

# Vermindering van microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied

-  
Monitoring en  
beoordelingssysteem



Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport Nr. 287*



## **Colofon**

### **Uitgegeven door de**

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

[E-mail: sekretariat@iksr.de](mailto:sekretariat@iksr.de)

[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

<https://twitter.com/ICPRhine/>

# **Vermindering van microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied**

-

## **Monitoring en beoordelingsstelsel**

*De volgende personen hebben meegewerkt aan de totstandbrenging van dit rapport. De delegaties van de landen in het Rijnstroomgebied hebben stemrecht in de ICBR. De waarnemers/verenigingen hebben het recht om het woord te voeren.*

Rapportage:	Friederike Vietoris, Ronald van Dokkum, Nikola Schulte-Kellinghaus, Tabea Stötter
Met medewerking van:	Tom Bechet (Administration de la gestion de l'eau); Denis Besozzi (Agence de l'Eau Rhin-Meuse); Nicole Brennholt (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, LANUV); Björn Brumhard (Syngenta Agro GmbH); Manfred Clara (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus); Ronald van Dokkum (Rijkswaterstaat WVL); Lars Düster (voorzitter van de EG SMON, Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG); Anke Hofacker (Bundesamt für Umwelt, BAFU); Dennis Kalf (Rijkswaterstaat WVL); Paul Kröfges (BUND e.V.); Thomas Kullick (VCI); Danièle Mousel (Administration de la gestion de l'eau); Nicole Munz (Bundesamt für Umwelt, BAFU); Werner Reifenhäuser (Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfU) Gerard Rijs (Rijkswaterstaat WVL); Steffen Ruppe (voorzitter van de EG SANA, Amt für Umwelt und Energie) Markus Scheithauer (Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfU); Marco Scheurer (IAWR); Michael Schluesener (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG); Gerard Stroomberg (RIWA-Rijn); Thomas Ternes (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG); Friederike Vietoris (voorzitter van de EG MICROMIN, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, LANUV)
Vertaling:	Dieuwke Beljon, Dominique Falloux, Fabienne van Harten, Marianne Jacobs, Gwénaëlle Janiaud, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)
Coördinatie en redactie:	Nikola Schulte-Kellinghaus en Tabea Stötter, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Mandaat van de EG MICROMIN.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Selectie van indicatorstoffen.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Criteria voor de selectie van indicatorstoffen .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Aanpak bij de selectie van indicatorstoffen .....</b>	<b>7</b>
3.2.1	Stedelijk afvalwater .....	8
3.2.2	Industrie.....	9
3.2.3	Landbouw .....	10
<b>3.3</b>	<b>Selectie van stoffen voor de voorstellijst voor Rijn 2040.....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Keuze van de meetlocaties.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>Stedelijk afvalwater en industrie.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Landbouw.....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>Eisen aan de monitoring.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1</b>	<b>Monitoring stedelijk afvalwater en industrie .....</b>	<b>14</b>
5.1.1	Bemonsteringstechniek.....	14
5.1.2	Meetfrequentie .....	14
<b>5.2</b>	<b>Monitoring landbouw.....</b>	<b>15</b>
5.2.1	Bemonsteringstechniek.....	15
5.2.2	Meetfrequentie .....	15
<b>6.</b>	<b>Aanvullend meetprogramma in zwevend stof .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>Bemonsteringslocaties en bemonsteringsfrequentie .....</b>	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>Trendanalyse.....</b>	<b>16</b>
<b>6.3</b>	<b>Stoffenspectrum en analysemethodes.....</b>	<b>17</b>
<b>7.</b>	<b>Beoordeling van de emissiereductie.....</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>Beoordelingsaanpak voor stedelijk afvalwater en industrie .....</b>	<b>19</b>
<b>7.2</b>	<b>Beoordelingsaanpak voor de landbouw .....</b>	<b>22</b>
<b>8.</b>	<b>Rapportage en data reporting .....</b>	<b>25</b>
<b>9.</b>	<b>Samenvatting en vooruitblik .....</b>	<b>26</b>
<b>Bijlagen .....</b>		<b>28</b>
<b>I.</b>	<b>Selectie van indicatorstoffen .....</b>	<b>29</b>
(A)	Stedelijk afvalwater .....	29
(B)	Industrie .....	30
(C)	Landbouw.....	31
(D)	Aanvullend meetprogramma in zwevend stof .....	33
<b>II.</b>	<b>Selectie van stoffen voor de voorstellijst voor Rijn 2040.....</b>	<b>35</b>
<b>III.</b>	<b>Overzicht van de geselecteerde meetlocaties .....</b>	<b>36</b>
(A)	Stedelijk afvalwater en industrie.....	36
(B)	Landbouw.....	38
<b>IV.</b>	<b>Beoordelingsaanpak voor stedelijk afvalwater en industrie .....</b>	<b>39</b>

## 1. Inleiding

De zestiende Rijnministersconferentie heeft op 13 februari 2020 in Amsterdam plaatsgevonden. De ministers hebben daarbij vastgesteld dat de "emissies van stoffen via puntbronnen en diffuse emissieroutes, inclusief emissies van tal van microverontreinigingen zoals geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen, nog steeds een probleem vormen voor de waterkwaliteit en dat er maatregelen moeten worden genomen, in het bijzonder in de strijd tegen diffuse emissieroutes". Afhankelijk van de emissieroutes moeten echter ook puntbronnen worden bekeken.

In het programma "[Rijn 2040](#)", dat tijdens de Rijnministersconferentie is gepubliceerd, is vastgelegd dat "de emissies van microverontreinigingen naar het water uit systemen voor de inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater (in het vervolg weergegeven als 'stedelijk afvalwater'), industrie en MKB (in het vervolg 'industrie') en landbouw in totaal met minstens 30% verminderd moeten worden ten opzichte van de periode 2016-2018 en consistent met een ambitie op langere termijn om de vervuiling in het gehele Rijnstroomgebied verder te verminderen. Om de emissiereductie op gezette tijden kwantitatief te kunnen controleren en eventueel het reductiedoel te verhogen, heeft de ICBR de opdracht gekregen om een gemeenschappelijk beoordelingssysteem voor de reductie op deze drie gebieden (hierna te noemen 'emissiebronnen') te ontwikkelen."

Vastgestelde randvoorwaarden voor het beoordelingssysteem waren de referentieperiode 2016-2018, de Rijnstoffenlijst als uitgangspunt voor de selectie van representatieve parameters en de voorwaarde dat stoffen uit de drie emissiebronnen stedelijk afvalwater, industrie en landbouw moesten worden geselecteerd. Daarbij lag de nadruk op de verontreiniging van het oppervlaktewater.

Om het bovengenoemde gemeenschappelijke beoordelingssysteem voor de vermindering te ontwikkelen is er een tijdelijke ad-hoc expertgroep (EG) MICROMIN ingesteld in de periode 2020-2022.

De voortgang van de emissiereductie in de tijd wordt gevolgd aan de hand van immissiegegevens. Voor veel stoffen is het namelijk lastig om emissies via verschillende routes te kwantificeren. De vermindering is het gemakkelijkst aan te tonen aan de hand van immissiemetingen, temeer hiervoor gegevensbases voor de referentieperiode 2016-2018 beschikbaar zijn. De toekomstige ontwikkelingen van de concentraties en vrachten van de geselecteerde stoffen aan de verschillende meetlocaties moeten dan ook worden bekeken in samenhang met de uitvoering van maatregelpakketten of -programma's die landen hebben opgesteld en/of opstellen om de emissies van microverontreinigingen naar water te verminderen, vanaf de bron tot aan vergaande zuivering. Voor meer informatie hierover zie bijvoorbeeld [ICBR-rapport 253](#).

## 2. Mandaat van de EG MICROMIN

Het mandaat van de EG MICROMIN was beperkt in de tijd en omvatte de vaststelling van de watermonitoring en de ontwikkeling van een gemeenschappelijk beoordelingssysteem voor de vermindering van emissies van microverontreinigingen naar het water voor de drie emissiebronnen stedelijk afvalwater, industrie en landbouw.

In dit verband heeft de expertgroep zich beziggehouden met de volgende vragen:

- Welke beschermingsdoelen worden er bekeken? Aquatische ecosystemen en drinkwaterwinning? (zie hoofdstukken 3 en 7.2)
- Wat is de uitgangslijst: Rijnstoffenlijst? Vastleggen van stoffen voor de drie emissiebronnen (zie hoofdstuk 3.2)
- Om de hoeveel tijd moet de lijst worden bekeken en moeten er stoffen worden geschrapt dan wel nieuwe stoffen worden opgenomen? (zie hoofdstukken 3.2 en 8)
- Op welke meetpunten worden de reducties gecontroleerd? (zie hoofdstuk 4 en bijlage III)
- Welke gegevensbasis wordt als uitgangspunt genomen? (zie hoofdstukken 4 en 6 en bijlage III)
- Welke voorbereidende werkzaamheden in de landen dan wel organisaties worden geselecteerd waarmee rekening dient te worden gehouden?
- Welke methodes worden al gebruikt in de landen om de reductie te beoordelen?
- Worden de reducties gerelateerd aan vrachten en/of concentraties? (zie hoofdstuk 7)
- Om de hoeveel tijd moet het doelbereik worden gecontroleerd, als de ad-hoc expertgroep klaar is met zijn werk? (zie hoofdstuk 8)

### 3. Selectie van indicatorstoffen

Om de vermindering van de emissies van microverontreinigingen naar het water uit de drie emissiebronnen stedelijk afvalwater, industrie en landbouw met in totaal minstens 30% ten opzichte van de periode 2016-2018 vast te leggen, moeten er voor elk van deze drie emissiebronnen relevante en representatieve stoffen - zogenaamde indicatorstoffen - worden geselecteerd.

In een eerste stap zijn er selectiecriteria voor de indicatorstoffen vastgesteld (zie hoofdstuk 3.1). In een tweede stap is er een groslijst van stoffen opgesteld die representatief zijn voor de drie emissiebronnen (zie hoofdstuk 3.2). Uit deze groslijst zijn er op basis van de afgestemde criteria indicatorstoffen geselecteerd.

#### 3.1 Criteria voor de selectie van indicatorstoffen

De EG MICROMIN heeft de volgende criteria - onderverdeeld in harde en zachte criteria - vastgelegd voor de selectie van indicatorstoffen:

##### Harde criteria:

- (H1) Rekening houden met individuele stoffen uit verschillende herkomst- en toepassingsgebieden die kunnen worden ingedeeld bij de emissiebronnen stedelijk afvalwater, industrie en landbouw.
- (H2) Geen stoffen met alleen lokale relevantie (bij de landbouw rekening houden met regionale teelten)
- (H3) Concentratierange van de meetwaarden: goed meetbaar in 2016-2018 (meetbaarheid van de reductie, bijvoorbeeld concentratie stof is drie keer hoger dan de rapportagegrens)
- (H4) Vracht: de reductie van vrachten moet op basis van concentratie en debiet kunnen worden berekend, geldt niet voor de landbouw
- (H5) Relevant voor de doelen van de drinkwaterwinning en/of de aquatische ecosystemen
- (H6) Gestandaardiseerde analysemethode evenals andere gevalideerde analysetechnieken beschikbaar (bijvoorbeeld BfG-methode voor zwevend stof)
- (H7) Aanvaardbare analysekosten of de stoffen zitten standaard in het Rijnmeetprogramma (d.w.z.: ze worden al gemeten)
- (H8) Bij extra analyses: Stoffen zijn in zo weinig mogelijk "analysepakketten" meetbaar (besparing van kosten en logistiek)

##### Aanvullende (zachte) criteria:

- (Z1) Rekening houden met monitoring- en indicatorstoffen die gebruikt worden voor prestatiekenmerken voor vergaande zuivering op rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) uit Duitse deelstaten en landen
- (Z2) Stoffen die gemeten worden in ruwwater voor drinkwaterwinning (= waargenomen persistentie en mobiliteit)
- (Z3) Rekening houden met internationale en nationale bevindingen over waterverontreinigingen
- (Z4) Stoffen die niet door natuurlijke drinkwaterbereidingsprocessen kunnen worden verwijderd
- (Z5) Beschikbaarheid van gegevens over ecotoxicologie en drinkwaterrelevantie strekt tot aanbeveling

- (Z6) PMT-stoffen (persistent, mobiel, toxisch)
- (Z7) Verwachting dat de door de ICBR aanbevolen maatregelen leiden tot een reductie van de geselecteerde stof ([ICBR-rapport 253](#))
- (Z8) Aanvullende maatregelen (op Z7-criterium) leiden tot een reductie van de emissie naar het oppervlaktewater voor andere geselecteerde stoffen
- (Z9) Gewasbeschermingsmiddelen zijn in minstens één land in het Rijnstroomgebied toegelaten of er is nog een opgebruiktermijn (voorgeschreven tijdspanne tussen de toepassing van een gewasbeschermingsmiddel en de daaropvolgende oogst) en de stoffen worden hoofdzakelijk toegepast in de landbouw
- (Z10) Gewasbeschermingsmiddelen met risico op drift, afvoer en drainage

### 3.2 Aanpak bij de selectie van indicatorstoffen

Voor de selectie van de indicatorstoffen zijn de voorgestelde stoffen in meerdere stappen besproken. Er zal zowel rekening worden gehouden met onderzoek in de waterfase alsook met onderzoek in zwevend stof (zie hoofdstuk 6).

Bijlage I (A t/m C) geeft een overzicht van de geselecteerde stoffen voor de drie emissiebronnen.

Er is gestart met een basisstoffenlijst bestaande uit de nieuwe en de oude Rijnstoffenlijst ([ICBR-rapport 266](#) en [ICBR-rapport 242](#)), de toetsingslijst en de stoffen van het Rijnmeetprogramma chemie 2021-2026 ([ICBR-rapport 265](#)). Deze basisstoffenlijst bevatte niet voor elk van de drie emissiebronnen voldoende relevante stoffen en daarom zijn er andere informatiebronnen geconsulteerd. Zo werden bijvoorbeeld nationale stoffenlijsten en de chemische expertise van de leden van de EG MICROMIN geraadpleegd (zie figuur 1) en vervolgens zijn uitgaande van de omvangrijke stoffenlijst (groslijst) op basis van de criteria (zie hoofdstuk 3.1) indicatorstoffenlijsten opgesteld voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie (zie hoofdstukken 3.2.1 en 3.2.2).

De indicatorstoffenlijst voor de emissiebron landbouw werd tijdelijk separaat in een kleine groep van de EG MICROMIN besproken, omdat de werkwijze voor de landbouw verschilt van die voor stedelijk afvalwater dan wel industrie (zie hoofdstuk 3.2.3).

Voor de selectie van indicatorstoffen zijn de stoffen geschrapt die niet aan de in hoofdstuk 3.1 genoemde criteria voldeden. Deze stoffen zullen later opnieuw worden voorgesteld en worden opgenomen, als ze aan de criteria voldoen (zie hoofdstukken 3.1 en 3.3). Stoffen waarvan geen meetdata voor de referentieperiode 2016-2018 beschikbaar waren en die niet betrouwbaar in de waterfase kunnen worden gemeten, maar wel relevant zijn volgens de criteria, zijn - indien de analysemethode dit toeliet - opgenomen in het meetprogramma voor zwevend stof (zie hoofdstuk 6 en bijlage I.D).

Enkele stoffen konden niet eenduidig worden ingedeeld bij een van de drie emissiebronnen. Zij zijn bij alle drie de emissiebronnen gezet (zie hoofdstuk 3.3).

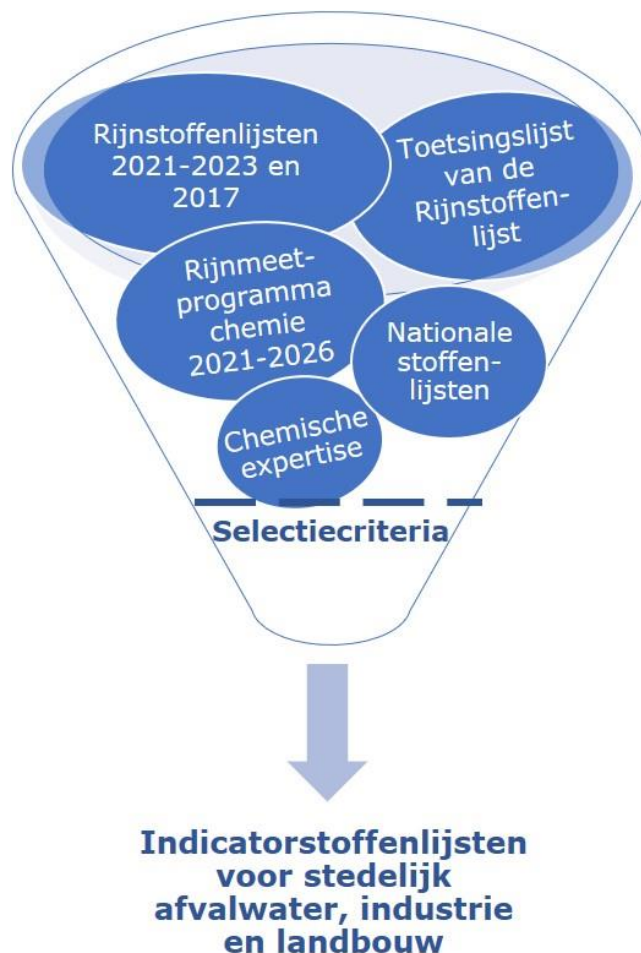
De stoffenlijsten met de indicatorstoffen blijven dynamisch: niet meer relevante stoffen kunnen worden geschrapt en nieuwe stoffen kunnen worden opgenomen.

In het kader van de regelmatige controle van de stoffenlijsten om de drie jaar kan een stof op basis van expert judgement worden geschrapt als ze bijvoorbeeld in de toetsingsperiode altijd onder de rapportagegrens is gemeten en er niets bekend is over een verandering van de emissiesituatie of - in het bijzonder bij de landbouwindicatorstoffen - als er na de referentieperiode 2016-2018 geen overschrijding van de beoordelingscriteria is vastgesteld. Deselectie zal echter pas na enige tijd mogelijk zijn (voorstel: voor het eerst na negen jaar, dus in 2029), omdat stoffen die lang niet zijn gemeten ook weer kunnen opduiken (bijvoorbeeld atrazine). Een beslissing



over het schrappen van stoffen kan pas worden genomen na het beschikbaar komen van betrouwbare gegevens en tussenrapporten, en na 2029.

Nieuwe stoffen kunnen vanaf 2024 tot uiterlijk 2034 worden opgenomen. Deze deadline wordt voorgesteld met het oog op de statistische evaluatie. Vanaf 2034 moet afgesproken worden hoe verder wordt gegaan. Gevolgen van het achteraf opnemen van stoffen - ook rekening houdend met het reductiedoel - zullen in 2024 bij de totstandbrenging van het eerste tussentijdse rapport nader worden bekeken (zie hoofdstuk 7). De EG SMON onderzoekt hoeveel gegevens er zijn voor de stoffen op de voorstellijst voor Rijn 2040, en doet zo nodig voorstellen voor desbetreffende metingen.



**Figuur 1:** Aanpak bij de selectie van indicatorstoffen

De werkwijze voor de drie emissiebronnen is gedetailleerd beschreven in de hoofdstukken 3.2.1, 3.2.2 en 3.2.3.

### 3.2.1 Stedelijk afvalwater

Voor de selectie van indicatorstoffen die representatief worden geacht te zijn voor stedelijk rioolwater en met de huidige rwzi-effluenten worden geloosd, is gebruik gemaakt van een basisstoffenlijst (zie hoofdstuk 3.2). Deze basisstoffenlijst is aangevuld met stoffen die in Zwitserland, Duitsland en Nederland worden gebruikt om de noodzaak van een vergaande zuiveringsstap voor de verwijdering van organische microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater vast te stellen en de prestaties na de bouw van rwzi's te monitoren. Door ook deze stoffen op te nemen kan in de toekomst wellicht een koppeling worden gelegd tussen de mate van reductie van deze stoffen in de Rijn en de vergaande zuivering van stedelijk afvalwater in het Rijnstroomgebied. Naast deze en

de stoffen die al op de basisstoffenlijst stonden, zijn op basis van 'expert judgement' andere stoffen toegevoegd die algemeen voorkomen in stedelijk afvalwater en met het rwzi-effluent worden geloosd. Hierbij is met name gekeken of een stof representatief is voor een stofgroep. Hierbij gaat het onder meer om medicijnresten, zoetstoffen, biociden of vlamvertragers. Ook is nagegaan of stedelijk afvalwater de emissiebron is voor bepaalde andere aandachtstoffen, zoals kandidaat prioritaire stoffen binnen de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW). Verder is erover gesproken dat de substitutie van bepaalde stoffen, bijvoorbeeld in de groep van de zoetstoffen en de röntgencontrastmiddelen, ertoe kan leiden dat een stof uit de stofgroep afneemt, terwijl een andere stof uit de groep toeneemt. Gelet op het voorgaande is er afgesproken om meerdere stoffen uit de groep op te nemen als indicator, om een dergelijk effect te kunnen uitsluiten.

Doorslaggevend was de goede meetbaarheid van de stoffen in de Rijn en zijn zijrivieren (zie H3-criterium, hoofdstuk 3.1) op de beoogde ICBR-maatlocaties; aanvullende, specifieke criteria voor stedelijk afvalwater als emissiebron waren niet noodzakelijk. Hiervoor is nagegaan of de stoffen worden gemeten op deze ICBR-maatlocaties, de meetdata ruim boven de rapportagegrens lagen en of er een bruikbare dataset van de referentieperiode 2016-2018 beschikbaar is.

### 3.2.2 Industrie

De indicatorstoffen voor de industrie zijn gecontroleerd op consistentie met de stoffenlijst van het buitengewone meetprogramma chemie 2017 ([ICBR-rapport 257](#)) en ingedeeld bij industriële sectoren. Doorslaggevend was de goede meetbaarheid van de stoffen in de Rijn en zijn zijrivieren op de beoogde ICBR-maatlocaties (zie H3-criterium, hoofdstuk 3.1)

De industriële chemicaliën zijn op basis van een tweetrapsaanpak ingedeeld bij industriële sectoren.

In een eerste stap is er in verschillende gegevensbanken gezocht naar informatie over de productie en toepassing van de chemicaliën. Hiervoor zijn de volgende gegevensbanken gebruikt:

- IGS-OW (informatiesysteem voor gevaarlijke stoffen in oppervlaktewateren) van het LANUV NRW: [https://igsow.lanuv.nrw.de/igs\\_ow](https://igsow.lanuv.nrw.de/igs_ow) (registratie is verplicht)
- IGS (informatiesysteem voor gevaarlijke stoffen) van het LANUV NRW: <https://igsvtu.lanuv.nrw.de/igs80s/Suche?scope=776005e466a0cc00>
- PubChem (open chemistry database at the National Institutes of Health (NIH)) van de U.S. National Library of Medicine: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Substance databases van de European Chemicals Agency (ECHA): <https://echa.europa.eu/de/home>
- eChemPortal (The Global Portal to Information on Chemical Substances) van de OESO: <https://www.echemportal.org/echemportal/>

Op deze sites is deels ook gebruik gemaakt van hyperlinks naar andere websites, bijvoorbeeld naar U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency), UNEP (United Nations Environment Programme), Environment and Climate Change Canada en ChemSec (International Chemical Secretariat). In uitzonderlijke gevallen is Wikipedia geraadpleegd, indien er op andere sites onvoldoende informatie beschikbaar was.

Daarnaast is nagegaan in hoeverre de stoffen kunnen worden ingedeeld bij bepaalde industriële sectoren als bron. In bijlage I van de Richtlijn inzake industriële emissies (RIE, richtlijn 2010/75/EU) worden de volgende industriële activiteiten onderscheiden, en tevens verder onderverdeeld:

- (1) Energie-industrieën;

- (2) Productie en verwerking van metalen;
- (3) Minerale industrie;
- (4) Chemische industrie (o.a. kunststof materialen, kleurstoffen en pigmenten, meststoffen, producten voor gewasbescherming of biociden, farmaceutische producten, foto-industrie, biotechnologie);
- (5) Afvalbeheer;
- (6) Andere activiteiten (o.a. papier of karton, de voorbehandeling of het verven van textielvezels of textiel, de fabricage van levensmiddelen of voeder, intensieve pluimvee- of varkenshouderij, de conservering van hout en houtproducten).

De productie op industriële schaal van meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en biociden wordt in de RIE ingedeeld bij de chemische industrie. Met de eventuele toepassing van deze stoffen in de landbouwsector (als emittent) wordt hier geen rekening gehouden. In de RIE wordt alleen de productie van bepaalde stoffen in aanmerking genomen; het gebruik van deze stoffen/stofgroepen wordt in andere wet- en regelgeving behandeld.

Gelet op het voorgaande is er in eerste instantie voor gekozen om de genoemde stofgroepen in te delen bij de chemische industrie als producerende economische sector. De landbouwsector is beschouwd als "gebruiker" van deze stoffen. De toepassing van de stoffen wordt in het hiernavolgende hoofdstuk 3.2.3 besproken.

### **3.2.3 Landbouw**

Het uitgangspunt bij de samenstelling van de indicatorstoffenlijst voor de landbouw was een verzameling stoffen (herbiciden, fungiciden en insecticiden, en van sommige werkzame stoffen ook de bekende mobiele transformatieproducten) die aan een of meer van de volgende criteria voldeden:

- Stoffen van het Rijnmeetprogramma chemie 2021-2026 ([ICBR-rapport 265](#))
- Waarnemingen overeenkomstig het rapport over de kwaliteit van het Rijnwater 2015/2016 ([ICBR-rapport 251](#)) en/of 2017/2018 ([ICBR-rapport 281](#))
- Stoffen waarvoor waarnemingen in de Rijn zijn gedocumenteerd in het RIWA-rapport 2018 en/of in ARW-rapporten van 2018
- Stoffen gemeten in watermonsters van de Rijn (Weil am Rhein, Koblenz en Bimmen) (bijv. Boulard et al. 2018, Hermes et al. 2018)
- Werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen met grote verkochte hoeveelheden in Duitsland in 2015 (herbiciden: > 500 t, fungiciden: > 400 t, insecticiden: > 30 t)

Van de uitgebreide lijst van stoffen zijn de stoffen geschrapd die inmiddels niet meer zijn toegestaan in de landen of waarvan de opgebruiktermijn in de nabije toekomst afloopt en die dan niet meer mogen worden gebruikt.

Stoffen die afkomstig zijn van landbouwtoepassingen leiden vooral in kleine stroomgebieden van zijrivieren van de Rijn tot overschrijdingen van de kwaliteitsnormen (zie hoofdstuk 7.2 en bijlage I.C), terwijl de concentraties in de Rijn sterk verdund zijn en als gevolg daarvan meestal onder de rapportagegrens van de routineanalyses liggen. Daarom is besloten om in de eerste monitoringsperiode de zijrivieren en de kleinere wateren in het Rijnstroomgebied in aanmerking te nemen in plaats van de Rijn (zie hoofdstuk 4.2 en bijlage III.B). Dit moet het mogelijk maken de emissies dicht bij de bron te meten en te beoordelen. Daarom werden stoffen die in het kader van nationale monitoringprogramma's in kleine stroomgebieden zijn opgevallen of waarvan op basis van "expert judgement" redelijkerwijs kan worden aangenomen dat hun betekenis in de toekomst zou kunnen toenemen, in de lijst opgenomen.

Ten slotte is bij de selectie van indicatorstoffen voor de landbouw ook bekeken of, op basis van de bestaande meetgegevens en ervaring, kan worden verwacht dat de gemeten concentraties boven de eco(toxico)logische waterkwaliteitsnormen of de kwaliteitsnormen voor het beschermingsdoel drinkwater liggen (zie bijlage I.C). Alleen onder deze voorwaarde is een kwantificering van de reductie mogelijk. Deze aanpak houdt rechtstreeks verband met de beoordelingsaanpak voor de landbouw (zie hoofdstuk 7.2), die is gebaseerd op de overschrijding van de eco(toxico)logische waterkwaliteitsnormen of de kwaliteitsnormen voor het beschermingsdoel drinkwater (de zogenaamde SNO-methode ("Som Norm Overschrijding")).

Voor de emissiebron landbouw betekent een dynamische indicatorstoffenlijst bovendien dat de lijst moet worden geactualiseerd zodra een nieuw beoordelingscriterium voor een stof beschikbaar is (zie hoofdstuk 7.2). Met betrekking tot de deselectie moet er specifiek voor landbouwindicatorstoffen op worden gelet dat hier naast de onderschrijding van de rapportagegrens ook een stof kan worden gedeselecteerd als ze na de referentieperiode niet meer normoverschrijdend is aangetroffen.

Stoffen die moeilijk in de waterfase kunnen worden geanalyseerd, zijn momenteel niet als indicatorstoffen in de stoffenlijst voor de landbouw opgenomen, maar zijn op de voorstellijst voor Rijn 2040 geplaatst (zie hoofdstuk 3.3).

### **3.3 Selectie van stoffen voor de voorstellijst voor Rijn 2040**

Voor de eerste rapportage (zie hoofdstuk 8) is er een reeks mogelijke indicatorstoffen geschrapt van de uitganglijst voor indicatorstoffen, omdat er bijvoorbeeld te weinig gegevens beschikbaar waren voor de referentieperiode 2016-2018. Bij de toetsing van de stoffenlijsten om de drie jaar (komt overeen met de toetsingscyclus van het Rijnmeetprogramma chemie, eerste toetsing in 2023) zullen ook deze stoffen worden bekeken en zal er vervolgens worden besloten of ze als indicatorstoffen voor een van de drie emissiebronnen zullen worden opgenomen. Bijlage II geeft een overzicht van de verzamelde kandidaat-stoffen.

## 4. Keuze van de meetlocaties

Voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie zal de emissiereductie van microverontreinigingen worden gemonitord op bestaande meetlocaties aan de hoofdstroom van de Rijn en aan de monding van geselecteerde zijrivieren (zie hoofdstuk 4.1 en bijlage III.A) om zo veel mogelijk een stroomgebiedsdekkend overzicht te krijgen. Voor de landbouw zijn deze meetlocaties minder geschikt, omdat de concentraties van gewasbeschermingsmiddelen die in de Rijn worden gemeten als gevolg van de verdunning zo laag zijn dat er geen uitsluitel meer kan worden gegeven over het doelbereik van het reductiedoel voor de emissiebron landbouw. Om de reductie van de emissies vanuit de landbouw te kunnen monitoren en beoordelen, moet daarom in eerste instantie worden gemonitord op kleinere wateren in het stroomgebied van de Rijn. Gelet op het voorgaande zijn hiervoor separate meetlocaties geselecteerd (zie hoofdstuk 4.2 en bijlage III.B).

Daarnaast is bij de selectie van meetlocaties voor de emissiebron landbouw rekening gehouden met de beschermingsdoelen aquatische ecosystemen en drinkwaterwinning (zie hoofdstuk 4.2). Voor de locaties voor stedelijk afvalwater en industrie is dit niet expliciet gemaakt, maar de ICBR-hoofdmeetstations (zie hoofdstuk 4.1) dienen o.a. in het kader van het Internationaal Waarschuwings- en Alarmplan Rijn (IWAP) ([ICBR-rapport 256](#)) uitdrukkelijk deze twee beschermingsdoelen.

### 4.1 Stedelijk afvalwater en industrie

De meeste meetgegevens over de bekeken indicatorstoffen voor stedelijk afvalwater en industrie zijn beschikbaar voor de ICBR-hoofdmeetstations. Om tevens zoveel mogelijk synergiekansen met de rapportage van de expertgroep 'Monitoring' (EG SMON) te benutten, dienen voor de monsters in de waterfase de volgende, aan de hoofdstroom van de Rijn gelegen, meetstations te worden gebruikt: Weil am Rhein, Karlsruhe-Lauterbourg, Koblenz/Rijn, Koblenz/Moezel, Bimmen, Lobith en Maassluis. Met de ICBR-hoofdmeetlocaties Rekingen en Kampen kan geen rekening worden gehouden als gevolg van de ontoereikende gegevensbasis (voor Kampen: in de referentieperiode 2016-2018).

Naast deze ICBR-hoofdmeetstations zijn er aanvullende meetlocaties opgegeven voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie (inclusief zijrivieren): Brugg/Aare (CH), Mannheim/Neckar (DE), Bischofsheim/Main (DE), monding van de Lippe bij Wesel (DE) en Nieuwegein (NL). De metingen en de statistische evaluaties voor deze extra meetlocaties worden verzorgd door de delegaties (zie tabel 4). De EG SMON kan alle gegevens samenvoegen. Voor de rapportage wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

Een overzichtskaart van de geselecteerde meetlocaties is te vinden in bijlage III.A.

Opgemerkt wordt dat de reductie van microverontreinigingen binnen het Rijnstroomgebied niet overal eenduidig te bepalen is en niet altijd representatief is voor het gehele stroomgebied. Enerzijds vanwege diverse aanvoerende zijrivieren van de Rijn, anderzijds vanwege vertakkingen van de Rijn in de Rijndelta benedenstrooms Bimmen/Lobith aan de Duits-Nederlandse grens. Zo zullen de meetresultaten op de Nederlandse meetlocaties Maassluis en Nieuwegein niet de reductie van microverontreinigingen in de gehele Rijndelta weerspiegelen. De mogelijke reductie van vrachten en concentraties evenals de effectiviteit van maatregelen, zoals al toegelicht in hoofdstuk 1, kan echter wel aan de hand van beide meetlocaties worden weergegeven.

## 4.2 Landbouw

Voor de emissiebron landbouw zijn de volgende criteria als uitgangspunt genomen voor de keuze van de meetlocaties:

- (1) De invloed van de landbouw is bepalend en de invloed van andere belastingen is daarentegen gering (< 50%);
- (2) De meetlocaties zijn verdeeld over kleine, middelgrote en grote stroomgebieden, met de nadruk op kleine stroomgebieden;
- (3) Het betreft meetlocaties waar de kwaliteitsnormen voor de geselecteerde indicatorstoffen al eens zijn overschreden en waar nog overschrijdingen kunnen worden verwacht (zie bijlage I.C);
- (4) De meetlocaties zullen op lange termijn beschikbaar blijven en deel uitmaken van een bestaand meetnet (*opmerking: er is geen 100% garantie dat de meetlocaties tot 2040 zullen worden gerund, omdat afspraken die Nederland en Zwitserland hiervoor met de beheerders hebben gemaakt altijd maar voor enkele jaren gelden*);
- (5) De referentieperiode is 2016-2018 (*opmerking: ook een latere referentieperiode is in gerechtvaardigde, uitzonderlijke gevallen mogelijk*);
- (6) Elke meetlocatie moet zo mogelijk de invloed van verschillende landbouwteelten afdekken;

Voor deze emissiebron heeft Zwitserland zes meetlocaties geselecteerd, Duitsland tien, Frankrijk vier en Nederland zestien.

In de evaluatie door de landen zal eenheid worden gebracht door middel van een door Nederland uitgewerkte Excel-template (zie hoofdstuk 8).

Een overzichtskaart van de geselecteerde meetlocaties is te vinden in bijlage III.B.

## 5. Eisen aan de monitoring

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de eisen aan de monitoring van de indicatorstoffen voor stedelijk afvalwater, industrie (zie hoofdstuk 5.1) en landbouw (zie hoofdstuk 5.2). Bijlagen I en III zijn van belang.

De toegepaste analysemethodes moeten voldoen aan de bepalingen in de QA/QC-richtlijn 2009/90/EG. De analyses moeten worden verricht door laboratoria die beschikken over een kwaliteitsborgingssysteem conform DIN EN ISO/IEC 17025 en die regelmatig door deelname aan ringonderzoeken aantonen ertoe in staat te zijn de analyses uit te voeren.

### 5.1 Monitoring stedelijk afvalwater en industrie

Voor de monitoring van de indicatorstoffen voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie wordt verwezen naar de eisen van het Rijnmeetprogramma chemie 2021-2026 ([ICBR-rapport 265](#)). Hieronder worden de kernpunten in verband met de bemonsteringstechniek en de meetfrequentie genoemd:

#### 5.1.1 Bemonsteringstechniek

Met uitzondering van de Zwitserse meetlocaties en de meetlocaties van de Duitse dienst voor hydrologie (BfG) worden op dit moment op de hoofdmeetstations van het Rijnmeetprogramma chemie alleen steekmonsters genomen. Omdat het reductiedoel voor microverontreinigingen uit stedelijk afvalwater en industrie wordt getoetst aan de hand van vrachtberekeningen (zie hoofdstuk 7), zou er in de toekomst op de ICBR-hoofdmeetstations moeten worden gestreefd naar een overstap op mengmonsters, teneinde de bevindingen nog zekerder te maken.

Stoffen die niet stabiel genoeg zijn of waarbij sorptie-effecten optreden, moeten verder in steekmonsters worden onderzocht.

De jaarlijkse bemonsteringskalenders worden opgesteld door de EG SMON en ter beschikking gesteld door het secretariaat van de ICBR.

#### 5.1.2 Meetfrequentie

Als meetfrequentie worden dertien metingen per jaar en per meetlocatie voorgeschreven.

Als de concentraties van stoffen sterk fluctueren of als er technische redenen voor zijn, dient de meetfrequentie te worden verhoogd.

## 5.2 Monitoring landbouw

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de bemonsteringstechniek en de meetfrequentie voor de emissiebron landbouw. Daarbij is de gekozen beoordelingsmethode voor de emissiebron landbouw, te weten de SNO-methode (Som Norm Overschrijding, zie hoofdstuk 7.2), bepalend voor de criteria.

### 5.2.1 Bemonsteringstechniek

De landen verschillen wat betreft bemonsteringstechniek, dit kan zijn steek- of mengmonsters. Door de vaak seizoensgebonden toepassing zijn vanuit technisch oogpunt steekmonsters die met grotere tussenpozen (meestal om de vier weken) worden genomen minder geschikt om trends te berekenen of om dynamische, veelal door regen veroorzaakte emissies te registreren, die bijvoorbeeld voor gewasbeschermingsmiddelen vanuit de landbouw kunnen worden verwacht. Continue mengmonsters of een middelenintensieve, aan specifieke gebeurtenissen gekoppelde bemonstering beelden de belasting door gewasbeschermingsmiddelen vanuit de landbouw duidelijk beter af.

Bij de toepassing van de SNO-methode maakt de gekozen bemonsteringstechniek echter niet uit voor de berekening van trends, zolang er op één meetlocatie altijd op dezelfde manier wordt bemonsterd.

### 5.2.2 Meetfrequentie

In de SNO-methode is bepaald dat er minstens tien stoffen met eco(toxico)logische waterkwaliteitsnormen moeten worden gemeten. De actueel voorgestelde stoffenlijst voor de emissiebron landbouw bevat 26 stoffen (zie bijlage I.C).

Voor de reguliere meetfrequentie dient het streven te zijn om op alle meetlocaties minstens één keer per maand monsters te nemen. Waar dit niet mogelijk is, moet er als minimale variant minstens vier keer worden gemeten in het teeltseizoen en twee keer in de afspoelingsperiode (zie tabel 1).

**Tabel 1:** Overzicht van de meetfrequentie in de landbouw

Reguliere meetfrequentie	Jaarlijks, 12x per jaar
Aanbevolen bemonsteringsmaanden	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
<i>Indien dit niet mogelijk is:</i>	
Minimale meetfrequentie	Jaarlijks, minstens 6x per jaar
Minimale bemonsteringsmaanden	4, 5, 6, 7, 8, 10



## 6. Aanvullend meetprogramma in zwevend stof

Meerdere studies hebben aangetoond dat het onderzoeken van mengmonsters van zwevend stof de mogelijkheid biedt om voor een grote bandbreedte van microverontreinigingen zeer gevoelige trendanalyses uit te voeren (bijv. Boulard et al., 2020<sup>1</sup>; Brand et al., 2018<sup>2</sup>; Nagorka & Koschorreck, 2020<sup>3</sup>; Rüdél et al., 2013<sup>4</sup>; Wick et al., 2016<sup>5</sup>). Daarom worden ook de jaarlijkse mengmonsters van het zwevend stof in de Rijn uit de milieumonsterbank van de Duitse Bond (UPB) onderzocht en beoordeeld op de reductie van microverontreinigingen (zie hoofdstuk 3.2).

### 6.1 Bemonsteringslocaties en bemonsteringsfrequentie

Door de analyse van jaarlijkse mengmonsters van zwevend stof van de UPB worden voor drie locaties aan de Rijn (Weil am Rhein, Rijnkm 174; Koblenz, Rijnkm 590,3 en Bimmen, Rijnkm 865) de trends op lange termijn voor een selectie van stoffen bepaald. Het zwevend stof wordt door de BfG telkens gedurende een maand met sedimentvallen verzameld, bij de UPB samengevoegd tot een jaarlijks mengmonster en opgeslagen bij < -150 °C. Het nemen en verwerken van de monsters gebeurt altijd op dezelfde manier, conform standaardprotocollen (Ricking et al., 2017<sup>6</sup>), zodat de vergelijkbaarheid is gegarandeerd. De mogelijkheid om de desbetreffende monsters uit de UPB beschikbaar te stellen, is bevestigd door de Duitse milieudienst (UBA).

### 6.2 Trendanalyse

Bij de lineaire en niet-lineaire trendstatistiek zijn er goede ervaringen opgedaan met een niet-commerciële software van het UBA (LOESS-Trend, versie 1.1, op basis van Microsoft Excel). De software past een lokaal gewogen regressie-spreidingsdiagram afvlakking toe (LOESS, met een vast tijds kader van 7 jaar) op basis van de jaarlijkse concentratiegegevens en test dan met behulp van een variantie-analyse (ANOVA) op de significantie van lineaire en niet-lineaire trends conform de werkwijze van Fryer & Nicholson (1999<sup>7</sup>). Uitgaand van zwevend stofmonsters uit 2016 kunnen eerste betekenisvolle trends in 2023 al worden verwacht. Er wordt echter ook gekeken in hoeverre een hogere temporele resolutie (bijv. mengmonsters over drie maanden) en het gebruik van andere softwaretools (bijv. *Trendanalyst*, <https://www.amo-nl.com/software/trendanalyst>) praktisch uitvoerbaar en zinvol zijn. De monsters worden drievoudig bepaald en, ten behoeve van de kwaliteitsborging, terugvinding en nauwkeurigheid, regelmatig gedetermineerd. Afhankelijk van de beschikbare analytische middelen is het eventueel mogelijk om de retrospectieve analyse uit te breiden tot 2005, om de statistische significantie bij de trendanalyse verder te vergroten.

<sup>1</sup> Boulard, L.; Dierkes, G.; Schlüsener, M.P.; Wick, A.; Koschorreck, J.; Ternes, T.A. (2020). Spatial distribution and temporal trends of pharmaceuticals sorbed to suspended particulate matter of German rivers. *Wat. Res.* 171, 111366.

<sup>2</sup> Brand, S.; Schlüsener, M.P.; Albrecht, D.; Kunkel, U.; Strobel, C.; Grummt, T.; Ternes, T.A. (2018). Quaternary (triphenyl-) phosphonium compounds: Environmental behavior and toxicity. *Wat. Res.* 136, 207-219.

<sup>3</sup> Nagorka, R.; Koschorreck, J. (2020). Trends for plasticizers in German freshwater environments – Evidence for the substitution of DEHP with emerging phthalate and non-phthalate alternatives. *Environ. Pollut.* 262, 114237.

<sup>4</sup> Rüdél, H.; Böhmer, W.; Müller, M.; Fliedner, A.; Ricking, M.; Teubner, D.; Schröter-Kermani, C. (2013). Retrospective study of triclosan and methyl-triclosan residues in fish and suspended particulate matter: Results from the German Environmental Specimen Bank. *Chemosphere* 91, 1517-1524.

<sup>5</sup> Wick, A.; Jacobs, B.; Kunkel, U.; Heininger, P.; Ternes, T.A. (2016). Benzotriazole UV stabilizers in sediments, suspended particulate matter and fish of German rivers: New insights into occurrence, time trends and persistency. *Environ. Pollut.* 212, 401-412.

<sup>6</sup> Ricking, M.; Keller, M.; Heininger, P.; Körner, A. (2017). Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung – Schwebstoff. [https://www.umweltprobenbank.de/upb\\_static/fck/download/SOP\\_UPB\\_Schwebstoffe\\_V\\_4.0.3.pdf](https://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/SOP_UPB_Schwebstoffe_V_4.0.3.pdf)

<sup>7</sup> Fryer, R.J., Nicholson, M.D., (1999). Using smoothers for comprehensive assessments of contaminant time series in marine biota. *Ices J. Mar. Sci.* 56, 779-790.

### 6.3 Stoffenspectrum en analysemethodes

Voor de monitoring van zwevend stof is op basis van expert judgement een breed spectrum van ongeveer 50 microverontreinigingen geselecteerd, die een groot aantal fysisch-chemische eigenschappen en toepassingsgebieden afdekken (zie bijlage I.D). De stoffen vertegenwoordigen de drie geselecteerde emissiebronnen van microverontreinigingen:

- a) stedelijk afvalwater (bijv. geneesmiddelen en biociden);
- b) industriële emissies (bijv. fosfoniumverbindingen);
- c) (diffuse) emissies uit de landbouw (gewasbeschermingsmiddelen).

Aan het meetprogramma kunnen nog maximaal 20 optionele microverontreinigingen worden toegevoegd, als uit metingen in 2022 blijkt dat a) de concentraties van deze stoffen in monsters van zwevend stof uit 2016, 2017 en 2018 minstens een factor 5 hoger zijn dan de bepalingsgrens en b) er gevalideerde methodes beschikbaar zijn.

Omdat stoffen deels worden vervangen en er nieuwe stoffen op de markt komen, kan het stoffenspectrum in de loop der jaren veranderen. Als de literatuur en de identificatie door middel van non-targetanalyses indicaties opleveren dat er stoffen zijn die tot dusver niet worden bekeken, maar wel bijzonder relevant lijken voor de beoordeling van de trendontwikkeling, dan kunnen deze stoffen eventueel later nog in het analysespectrum worden opgenomen en retrospectief worden geanalyseerd in de opgeslagen UPB-monsters van zwevend stof.

Om te komen tot een integrale monitoringaanpak zal het zwevend stof bovendien worden onderzocht met behulp van hoge resolutie massaspectrometrie. Door de uitvoering van een databasegebaseerd onderzoek (Jewell et al., 2019<sup>8</sup>), dat uitgaat van een meer dan 1.000 microverontreinigingen tellende, BfG-inhouse spectrumgegevensbank, kan er worden gescreend op een groot aantal microverontreinigingen, die - als ze relevant blijken te zijn - kunnen worden opgenomen in de kwantitatieve trendmonitoring.

---

<sup>8</sup> Jewell, K.S.; Kunkel, U.; Ehlig, B.; Thron, F.; Schlüsener, M.; Dietrich, C.; Wick, A.; Ternes, T.A. (2019). Comparing mass, retention time and tandem mass spectra as criteria for the automated screening of small molecules in aqueous environmental samples analyzed by liquid chromatography/quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 34:e8541.

## 7. Beoordeling van de emissiereductie

Het doel is om op basis van de verzamelde gegevens de stand van zaken van de reductie van de emissie van microverontreinigingen uit de drie emissiebronnen naar de Rijn ten opzichte van de periode 2016-2018 inzichtelijk te krijgen. Hiervoor zijn verschillende beoordelingswijzen gekozen, enerzijds voor stedelijk afvalwater en industrie, en anderzijds voor de landbouw.

### Emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie

Om het reductiedoel voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie te toetsen, wordt er primair naar de vrachten gekeken (zie hoofdstuk 7.1). Daarbij moet echter in aanmerking worden genomen dat er op dit moment op veel meetlocaties alleen steekmonsters worden genomen. Indien deze worden gebruikt voor de berekening van vrachten, leidt dit tot meer onzekerheden, waarmee rekening moet worden gehouden bij de beoordeling van de resultaten (zie hoofdstuk 5.1.1).

De **beoordeling** zal in het algemeen per stof en per meetlocatie worden uitgevoerd. Hoe de totaalbeoordeling uiteindelijk zal worden gemaakt, kan pas later worden beslist, als er eerste resultaten zijn. Hieronder wordt er kort ingegaan op mogelijke benaderingswijzen voor stedelijk afvalwater en industrie die door de EG MICROMIN zijn besproken:

Zo zouden bijvoorbeeld voor een **totaalbeoordeling** de vrachten van alle stoffen op alle meetlocaties kunnen worden getotaliseerd (door de totale vracht per meetlocatie bij elkaar op te tellen).

Om een eventuele bedreiging van de beschermingsdoelen drinkwaterwinning en aquatische ecosystemen te kunnen beoordelen, kan een aanvullende concentratiebeschouwing mogelijk en noodzakelijk zijn. Nadeel van de beschreven aanpak is dat er geen eco(toxico)logische beoordeling kan worden gegeven; immers de eigenschappen van de desbetreffende indicatorstoffen worden niet meegenomen. In de toekomst moet worden bekeken of deze methode verder zal worden gebruikt.

### Emissiebron landbouw

De aanpak voor de landbouw is apart bekeken, omdat de emissiesituatie hier geheel anders is dan bij de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie (zie hoofdstuk 4.2). Vrachtberekeningen zijn bij de landbouwlocaties in de kleinere wateren veelal niet mogelijk, omdat niet altijd debietsgegevens beschikbaar zijn. Op de meetlocaties aan de Rijn liggen de concentraties van de meeste gewasbeschermingsmiddelen daarentegen als gevolg van verdunningseffecten meestal onder de rapportagegrenzen.

Met betrekking tot de landbouw is daarom gekozen voor een **beoordelingsmethode** op basis van concentraties en de overschrijding van beoordelingscriteria (zie hoofdstuk 7.2). In principe is vastgelegd dat de twee beschermingsdoelen aquatische ecosystemen en drinkwaterwinning zullen worden bekeken. Voor de landbouw is de gekozen beoordelingsaanpak in zich al een beoordeling voor alle landbouwindicatorstoffen per meetlocatie. Voor een **totaalbeoordeling** voor het Rijnstroomgebied zijn de beoordelingen van alle meetlocaties op te tellen (zie hoofdstuk 7.2).

### Effect van de verandering van de stoffenlijsten

Indicatorstoffen die voor 2040 uit de stofanalyse worden gedeselecteerd (zie hoofdstuk 3.2) worden als zodanig meegerekend in de totaalbeoordeling. Voor stoffen die in de loop van de tijd tot 2034 als aanvullende indicatorstof in de beoordeling worden opgenomen, kan niet hetzelfde reductiedoel van 30% worden genomen, maar bijvoorbeeld het aandeel van de 30% in verhouding tot het moment waarop de stof is opgenomen in de

beoordeling van de emissiereductie. Omdat er voor de trendanalyse een minimumperiode van meetwaarden moet zijn, kunnen er vooralsnog tot uiterlijk 2034 nieuwe stoffen worden opgenomen. Bij de totstandbrenging van het eerste tussenrapport in 2024, wanneer naar verwachting voor het eerst nieuwe indicatorstoffen zullen worden toegevoegd, zal nader worden bekeken op welke wijze deze stoffen een plek kunnen krijgen in de tot dan gehanteerde beoordelingsmethodieken.

## **7.1 Beoordelingsaanpak voor stedelijk afvalwater en industrie**

Voor de beoordeling van de vermindering van microverontreinigingen uit de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie wordt er gebruik gemaakt van het in Nederland beproefde programma *Trendanalist*, dat is gebaseerd op immissievrachtberekeningen (kg/dag). Dit wordt hieronder kort beschreven; in bijlage IV is een uitgebreide versie te vinden.

Met *Trendanalist* kan de grootte en de richting van de trend worden bepaald en de statistische significantie worden getoetst. *Trendanalist* is speciaal ontwikkeld voor milieuonderzoek en kan dus ook rekening houden met de specifieke eigenschappen van variabelen van de oppervlaktewaterwaterkwaliteit, zoals een niet-normale kansverdeling (al of niet door uitschieters), autocorrelatie, seizoenseffecten, meetwaarden onder de rapportagegrens en ontbrekende meetwaarden.

Aangezien een vrachtreductie van 30% in 20 jaar overeenkomt met een gemiddelde vermindering van 1,5% per jaar, is het begrijpelijk dat het volgen van de trendmatige ontwikkeling van de vracht in de loop van de tijd een geschikte manier is om vast te stellen of de emissiebeperkende maatregelen met succes zijn ingevoerd.

Pas wanneer de vermindering van de belasting van een stof overeenkomt met minstens 1,5% per jaar, kan men er met voldoende statistische betrouwbaarheid (significantie) zeker van zijn dat de emissiereductiedoelstelling van 30% in 2040 zal worden gehaald, op voorwaarde dat de geleverde inspanningen worden volgehouden.

Om de kwaliteit van het resultaat van de toetsing over verschillende datasets te borgen, moeten de datasets voldoen aan bepaalde randvoorwaarden. Bij het gebruik van *Trendanalist* worden de volgende criteria voor datakeuzes vastgelegd: Voor het bepalen van de vracht uit steekmonsters wordt de gemeten concentratie en het daggemiddelde van de afvoer van de kalenderdag (24 uren-periode) van monsternamen gebruikt. Voor verzamelmonsters wordt ook de daggemiddelde afvoer van de kalenderdag gebruikt waarop het verzamelmonster werd genomen. Indien een verzamelmonster een periode van meerdere kalenderdagen bestrijkt, wordt het daggemiddelde van de afvoer van die kalenderdagen gebruikt.

De te realiseren vrachtreductie wordt gerelateerd aan de referentieperiode 2016-2018. Als referentiewaarde wordt de mediaan van alle waarnemingen in de periode 2016-2018 genomen. Er wordt voor de mediaan gekozen, omdat waterkwaliteitswaarnemingen over het algemeen niet-normaal (scheef) zijn verdeeld. In het geval van een scheve verdeling geeft de mediaan een betere beschrijving van de waterkwaliteit, omdat uitschieters een minder grote invloed hebben dan bij het rekenkundige gemiddelde het geval kan zijn. Voor die stoffen waar de waarnemingen wel normaal zijn verdeeld, is de mediaan gelijk aan het gemiddelde, in dat geval is de keuze voor de mediaan ook valide.

### **Prognose doelbereik**

Er kan op twee manieren worden getoetst in hoeverre het gestelde reductiedoel wordt behaald: enerzijds door het berekenen van de relatieve jaarlijkse trend (% per jaar), anderzijds door het berekenen van de tot dan toe gerealiseerde procentuele vrachtreductie ten opzichte van de referentiewaarde 2016-2018. Beide resultaten zijn

van belang en daarom wordt voorgesteld om ook beide te presenteren en het totaalresultaat te visualiseren met een kleurcodering (zie hoofdstuk 8, tabel 3).

Voor het visualiseren van het waarschijnlijke doelbereik (trendanalyse, zie tabel 2) in de rapportageperiode wordt voorgesteld om de gerealiseerde reductie te beoordelen aan de hand van symbolen (vinkje, uitroepteken en kruis):

- Vinkje: de gerealiseerde reductie is  $\geq 30\%$ .
- Uitroepteken: de gerealiseerde reductie is  $< 30\%$ , maar bij gelijkblijvende inspanning zal deze parameter het gestelde doel voor 2040 halen.
- Kruis: de gerealiseerde reductie is  $< 30\%$  of er is sprake van een toename; bij gelijkblijvende inspanning zal deze parameter het gestelde doel niet voor 2040 halen.

Een voorbeeld van een uitwerking van de voorgestelde symbolen is weergegeven in tabel 2. Hiervoor zijn aan de hand van de voorbeeldperiode 2016-2020 voor verschillende stoffen uit de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie berekeningen gedaan volgens de voorgestelde methode. Er wordt geen oordeel gegeven wanneer er nog niet genoeg meetgegevens zijn (minder dan vijf jaar), of wanneer er te veel waarden onder de rapportagegrens liggen (meer dan 30%).

Om de drie jaar worden de stoffenlijsten gecontroleerd en kunnen stoffen worden gedeselecteerd of opgenomen (zie hoofdstuk 3.2). Vooropgesteld dat de verzamelde data aan de gestelde randvoorwaarden voldoet, is het mogelijk om nieuwe stoffen ook in de boordeling mee te nemen. Voor het berekenen van de referentiewaarde moeten drie jaar data beschikbaar zijn waarvan de mediaan kan worden bepaald. Op basis van minimaal vijf jaar data kan er een trendanalyse uitgevoerd worden, zodat de helling van de trend kan worden bepaald. Als aan alle voorwaarden is voldaan, kan de relatieve trend berekend worden.

**Tabel 2:** Voorbeeld van een trendanalyse van de stoffen op de locatie Lobith voor de periode 2016-2020

Groep	Parameter	Reductiedoel gerealiseerd?	Gerealiseerde reductie of toename (%-totaal)	Relatieve trend (%/jaar)	Statistische significantie	Verstreken jaren	Waarnemingen < rapportagegrens (%)
Industrie	1,4-dioxaan	✓	-76	-15,2	*	5	5
Afvalwater <sup>1</sup>	acesulfaam-K	✓	-73	-14,5	*	5	
Industrie	methyl-tert-butylether (MTBE)	✓	-72	-14,4	*	5	9
Afvalwater	iopamidol	✓	-64	-12,9		5	
Afvalwater	hydrochloorthiazide	✓	-63	-12,7	*	5	
Afvalwater	gabapentine	✓	-55	-11,0	*	5	
Afvalwater	metformine	✓	-52	-10,3	*	5	
Industrie	ethyleendiaminetetra-ethaanzuur (EDTA)	✓	-41	-8,1	*	5	
Afvalwater	amidotrizoïnezuur	✓	-38	-7,6	*	5	
Industrie	1,3,5-triazine-2,4,6-triamine (melamine)	!	-26	-5,1	*	5	
Afvalwater	iopromid	!	-22	-4,5		5	
Afvalwater	iomeprol	!	-21	-4,1		5	
Afvalwater	diclofenac	!	-15	-3,0		5	
Afvalwater	benzotriazol	!	-13	-2,6		5	
Afvalwater	metoprolol	!	-11	-2,2		5	
Afvalwater	carbamazepine	!	-8	-1,6		5	2
Industrie	nitrilotriazijnzuur (NTA)	✗	13	2,7		5	9
Afvalwater	iohexol	✗	25	4,9		5	
Afvalwater	sucralose	✗	67	13,4	*	5	
Afvalwater	candesartan		Geen oordeel			4	
Afvalwater	clarithromycine		Geen oordeel			5	55

<sup>1</sup> Systemen voor de inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater

NB: Er wordt "Geen oordeel" gegeven wanneer het aantal jaren met beschikbare gegevens te klein (< 5 jaar) is, of het aantal waarnemingen < rapportagegrens te hoog (> 30%).

## 7.2 Beoordelingsaanpak voor de landbouw

De oppervlaktewaterconcentraties van microverontreinigingen die afkomstig zijn van de landbouw fluctueren vaak sterk. Vooral de piekconcentraties in kleinere wateren vormen een probleem. In de hoofdstroom van de Rijn zijn deze stoffen dan meestal al sterk verdund. Daarom worden in eerste instantie kleinere wateren in het Rijnstroomgebied bekeken (zie hoofdstuk 3.2.3, hoofdstuk 4.2 en bijlage III.B). Later kan worden bezien of de hoofdstroom van de Rijn erbij wordt genomen.

In Nederland is voor de beoordeling van de eco(toxico)logische effecten (milieubelasting) van gewasbeschermingsmiddelen een methode in gebruik die gebaseerd is op de overschrijding van de eco(toxico)logische waterkwaliteitsnormen<sup>9</sup>. Deze zogenaamde SNO-methode ("Som Norm Overschrijding") wordt ook hier voor de meetlocaties voor de landbouw in het Rijnstroomgebied voorgesteld.

De gesommeerde normoverschrijding (SNO) beschrijft de mate van normoverschrijdingen over alle gemeten stoffen op één meetmoment op een meetlocatie.

De milieubelasting wordt in deze methode lineair gerelateerd verondersteld aan de mate van normoverschrijding.

De SNO-methode gaat uit van een *distance-to-target-benadering*, het relatieve verschil tussen de gemeten waarde en de doelwaarde:

$$\text{distance - to - target} = \frac{\text{actueel} - \text{doel}}{\text{doel}}$$

De 'distance-to-target' is daarbij de relatieve normoverschrijding van de gemeten concentratie ('actueel') van een stof ten opzichte van de eco(toxico)logische waterkwaliteitsnorm ('doel').

Normoverschrijdingen (NO's), en dus de milieubelasting, worden in beginsel per stof bepaald en vervolgens gesommeerd per meetlocatie. De hieruit voortvloeiende gesommeerde normoverschrijding kan vervolgens worden geaggregeerd per jaar en over alle meetlocaties.

De SNO wordt als volgt berekend:

### A) Berekening NO-fractie per (meet-)locatie per datum per stof:

- Als meetwaarde < RG en RG > kwaliteitsnorm: geen berekening
- Als meetwaarde < RG en RG <= kwaliteitsnorm: concentratie = 0
- Bereken NO-fractie:

$$\text{NO}_{\text{stof 1, locatie 1, datum 1}} = \frac{\text{concentratie}_{\text{stof 1, locatie 1, datum 1}} - \text{kwaliteitsnorm}_{\text{stof 1}}}{\text{kwaliteitsnorm}_{\text{stof 1}}}$$

waarbij:

- RG = rapportagegrens (limit of quantification)
- Kwaliteitsnorm = eco(toxico)logische waterkwaliteitsnorm of D3-waarde (indien het gaat om "artikel 7-water" conform KRW) (zie bijlage I.C)
- NO = normoverschrijdingsfractie per stof (per locatie, per datum)

<sup>9</sup> Peijnenburg, W. J. G. M., H. A. den Hollander, R. Luttik, D. van de Meent & D. de Zwart (2000). Ontwikkeling en toepassing van een Milieukwaliteitsindicator Bestrijdingsmiddelen. RIVM-rapport 607880 002, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607880002.pdf>;

Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit, G.R de Snoo, M.G. Vijver (2012). Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen, ISBN 978-90-5191-170-1,

[http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/bestrijdingsmiddelen\\_en\\_waterkwaliteit.pdf](http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/bestrijdingsmiddelen_en_waterkwaliteit.pdf);

Atlas bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater, Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen, Royal HaskoningDHV.

- Meetwaarden die kleiner zijn dan de rapportagegrens ( $< RG$ ), waarbij de rapportagegrens hoger is dan de kwaliteitsnorm ( $RG > \text{kwaliteitsnorm}$ ), worden niet meegenomen, hoewel de werkelijke concentratie boven de kwaliteitsnorm kan hebben gelegen.
- Meetwaarden die kleiner zijn dan de rapportagegrens ( $< RG$ ), waarbij de rapportagegrens lager is dan of gelijk aan de kwaliteitsnorm ( $RG \leq \text{kwaliteitsnorm}$ ), krijgen voor de berekening van de SNO de waarde '0'.
- Als  $NO \leq 0$  :  $NO = 0$

Deze procedure leidt ertoe dat metingen die gerapporteerd worden als zijnde lager dan de rapportagegrens, terwijl de feitelijke (maar niet bekende) concentraties liggen tussen de kwaliteitsnorm en de rapportagegrens, zorgen voor een verlaging van de SNO-waarde, omdat ze met  $NO = 0$  zijn meegerekend (zie hierboven). De SNO-waarde is daarmee potentieel een onderschatting van de werkelijke milieubelasting, maar rekent alleen gemeten belastingen en geen potentieel "vals positieve" belastingen mee.

### B) Berekening SNO per locatie per datum over alle stoffen:

- o Minimum van 10 stoffen, als aantal stoffen  $< 10$ : geen berekening
- o Bereken gesommeerde normoverschrijding (SNO) voor alle stoffen:

$$SNO_{\text{alle stoffen, locatie 1, datum 1}} = \sum_{x=1}^{\text{aantal stoffen}} NO_{\text{stof x, locatie 1, datum 1}}$$

- o Bijv.: 50 stoffen gemeten op locatie 1 op datum 1: max. 50 NO-fracties

waarbij:

- SNO = som normoverschrijdingsfracties alle stoffen
- Als  $NO \leq 0$  :  $NO = 0$
- Er wordt een ondergrens van tien aangehouden voor het aantal gemeten stoffen waarvoor een kwaliteitsnorm beschikbaar is. Als er in een monster minder dan tien stoffen met een kwaliteitsnorm zijn gemeten, wordt geen SNO berekend.

Dit levert per monster (locatie, datum) een SNO-waarde op. Voor de aggregatie van alle monsters op een locatie naar een jaarlijkse SNO-waarde wordt gebruik gemaakt van het 90-percentiel van de individuele SNO-waarden om uitschieter-effecten te mitigeren.

### C) Berekening geaggregeerde SNO per locatie over alle datums per jaar, over alle stoffen:

- o Bereken het 90-percentiel (P90) van alle SNO-waarden over het jaar per locatie:

$$SNO_{\text{alle stoffen, locatie 1, jaar}} = \sum_{y=1}^{\text{aantal datums}} P90[SNO_{\text{alle stoffen, locatie 1, datum y}}]$$

- o Bijv.: 6 metingen per jaar van 50 stoffen op locatie 1: max. 6 SNO-waarden
- o Dit levert de geaggregeerde SNO-waarde per jaar per locatie
- o De SNO-waarden van alle locaties kunnen grafisch worden weergegeven op een kaart.

De geaggregeerde SNO-waarden van alle locaties worden vervolgens gemiddeld naar één SNO-jaarwaarde.



**D) Berekening gemiddelde SNO over alle locaties per jaar, en over alle stoffen:**

- o Bereken op basis van alle SNO-waarden de gemiddelde SNO-waarde over alle locaties:

$$SNO_{\text{alle stoffen, alle locaties, jaar}} = \left[ \sum_{z=1}^{\text{aantal locaties}} SNO_{\text{alle stoffen, locatie } z, \text{ jaar}} \right] / \text{aantal locaties}$$

- o De gemiddelde SNO-waarden per jaar voor alle locaties kunnen grafisch worden uitgezet in een trendgrafiek.

Voor het bepalen van het doelbereik kan het driejarig gemiddelde van de toetsperiode worden vergeleken met het driejarig gemiddelde van de referentieperiode.

Voor de emissiebron landbouw zullen de twee beschermingsdoelen aquatische ecosystemen en drinkwaterwinning worden bekeken en zal de SNO-methode worden toegepast. Voor drinkwaterwinning gebeurt dit alleen als het gaat om "artikel 7-water" conform KRW, d.w.z. wateren die ook daadwerkelijk voor drinkwateronttrekking worden gebruikt. Dan geldt de D3-waarde<sup>10</sup> uit Noordrijn-Westfalen (Duitsland) die normaal gesproken is gebaseerd op de Duitse Drinkwaterverordening dan wel de oriënteringswaarde voor de volksgezondheid (GOW) van de Duitse milieudienst UBA. Voor de SNO-berekening wordt de strengere waarde gebruikt.

De beschikbare eco(toxico)logische waterkwaliteitsnormen zullen met de volgende prioriteit worden toegepast, waarbij afhankelijk van de beschikbaarheid eerst de kwaliteitsnorm bij (1), dan (2) of (3) wordt toegepast:

- (1) (Wettelijk vastgelegde) kwaliteitsnormen in een land in het Rijnstroomgebied (jaargemiddelde) op basis van de meest actuele MKE/MKN-waarden of chronische kwaliteitscriteria, afgeleid conform de bepalingen in het [EU Guidance Document No. 27](#) (zie bijlage I.C)
- (2) MTR-waarden uit Nederland (EN: "maximum permissible concentration", NL: "maximaal toelaatbaar risiconiveau") (moeten bij alle individuele monsters worden toegepast, geen jaargemiddelde)
- (3) Duitse RAC-waarden<sup>11</sup> ("gereguleerde aanvaardbare concentratie") (moeten bij alle individuele monsters worden toegepast, geen jaargemiddelde)

De berekening van de trend vindt plaats met de actuele kwaliteitsnormen. Dat betekent dat indien een kwaliteitsnorm verandert, de trend met terugwerkende kracht opnieuw moet worden berekend (zie SNO-methode).

<sup>10</sup> Drinkwaterspecifieke streefwaarde die is afgeleid in Noordrijn-Westfalen. Deze waarde garandeert dat er een leven lang drinkwater kan worden geconsumeerd zonder dat hier vanuit humaan toxicologisch oogpunt risico's aan verbonden zijn. Meer informatie is beschikbaar bij de Dienst voor natuur, milieu en consumentenbescherming van de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen <https://www.lanuv.nrw.de/>).

<sup>11</sup> Meer informatie is te vinden in het Duitse Nationale Actieplan voor een Duurzaam Gebruik van Gewasbeschermingsmiddelen (NAP): <https://www.nap-pflanzenschutz.de/>

## 8. Rapportage en data reporting

De gegevensverzameling en -controle voor de **emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie** op de geselecteerde ICBR-hoofdmeetstations worden verzorgd door de Duitse dienst voor hydrologie (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG). Voor de aanvullende meetlocaties wordt dit door de delegatie in kwestie gedaan. De EG SMON kan alle gegevens samenvoegen (zie hoofdstuk 4.1). Gegevensverzameling, validatie en een trendanalyse gebeuren jaarlijks en worden in een interne tabel vastgelegd en gecommuniceerd. Als gegevensbasis is de periode 2016-2018 afgesproken.

Voor de **emissiebron landbouw** zal elke delegatie haar meetlocaties zelf beoordelen. De aggregatie van de gegevens en de evaluatie worden door de landen uitgevoerd met behulp van een standaard Excel-template (zie hoofdstuk 4.2) en worden jaarlijks gedocumenteerd en meegedeeld.

De totaalbeoordeling en rapportage over de drie emissiebronnen gebeuren om de drie jaar in de vorm van een ICBR-rapport en worden verzorgd door een kleine groep uit de werkgroep 'Waterkwaliteit/emissies' (WG S). Een eerste officiële rapportage staat bijgevolg gepland in 2024 voor de jaren 2021, 2022 en 2023.

De tussenrapporten dienen de volgende elementen te bevatten:

- Verloop van de concentraties dan wel vrachten van de indicatorstoffen per meetlocatie voor stedelijk afvalwater en industrie (kleurcodering voor de geselecteerde meetlocaties dan wel heatmap, zie tabel 3) en totaalbeoordeling;
- Analyse van verdergaande ambities (reductie > 50/70%);
- Trendanalyse van geselecteerde stoffen op geselecteerde meetlocaties (zie tabel 2);
- SNO voor het Rijnstroomgebied voor de indicatorstoffen voor de landbouw;
- Toetsing van de stoffenlijst en eventueel opname van aanvullende stoffen van de voorstellijst voor Rijn 2040;
- In het kader van de eerste rapportage ook controle van de geschiktheid van de meetlocaties met betrekking tot de beoordelingsmethodes.

Het definitieve rapport zal in 2040 worden gepubliceerd.

De totaalresultaten worden op basis van kleuren gevisualiseerd (zie tabel 3).

**Tabel 3:** Kleuren voor de visualisatie van de totaalresultaten

Kleur	Verandering stedelijk afvalwater/industrie	Verandering landbouw
groen	reductie $\geq$ 30 %	SNO $\leq$ 0,7 SNO referentieperiode
geel	reductie < 30 %	SNO > 0,7 SNO referentieperiode
rood	geen reductie of toename	SNO referentieperiode dan wel geen reductie of toename

## 9. Samenvatting en vooruitblik

In het programma Rijn 2040 is vastgelegd dat de emissie van microverontreinigingen naar de wateren met ten minste 30% moet worden verminderd. Om dit doel op gezette tijden en op basis van feiten te kunnen toetsen, is in het onderhavige rapport de monitoring vastgelegd die in dit verband moet worden uitgevoerd en een beoordelingssysteem gedefinieerd voor de drie emissiebronnen stedelijk afvalwater, industrie en landbouw.

De EG MICROMIN die voor deze taak was opgericht, wordt hierbij ontbonden. De toetsing van het reductiedoel en de stoffenlijsten zal voortaan door de WG S met ondersteuning van zijn expertgroepen worden gedaan (zie [ICBR-werkprogramma 2022-2027](#)).

Voor elk van de drie emissiebronnen is een dynamische stoffenlijst opgesteld. De beoordelingsmethode voor de landbouw is daarnaast apart bekeken, omdat de emissiesituatie voor de landbouw sterk verschilt van die voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie.

De beoordeling zal in het algemeen per stof en per meetlocatie worden uitgevoerd. Hoe de totaalbeoordeling uiteindelijk zal worden gedaan, wordt later beslist, als er eerste resultaten zijn.

Gegevensverzameling, validatie en een trendanalyse gebeuren jaarlijks en worden in een interne tabel vastgelegd en gecommuniceerd. Als gegevensbasis is de periode 2016-2018 afgesproken. Een eerste officiële rapportage staat gepland voor 2024 en een eindrapport voor 2040.

Er moet voor de beoordeling van de resultaten worden nagegaan in hoeverre andere informatiebronnen, bijvoorbeeld studies in verband met klimaatprojecties of het Duitse, nationale actieplan voor duurzaam bestrijdingsmiddelengebruik (NAP), de bestaande kennis kunnen aanvullen. Het is ook belangrijk om bij de beoordeling van het resultaat rekening te houden met maatregelen aan de bron dan wel verdere emissiereducerende maatregelen, bijvoorbeeld bij de toepassing. Hierbij zou ook de toekomstige EU-statistiek van de [SAIO-verordening](#) (EN: "Statistics on Agricultural Input and Output") in verband met de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in de afzonderlijke EU-lidstaten in aanmerking moeten worden genomen.

De EG MICROMIN heeft de grondwaterbelasting niet meegenomen in de beschouwing. Onder meer gelet op de andere werkzaamheden van de WG S en de beschikbare gegevensbasis lag de nadruk op de belasting van het oppervlaktewater en de ontwikkeling van een systeem om de emissiereductie daar te beoordelen. Bij een evaluatie van de werkwijze dient te worden nagegaan of de beschouwing in de toekomst zou moeten worden uitgebreid.

Met eco(toxico)logische effecten wordt op dit moment alleen bij de emissiebron landbouw rekening gehouden. Bij de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie zou er ook rekening kunnen worden gehouden met eco(toxico)logische effecten, bijvoorbeeld door toepassing van de SNO-methode.

Bovendien zou er in de toekomst per meetlocatie ook een toxiciteitsindex kunnen worden bepaald. Hiervoor bestaan diverse methoden. Een ervan is de zogenaamde msPAF-methode (multi substances Potential Affected Fraction<sup>12</sup>). Met behulp van deze rekentool kan de toxische druk van stoffen, stofgroepen en gehele mengsels worden berekend, op basis van monitoringsgegevens.

Verder moet ook worden bekeken in hoeverre resultaten van non-targetanalyses of effectgebaseerde methodes in aanmerking kunnen worden genomen.

---

<sup>12</sup> Dekker, E., J. Sloopweg, R. Koopman, L. Osté & L. Posthuma (2021). Protocol gebruik rekentool Chemie-spoor SFT2. Achtergronddocument beschikbare kennis bij de sleutelfactor Toxiciteit. Versie 1, 30 november 2021. KIWK-Toxiciteit Notitie. Amersfoort, the Netherlands. Kennis Impuls Water Kwaliteit.

Bij of na een eerste evaluatie voor het tussenrapport 2024 dient te worden gezien in hoeverre er in de toekomst wel rekening zou kunnen worden gehouden met effecten van mengsels.

Zodra er eerste ervaringen zijn met de meetresultaten en de evaluatie daarvan wordt er een beslissing genomen over de organisatie van een workshop, in het kader waarvan de landen openstaande vragen kunnen bespreken. Open vragen zijn bijvoorbeeld of het nemen van steekmonsters nauwkeurig genoeg is en op welke manier er rekening kan worden gehouden met de toxische druk, naast de stofvrachten.

# Bijlagen

## I. Selectie van indicatorstoffen

Een beschrijving van hoe de indicatorstoffen (I.A t/m C) zijn geselecteerd is te vinden in hoofdstuk 3.2.

### (A) Stedelijk afvalwater

Substance name	CAS registry number	Application
<b>Acesulfame</b>	55589-62-3	artificial sweetener
<b>Benzotriazole</b>	95-14-7	corrosion inhibitor
<b>Candesartan</b>	139481-59-7	ACE-inhibitor (antihypertensive)
<b>Carbamazepine</b>	298-46-4	antiepileptic
<b>Carbendazim</b>	10605-21-7	biocide/fungicide
<b>Clarithromycin</b>	81103-11-9	antibiotic (macrolide)
<b>Diatrizoate/Amidotrizoic acid</b>	117-96-4	X-ray contrast agent
<b>Diclofenac</b>	15307-86-5	antiphlogistic
<b>Gabapentin</b>	60142-96-3	antiepileptic
<b>Hydrochlorothiazide</b>	58-93-5	diuretic
<b>Ibuprofen</b>	15687-27-1	antiphlogistic
<b>Iohexol</b>	66108-95-0	X-ray contrast agent
<b>Iomeprol</b>	78649-41-9	X-ray contrast agent
<b>Iopamidol</b>	60166-93-0	X-ray contrast agent
<b>Iopromide</b>	73334-07-3	X-ray contrast agent
<b>Metformin</b>	657-24-9	antidiabetic agent
<b>Methylbenzotriazole (Sum 4- and 5-Methylbenzotriazole)</b>	- // 136-85-6	corrosion inhibitor
<b>Metoprolol</b>	37350-58-6	beta blocker
<b>Sucralose</b>	56038-13-2	artificial sweetener
<b>Sulfamethoxazole</b>	723-46-6	antibiotic (sulfonamide)
<b>Venlafaxine</b>	93413-69-5	psychiatric drug (antidepressant)

**(B) Industrie**

Substance name	CAS registry number	Application	Industrial sector (according to IED)*
<b>1,4-Dioxane</b>	123-91-1	solvent	(4) chemical industry (6) other activities
<b>EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid)</b>	60-00-4	complexing agent	(2) production and processing of metals (4) chemical industry (6) other activities
<b>Glyme (Di-, Tri-, Tetra-)</b>	111-96-6 112-49-2 143-24-8	solvent	(4) chemical industry (6) other activities
<b>Melamine</b>	108-78-1	various (melamine resins, pastes, glues)	(3) mineral industry (4) chemical industry (6) other activities
<b>MTBE (Methyl tertiary-butyl ether)</b>	1634-04-4	solvent	(4) chemical industry
<b>NTA (Nitrilotriacetic acid)</b>	139-13-9	complexing agent	(2) production and processing of metals (4) chemical industry (6) other activities
<b>PFBA (Perfluorobutanoic acid)</b>	375-22-4	PFAS	(2) production and processing of metals (4) chemical industry
<b>PFBS (Perfluorobutanesulfonic acid)</b>	375-73-5	PFAS	(4) chemical industry (6) other activities
<b>PFOA (Perfluorooctanoic acid)</b>	335-67-1	PFAS	(4) chemical industry (6) other activities
<b>PFOS (Perfluorooctanesulfonic acid)</b>	1763-23-1	PFAS	(2) production and processing of metals (4) chemical industry (6) other activities
<b>TPPO (Triphenylphosphine oxide, old: Triphenylphosphane oxide)</b>	791-28-6	intermediate of Wittig synthesis	(4) chemical industry

\* IED: Industrial Emissions Directive (2010/75/EU)

**(C) Landbouw**

0	CAS registry number	Application	EQS value* [µg/l] (year**, country)	D3 value*** [µg/l]
<b>Herbicides</b>				
<b>2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)</b>	94-75-7	orchards, arable crops (cereal)	0,6 (2016, CH)	0,1
<b>AMPA</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	1066-51-9	arable crops, viticulture, orchards <i>(TP of glyphosate)</i>	/	1
<b>Chlortoluron</b>	15545-48-9	arable crops (cereals)	0,6 (2016, NL)	0,1
<b>Desethylterbuthylazine</b>	30125-63-4	arable crops (maize) <i>(TP of terbuthylazine)</i>	0,25 (2016, NL)	0,1
<b>Diflufenican</b>	83164-33-4	arable crops (cereals)	0,01 (2018, CH)	0,1
<b>Dimethachlor</b>	50563-36-5	arable crops (oil seed rape)	0,12 (2019, CH)	0,1
<b>Dimethenamid</b>	87674-68-8	arable crops	0,26 (2019, CH)	0,1
<b>Flufenacet</b>	142459-58-3	arable crops (maize, cereals)	0,048 (2018, CH)	0,1
<b>Glyphosate</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	1071-83-6	arable crops, viticulture, orchards	/	0,1
<b>MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid)</b>	94-74-6	orchards, arable crops (cereal)	0,66 (2016, CH)	0,1
<b>Metamitron</b>	41394-05-2	arable crops (sugar beet)	4 (2016, CH)	0,1
<b>Metazachlor</b>	67129-08-2	arable crops (oil seed rape)	0,02 (2015, CH)	0,1
<b>Metazachlor ethane sulfonic acid (Metazachlor ESA)</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	172960-62-2	arable crops (oil seed rape) <i>(TP of metazachlor)</i>	/	3
<b>Metazachlor oxanilic acid (Metazachlor OXA)</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	1231244-60-2	arable crops (oil seed rape) <i>(TP of metazachlor)</i>	/	3
<b>Metolachlor</b>	51218-45-2	arable crops (maize)	0,69 (2016, CH)	0,1
<b>Metolachlor ethane sulfonic acid (Metolachlor ESA)</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	171118-09-5	arable crops (maize) <i>(TP of metolachlor)</i>	/	3
<b>Metolachlor oxanilic acid (Metolachlor OXA)</b> <i>(only for protected good drinking water)</i>	152019-73-3	arable crops (maize) <i>(TP of metolachlor)</i>	/	3
<b>Metribuzin</b>	21087-64-9	arable crops (potato, cereals)	0,058 (2016, CH)	0,1
<b>Nicosulfuron</b>	111991-09-4	arable crops (maize)	0,0087 (2016, CH)	0,1
<b>Propyzamide</b>	23950-56-5	arable crops (oil seed rape)	0,063 (2018, CH)	0,1
<b>Prosulfocarb</b>	52888-80-9	arable crops (potato, cereals)	0,55 (2013, NL)	0,1
<b>Terbuthylazine</b>	5915-41-3	arable crops (maize)	0,32 (2020, NL)	0,1

Vervolg op de volgende bladzijde.



Vervolg:

<b>Fungicides</b>				
<b>Azoxystrobin</b>	131860-33-8	arable crops (cereals)	0,2 (2017, NL)	0,1
<b>Tebuconazole</b>	107534-96-3	orchards, viticulture, arable crops (cereals, oil seed rape)	0,24 (2016, CH)	0,1
<b>Insecticides</b>				
<b>Pirimicarb</b>	23103-98-2	arable crops (cereals)	0,09 (2016, CH)	0,1
<b>Thiacloprid</b>	111988-49-9	orchards, arable crops	0,01 (2016, CH)	0,1

\* EQS value: Annual average/chronic EQS based on the most recent EQS values according to the requirements of EU Guidance Document No. 27.

\*\* year: year of the derivation of the EQS value

\*\*\* D3 value: Drinking water-specific target value derived in NRW. This value ensures that drinking water consumption is safe for life from a human toxicologic perspective.

**(D) Aanvullend meetprogramma in zwevend stof**

Meer informatie over het aanvullende meetprogramma in zwevend stof is te vinden in hoofdstuk 6.

Substance name	CAS registry number	Application	Emission source (mainly)*
<b>Herbicides</b>			
Flufenacet	142459-58-3	herbicide	agriculture
Metazachlor	67129-08-2	herbicide	agriculture
Metolachlor	51218-45-2	herbicide	agriculture
Pendimethalin	40487-42-1	herbicide	agriculture
Prosulfocarb	52888-80-9	herbicide	agriculture
Terbuthylazine	5915-41-3	herbicide	agriculture
2-Hydroxyterbuthylazine	66753-07-9	TP of terbuthylazine	agriculture
Desethylterbuthylazine	30125-63-4	TP of terbuthylazine	agriculture
<b>Fungicides</b>			
Chlorothalonil	1897-45-6	fungicide	agriculture
Chlorthalonil Metabolit R417888	1418094-02-95	TP of Chlorothalonil	agriculture
Epoxiconazol	133855-98-8	fungicide	agriculture
Fenpropimorph	67564-91-4	fungicide	agriculture
Prochloraz	67747-09-5	fungicide	agriculture
Prothioconazole	178928-70-6	fungicide	agriculture
Prothioconazol-desthio	120983-64-4	TP of Prothioconazol	agriculture
Tebuconazol	107534-96-3	fungicide	agriculture
<b>Biocides</b>			
DEET	134-62-3	biocide/repellant	UWWTP, agriculture
Propiconazole	60207-90-1	biocide/fungicide	UWWTP, agriculture
Terbutryn	886-50-0	biocide/herbicide	UWWTP, agriculture
Triclosan	3380-34-5	biocide/bactericide	UWWTP, agriculture
<b>Pharmaceuticals and human metabolites</b>			
Amisulpride	71675-85-9	psychiatric drug (antidepressant)	UWWTP
Cetirizine	83881-51-0	antihistamine	UWWTP
Citalopram	59729-33-8	psychiatric drug	UWWTP
Desmethylocitalopram	62498-67-3	metabolite of citalopram	UWWTP
Clarithromycin	81103-11-9	antibiotic (macrolide)	UWWTP
Fexofenadine	83799-24-0	antihistamine	UWWTP
Flecainide	54143-55-4	antiarrhythmic agent	UWWTP
Fluoxetine	54910-89-3	psychiatric drug (antidepressant)	UWWTP
Lamotrigine	84057-84-1	antiepileptic	UWWTP
Lidocaine	137-58-6	local anesthetic	UWWTP
Metoprolol	37350-58-6	beta blocker	UWWTP
Sitagliptin	486460-32-6	antidiabetic	UWWTP
Sotalol	3930-20-9	beta blocker	UWWTP
Sulpiride	15676-16-1	psychiatric drug (neuroleptic, antidepressant)	UWWTP
Telmisartan	144701-48-4	ACE-inhibitor (antihypertensive)	UWWTP
Trimethoprim	738-70-5	antibiotic	UWWTP
Venlafaxine	93413-69-5	psychiatric drug (antidepressant)	UWWTP
O-Desmethylvenlafaxine	93413-62-8	metabolite/TP of venlafaxin	UWWTP
<b>UV-filter substances</b>			
Octocrylen	6197-30-4	UV sunscreen agent	industry
UV-234	70321-86-7	Phenolbenzotriazol UV filter	industry
UV-326	3896-11-5	Phenolbenzotriazol UV filter	industry
UV-327	3864-99-1	Phenolbenzotriazol UV filter	industry
UV-328	25973-55-1	Phenolbenzotriazol UV filter	industry
UV-329	3147-75-9	Phenolbenzotriazol UV filter	industry

Vervolg op de volgende bladzijde.

Vervolg:

<b>Flame retardants and plastizisers</b>			
<b>Bisphenol-A</b>	80-05-7	monomer of plastics and epoxy resins	industry
<b>DEHP, Bis(2-ethylhexyl)phthalate</b>	117-81-7	plastiziser	industry
<b>DIBP, Di-isobutylphthalate</b>	84-69-5	plastiziser	industry
<b>TCEP, Tris(2-chloro ethyl)phosphate</b>	115-96-8	organo phosphorous flame retardant	industry
<b>TCPP, Tris(2-chloro-1-methylethyl)phosphate</b>	13674-87-8	organo phosphorous flame retardant	industry
<b>TDCP, Tris(2-chloro-1-(chloromethyl)ethyl)phosphate</b>	13674-87-8	organo phosphorous flame retardant	industry
<b>TiBP, Tri-isobutylphosphate</b>	126-71-6	organo phosphorous flame retardant	industry
<b>TnBP, Tri-n-butylphosphate</b>	126-73-8	organo phosphorous flame retardant	industry
<b>Perfluorinated alkyl substances (PFAS)</b>			
<b>PFOA</b>	335-67-1	PFAS	industry
<b>PFOS</b>	1763-23-1	PFAS	industry
<b>TOP-Assay</b>			industry
<b>Quaternary phosphonium compounds (QPCs)</b>			
<b>Ethyltriphenylphosphonium</b>	198488-16-3	intermediate of Wittig synthesis	industry
<b>Methoxymethyltriphenylphosphonium</b>		intermediate of Wittig synthesis	industry
<b>Methyltriphenylphosphonium</b>	15912-74-0	intermediate of Wittig synthesis	industry
<b>Quaternary ammonia compounds (QACs)</b>			
<b>Benzyl dimethyldodecylammonium</b>		biocide/bactericide	agriculture
<b>Denatonium</b>	3734-33-6	bitterant	industry
<b>Dimethyldioctylammonium</b>		biocide/bactericide	agriculture
<b>Dimethyldecyloctylammonium</b>		biocide/bactericide	agriculture
<b>Tetrabutylammonium</b>		diverse	industry
<b>Further substances</b>			
<b>4- and 5-Methylbenzotriazole</b>	29878-31-7 and 136-85-6	corrosion inhibitor	UWWTP
<b>Benzotriazole</b>	95-14-7	corrosion inhibitor	UWWTP
<b>Nonylphenol</b>	25154-52-3		industry

\* UWWTP: urban wastewater treatment plant

**Legend: Yellow ("optional")**

Will be included if a) compounds at least a factor of 5 above the limit of quantification (LOQ) are detected in samples from 2016, 2017 and 2018 and b) integration in validated methods is possible (checked within 2022).

## II. Selectie van stoffen voor de voorstellijst voor Rijn 2040

Een beschrijving van de stofselectie voor de voorstellijst voor Rijn 2040 is te vinden in hoofdstuk 3.3. De cyclus voor de toetsing van de geselecteerde indicatorstoffen wordt beschreven in hoofdstuk 8.

Substance name	CAS registry number	Application	Emission source (mainly)*
<b>1,7-Dinaphthalinsulfonic acid</b>	85-47-2	production colourants	industry
<b>2,2,6,6-Tretamethyl-4-piperidione</b>	167078-06-0	UV stabilizers	industry
<b>2-Naphthalinsulfonic acid</b>	120-18-3	intermediate production direct colourants, reactive colourants	industry
<b>Amisulprid</b>	71675-85-9	psychiatric drug (antidepressant)	UWWTP
<b>Azithromycin</b>	83905-01-5	antibiotic (macrolide)	UWWTP
<b>Bezafibrat</b>	41859-67-0	Cholesterol lowering agent	UWWTP
<b>Butylpyrrolidin</b>	767-10-2	intermediate, solvent	industry
<b>Ciprofloxacin</b>	85721-33-1	antibiotic	UWWTP
<b>Citalopram</b>	59729-33-8	psychiatric drug	UWWTP
<b>DCD (Dicyanodiamide)</b>	461-58-5	nitrification inhibitor, catalyst	industry
<b>Diphenylphosphine oxide</b>	4559-70-0	intermediate of Wittig synthesis	industry
<b>Erythromycin</b>	114-07-8	antibiotic (macrolide)	UWWTP
<b>Foramsulfuron</b>	173159-57-4	herbicide	agriculture
<b>Guanylurea</b>	141-83-3	TP of metformin	UWWTP
<b>Irbesartan</b>	138402-11-6	ACE-inhibitor (antihypertensive)	UWWTP
<b>Lamotrigine</b>	84057-84-1	antiepileptic	UWWTP
<b>Mecoprop</b>	93-65-2	biocide/herbicide	UWWTP
<b>Oxipurinol</b>	2465-59-0	active metabolite of allopurinol	UWWTP
<b>Phosphoric acid triethyl ester (TEP)</b>	83588-59-4	catalyst	industry
<b>Propranolol</b>	525-66-6	beta blocker	UWWTP
<b>Pyrethroid</b>			suspended matter (additional)
<b>Sitagliptin</b>	486460-32-6	antidiabetic agent	UWWTP
<b>Sotalol</b>	3930-20-9	beta blocker	UWWTP
<b>TFA (Trifluoroacetic acid)</b>	76-05-1	PFAS	UWWTP, industry, agriculture
<b>TMDD (Surfynol 104) (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol)</b>	126-86-3	foam inhibitor	industry
<b>Tramadol</b>	27203-92-5	analgesic	UWWTP
<b>Triacetonamin (TAA)</b>	826-36-8	stabiliser for polymers	industry
<b>Triclosan</b>	3380-34-5	biocide/bactericide	UWWTP
<b>Trimethoprim</b>	738-70-5	antibiotic	UWWTP

\* UWWTP: urban wastewater treatment plant

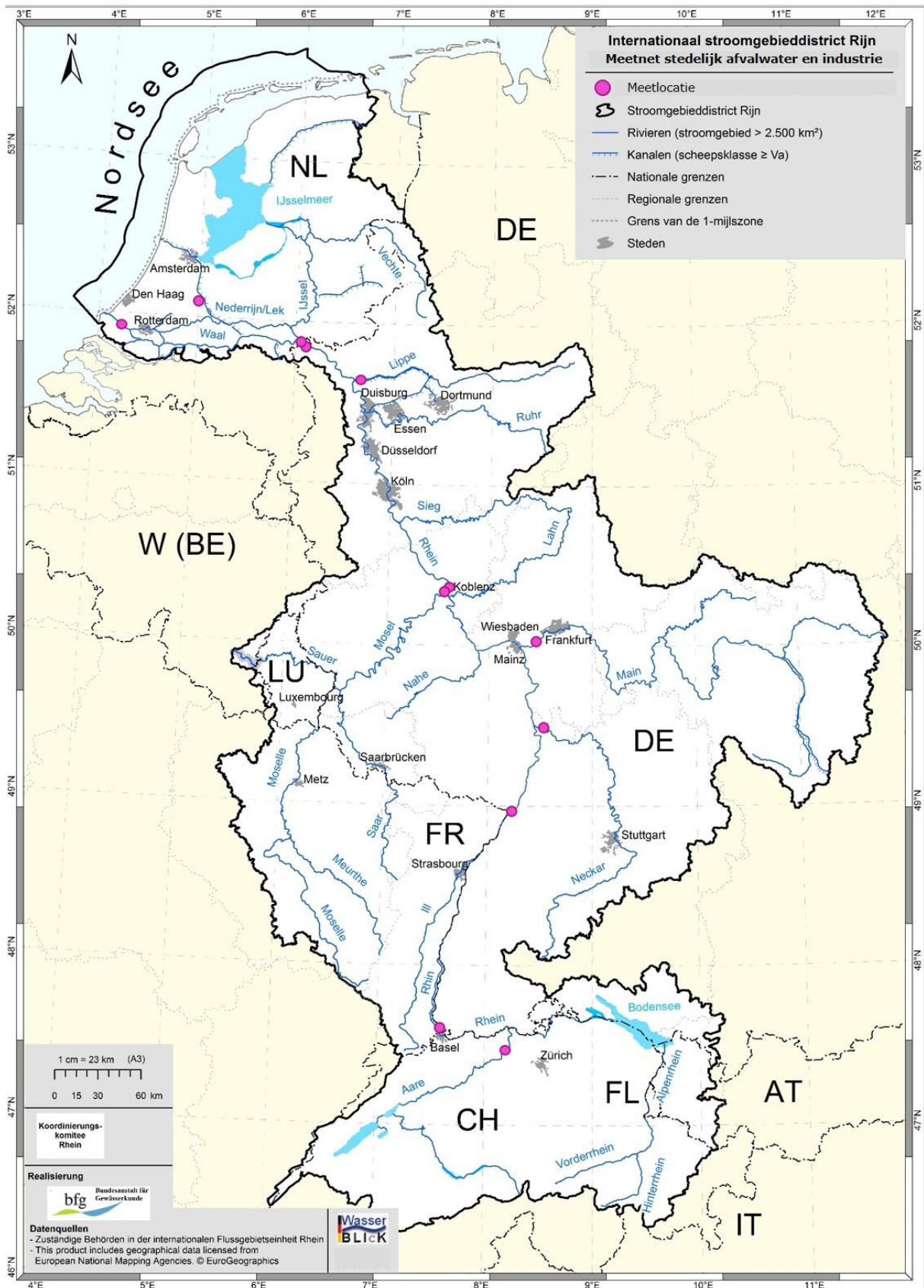
### III. Overzicht van de geselecteerde meetlocaties

Een beschrijving van hoe de meetlocaties zijn geselecteerd, is te vinden in hoofdstuk 4.

#### (A) Stedelijk afvalwater en industrie

**Tabel 4:** Selectie van meetlocaties en verantwoordelijkheden voor de bemonstering en gegevensanalyse

<b>Meetlocatie</b>	<b>Verantwoordelijk voor bemonstering</b>	<b>Verantwoordelijk voor gegevensanalyse</b>
Brugg/Aare	CH	CH
Weil am Rhein	CH/DE-BW	BfG
Karlsruhe-Lauterbourg	DE-BW	BfG
Mannheim/Neckar	DE-BW	DE
Bischofsheim/Main	DE-HE	DE
Koblenz/Rijn	BfG	BfG
Koblenz/Moezel	BfG	BfG
Monding van de Lippe bij Wesel	DE-NRW	DE
Bimmen	DE-NRW	NL
Lobith	NL	NL
Nieuwegein	RIWA Rijn	RIWA Rijn
Maassluis	NL	BfG

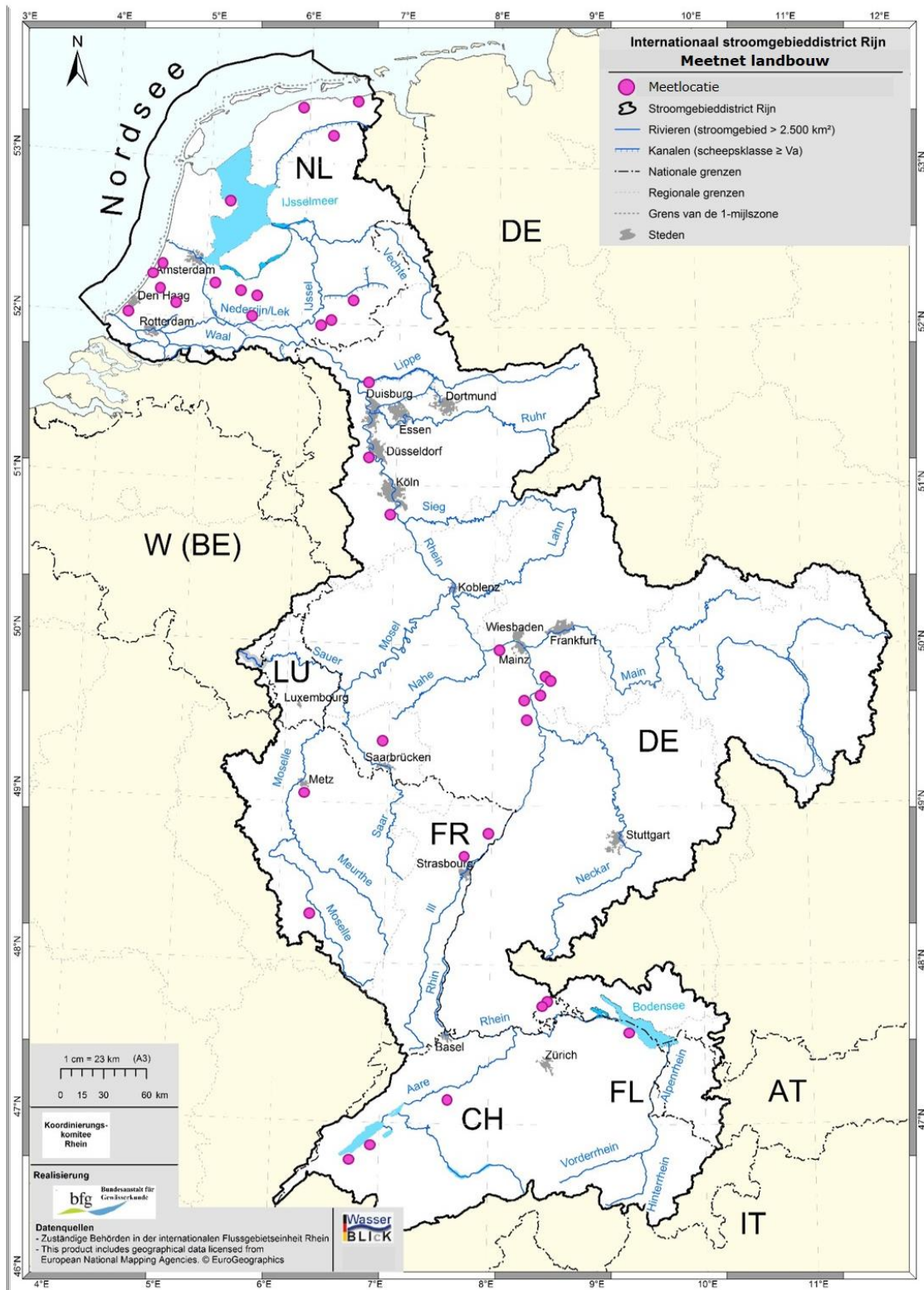


**Figuur 2:** Net van meetlocaties voor de emissiebronnen stedelijk afvalwater en industrie



## (B) Landbouw

Gedetailleerde informatie over het net van meetlocaties voor de emissiebron landbouw is beschikbaar bij het ICBR-secretariaat.



**Figuur 3:** Net van meetlocaties voor de emissiebron landbouw

## IV. Beoordelingsaanpak voor stedelijk afvalwater en industrie

Om de succesvolle uitvoering van de verklaring van de Rijnministersconferentie 2020 te bepalen, moeten enkele operationele keuzes worden gemaakt. Aangezien is vastgesteld dat de emissies van microverontreinigingen moeilijk rechtstreeks kunnen worden gemeten, is besloten om de vracht (kg/dag) als maatstaf te gebruiken. Aangezien een vermindering met 30% in 20 jaar overeenkomt met gemiddelde van 1,5% per jaar, is het begrijpelijk dat het volgen van de trendmatige ontwikkeling van de vracht in de loop van de tijd een geschikte manier is om vast te stellen of de emissiebeperkende maatregelen met succes zijn ingevoerd.

Indien de vermindering van de belasting met voldoende statistische betrouwbaarheid gelijk aan of groter blijkt te zijn dan 1,5% per jaar, kan men er zeker van zijn dat de emissiereductiedoelstelling van 30% in 2040 zal worden gehaald, op voorwaarde dat de geleverde inspanningen worden volgehouden.

Voor de bepaling van de grootte en de richting van de trend en de toetsing van de statistische significantie wordt voorgesteld om het programma *Trendanalist* [door Baggelaar en Van der Meulen, 2019] te gebruiken. *Trendanalist* wordt al vele jaren gebruikt door waterschappen en drinkwaterleidingbedrijven in Nederland voor het monitoren van de waterkwaliteit door analyse van tijdreeksen. Hieronder wordt een beschrijving gegeven van het programma en hoe het de trendanalyse uitvoert, gevolgd door een voorstel over hoe het gebruikt kan worden voor het bewaken van de 30%-reductiedoelstelling. Er is ook een voorstel toegevoegd over hoe de resultaten op een beknopte manier kunnen worden gepresenteerd.

### Trendanalyse met *Trendanalist*

In *Trendanalist* zijn verschillende statistische technieken geïmplementeerd, toetsen op basis van vier lineaire modelleringen (o.a. de Box-Jenkins modellering) en Mann-Kendall-toetsen (met of zonder autocorrelatie en seizoenseffecten). Daardoor kan het programma flexibel rekening houden met de bijzondere karakteristieken die vaak kenmerkend zijn voor meetreeksen, zoals niet-normale kansverdelingen (al of niet door uitschieters), seizoenseffecten, autocorrelatie, ontbrekende meetwaarden en meetwaarden die kleiner zijn dan de rapportagegrens.

Onder het begrip trend wordt hier een permanente of semipermanente verandering verstaan van het niveau van een tijdreeks over een tijdshorizon van tenminste enkele jaren. Seizoensmatige veranderingen en kortstondige calamiteiten vallen daar dus niet onder.

Om objectief te kunnen vaststellen of een tijdreeks een trend vertoont wordt statistische trendanalyse uitgevoerd, met het programma *Trendanalist*. Statistische trendanalyse omvat per geanalyseerde reeks twee onderdelen, namelijk:

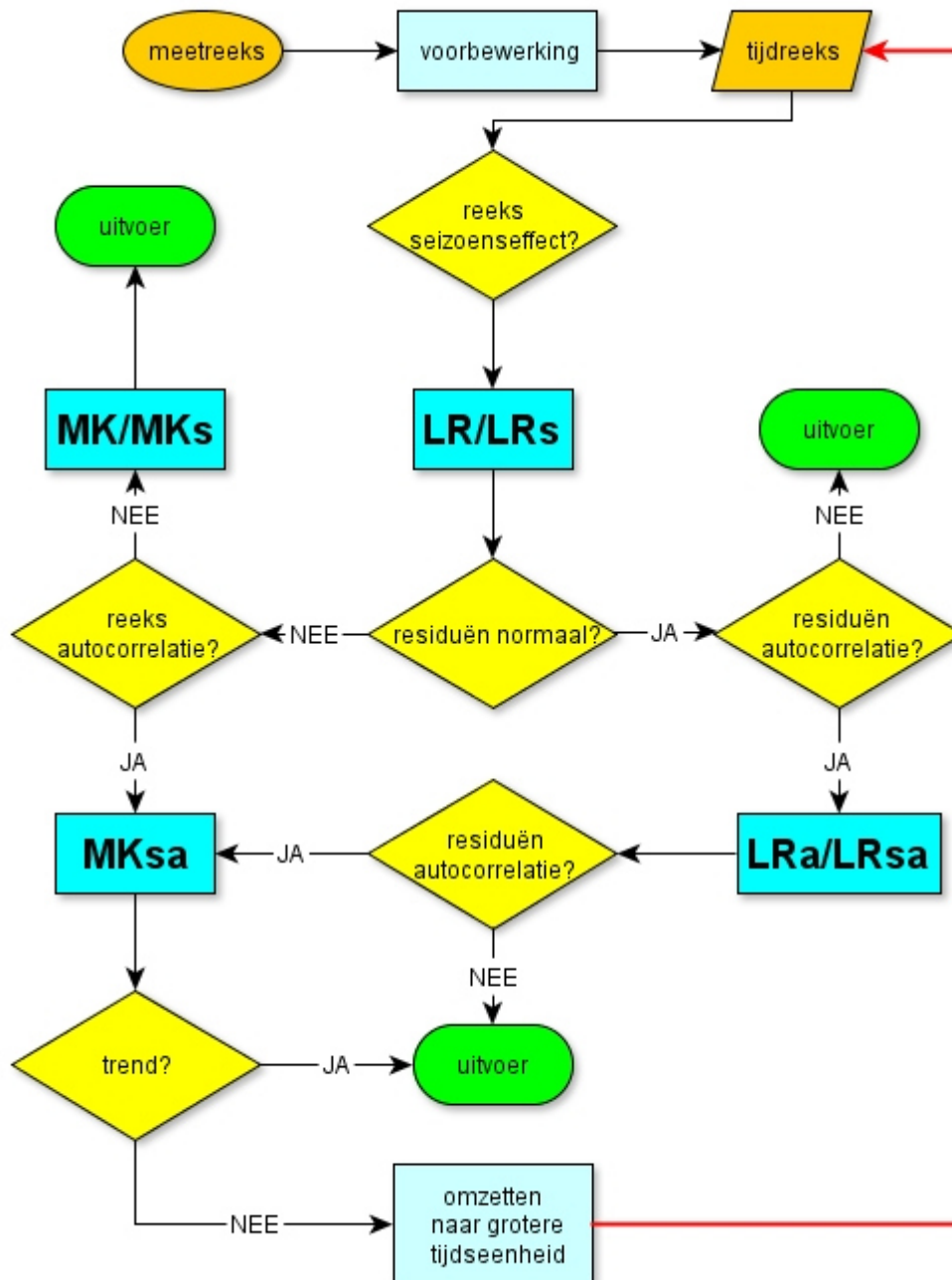
- i. Trenddetectie, leidend tot een (objectieve) uitspraak over het al of niet optreden van een statistisch significante trend;
- ii. Trendkwantificering, leidend tot een schatting van de grootte van de trend (uitgedrukt als verandering per jaar).

*Trendanalist* toetst op een monotone trend, dat wil zeggen op een overwegende daling of een overwegende stijging vanaf het startpunt van de reeks, ongeacht of dit in de vorm van een lineaire, convexe, of concave verandering is. Er wordt tweezijdig getoetst, dat wil zeggen op een verandering, ongeacht of het een daling of een stijging betreft, waarbij 95% betrouwbaarheid wordt gehanteerd.

*Trendanalist* is speciaal ontwikkeld voor milieuonderzoek en kan dus ook rekening houden met de specifieke eigenschappen van de oppervlaktewaterkwaliteit. Afhankelijk van de eigenschappen van de betreffende tijdreeks hanteert het programma de trenddetectietoets en bijbehorende trendschatting die het best aansluiten op die



eigenschappen. De stappen die daarbij worden doorlopen zijn grafisch weergegeven in een stroomschema (zie figuur 1).



**Figuur 1:** Stroomschema met de selectieprocedure die *Trendanalyst* automatisch voor elke meetreeks volgt. De verschillende onderdelen van de selectieprocedure zijn: oranje ellips = invoer, oranje parallellogram = bewerkte invoer, lichtblauwe rechthoek = actie, gele ruit = beslismoment, blauwe rechthoek = trendtoets, groene ellips = uitvoer. Trendtoetsen: LR = lineaire regressie, MK = Mann-Kendall-toets, s = met verdiscontering seizoeneffecten, a = met verdiscontering autocorrelatie, sa = met verdiscontering seizoeneffecten en autocorrelatie

Meetreeksen van milieuvariabelen zijn zelden direct geschikt voor trendanalyse, vanwege uitschieters, veranderingen in meetfrequentie, ontbrekende waarden, of meetwaarden < rapportagegrens. *Trendanalyst* doet daarom een voorbewerking door eerst elke meetreeks te controleren op dergelijke karakteristieken en op basis van de beschikbare geschikte meetwaarden deze om te zetten naar een tijdreeks. Deze tijdreeks kan bestaan uit tijdseenheden van vier weken, kalendermaanden, twee maanden, kwartalen, trimesters, halve jaren of een jaar. Het omzetten van een meetreeks naar een tijdreeks

geschiedt door alle waarden van de meetreeks die binnen de tijdseenheid van de tijdreeks vallen te vervangen door hun mediaan.

Op basis van de tijdreekskarakteristieken kan het interne expertsysteem kiezen uit zes trenddetectietoetsen en vier trendschatters. Het betreft drie toetsen die gebaseerd zijn op de lineaire regressietoets en drie toetsen die gebaseerd zijn op de Mann-Kendall-toets, het verdelingsvrije equivalent van de lineaire regressietoets. De toetsen kunnen ook rekening houden met seizoenseffecten en/of autocorrelatie.

Bij niet-normaliteit komen verdelingsvrije methoden in aanmerking, aangezien die zelfs bij geringe afwijkingen van normaliteit al superieur zijn aan parametrische methoden en bovendien niet of nauwelijks nadelig worden beïnvloed door uitschieters. De selectieprocedure en de daarop aansluitende trendanalyse zijn zodanig geobjectiveerd, dat ze geheel geautomatiseerd kunnen worden uitgevoerd. Dit is van belang gezien het grote aantal tijdreeksen dat meetnetten kunnen bevatten.

Deze flexibiliteit stelt in staat maatwerk uit te voeren en per tijdreeks de best daarop aansluitende trendtoets en trendschatter toe te passen. Dit levert meer onderscheidend vermogen bij het toetsen op trend en een grotere nauwkeurigheid bij het schatten van de trend. Dit zorgt ervoor dat de in de meetreeksen aanwezige informatie - die vaak een grote inspanning aan bemonsterings- en analysekosten heeft gekost - zo goed mogelijk wordt benut.

Als een tijdreeks op trend is getoetst met de lineaire regressietoets, dan wordt de trend geschat als de lineaire regressiehelling en als is getoetst met de Mann-Kendall-toets, dan wordt de trend geschat als de Theil-helling [Theil, 1950; Sen, 1968]. Deze laatste is de mediaan van alle individuele hellingen tussen de afzonderlijke waarden in de tijdreeks en daarmee op te vatten als een verdelingsvrije trendschatter, die resistent is tegen de invloed van extremen.

### **Dataformaat *Trendanalist***

*Trendanalist* is beschikbaar als standalone applicatie voor Windows. Er worden individuele en groepslicenties aangeboden voor het gebruik van *Trendanalist* voor bedrijven of instanties die een eigen netwerk beheren.

*Trendanalist* leest meetreeksen in die zijn opgeslagen als een tekstbestand (ASCII-formaat). De extensie van de bestandsnaam moet zijn: `.tai`, `.csv`, `.dia` en `.riw`. Het standaard-invoerbestand voor *Trendanalist* heeft de extensie `.tai`, een afkorting van 'trend-analist invoer'. Dit bestand moet per regel op de volgende wijze zijn opgebouwd:

- Meetlocatie; x-coördinaat; y-coördinaat; parameternaam; datum; tijdstip; meetwaarde; meeteenheid
- Optioneel zijn daarin x-coördinaat, y-coördinaat (Rijksdriehoekskoördinaten) en tijdstip.
- De velden zijn gescheiden door een tab of door een puntkomma (;'). Het decimale scheidingsteken is een punt (').

Voorbeeld van een standaard invoerbestand van *Trendanalist* met als extensie `.tai`. De velden zijn in dit voorbeeld gescheiden met een tab:

Voorbeeld1	252491	473930	Cd	8-4-2021	11:40	0.32 µg/l
Voorbeeld1	252491	473930	Cd	26-5-2021	11:30	0.25 µg/l
Voorbeeld1	252491	473930	Cd	10-6-2021	9:40	0.28 µg/l
Voorbeeld1	252491	473930	Cd	7-7-2021	11:50	<0.1 µg/l

### **Verdere specificaties**

- Als een meetwaarde wordt voorafgegaan door een '<'-teken wordt de meetwaarde geïnterpreteerd als een meetwaarde kleiner dan de rapportagegrens.
- Er mogen meetwaarden ontbreken. Het betreffende veld is dan leeg.
- Het bestand mag meerdere meetreeksen onder elkaar bevatten.

### **Operationele keuzes**

De hiervoor beschreven toepassing van *Trendanalist* laat veel ruimte voor het maken van operationele keuzes. Om de eenduidigheid van het resultaat van de toetsing over verschillende datasets te borgen, wordt hier een aantal voorstellen gedaan voor randvoorwaarden waaraan de datasets moeten voldoen. Ook bij de uitvoering van *Trendanalist* zijn keuzes te maken die vooraf dienen te worden vastgelegd. De invloed van deze keuzes is in sommige gevallen beperkt, in andere gevallen wat groter. Toch staat of valt het vertrouwen in het resultaat van de toetsing in een zoveel mogelijk eenduidige uitwerking ongeacht de herkomst van de data. Mocht het door omstandigheden niet mogelijk zijn om aan deze randvoorwaarden en operationele keuzes te voldoen dan is het nog steeds mogelijk om een toetsing uit te voeren, mogelijk met minder statistische zeggingskracht. Het is dan aan de gebruikers of rapporteurs om te besluiten om het resultaat van de toetsing alsnog te accepteren. In dat geval beschrijft men de afwijking en waarom het resultaat wordt geaccepteerd.

### **Bepaling vracht**

De vracht wordt berekend als het product van de concentratie (bijvoorbeeld  $\mu\text{g/l}$ ) en de afvoer ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Bij voorkeur wordt deze uitgedrukt in  $\text{kg/dag}$  ( $\text{kg}/24$  uur). Bij steekmonsters worden de gemeten concentratie en het daggemiddelde van de afvoer van de kalenderdag (24 uren-periode) van monstername gebruikt voor het berekenen van de vracht. De afvoer wordt weliswaar vaak hoogfrequent gemeten maar het exacte tijdstip van bemonstering van het steekmonster waaruit de concentratie bepaald is, wordt niet altijd vastgelegd, daarom wordt gekozen voor de daggemiddelde afvoer. Voor verzamelmonsters wordt ook de daggemiddelde afvoer gebruikt van de kalenderdag waarop het verzamelmonster werd genomen. Mocht een verzamelmonster worden verzameld over een tijdsperiode die voor middernacht (00:00 uur) begint en na middernacht eindigt, dan wordt de vracht berekend aan de hand van de gemiddelde afvoer van de twee betreffende kalenderdagen.

Er zijn locaties waar, bijvoorbeeld als gevolg van stuwbeheer, de afvoer op enig moment  $0 \text{ m}^3/\text{s}$  kan zijn. In dat geval is de berekende vracht over deze monstername periode ook  $0 \text{ kg/dag}$ . Dit is een andere situatie dan wanneer de gemeten concentratie lager dan de bepaling- of rapportagegrens is.

### **Bepaling referentievracht**

In overeenkomst met de formulering van het reductiedoel door de Rijnministersconferentie van 2020 wordt de gerealiseerde vrachtreductie bepaald als een fractie van de vracht van de periode 2016-2018. Als referentiewaarde wordt de mediaan van alle waarnemingen in de periode 2016-2018 gekozen. De mediaan wordt gekozen, omdat waterkwaliteitswaarnemingen over het algemeen niet-normaal (scheef) zijn verdeeld. In het geval van een scheve verdeling geeft de mediaan een betere beschrijving van de waterkwaliteit, omdat deze minder gevoelig is voor uitschieters ten gevolge van bijvoorbeeld calamiteiten. Voor die stoffen waar de waarnemingen wel normaal zijn verdeeld, is de mediaan gelijk aan het gemiddelde, in dat geval is de keuze voor de mediaan ook valide. Voor stoffen waarvan de meetreeks na 2016 begint, zie 'Toevoegen nieuwe stoffen'.

## Randvoorwaarden dataset

*Startjaar:* Voor het bepalen van de statistisch getoetste helling wordt voorgesteld dat de dataset minimaal data omvat van vijf meetjaren. Deze meetjaren beginnen op hun vroegst in het jaar 2016. Stoffen kunnen later aan het reductiedoelprogramma worden toegevoegd. Het eerste volledig gevulde meetjaar vormt dan de start van de te toetsen datareeks, zie 'Toevoegen nieuwe stoffen'.

*Meetreeks en frequentie:* Als minimale eis voor het uitvoeren van de toetsing wordt voorgesteld dat de meetreeks minimaal vijf kalenderjaren beslaat. En dat in elk kwartaal minstens twee meetwaarden beschikbaar zijn. Deze eis is lager dan het voorgestelde meetprogramma maar maakt het mogelijk om toch te toetsen wanneer er door omstandigheden minder meetgegevens zijn verzameld dan was voorzien. *Trendanalist* analyseert de meetreeksen en produceert een zogenaamde 'meetdichtheidsmatrix', zie tabel 1. Hierin wordt weergegeven hoeveel meetwaarden elke meetreeks per jaar bevat. Daardoor kan dit overzicht geraadpleegd worden bij het beoordelen van de compleetheid van de dataset.

**Tabel 1:** Gedeelte van een meetdichtheidsmatrix die door *Trendanalist* geproduceerd wordt. In de groene kolommen wordt het totaal aantal gegevens per meetreeks weergegeven (kolom 'aantal') en het aantal meetwaarden per jaar (kolommen '2016' t/m '2021') (voorbeeld).

Meetpunt	Parameter	Eenheid	aantal	#gecensureerd	trendanalyse mogelijk?	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LOB	1,2-dichloorethaan (vracht)	g/s	66	0	Ja	13	13	13	14	13	0
LOB	1,3,5-triazine-2,4,6-triamine (melamine) (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0
LOB	1,4-dioxaan (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	12	14	13	0
LOB	10,11-dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepine (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0
LOB	acesulfaam-K (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0
LOB	amidotrizinezuur (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0
LOB	aminomethylfosfonzuur (AMPA) (vracht)	g/s	64	0	Ja	13	13	13	13	12	0
LOB	atenololzuur (vracht)	g/s	49	0	Nee	0	10	13	13	13	0
LOB	bentazon (vracht)	g/s	66	0	Ja	13	13	13	14	13	0
LOB	carbamazepine (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0
LOB	methenamine (vracht)	g/s	47	0	Ja	13	0	8	13	13	0
LOB	sucralose (vracht)	g/s	65	0	Ja	13	13	13	13	13	0

*Data kleiner dan de rapportagegrens:* Het is te verwachten dat op enig moment de meetwaarden beneden de bepalings- of rapportagegrens uitkomen. Enerzijds omdat niet alle stoffen op alle locaties een hoge vracht of concentratie als uitgangssituatie zullen hebben. Anderzijds is het denkbaar dat met het verbeteren van de waterkwaliteit de vrachten en concentraties kunnen dalen tot onder de bepalings- of rapportagegrens. Daarom wordt voorgesteld om de toetsing alleen uit te voeren wanneer in de meetreeks niet meer dan 30% van de waarden lager is dan de bepalings- of rapportagegrens. Het is denkbaar dat voor enkele stoffen op sommige locaties het uitgangsniveau dicht boven de bepalings- of rapportagegrens ligt. Wanneer in dat geval de fractie van gecensureerde waarden kleiner dan de rapportagegrens hoger wordt dan 30% kan men het oordeel "doel bereikt" vaststellen, ook wanneer deze reeks niet voldeed aan de eisen voor trendanalyse vanwege het aantal waarden kleiner dan de rapportagegrens. Mocht in de loop van de tijd de bepalings- of rapportagegrens dalen en de meetreeks toch weer minder dan 30% gecensureerde waarden bevatten, dan kan de toetsing alsnog worden hervat.

## Verwerking waarden kleiner dan de rapportagegrens

Het is gebruikelijk dat waarnemingen kleiner dan de bepalings- of rapportagegrens voor nadere bewerkingen, zoals het bepalen van gemiddelden of het doen van risicoschattingen, over het algemeen omgezet worden naar de helft van de waarde van de bepalings- of rapportagegrens. Omdat nu echter wordt gekeken naar vrachten ontstaat er een bijzondere situatie. Met het stijgen van de afvoer tijdens een hoogwater kan de concentratie van een parameter evenredig dalen door verdunning. Als de meetwaarde dan onder de bepalings- of rapportagegrens zakt en deze wordt vervangen door de helft van de waarde van de bepalings- of rapportagegrens, dan wordt deze waarde in combinatie met een hele hoge afvoer gebruikt in de vrachtberekening.

Daardoor zou de vracht bij hoge afvoer onevenredig hoog worden en daarmee het resultaat van de trendbepaling kunnen beïnvloeden. Dit probleem neemt toe naar mate de vrachten en concentraties in de loop van de tijd afnemen bij het verbeteren van de waterkwaliteit.

Om die reden wordt ervoor gekozen om vrachten die gebaseerd zijn op data kleiner dan de rapportagegrens te vervangen door de waarde 0. Daarmee wordt een eventueel dalende trend in de meetreeks niet verstoord door hoge vrachten als gevolg van hoge afvoeren in combinatie met data kleiner dan de rapportagegrens. Een ander bijkomend voordeel is dat op deze manier ook valse trends als gevolg van het verbeteren van bepalings- of rapportagegrenzen worden voorkomen. Het is redelijk om aan te nemen dat gedurende de 20-jarige periode van het werkplan analysetechnieken verder zullen verbeteren en bepalings- of rapportagegrenzen zullen dalen. In het geval van het vervangen van data kleiner dan de rapportagegrens door de helft van de bepalings- of rapportagegrens zou men een trend detecteren die slechts ontstaat door de verlaagde bepalings- of rapportagegrens en niet door de verbeterde waterkwaliteit. Overigens is deze keuze voor nul-waarden gelijk aan de werkwijze in de SNO-methode (zie hoofdstuk 7.2).

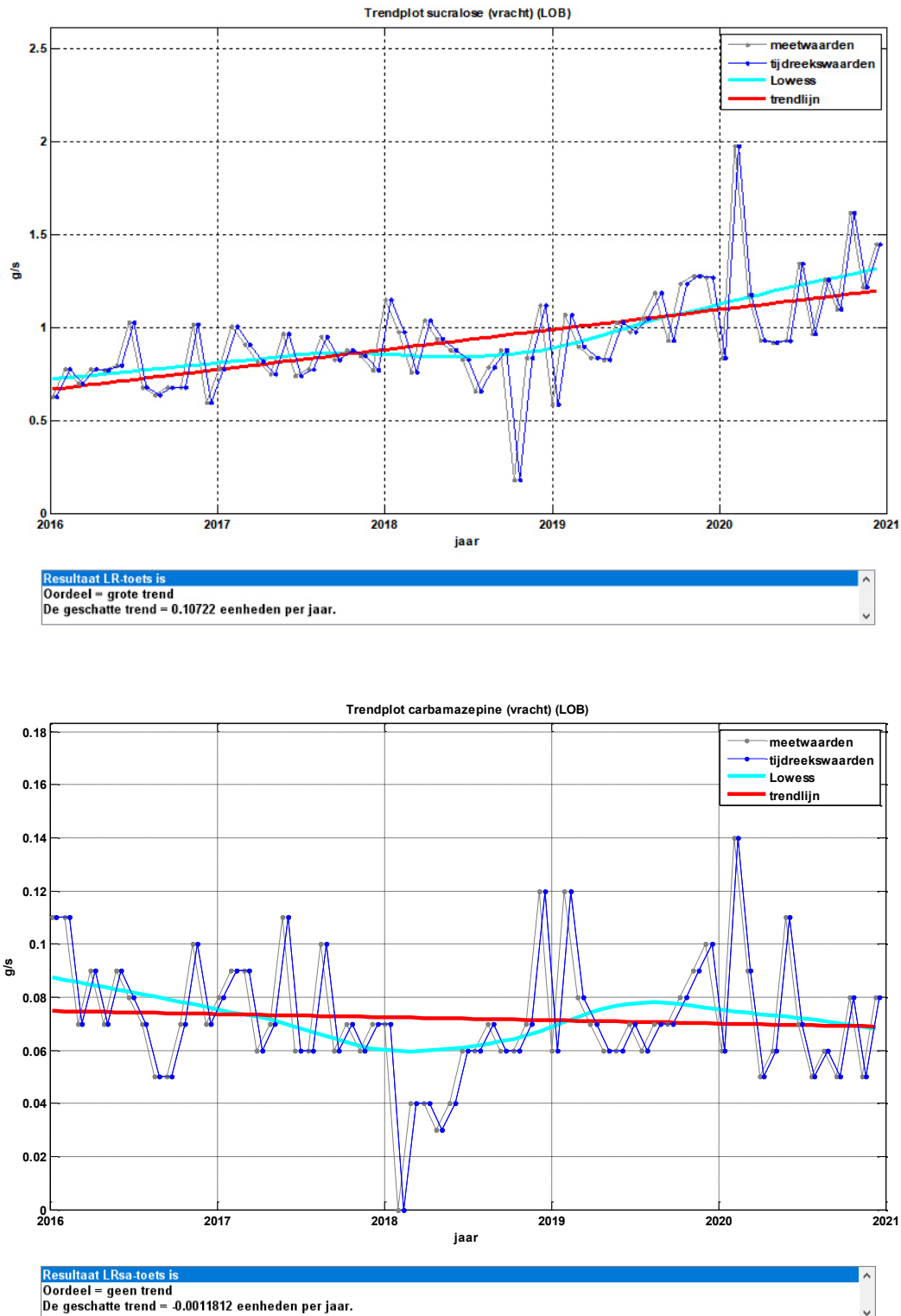
### **Toetsing doelbereik**

Formeel zou men op basis van de verklaring van de Rijnministersconferentie van 2020 de referentievracht uit de periode 2016-2018 kunnen vergelijken met de mediaan van de vracht uit de periode 2038-2040 om te toetsen of het reductiedoel behaald is. Ook zou deze vergelijking eventueel tussentijds uitgevoerd kunnen worden om te zien of men op koers ligt om het gestelde doel te halen. Deze aanpak heeft als nadeel dat steeds slechts een beperkte set wordt gebruikt van de beschikbare data die over hele periode wordt verzameld. Trendanalyse met gebruikmaking van alle beschikbare data geeft een statistisch krachtigere uitspraak en visuele inspectie van de grafieken maakt het ook mogelijk om eventuele afwijkingen snel inzichtelijk te maken en daarmee meer informatie te geven dan alleen het oordeel "doel wel/niet gehaald".

*Bepaling helling trendlijn en relatieve trend:* Om voorgaande reden wordt voorgesteld om te toetsen of het reductiedoel behaald wordt aan de hand van de helling van de trendlijn van de meetreeks en de referentievracht. Hieruit kan de jaarlijkse procentuele verandering ten opzichte van de referentievracht bepaald worden, dit is de relatieve trend per jaar. Vooropgesteld dat het doel is om de vracht van een parameter met 30% te reduceren over een periode van ten hoogste 20 jaar, kan men ook stellen dat de vracht jaarlijks met 1,5% moet afnemen ten opzichte van de referentievracht uit de startperiode. Elke parameter met een afname groter dan of gelijk aan 1,5% zal, bij gelijkblijvende omstandigheden, het gestelde doel binnen de gestelde termijn halen. Uiteraard zullen er stoffen zijn die sneller dan 1,5% per jaar afnemen, deze halen het doel eerder en komen eventueel in aanmerking voor een herbeoordeling voor een hogere reductiedoelstelling. Dit is in lijn met de ambitie van de Rijnministerconferentie van 2020 om tussentijds het reductiedoel eventueel te verhogen. Voor parametervrachten die minder dan 1,5% per jaar afnemen, stagneren of zelfs stijgen, zullen aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Ook hierover kan de trendanalyse al vroegtijdig uitsluitsel geven door deze analyse gedurende de periode 2020-2040 continue uit te voeren.

Met het bepalen van de helling van de trendlijn kan ook de statistische significantie hiervan worden vastgesteld. Het spreekt voor zich dat bij het ontbreken van voldoende statistische significantie de berekende helling het resultaat kan zijn van toeval. Meer nog betekent het dat deze helling door één of enkele toegevoegde meetwaarden in jaren daarna van richting kan veranderen. Met name bij kleine hellingen is dit duidelijk merkbaar. De statistische significantie van de trend maakt inzichtelijk of een resultaat robuust is of dat deze door toevalligheden wordt bepaald. Het is denkbaar dat meetreeksen een reductie laten zien van 1,5% of meer die toch niet significant is. In dat geval kan het volgende meetjaar een merkbare invloed hebben op het resultaat in de jaren daarna.

Het programma *Trendanalist* kan trendanalyse uitvoeren en de resultaten weergeven in de vorm van tabellen en grafieken. Hieronder worden twee voorbeelden van zulke grafieken getoond (zie figuur 2). Deze grafieken kunnen aanvullend inzicht geven in de meetreeks en de berekende trend.



**Figuur 2:** Twee voorbeelden van door *Trendanalist* gegenereerde trendplots. In elke plot zijn de bepaalde (algemene) trendlijn (rode lijn) en de lokale trend (op de meetlocatie) (blauwachtige lijn) te zien. Onder elke plot wordt de helling van de trend weergegeven.

*Bepaling doelbereik:* Door het bepalen van de relatieve trend is ook tussentijds eenvoudig te toetsen in hoeverre het reductiedoel bereikt is. De gerealiseerde relatieve verandering wordt bepaald door het product te berekenen van de relatieve trend per jaar en het aantal jaren in de meetreeks. Wanneer deze waarde kleiner dan of gelijk is aan - 30% kan men vaststellen dat het reductiedoel inmiddels is behaald. Wanneer de trend significant is, kan ook met voldoende statistische zekerheid worden vastgesteld dat het doel gerealiseerd is.

### **Lengte van de meetreeks**

De trendanalyse wordt uitgevoerd op meetreeksen van minimaal vijf jaar. Deze periode is in de meeste gevallen minimaal nodig om een statistisch significante uitspraak te kunnen doen. Gedurende de periode 2020-2040 worden gegevens uit elk opvolgend jaar toegevoegd aan deze meetreeks voor de toetsing van de helling en het doelbereik. Naar mate de meetreeks langer wordt, zal de trend echter steeds minder gevoelig worden voor verandering van de waterkwaliteit, of deze nu beter of slechter wordt. Met name wanneer maatregelen laat in de werkplanperiode worden geïmplementeerd, kan het zijn dat de trendlijn achterblijft bij de actuele reductie. In dat geval kan ter aanvulling de trend ook over een kortere periode worden berekend om meer inzicht te krijgen in de reductie als gevolg van de maatregelen en of het reductiedoel bereikt is. Ook dan blijft de aanbeveling om niet minder dan vijf jaar aan gegevens te gebruiken voor het bepalen van de helling van de trend. Zie ook 'Discontinuïteit'.

### **Beoordeling en visualisatie van de resultaten**

Zoals eerder gesteld kan er op twee manieren worden weergegeven in hoeverre men op koers ligt om het gestelde reductiedoel te behalen: enerzijds door het berekenen van de relatieve trend, anderzijds door het berekenen van de tot dan toe gerealiseerde relatieve verandering. Beide resultaten hebben hun waarde en daarom wordt voorgesteld om ook beide te presenteren en het resultaat te visualiseren met symbolen. Omdat deze resultaten voor een groot aantal stoffen en locaties wordt bepaald lijkt een tabelvorm het meest geschikt, eventueel aangevuld met staafdiagrammen. Stoffen die voldoende relatieve vrachtreductie vertonen zullen, onder gelijkblijvende omstandigheden, het doel eenvoudig halen en behoeven weinig aandacht. Stoffen die onvoldoende relatieve vrachtreductie vertonen kunnen individueel visueel worden geïnspecteerd. Afhankelijk van de aanvullende informatie die dat oplevert, kunnen grafieken van deze stoffen (of een selectie van voorbeeldstoffen) aan de rapportage worden toegevoegd om deze stoffen uit te lichten.

Door de stoffen te ordenen op volgorde van relatieve trend van negatief naar positief percentage, komen stoffen met de grootste jaarlijkse reductie bovenaan te staan en stoffen die de kleinste reductie of een stijging vertonen onderaan. Door deze waarden weer te geven met symbolen wordt het mogelijk om grote aantallen stoffen en locaties in één oogopslag te beoordelen. Wanneer het resultaat significant is, kan dit met een \*-symbool worden weergegeven. Het al dan niet tussentijds halen van het reductiedoel kan met de tot dan toe gerealiseerde relatieve verandering worden weergegeven en door middel van een symbool worden gevisualiseerd.

### **Symbolen**

Voor het visualiseren van het doelbereik of de gerealiseerde relatieve verandering over de rapportage-periode wordt voorgesteld om drie symbolen te hanteren (vink, uitroepteken en kruis) op basis van de waarde.

- Vink: De gerealiseerde reductie is  $\geq 30\%$ .
- Uitroepteken: De gerealiseerde reductie is  $< 30\%$ , maar bij gelijkblijvende inspanning zal deze parameter het gestelde doel voor 2040 halen.

- Kruis: De gerealiseerde reductie is < 30% of er is sprake van een toename, en bij gelijkblijvende inspanning zal deze parameter het gestelde doel niet voor 2040 halen.

Een voorbeeld van de voorgestelde symbolen is weergegeven in hoofdstuk 7.1, tabel 2.

Naarmate meerdere rapportageperiodes worden toegevoegd voor een locatie ontstaat vanzelf voor een groot aantal stoffen een beeld van de mate van de realisatie van het reductiedoel.

### **Toevoegen nieuwe stoffen**

Het is te verwachten dat gedurende de werkplanperiode nieuwe stoffen opkomen die ook in aanmerking komen voor een emissie-reductiedoelstelling. Vooropgesteld dat de verzamelde data aan de gestelde randvoorwaarden voldoet, is het mogelijk om deze stoffen ook in de beoordeling mee te nemen. Voor het berekenen van de referentiewaarde moeten drie jaar data beschikbaar zijn waarvan de mediaan kan worden bepaald. Op basis van minimaal 5 jaar data kan er trendanalyse uitgevoerd worden zodat de helling van de trend kan worden bepaald. Vervolgens kan de relatieve trend berekend worden. Bij de beoordeling kan ook deze worden getoetst aan de criteria zoals beschreven in 'Beoordeling en visualisatie van de resultaten', ongeacht het startjaar van de nieuwe meetreeks.

### **Bijzondere situaties**

Met de voorgestelde werkwijze wordt getracht alle meetreeksen zoveel mogelijk uniform te behandelen om zo een eenduidige toetsing uit te kunnen voeren voor een groot aantal parameters en locaties. Bij dit alles moet echter niet het doel uit het oog verloren worden, het bepalen van de reductie van emissies met tenminste 30% ten opzichte van de periode 2016-2018. Er zijn bijzondere situaties denkbaar die extra aandacht behoeven om te voorkomen dat de beoogde verbetering (of eventueel ook een verslechtering) niet tijdig wordt opgemerkt.

*Discontinuïteit:* De voorgestelde werkwijze is voornamelijk gericht op het vaststellen van een geleidelijke (monotone) verbetering van de waterkwaliteit. Echter, het is denkbaar dat door lokale omstandigheden een stapsgewijze verbetering wordt gerealiseerd, bijvoorbeeld door het uitbreiden van een rwzi met een 4<sup>e</sup> reinigingsstap. In dat geval kan het zijn dat de gerealiseerde verbetering niet direct wordt opgemerkt in de trendanalyse en dat ook het vaststellen van het bereiken van het doel achterloopt bij de realiteit. Het is daarom zinvol om het resultaat van de trendanalyse te vergelijken met verwachtingen op basis van genomen maatregelen om te voorkomen dat gerealiseerde verbeteringen niet worden opgemerkt. Evenzo zou het kunnen zijn dat een stapsgewijze verslechtering niet tijdig wordt opgemerkt en blijft het zaak om individuele meetreeksen kritisch te beschouwen.

*Piekscheren (Peak shaving):* Eerder werd opgemerkt dat waterkwaliteitsdata over het algemeen niet-normaal verdeeld zijn en dat om die reden de mediaan de betere variabele is om als referentievraat te kiezen. Bijkomend voordeel is dat de referentievraat minder wordt beïnvloed door (met name naar boven) uitschieterende waarnemingen. Dit kan echter ook een nadeel zijn, bijvoorbeeld wanneer door het aanpassen van een lozingsvergunning een emissiereductie wordt bewerkt. Wanneer de nieuwe vergunning strengere eisen stelt aan pieklozingen (uitschieters naar boven) dan zal deze verbetering minder goed worden opgemerkt wanneer de mediaan wordt gekozen voor de toetsing. Vooropgesteld dat men kennis heeft van een dergelijke maatregel kan men ervoor kiezen de toetsing voor deze parameter te doen aan de hand van het gemiddeld.