.

#### Vracht zijwateren fluorantheen en fenantreen

Door de waterbeheerders zijn geen metingen aangeleverd van fluorantheen en fenantreen. Wel kan voor fenantreen gebruik worden gemaakt van RIZA-onderzoek naar de kwaliteit van zwevend stof van zes zijwateren (RIZA, 2002b): het Kanaal van Ternaaien, Jeker, Geul, Roer, Niers en Dieze. In 1999 en 2000 is elke vier weken met een doorstroomcentrifuge zwevend stof bemonsterd. In tabel B6.3 zijn de gemiddelde gehalten omgerekend naar standaard waterbodem en getoetst aan het MTR (dikgedrukt bij overschrijding).

**Tabel B6.3**

Gemiddeld gehalte fenantreen aan zwevend stof [mg/kg] bij zes zijwateren van de Maas, omgerekend naar standaard waterbodem.

	Fenantreen [mg/kg]
Kanaal van Ternaaien	0,7
Jeker	0,21
Geul	0,35
Roer	0,33
Niers	0,15
Dieze	0,16

Uit de tabel blijkt dat concentraties aan PAK's veruit het hoogst zijn in het Kanaal van Ternaaien, waar het zwevend stof grotendeels afkomstig is van de Maas bij Luik. De vrachten van deze zijwateren zijn eveneens berekend op basis van de gevonden gehalten aan zwevend stof (zie tabel B6.4).

**Tabel B6.4**

Geschatte jaarvracht [kg/j] fenantreen bij zes zijwateren van de Maas.

	Fenantreen
Kanaal van Ternaaien	3,83
Jeker	0,66
Geul	1,57
Roer	6,02
Niers	1,39
Dieze	1,57
Totaal van kanaal van Ternaaien, Jeker, Geul, Roer, Niers en Dieze	15
<b>Totaal</b>	<b>20</b>

In totaal zullen de zijwateren jaarlijks hooguit 20 kg fenantreen bijdragen aan de Maas. Dit is 6% van de vracht die binnenkomt bij Eijsden. Weer moet worden opgemerkt dat de betrouwbaarheid van deze schatting te gering is voor onderbouwing van beleid. Voor fluorantheen is niet bekend wat de bijdrage is vanuit de zijrivieren.

---

## Bijlage 7: Bronnen die zijn opgenomen in het Datawarehouse Emissieregistratie

---

<b>Bronnen:</b>
AFSTEKEN VUURWERK
BASISMETAAL (SBI 1993 : 27)
BINNENSCHIEPVAART
BODEMSANERING (SBI 1993: 90004)
CHEMISCHE INDUSTRIE (SBI 1993:241 exclusief 2415)
CHEMISCHE INDUSTRIE: OVERIG (SBI 1993: 243 t/m 247)
corrosie verzinkt staal en loodslabben
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN UTILITEITSGEBOUWEN
CORROSIE VERZINKT STAAL GLASTUINBOUW
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW
DEPOSITIE OP OPPERVLAKTEWATER
EFFLUENTEN RWZI
ENERGIESECTOR ONDERVERDELING CONFORM PROGRAMMA VAN EISEN
GECREOSOTEERD HOUT IN DE WATERBOUW
GLASTUINBOUW
INDUSTRIE OVERIG
JACHT, LOOD- EN ZINKEMISSIONS
LOZING HUISHOUDELIJK AFVALWATER
MEEMESTEN SLOTEN
METAALLEKTRO (SBI 1993 : 28 T/M 35)
NIET LOKAAL VERKEER AUTOBussen
NIET LOKAAL VERKEER BESTELAUTOS
NIET LOKAAL VERKEER OVERIG
NIET LOKAAL VERKEER PERSONENAUTOS
NIET LOKAAL VERKEER TREKKERS
NIET LOKAAL VERKEER VRACHTAUTO'S
OVERIG BOUW
OVERIGE HDO
OVERSTORTEN
PAPIER(WAREN) (SBI 1993 : 21)
RECREATIEVAART
REGENWATERRIOLEN
REINIGEN VAN GRONDWATER
SLACHTERIJEN/ VLEESWAREN (SBI 1993 : 151)
SPOORWEGEN
STORTPLAATSEN
UIT- EN AFSPOELING

---

---



---

## Bijlage 8: Berekening processen (sedimentatie totaal-P, koper, zink, cadmium, nikkel, fluorantheen, fenantreen)

---

### Totaal-P, koper, zink, cadmium en nikkel

In 1998 is een meetcampagne voor de Maas uitgevoerd. Uit de (ongepubliceerde) gegevenssets zijn verdelingen van particuliere (gebonden) en opgeloste stoffen af te leiden. Deze zijn als volgt:

---

**Tabel B8.1**

Verdelingen van particuliere (gebonden) en opgeloste stoffen.

Stof	Percentage gebonden aan zwevend stof (%)
Totaal-P	40
Koper	34
Zink	60
Cadmium	74
Nikkel	20

Aangenomen wordt dat de helft van het gebonden materiaal in de Maas achterblijft. De grootte van de verliesterm door processen wordt dus:

$$\text{Verlies} = (\text{alle ingaande vrachten}) * \text{percentage gebonden} * 0,5$$

Voor fosfaat is de verliespost door sedimentatie 796 ton/j, voor koper 14,7 ton, voor zink 125 ton, voor cadmium 1.811 kg, voor nikkel 6,3 ton.

### Fluorantheen en fenantreen

Grofweg kan ook worden ingeschat hoeveel fluorantheen en fenantreen er achterblijft. Bij een gemiddelde zwevend stofconcentratie van resp. 1,55 en 0,726 mg/kg en een sedimentatie van 224.000 ton zwevend stof zal er 350 kg fluorantheen en 160 kg fenantreen achterblijven in de Maas.

---

---

## Bijlage 9: Totaal emissiecijfers per deelstroomgebied en per Maastraject

Per deelstroomgebied zijn Nederlandse punt- en diffuse bronnen bij elkaar opgeteld, de cijfers komen uit het Datawarehouse Emissie-registratie. Het cijfer in de kolom 'kilo/j' is de gemiddelde jaarvracht in kilo's van 1999 en 2000, het percentage is t.o.v. het totaal van de deelstroomgebied.

**Tabel B9.1**

Vrachten per deelstroomgebied.

Vrachten per deelstroomgebied:	Ntotaal		Ptotaal		koper		nikkel		zink		cadmium	
	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%
de Dommel	6166970	28%	361655	33%	1513	24%	885	25%	7940	24%	41	45%
de Aa (incl. Brabantse afwatering)	5112122	23%	319528	29%	2246	36%	744	21%	7031	22%	21	23%
de Maaskant	4122319	19%	65542	6%	1045	17%	226	6%	3230	10%	5	5%
Everlose beek en Groote Molen	2519694	11%	107455	10%	141	2%	80	2%	1176	4%	3	3%
Geleenbeek en Rode Beek	613372	3%	67399	6%	514	8%	247	7%	3964	12%	7	8%
Geul en Gulp	341247	2%	34223	3%	150	2%	88	2%	1528	5%	3	3%
Jeker	13738	0%	899	0%	9	0%	2	0%	91	0%	0	0%
Nederlands Grensmaasdal	433158	2%	9781	1%	115	2%	958	27%	1855	6%	1	1%
Neerbeek	1253935	6%	60505	6%	63	1%	28	1%	2390	7%	6	6%
Niers	111405	1%	13209	1%	21	0%	33	1%	274	1%	1	1%
Rijnbeek en Maasterrassen	387841	2%	7090	1%	19	0%	4	0%	286	1%	0	0%
Roer	873867	4%	39193	4%	360	6%	270	8%	2380	7%	5	5%
Swalm	200930	1%	4881	0%	12	0%	2	0%	145	0%	0	0%
Voer en Margraten	90260	0%	3987	0%	28	0%	11	0%	397	1%	1	1%
<b>totaal deelstroomgebieden</b>	<b>22240855</b>		<b>1095345</b>		<b>6233</b>		<b>3576</b>		<b>32683</b>		<b>92</b>	

**Tabel B9.2**

Vrachten van puntlozingen per Maastraject.

Vrachten van puntlozingen per Maas traject:	Ntotaal		Ptotaal		koper		nikkel		zink		cadmium	
	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%	kilo/j	%
Maas traject 1 Bovenmaas (Eijsden-stuw Borgharen)	544132	30%	14545	10%	109	5%	78	3%	470	9%	4	18%
Maas traject 2 Grensmaas (stuw Borgharen- Ohe en Laak)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Maas traject 3 Plassenmaas (Ohe en Laak - stuw Belfeld)	33573	2%	2667	2%	61	3%	74	3%	406	8%	3	15%
Maas traject 4 Noordelijke Maas (stuw Belfeld-sluis Heumen)	511038	29%	62681	42%	868	41%	2177	80%	2322	44%	6	29%
Maas traject 5 Beneden Maas (sluis Heumen-stuw Lith)	330998	19%	37156	25%	202	10%	238	9%	922	17%	3	12%
Maas traject 6 Getijde Maas (stuw Lith - Keizersveer)	368062	21%	30580	21%	883	42%	166	6%	1169	22%	5	26%
<b>totaal puntlozing Maas</b>	<b>1787802</b>		<b>147629</b>		<b>2123</b>		<b>2732</b>		<b>5289</b>		<b>21</b>	

---

---

## Bijlage 10: Emissiecijfers per bron

De emissies (kg/j) per deelstroomgebied en per bron zoals in het Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen. Het gaat hier weer om het gemiddelde van 1999 en 2000.

**Tabel B10.1 (1)**

De emissies [kg/j] per deelstroomgebied en per bron zoals in Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen.

DWH categorie naam	Cd	Cu	Ni	Zn	Ptot	Ntot	Deelstroomgebied
afsteken vuurwerk		35					<b>de Aa</b>
Basismetaleel (SBI 1993 : 27)	0	0	0	0	1	1	
Binnenscheepvaart	0			45			
Bodemsanering (SBI 1993: 90004)	0			0			
Chemische industrie (SBI 1993:241 exclusief 2415)				0			
corrosie verzinkt staal en loodslabben				122			
corrosie verzinkt staal en loodslabben HDO				29			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				34			
corrosie verzinkt staal in de wegebouw				48			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				1			
depositie op oppervlaktewater	1	4	5	25		24276	
effluenten rwzi	19	2093	716	5049	141515	740756	
energiesector onderverdeling conform programma van eisen	0	2	0	28	54	148	
Glastuinbouw					2835	55509	
industrie overig				244	31345	18899	
grafische industrie (SBI 1993 : 222)		1	0	5		24	
lood- en zinkemissies door de jacht				42			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	26	2	30	2122	19902	
meestesten sloten					7931	93684	
metaalelektro (SBI 1993 : 28 T/M 35)		2					
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	13			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	2	0	56			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	9			
niet lokaal verkeer personenautos	0	15	2	353			
niet lokaal verkeer trekkers	0	2	0	105			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	3	0	124			
Overstorten	1	38	10	400	2962	26464	
Regenwaterriolen	1	6	7	228		17714	
REINIGEN VAN GRONDWATER	0	0	0	0			
rubber- en kunststofverwerkende industrie (SBI 1993 :25)		2	0	35	1	180	
slachterijen/vleeswaren (SBI 1993 : 151)				39			
Spoorwegen		17					
uit- en afspoeling					130790	4114741	
afsteken vuurwerk		45					<b>de Dommel</b>
Basismetaleel (SBI 1993 : 27)	2	5	2	197	4884	5886	
basismetaleel (sbi:27)	7		5	1600	2828	1075	
Binnenscheepvaart				8			
Bodemsanering (SBI 1993: 90004)	3			282			
corrosie verzinkt staal en loodslabben				158			
corrosie verzinkt staal en loodslabben HDO				40			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				12			
corrosie verzinkt staal in de wegebouw				169			
depositie op oppervlaktewater	2	9	10	47		38162	
effluenten rwzi	28	1226	830	3565	154749	2157710	
Glastuinbouw					1028	20129	
industrie overig					11641	17316	
jacht, lood- en zinkemissies				62			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	26	2	29	2069	19401	
meestesten sloten					11069	130781	
metaalelektro (SBI 1993 : 28 T/M 35)		6					
niet lokaal verkeer autobussen	0	1	0	23			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	3	1	76			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	13			
niet lokaal verkeer personenautos	0	23	4	537			
niet lokaal verkeer trekkers	0	5	1	231			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	5	1	233			
overige hdo							
Overstorten	2	93	25	975	7227	64578	
Regenwaterriolen	1	9	10	590		25295	
Spoorwegen		54					
uit- en afspoeling					170017	3690118	
reinigen van grondwater	4	5		268			

Tabel B10.1 (2)

De emissies [kg/j] per deelstroomgebied en per bron zoals in Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen.

DWH categorie naam	Cd	Cu	Ni	Zn	Ptot	Ntot	Deelstroomgebied
afsteken vuurwerk		20					<b>de Maaskant</b>
Basismetaal (SBI 1993 : 27)		98		170	26	676	
basismetaal (sbi:27)				142	12	397	
Binnenscheepvaart				9			
corrosie verzinkt staal en loodslabben				68			
corrosie verzinkt staal en loodslabben HDO				17			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				14			
corrosie verzinkt staal in de wegenbouw				62			
depositie op oppervlaktewater	1	7	8	31		32393	
effluente rwzi	2	542	200	1844	25374	171774	
glastuinbouw					1163	22777	
industrie overig					10	810	
jacht, lood- en zinkemissies				45			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	15	1	17	1242	11644	
meemesten sloten					7166	84647	
metaalelektro (SBI 1993 : 28 T/M 35)		280	0	0			
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	9			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	2	0	38			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	6			
niet lokaal verkeer personenautos	0	11	2	261			
niet lokaal verkeer trekkers	0	2	0	87			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	2	0	92			
overige hdo		1					
overstorten	1	41	11	431	3196	28560	
regenwaterriolen	0	3	4	43		9748	
spoorwegen		22					
uit- en afspoeling					27373	3759430	
afsteken vuurwerk		12					<b>Everlose beek en Grote Molebeek</b>
Basismetaal (SBI 1993 : 27)			1		26		
Binnenscheepvaart				54			
Chemische industrie (SBI 1993:241 exclusief 2415)					1841		
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				43			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				62			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				39			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				11			
depositie op oppervlaktewater	1	3	3	17		12524	
effluente rwzi	2	66	67	255	20495	120706	
energiesector onderverdeling conform programma van eisen					1		
glastuinbouw					5219	102209	
lood- en zinkemissies door de jacht				16			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	16	1	18	1288	12080	
meemesten sloten					4256	50265	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	12			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	1	0	31			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	8			
niet lokaal verkeer personenautos	0	8	1	201			
niet lokaal verkeer trekkers	0	2	0	92			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	2	0	109			
overstorten	0	15	4	156	1155	10322	
regenwaterriolen	0	1	2	53		4390	
slachterijen/vleeswaren (SBI 1993 : 151)				1			
spoorwegen		12					
uit- en afspoeling					74094	2207200	
afsteken vuurwerk		6					<b>Geleenbeek en Rode Beek</b>
binnenscheepvaart				17			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				20			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				0			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				38			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				5			
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	9		2973	
effluente rwzi	6	427	230	3006	55590	379454	
glastuinbouw					24	473	
lood- en zinkemissies door de jacht				6			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	4	0	4	292	2734	
meemesten sloten					1851	21865	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	6			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	1	0	26			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	4			
niet lokaal verkeer personenautos	0	8	1	178			
niet lokaal verkeer trekkers	0	1	0	50			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	1	0	56			
overig bouw		1	2	5	32	150	
overstorten	1	41	11	428	3171	28336	
regenwaterriolen	0	1	1	108		3082	
spoorwegen		21					

**Tabel B10.1 (3)**

De emissies [kg/j] per deelstroomgebied en per bron zoals in Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen.

DWH categorie naam	Cd	Cu	Ni	Zn	Ptot	Ntot	Deelstroomgebied
<b>Geul en Gulp</b>							
afsteken vuurwerk			2				
binnenscheepvaart				16			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				6			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				0			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				13			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				2			
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	6		1950	
effluenten rwzi	2	115	72	892	26938	200367	
energiesector onderverdeling conform programma van eisen						2	
glastuinbouw					0	8	
INDUSTRIE OVERIG		0			0	0	
lood- en zinkemissies door de jacht				8			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	3	0	4	274	2574	
meemesten sloten					1777	20997	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	2			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	9			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer personenautos	0	3	0	60			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	16			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	18			
overig bouw		7	10	25	171	1583	
overstorten	0	10	3	436	813	7265	
regenwaterriolen	0	0	0	15		351	
spoorwegen		6					
stortplaatsen	0	0	0	0	0	70	
uit- en afspoeling					4250	106873	
voorbereiden tot recycling	0	0	2	1			
<b>Jeker</b>							
afsteken vuurwerk			1				
binnenscheepvaart				6			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				2			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				0			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				0			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				0			
depositie op oppervlaktewater	0	0	0	4		989	
glastuinbouw					3	58	
lood- en zinkemissies door de jacht				2			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	0	0	1	37	344	
meemesten sloten					84	995	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	0			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	0			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	0			
niet lokaal verkeer personenautos	0	0	0	3			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	1			
overstorten	0	7	2	70	518	4625	
regenwaterriolen	0	0	0	0		250	
spoorwegen		0					
uit- en afspoeling					257	6475	
<b>Nederlands Grensmaasdal</b>							
afsteken vuurwerk			1				
Binnenscheepvaart				42			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				2			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				0			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				17			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				0			
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	10		3447	
effluenten rwzi	1	18	28	172	1679	76541	
glastuinbouw					2	35	
industrie (REVIEW)	0	72	912	1426	5850	316000	
lood- en zinkemissies door de jacht				10			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	1	0	1	83	782	
meemesten sloten					477	5636	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	2			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	4			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer personenautos	0	1	0	35			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	19			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	18			
overig bouw		11	15	35	245	1135	
overstorten	0	5	1	57	423	3780	
regenwaterriolen	0	0	0	4		88	
spoorwegen		4					
uit- en afspoeling					1022	25715	



**Tabel B10.1 (4)**

De emissies [kg/j] per deelstroomgebied en per bron zoals in Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen.

afsteken vuurwerk	7			<b>Neerbeek</b>	
Binnenscheepvaart			35		
Bodemsanering (SBI 1993: 90004)	2		371		
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN			23		
corrosie verzinkt staal glastuinbouw			11		
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW			19		
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen			6		
depositie op oppervlaktewater	1	3	3	22	10720
effluenten rwzi	1				0
glastuinbouw				895	17537
industrie (REVIEW)		7	26	1459	2076
lood- en zinkemissies door de jacht				24	
lozing huishoudelijk afvalwater	0	6	0	7	507 4750
meemesten sloten				3053	36068
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	7	
niet lokaal verkeer bestelautos	0	1	0	21	
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	5	
niet lokaal verkeer personenautos	0	6	1	136	
niet lokaal verkeer trekkers	0	1	0	48	
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	1	0	60	
overig bouw		11	11	8	313
overstorten	0	11	3	116	859 7674
regenwaterriolen	0	1	1	18	2992
REINIGEN VAN GRONDWATER	2	3		180	
spoorwegen		14			
uit- en afspoeling				55190	1171805
afsteken vuurwerk	1			<b>Niers</b>	
binnenscheepvaart			12		
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN			5		
corrosie verzinkt staal glastuinbouw			0		
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW			1		
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen			1		
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	3	2938
effluenten rwzi	1	14	31	185	11735 38052
glastuinbouw				7	146
lood- en zinkemissies door de jacht				3	
lozing huishoudelijk afvalwater	0	1	0	1	85 800
meemesten sloten				497	5870
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	1	
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	3	
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	1	
niet lokaal verkeer personenautos	0	1	0	21	
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	4	
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	6	
overstorten	0	2	1	25	187 1673
regenwaterriolen	0	0	0	2	678
spoorwegen		0			
uit- en afspoeling				696	61249
afsteken vuurwerk	3			<b>Rijnbeek en Maasterrassen</b>	
Binnenscheepvaart			35		
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN			9		
corrosie verzinkt staal glastuinbouw			25		
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW			7		
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen			2		
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	6	4399
glastuinbouw				2072	40573
lood- en zinkemissies door de jacht				6	
lozing huishoudelijk afvalwater	0	4	0	4	318 2980
meemesten sloten				1060	12527
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	3	
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	8	
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	2	
niet lokaal verkeer personenautos	0	2	0	51	
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	19	
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	1	0	23	
overstorten	0	7	2	69	513 4588
regenwaterriolen	0	0	0	16	865
spoorwegen		1			
uit- en afspoeling				3126	321909

**Tabel B10.1 (5)**

De emissies [kg/j] per deelstroomgebied en per bron zoals in Datawarehouse (bijlage 7) is opgenomen.

CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN							12
corrosie verzinkt staal glastuinbouw							1
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW							5
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen							3
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	7			2793
effluënten rwzi	4	319	263	1960	30934	420590	
glastuinbouw						112	2195
lood- en zinkemissies door de jacht				8			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	3	0	3	221	2069	
meemesten sloten					1445	17065	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	3			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	1	0	15			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	3			
niet lokaal verkeer personenautos	0	4	1	89			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	20			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	1	0	27			
overstorten	0	17	5	176	1307	11678	
regenwaterriolen	0	1	1	43		1746	
spoorwegen			10				
uit- en afspoeling					5175	415732	
<b>Swalm</b>							
afsteken vuurwerk		1					
binnenscheepvaart				19			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				3			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				9			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				0			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				1			
depositie op oppervlaktewater	0	0	0	2		1366	
glastuinbouw					780	15279	
lood- en zinkemissies door de jacht				4			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	2	0	2	151	1420	
meemesten sloten					561	6630	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	4			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer personenautos	0	1	0	25			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	5			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	8			
overstorten	0	6	2	60	442	3951	
regenwaterriolen	0	0	0	1		119	
spoorwegen			1				
uit- en afspoeling					2945	172163	
<b>Voer en Margraten</b>							
afsteken vuurwerk		8					
binnenscheepvaart				7			
CORROSIE VERZINKT STAAL EN LOODSLABBEN				29			
corrosie verzinkt staal glastuinbouw				0			
CORROSIE VERZINKT STAAL IN DE WEGENBOUW				5			
Corrosie verzinkt staal en loodslabben utiliteitsgebouwen				7			
depositie op oppervlaktewater	0	1	1	7		1895	
glastuinbouw					14	271	
lood- en zinkemissies door de jacht				2			
lozing huishoudelijk afvalwater	0	2	0	2	129	1207	
meemesten sloten					938	11086	
niet lokaal verkeer autobussen	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer bestelautos	0	0	0	5			
niet lokaal verkeer overig	0	0	0	1			
niet lokaal verkeer personenautos	0	1	0	32			
niet lokaal verkeer trekkers	0	0	0	9			
niet lokaal verkeer vrachtauto's	0	0	0	10			
overig bouw				0	3	16	
overstorten	0	8	2	82	611	5462	
regenwaterriolen	0	2	2	179		5535	
spoorwegen			3				
stortplaatsen	1	2	5	16	36	8087	
uit- en afspoeling					2255	56700	