



**RWS INFORMATIE**

# **Hulpstoffen in open circulatie koelsystemen lozend op Rijkswater**

Datum	12 juli 2022
Versie	4
Status	Definitief

## Colofon

Uitgegeven door Rijkswaterstaat WVL  
Auteurs R.P.M. Berbee en B. Rutten  
Informatie  
Telefoon  
E-mail

Datum 12 juli 2022  
Versie 4  
Status Definitief

### Versiebeheer

1	Bespreking intern RWS WVL, themagroep oppervlaktewater en werkgroep opkomende stoffen
2	VEMW, ENVAQUA
3	Bespreking met ENVAQUA
4	Definitief

## Samenvatting

Rijkswaterstaat heeft een inventarisatie uitgevoerd naar hulpstoffen die vrijkomen uit industriële circulatiekoelsystemen met spui. Uit de meeste van deze systemen blijken grote hoeveelheden stoffen ongezuiverd op Rijkswater te worden geloosd. In samenspraak met het bedrijfsleven is nagegaan welke mogelijkheden er zijn om de emissies hieruit te verminderen. Tevens zijn er met het bedrijfsleven (via VEMW<sup>1</sup>) binnen de Delta-aanpak Waterkwaliteit -Versnellingstafel opkomende stoffen afspraken gemaakt over het verminderen van deze lozingen. De kern hiervan is dat er in Nederland zal worden gestreefd naar toepassing van Chemiearme Koelwaterbehandeling. Deze afspraak is in oktober 2021 ook formeel bekrachtigd in het Bestuurlijk Omgevingsberaad. Toegroeien naar Chemiearme koelwaterbehandeling geldt voor bedrijven, en kan worden gestuurd door vergunningverlening van waterschappen, provincies, omgevingsdiensten en Rijkswaterstaat.

De inventarisatie en de verbeteropties uit het rapport kunnen worden gebruikt om dit te bewerkstelligen. De resultaten van deze verbetering worden in het kader van bestuurlijke afspraken Delta-aanpak waterkwaliteit gevolgd en gemonitord onder de verantwoordelijkheid van het Bestuurlijk Overleg Water.

Open koelwatercirculatiesystemen worden op grote schaal gebruikt om vrijgekomen proceswarmte af te voeren. Via warmtewisselaars vindt warmteoverdracht plaats van een processtroom naar het koelwater. Het opgewarmde koelwater wordt vervolgens gekoeld door verdamping van een deel van het koelwater in een koeltoren. In de praktijk is dit zichtbaar door de witte damppluim boven de koeltoren. Het overgebleven koelwater wordt hergebruikt. Doordat er verdamping optreedt, stijgt de zoutconcentratie in het resterende koelwater.



Om de zoutconcentratie niet te hoog te laten worden, moet er continu vers water aan het systeem worden toegevoegd en vindt er een spui vanuit het koelsysteem plaats. Anders kan er kalkafzetting, biologische aangroei of corrosie optreden. Bij de grotere installaties wordt de spuistroom in de meeste gevallen ongezuiverd geloosd op oppervlaktewater, vaak Rijkswater. Bij kleine installaties in bijvoorbeeld ziekenhuizen of kantoren vindt meestal lozing plaats op de riolering.

<sup>1</sup> Vereniging Energie Milieu en Water

De inventarisatie van de lozingen is gebaseerd op een steekproef van zeventien verschillende bedrijven uit verschillende industrietakken (metaal, chemie, datacenters)<sup>2</sup>.

De resultaten in dit rapport geven een beeld van de lozingen uit de koeltorens op Rijkswateren. Voor vergunningverleners, handhavers en bedrijven geeft het inzicht welke hulpstoffen worden gebruikt, in welke hoeveelheden, wat de risico's zijn, maar ook hoe het gebruik van deze hulpstoffen door bedrijven kan worden gereduceerd.

De gebruikte gegevens zijn ontleend aan vergunningaanvragen van de bedrijven, verstrekte informatie van bedrijven en gegevens over stoffen uit veiligheidsinformatiebladen. De meest gebruikte hulpstoffen zijn fosforverbindingen (fosfaten en fosfonaten), o.m. stikstofhoudende corrosieremmers, polymeren, oxidatieve biociden (vooral chloorbleekloog) en niet-oxidatieve biociden. De biociden worden aan dit koelwater toegevoegd om biologische aangroei tegen te gaan. De andere middelen worden gebruikt om aangroei van kalk te vermijden, ingetrokken vuil uit de omgeving in dispersie te houden en corrosie te voorkomen. Voor de milieubeoordeling van de gebruikte hulpstoffen zijn criteria gehanteerd uit de ABM-2016 (Algemene Beoordelings Methodiek).

Er is een inschatting (extrapolatie) gemaakt welke hoeveelheden nu worden geloosd uit alle circulatiekoelsystemen op Rijkswater. Het is niet uit te sluiten dat op regionale wateren ook lozingen vanuit industriële koelsystemen en uit datacentra plaatsvinden. Op de Rijkswateren wordt ongeveer 720 ton actieve stof/jaar geloosd (maximaal). Dit bestaat voor ongeveer de helft uit fosforverbindingen, 18% uit stikstofhoudende corrosieremmers en 31% polymeren. Verder wordt er naar schatting 240 ton/jaar chloorbleekloog gebruikt (als actieve stof; exclusief water). Deze gebruiksgegevens zijn exclusief het aandeel van één groot datacenter. De jaarlijkse hoeveelheid van 720 ton is ongeveer een factor 7 hoger dan de bekende vergunde lozingen van organische microverontreinigingen en metalen vanuit bedrijven die in Nederland op Rijkswater plaatsvinden. De omvang van het gebruik van koelwatermiddelen wordt in Nederland niet gerapporteerd door bedrijven.

De fosfonaten, corrosieremmers en polymeren zijn slecht afbreekbaar, goed wateroplosbaar en mobiel, maar niet erg toxisch. De gebruikte biociden zijn zeer toxisch en sommige zijn ook persistent (vooral isothiazolines).

In het rapport is in een apart hoofdstuk een samenvatting opgenomen van de gemeten toxiciteit in dit soort lozingen veroorzaakt door biociden. Deze metingen zijn in het verleden uitgevoerd, maar nog steeds representatief voor de huidige situatie. De daarin gemeten hoge toxiciteit komt hoogstwaarschijnlijk vooral door de biociden.

In kantoren, ziekenhuizen en andere gebouwen zijn vaak soortgelijke koelsystemen aanwezig. Deze lozen veelal op de riolering en het geloosde water wordt gezuiverd in RWZI's. Het type hulpstoffen is vergelijkbaar met die in de grote industriële koelsystemen. Het betreft in totaal in Nederland per jaar naar schatting circa 50 ton polymeren, 33 ton fosforverbindingen en 0,85 ton isothiazolines. Dit zijn veel

---

<sup>2</sup> Dit rapport betreft een nadere verfijning van een eerder RWS-rapport over dit onderwerp (Rutten, 2020). In het huidige rapport zijn gegevens van meer bedrijven (40% meer) betrokken en informatie van veel meer stoffen uitgewerkt. Tevens zijn suggesties vanuit de industrie meegenomen in dit rapport.

kleinere hoeveelheden dan in de grote circulatiekoelsystemen die op Rijkswater lozen.

De lozingen van deze hulpstoffen gebeuren al tientallen jaren. Zuivering van dit afvalwater bleek in het verleden heel lastig en de lozingen zijn in de vergunningverlening tot nu toe min of meer geaccepteerd.

De afgelopen jaren zijn er echter nieuwe methoden beschikbaar gekomen waarmee het verbruik van de hulpstoffen fors kan worden teruggebracht (onder meer vortex-technologie en partiële elektrolyse). Dit was een belangrijke reden om deze inventarisatie uit te voeren en om deze onderbelichte koelwaterlozingen voor het voetlicht te brengen. Er zijn mogelijkheden ontstaan tot vermindering van de milieubelasting. Het geeft invulling aan de eerste stap van milieubeleid: preventie van verontreiniging.

Door de expertgroep koelwater van ENVAQUA (industriële branchevereniging van koelwaterbehandelaars) is aangegeven dat zij ook andere mogelijkheden zien om het verbruik van hulpstoffen terug te brengen. Aan hun voorstellen is in een apart hoofdstuk uitgebreid aandacht geschonken. De leden van deze expertgroep zien mogelijkheden om via combinatie van technieken tot vermindering van de emissies te komen.

Zoals in de intro genoemd is er met het bedrijfsleven afgesproken dat er toegewerkt moet gaan worden naar Chemiearme koelwaterbehandeling.

Bij het bezien en herzien van vergunningen door Rijkswaterstaat zal dit dan ook onderwerp van gesprek zijn met de bedrijven die deze koelwateradditieven gebruiken.

Door Nederland zal ook internationaal worden uitgedragen dat verminderd gebruik van chemicaliën voor koelwaterbehandeling er kansrijke opties zijn.

## Summary

Rijkswaterstaat<sup>3</sup> has carried out an inventory of auxiliary materials released from industrial circulation cooling systems with blowdown. Large amounts of substances appear to be discharged not purified from most of these systems into surface water in control of Rijkswaterstaat. In consultation with the business community, the options for reducing the emissions have been examined. Agreements have also been made with the business community (via VEMW<sup>4</sup>) about reducing these discharges within the Delta Approach for Water Quality - Acceleration Table for emerging substances. The core of this is that efforts will be made in the Netherlands to apply low-chemical cooling water treatment. This agreement was also formally ratified in October 2021 in the Administrative Environment Council. Growing towards low chemical cooling water treatment applies to companies and can be controlled by granting permits from water boards, provinces, environmental services and Rijkswaterstaat.

The inventory and improvement options from the report can be used to achieve this. The results of this improvement are monitored within the framework of administrative agreements on the Delta approach to water quality, under the responsibility of the Water Administrative Consultation.

This report describes an inventory of chemical additives that are used in and released from open recirculating cooling systems. Most of these systems discharge the substances untreated into surface water. The inventory is based on the use by seventeen different companies in the Netherlands, including companies in the metal industry, chemical industry and data centers<sup>5</sup>.

Open cooling water circulation systems are widely used to remove released process heat. Heat transfer takes place from a process flow to the cooling water via heat exchangers. The heated cooling water is then cooled by evaporating part of the cooling water in a cooling tower. In practice this is visible through the white vapor plume above the cooling tower. The remaining cooling water is reused. Because evaporation occurs, the salt concentration in the remaining cooling water rises. To ensure that the salt concentration does not become too high, fresh water must be continuously added to the system and a blowdown from the cooling system takes place. In the larger installations, the discharge stream is in most cases discharged untreated into surface water, often national water. For small installations in, for example, hospitals or offices for comfort cooling, discharge usually takes place into the sewerage system

---

<sup>3</sup> In the Netherlands Rijkswaterstaat is responsible for the control of the large surfacewater (rivers, lakes, sea)

<sup>4</sup> VEMW business association environment energy and water

<sup>5</sup> This report is a refinement of an earlier RWS report on this subject (Rutten, 2020). The current report includes data from more companies (40% more) and elaborates on information from many more substances. Some suggestions from the industry have also been included in this report.



The results provide an overview of the discharges into large national waters in the Netherlands. The aim of this study is to make it clear to licensing authorities, enforcers and companies which additives are used, in what quantities, what the risks are, and what improvement options there are.

The data used was obtained from license applications, information provided by companies themselves and information in safety data sheets. The most commonly used additives are phosphorus compounds (phosphates and phosphonates), corrosion inhibitors containing nitrogen, polymers, oxidative biocides (especially chlorine bleach) and non-oxidative biocides. The biocides are added to the cooling water to prevent biological fouling of the systems. The other agents are used to avoid lime scale build-up, to keep infiltrated dirt in dispersion and to prevent corrosion.

Criteria from the GAM 2016 (General Assessment Methodology in the Netherlands) have been used to assess the aquatic toxicology and biodegradability of the chemical additives.

An estimate of the quantities that are currently being discharged from these types of cooling systems into larger surface water in the Netherlands has been made based on an extrapolation of the data from the seventeen companies. Approximately 720 tons of active substance per year is emitted. About 50% consists of phosphorus compounds, 18% of nitrogen-containing corrosion inhibitors and 31% of polymers. In addition, an estimated amount of 240 tons/year of chlorine bleach is used (as active ingredient; excluding water). The usage data exclude the contribution of one large data center.

The annual amount of 720 tons (max.) is about 7 times higher than the load of known licensed discharges of organic micropollutants and metals from companies that regularly emit into large Dutch surface waters. The use of cooling water additives is currently not reported by companies in the Netherlands.

The phosphonates, corrosion inhibitors and polymers are poorly degradable, well water-soluble and mobile, but not very toxic. The biocides used are highly toxic and some are also persistent (especially isothiazolines).

A separate chapter in the report includes a summary of the measured toxicity in these types of discharges. These measurements have been performed in the past, but are still representative of the current situation. The high toxicity measured in discharges is most likely due to biocides.

Similar but much smaller cooling systems are often present in offices, hospitals and other buildings. These usually discharge the cooling water into the sewage system

and the discharged water is treated in publically owned waste water treatment plants. The substances applied are comparable to those used in large industrial cooling systems. It is estimated that the discharges of these small cooling systems amount to a total of approximately 50 tons of polymers, 33 tons of phosphorus compounds and 0.85 tons of isothiazolines per year in the Netherlands. These are much smaller amounts than in the large circulation cooling systems (720 tons/yr) that discharge directly into large surface waters.

It is possible that discharges from industrial cooling systems also take place in regional waters.

The discharges of the additives have been going on for decades. In the past, treatment of cooling water proved to be very difficult and untreated discharges are more or less accepted by licensing authorities.

In recent years, however, new methods in which the use of the chemical additives can be significantly reduced using advanced vortex technology and partial electrolysis have become available. This was an important reason for carrying out this inventory and highlighting these underexposed cooling water discharges. Opportunities are nowadays available for reducing the environmental impact. It gives opportunities to implement the first step of environmental policy, i.e. prevention of pollution, instead of discharge of large amount of chemicals. An expert group of ENVAQUA, the association of companies that provide classical cooling water technology, has indicated that they also see other options for reducing the consumption of chemical additives. They see opportunities to reduce emissions through a combination of techniques. Their proposals have been given attention in a separate chapter in this report.

In the meantime, the industry in the Netherlands (associated within VEMW) and the relevant authorities (ministries, provinces, water boards and communities) consider that it is valuable that efforts will be made in the coming years to introduce less extensive usage of chemicals in treatment of cooling water.

Upon reviewing and revising permits by Rijkswaterstaat, this topic will be discussed with the companies that actually use and discharge these cooling water additives. The Netherlands will also promote internationally that there are promising options for reducing the use of chemicals in cooling water.





## Samenvatting

## Summary

## Inhoud

Inleiding 12

### **1 Basisprincipes van circulatiekoelsystemen met spui, opzet inventarisatie en gevolgde werkwijze 14**

- 1.1 Basisprincipe 14
- 1.2 Beheersing van de aangroei en corrosie 16
- 1.3 Opzet inventarisatie 16
- 1.4 Gevolgde werkwijze 16

### **2 Hulpstoffengebruik in de circulatiekoelsystemen met spui 18**

- 2.1 Fosfaten en fosfonaten 19
- 2.2 Corrosieremmers 20
- 2.3 Polymeren 21
- 2.4 Biociden 22
  - 2.4.1 Oxidatieve biociden 22
  - 2.4.2 Niet-oxidatieve biociden 23
  - 2.4.3 Zuren en logen 23
  - 2.4.4 Overige stoffen – niet zijnde zuren of logen 24
- 2.5 Hulpstoffen in gesloten koel- en ketelwatersystemen 25
  - 2.5.1 Gesloten koelsystemen 25
  - 2.5.2 Ketelwatersystemen 25

### **3 Resultaten veldstudie naar biociden 26**

- 3.1 Oxidatieve biociden 26
- 3.2 Niet-oxidatieve biociden 28

### **4 Evaluatie gebruikte hulpstoffen bij de 17 koelsystemen 31**

### **5 Op naar Chemiearme Koelwaterbehandeling 35**

- 5.1 Opbouw en optimalisatie koeltorensysteem 35
- 5.2 Voorzuivering ingenomen koelwater 36
  - 5.2.1 Membraanfiltratie 37
  - 5.2.2 Pelletontharding 38
  - 5.2.3 Capacitieve deïonisatie (CDI) 38
  - 5.2.4 Ionenuitwisselaars 38
- 5.3 Alternatieve waterbehandelingsproducten 39
  - 5.3.1 Groene chemie (corrosie en scalinginhibitor) 39
  - 5.3.2 Koperzilverionisatie 40
- 5.4 Waterbehandeling met apparatuur 42

- 5.4.1 Vortex-technologie 44
- 5.4.2 Partiële elektrolyse 45

## **6           Behandeling koelwater in gebouwen 48**

- 6.1       Indicatie omvang van gebruikte koelwaterchemicaliën 49

## **7           Conclusies en aanbevelingen 50**

- 7.1       Conclusies en aanbevelingen m.b.t. inzicht in aard/omvang lozingen 50
- 7.2       Aanbevelingen om lozingen tegen te gaan: Chemiearme Koeling 51

## **8           Referenties 54**

## **9           Bijlagen 56**

- 9.1       Toxiciteit en afbreekbaarheid van polymeren 56
- 9.2       Gebruikte afkortingen 58
- 9.3       Stoffenoverzicht 59
- 9.4       Bestuurlijke Afspraak Bestuurlijk Omgevingsberaad (BOb) verminderen gebruik koelwateradditieven 62

## Inleiding

Open koelwatercirculatiesystemen worden op grote schaal gebruikt om vrijgekomen proceswarmte af te voeren. Via warmtewisselaars vindt warmteoverdracht plaats van een processtroom naar het koelwater. Het opgewarmde koelwater wordt vervolgens gekoeld door verdamping van een deel van het koelwater in een koeltoren. Het overgebleven koelwater wordt hergebruikt. Doordat er verdamping optreedt stijgt de zoutconcentratie in het resterende koelwater. Om de zoutconcentratie niet te hoog te laten worden, moet er continu vers water aan het systeem worden toegevoegd en vindt er een spui vanuit het koelsysteem plaats. Bij de grotere installaties wordt de noodzakelijke spuistroom in de meeste gevallen ongezuiverd geloosd op de Rijkswateren. Bij kleine installaties in bijvoorbeeld ziekenhuizen of kantoren voor comfortkoeling vindt meestal lozing plaats op de riolering.

Aan open koelwatercirculatiesystemen worden allerhande additieven toegevoegd. Door de hogere temperaturen levert koelwater ideale condities voor de groei van micro-organismen, waaronder legionella. Biociden worden toegevoegd om de aangroei van micro-organismen te bestrijden. Daarnaast kunnen deeltjes uit de ingezogen omgevingslucht en kalk zich hechten aan de installatie (scaling) en kan er schade ontstaan. Dit resulteert in een slechtere warmteoverdracht in het systeem wat een negatieve impact heeft op het rendement en de levensduur van het koelwatersysteem. Ook kan corrosie van metaaloppervlakken plaatsvinden. Daarom worden soms corrosieremmers toegevoegd. Anti-scaling producten worden toegevoegd om de aanslag van kalk te voorkomen.

Voor het mogen lozen van deze stoffen is een vergunning nodig van Rijkswaterstaat. De milieueigenschappen van de gebruikte hulpstoffen in de koelwater-circulatiesystemen worden bij vergunningverlening getoetst met de Algemene BeoordelingsMethodiek (ABM). Stoffen worden daarbij ingedeeld in categorieën die variëren van Z voor 'zeer zorgwekkende stoffen' tot C voor stoffen die van nature voorkomen. De meeste van de middelen krijgen daarin een indeling in klasse B. De gebruikte biociden vormen hierop een uitzondering: de actieve stoffen daarin komen veelal in klasse A terecht (zeer giftig). Nadere toelichting op de indeling van stoffen in categorieën is te vinden in ABM, 2016.

Bij iedere klasse-indeling hoort een bepaalde saneringsinspanning. Tot op heden was er eigenlijk geen goede saneringsmogelijkheid voor de hulpstoffen met klasseindeling B. Deze stoffen zijn vaak slecht afbreekbaar, maar niet zo toxisch. De afgelopen jaren zijn er innovatieve ontwikkelingen geweest die het mogelijk maken om het gebruik in koelwatercirculatiesystemen van hulpstoffen met klasse B indeling vergaand terug te brengen. Dit is voor Rijkswaterstaat aanleiding geweest om een inventarisatie uit te voeren naar de omvang van het hulpstoffengebruik. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze inventarisatie.

Voor beheersing van de biologische aangroei met micro-organismen, waaronder legionella, worden zeer toxische biociden gebruikt. In het kader van opkomende stoffen wordt aan biociden in bijvoorbeeld rwzi-effluenten extra aandacht besteed (Baltussen, 2017, Pijnappels, 2018). De gehalten van biociden in de rwzi-effluenten bleken laag te zijn. In de discussies hierover binnen het project opkomende stoffen van IenW-DGWB werd geconstateerd dat in de circulatiekoelsystemen een factor 100-1000 hogere concentraties van biociden worden toegepast. Mede op verzoek

van de werkgroep 'Aanpak opkomende stoffen' is in dit rapport in een apart hoofdstuk (3) aandacht besteed aan metingen en toxiciteit van biociden. Dat hoofdstuk geeft een samenvatting van de resultaten van een veldstudie bij veertien bedrijven die door RWS in het verleden is uitgevoerd (Baltus e.a., 1999). Daarin is de toxiciteit van het geloosde koelwater en de concentraties van zowel oxidatieve als niet-oxidatieve biociden in praktijksituaties gemeten. Doordat de principes van koeling niet veranderd zijn, zijn de uitkomsten van dit onderzoek nog altijd representatief.

Dit rapport betreft de actualisatie van een eerder rapport over behandeling van koelwater door RWS WVL (Water Verkeer en Leefomgeving) (Rutten, 2020). Naar aanleiding van commentaar van de brancheorganisatie ENVAQUA<sup>6</sup> is het toenmalige rapport verder uitgewerkt. Specialisten vanuit ENVAQUA (expertgroep koelwater) zijn in de gelegenheid gesteld suggesties voor terugbrengen van de hoeveelheden additieven in koelwater te dienen. Deze hebben een plek gekregen in dit rapport. De industrie (VEMW, Vereniging Milieu Energie en Water) omarmt de aanbeveling uit het eerdere rapport dat er moet worden gestreefd naar het bewerkstelligen en toepassen van chemiearme koelwaterbehandelingsmethoden in de industrie. Deze beleidskoers is in oktober 2021 door het Bob (Bestuurlijk Omgevingsberaad) vastgesteld (zie in de bijlagen 9.4)

In dit rapport wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- basisprincipes van circulatiekoelsystemen met spui, opzet inventarisatie en gevolgde werkwijze (hoofdstuk 1);
- hulpstoffengebruik in de circulatiekoelsystemen. Tevens zijn gegevens opgenomen over hulpstoffen die gebruikt worden in gesloten koel- en ketelwatersystemen (hoofdstuk 2);
- praktijkmetingen van biociden in veldsituaties (hoofdstuk 3);
- evaluatie van het hulpstoffengebruik (hoofdstuk 4);
- mogelijkheden om te komen tot chemiearme koelwaterbehandeling (hoofdstuk 5);
- behandeling van koelwater in gebouwen (hoofdstuk 6);
- conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).

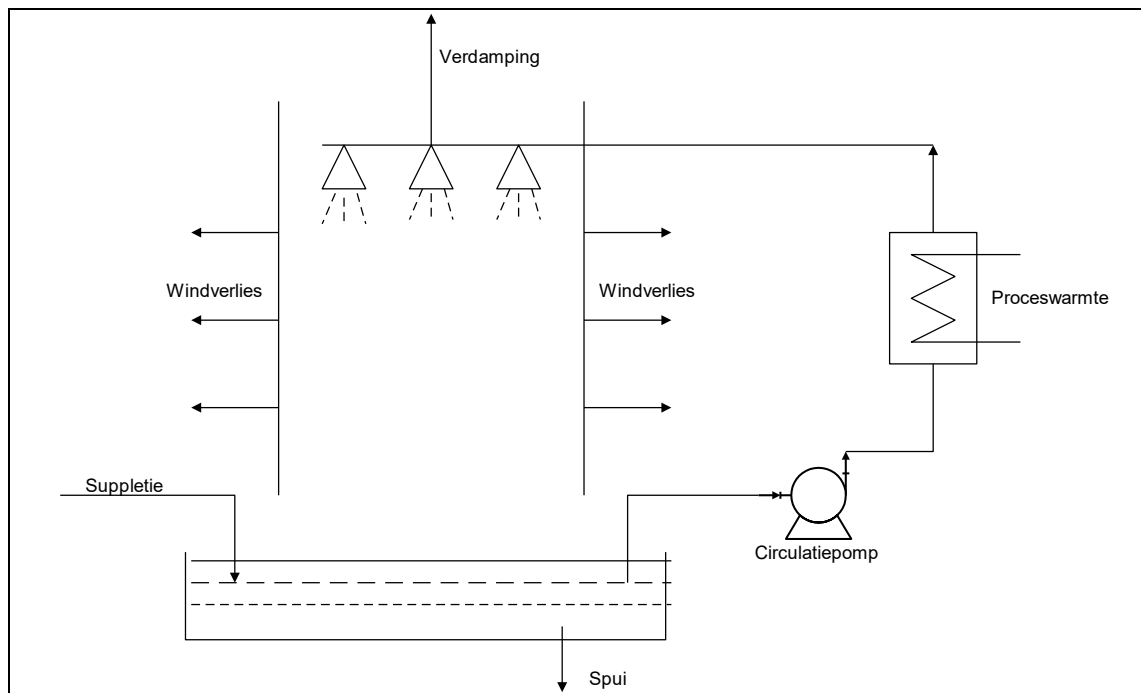
---

<sup>6</sup> ENVAQUA is een branche vereniging waarin firma's die koelwater behandelen samenwerken.

# 1 Basisprincipes van circulatiekoelsystemen met spui, opzet inventarisatie en gevolgde werkwijze

## 1.1 Basisprincipe

In een open koelwatercirculatiesysteem wordt warmte uit de processen via warmtewisselaars overgedragen aan het koelwater. In een koeltoren valt het water vervolgens naar beneden. Het opgewarmde koelwater wordt afgekoeld door verdamping van het water (Adriaensen et al, 2001). Daardoor neemt de zoutconcentratie in het koelwater toe. Daarom moet aan dergelijke systemen voortdurend vers water worden toegevoegd. Daarnaast vindt een spui plaats op oppervlaktewater of riolering om de zoutconcentratie niet te hoog te laten worden. In figuur 1 is een schets opgenomen van de principes van het proces.



figuur 1: principe koeltoren met spui

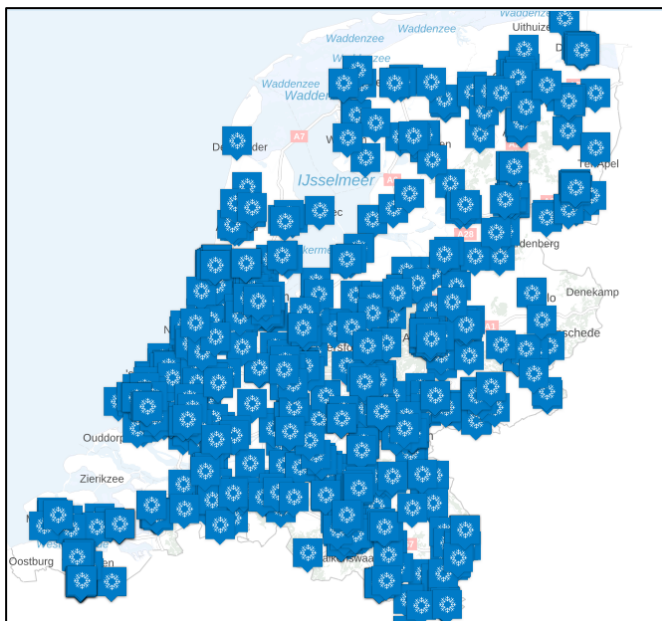


figuur 2  
Links grote koeltoren met waterdamp

Rechts: batterij koeltorens

Grote open koelwatercirculatiesysteem (figuur 2) lozen het spui vaak ongezuiverd op oppervlaktewater. Er zijn ook heel veel kleine circulatiekoelsystemen met spui in onder andere kantoren en ziekenhuizen. Bij deze systemen wordt de spui vaak op de riolering geloosd.

Er 1558 aangemelde locaties waar koeltorens staan in Nederland. Op deze locaties staan in totaal 3126 koeltorens (situatie 25 mei 2021; Nederpelt, 2021). Dit is waarschijnlijk een onderschatting van de daadwerkelijke situatie. Het betreft zowel grote als kleine systemen



Figuur 3: overzichtskaart koeltorenlocaties (Atlas Leefomgeving, juni 2021)

## 1.2 **Beheersing van de aangroei en corrosie**

In circulatiekoelsystemen is sprake van twee verschillende vormen van aangroei. Er kan biologische aangroei optreden door algen en bacteriën, waarbij ook legionella kan voorkomen. Deze aangroei wordt meestal bestreden door het schoksgewijs doseren van oxidatieve biociden (meestal chloorbleekloog) en in sommige gevallen ook niet-oxidatieve biociden.

Door het voortdurend verdampen van water neemt de zoutconcentratie, waaronder kalk toe. Daardoor kan kalk zich afzetten in het koelsysteem. Dit werkt negatief door op de warmteoverdracht. Om dit te vermijden worden continu fosfaten, fosfonaten, en polymeren gebruikt. Deze binden de kalk en via de spui worden deze stoffen en zouten geloosd. Polymeren worden ook gebruikt om ingezogen vuildeeltjes uit de omgevingslucht te binden en via de spui af te voeren. Deze vuildeeltjes worden ingetrokken via de onderzijde of de zijkanten van de koeltorens (zie figuur 2).

Om corrosie te beperken worden soms ook corrosieremmers toegevoegd. Bij installaties met koper worden daarvoor benzotriazolen gebruikt, bijvoorbeeld chlooralkylbenzotriazool.

## 1.3 **Opzet inventarisatie**

Door een aantal bedrijven is informatie aangeleverd over de ingekochte hulpstoffen in hun circulatiekoelsystemen (periode 2014 t/m 2017). Daarnaast is informatie gebruikt uit vergunningsdossiers van enkele bedrijven, waarover RWS WVL heeft geadviseerd.

In het project "Pilot bezien watervergunningen" van Rijkswaterstaat is ook aandacht aan circulatiekoelsystemen besteed (Witteveen en Bos, Royal Haskoning DHV, 2019). Ook deze informatie is bij deze inventarisatie betrokken. Van 7 bedrijven was bruikbare informatie over hulpstoffengebruik beschikbaar die ook kon worden gebruikt voor deze inventarisatie.

In totaal zijn er 17 bedrijven in de inventarisatie meegenomen, waaronder chemiebedrijven (7), datacenters (2), bedrijven uit de metaalsector (8). Hiermee is geprobeerd om zo een goed mogelijke weerspiegeling van het gebruik van alle koeltorensystemen met spui in Nederland weer te geven. De gegevens geven een beeld van de lozingen van de lozingen rechtstreeks op oppervlaktewater, in hoofdzaak lozingen op Rijkswater dat in beheer is van RWS. Andere grote koelwaterlozingen vinden plaats uit energiecentrales. Vaak staan daar geen koeltorens en wordt het opgewarmde koelwater direct geloost. In dat soort systemen wordt wel chloorbleekloog in gebruikt, maar niet de andere hulpstoffen.

Bij twee bedrijven is sprake van gesloten koelsystemen en bij drie bedrijven is er sprake van ketelwaterbehandeling. Bij dit soort systemen wordt het water periodiek verversd en geloosd, maar de frequentie daarvan is onduidelijk. In dit rapport zijn deze systemen voor de volledigheid ook beschreven, maar in een aparte paragraaf (2.5). Ze verschillen duidelijk van de circulatiekoelsystemen met spui.

## 1.4 **Gevolgdewerkwijze**

De gebruikte hoeveelheden hulpstoffen zijn per bedrijf gecombineerd met het geloosde waterdebiet. Hieruit zijn concentraties "actieve stof" in het spuiwater berekend. Omdat het volcontinu bedrijven betreft is aangenomen dat deze 8000 uur/jaar in bedrijf zijn (91% van de tijd). Debietgegevens zijn ontleend aan de vergunning van een bedrijf of uit de rapportages van het project "Bezien van Lozingsvergunningen van Rijkswaterstaat".



Op veiligheidsinformatiebladen wordt altijd een range aangegeven waarin een stof aanwezig is in een product (% w/w). In de berekeningen van de concentraties is de maximale waarde gehanteerd. In het geval dat er niets staat over de concentratie van een polymeer is de concentratie in een product gesteld op 25%. Volgens de leveranciers van koelwateradditieven ligt de concentratie polymeer tussen de 15 en 25% (ENVAQUA, 2021).

In de beoordeling van de stoffen is aandacht besteed aan de toxiciteit van de gebruikte hulpstoffen en de afbreekbaarheid van de hulpstoffen. De laagst gevonden toxiciteitswaarde is gebruikt. Hiervoor is gebruik gemaakt van de veiligheidsinformatiebladen in de dossiers. Indien deze niet beschikbaar waren, zijn de gegevens opgezocht op de website van ECHA (Europees Agentschap voor Chemische Stoffen). Indien milieudata niet konden worden gevonden zijn veiligheidsinformatiebladen opgezocht op internet.

Om te beoordelen of een stof biologisch afbreekbaar is, is het criterium wel of niet "readily biodegradable" gehanteerd zoals gebruikelijk is bij de beoordeling van lozingen (ABM, 2016). Indien deze stoffen aan dat criterium voldoen, dan verdwijnen ze door natuurlijke omzettingen redelijk snel uit het oppervlaktewater.

## 2 Hulpstoffengebruik in de circulatiekoelsystemen met spui

In dit hoofdstuk wordt paragraafsgewijs ingegaan op de hoeveelheden hulpstoffen in de circulatiekoelsystemen bij de beschouwde bedrijven. Daarbij wordt voor de volgende hulpstoffen tevens de toxiciteit en de afbreekbaarheid behandeld.

- fosforverbindingen (fosfaten en fosfonaten)
- corrosieremmers
- polymeren
- oxidatieve biociden
- niet-oxidatieve biociden
- overige stoffen

In de tabellen is voor de actieve stoffen de door het bedrijfsleven opgegeven toxiciteitswaarde vermeld. Dat kunnen LC50- of EC50-waarden zijn. Daarbij staat LC voor lethale concentratie (sterfte) en EC voor effectconcentratie. EC (Effect Concentratie) houdt in dat er dan bij een toxiciteitstest getikt wordt tegen het glas of organisme. Wanneer het organisme dan weer gaat bewegen is er sprake van een effect, maar nog geen sterfte. Ten aanzien van de afbreekbaarheid is steeds aangegeven of een stof goed afbreekbaar is (readily biodegradable) of niet. Soms staat er in de tabellen "nvt". Daarvan is bijvoorbeeld sprake bij fosfaat of natronloog. Dit zijn anorganische stoffen, waarbij duidelijk niet kan worden gesproken over afbreekbaarheid. Dit geldt ook voor sommige andere stoffen in de tabellen<sup>7</sup>.

In de tekst bij tabel 1 is een nadere toelichting gegeven op de informatie in de kolommen.

---

<sup>7</sup> Leveranciers van hulpmiddelen geven aan dat ze een voorkeur hebben voor gebruik van minder goed afbreekbare stoffen in de koelsystemen. Daarmee wordt voorkomen dat er biologisch afbreekbaar materiaal ontstaat met vervolgrisco van bacteriologische vervuiling (ENVAQUA, 2021). Deze stoffen zitten namelijk enkele dagen in het koelsysteem. Opgemerkt moet worden dat er daardoor wel sprake is van lozing van slecht afbreekbare stoffen.

## 2.1 Fosfaten en fosfonaten

Fosfaten en fosfonaten worden in open koelwatercirculatiesystemen bij de onderzochte zeventien bedrijven voornamelijk gebruikt als kalkinhibitoren. Fosforverbindingen binden magnesium- en calciumionen uit het water. Tevens dragen deze stoffen bij aan de bescherming tegen corrosie. Er worden twee soorten fosforverbindingen gebruikt: fosfaten en fosfonaten<sup>8</sup> (zie tabel 1a en 1b).

In deze en volgende tabellen komen bepaalde kolommen terug:

1. bevat de bedrijfscode die gehanteerd is in dit rapport;
2. geeft aan tot welke sector een bedrijf behoort;
3. naam actieve stof; soms past de naam niet helemaal in de kolom; via de info in bijlage 10.2 kan dat op internet verder worden nagetrokken;
4. geeft het casnummer, incidenteel een ec-nummer of REACH registratienr., indien er onbekend staat is er geen enkele identificatie opgegeven van de actieve stof;
5. gebruik van de zuivere actieve stof zelf (kg/jaar); indien er 0 staat is het verbruik onbekend, maar wordt een product wel toegepast; wanneer een stof meerdere malen genoemd is komt hij voor in meerdere producten die worden gebruikt;
6. berekende concentratie actieve stof in het spuiwater indien gebruik onbekend is komt hier "0" te staan, of de concentratie is kleiner dan het laagste afgeronde getal in de kolom;
7. LC50/EC50 van de stof; hierbij is de verstrekte bedrijfsinformatie leidend; dat kan betekenen dat er voor één stof verschillende informatie hierover in de veiligheidsinformatiebladen staat.
8. Is de stof readily biodegradable of niet (gemakkelijk afbreekbaar conform ABM-2016 criteria); nvt geldt voor anorganische stoffen.

tabel 1a: Overzicht van gebruikte fosfaatverbindingen in de koelsystemen

co	sector	actieve stof	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c1	chemie	trinatriumfosfaat	500	10,7	100,0	nvt
c3	chemie	tetrakalium pyrofosfaat	990	59,5	100,0	nvt
c4	chemie	fosforzuur	0	0,0	100,0	nvt
c4	chemie	fosforzuur	288	1,7	100,0	nvt
c5	chemie	trikalium fosfaat	1326	33,1	100,0	nvt
c5	chemie	tetrakalium pyrofosfaat	442	11,0	100,0	nvt
c6	metaal	trikalium fosfaat	3562	30,7	100,0	nvt
c6	metaal	tetrakalium pyrofosfaat	1158	10,0	100,0	nvt
c6	metaal	trikalium fosfaat	916	7,9	100,0	nvt
c6	metaal	tetrakalium pyrofosfaat	327	2,8	100,0	nvt
c6	metaal	fosforzuur	104	0,9	100,0	nvt
c7	metaal	fosforzuur	792	0,4	100,0	nvt
c7	metaal	trikaliumfosfaat	67	0,0	100,0	nvt
c8	metaal	tetrakalium pyrofosfaat	48	0,2	100,0	nvt
c9	metaal	fosforzuur	40	0,3	100,0	nvt
c11	metaal	tetrakalium pyrofosfaat	7408	3,4	100,0	nvt
c11	metaal	trikaliumfosfaat	11112	5,2	56,0	nvt
c12	metaal	tetrakalium pyrofosfaat	57	0,5	100,0	nvt
c12	metaal	trikaliumfosfaat	115	1,0	56,0	nvt
c14	datacent	organische P verbindingen	28	2,5	onbekend	onbekend
c16	chemie	natrium/kalium mengsel (2S, 3S)	300	18,8	66,0	onbekend

<sup>8</sup> Chemisch gezien verschillen fosfonaten van fosfaten.

*Fosfaten* hebben als basisstructuur (R-O)<sub>3</sub>P=O, waarbij R is H of een organische zijgroep. Die structuur komt bijvoorbeeld voor in ons DNA.

*Fosfonaten* hebben de basisstructuur (R-O)<sub>2</sub> R-P=O Die "R-P" in de structuur zorgt er voor dat fosfonaten moeilijk afbreken (Villareal, 2012). Bijvoorbeeld een fosfonaat als AMPA (aminomethylfosfonzuur) heeft een halfwaardetijd van tientallen dagen (Grandcoin, 2017). Fosfonaten worden ook gebruikt in wasmiddelen als vervanger van fosfaten.

Het totaal gebruik van de fosfaatverbindingen bij de onderzochte bedrijven bedraagt 29,6 ton/jaar. De gemiddelde concentratie in het spuiwater is 9,6 mg/l waarbij sprake is van een grote spreiding. Van één product ontbreken gegevens over de samenstelling. De genoemde anorganische fosfaatverbindingen dragen bij aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater.

tabel 2b: Overzicht van gebruikte fosfonaatverbindingen in de koelsystemen

code	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c1	chemie	kaliumposfonaat	onbekend	80	1,7	onbekend	onbekend
c4	chemie	fosfonzuur (1-hydroxyeth	2809-21-4	0	0,0	527,0	nee
c6	metaal	fosfonzuur, (1-hydroxyeth	2809-21-4	104	0,9	180,0	nee
c7	metaal	onbekend fosfonaat	onbekend	700	0,4	onbekend	onbekend
c7	metaal	fosfonzuren	onbekend	136	0,1	onbekend	onbekend
c7	metaal	fosfonzuur, -[1]-hydroxyet	14860-53-8	0	0,0	527,0	nee
c8	metaal	tetrasodium-phosphonoe	143239-08-1	95	0,3	10,0	nee
c10	metaal	[[[(2-hydroxyethyl)imino]b	5995-42-6	453	1,7	onbekend	nee/ampa
c10	metaal	2-phosfonobutane-1,2,4	37971-36-1	453	1,7	1000,0	nee
c11	metaal	tetrapotassium (1-hydrox	14860-53-8	1852	0,9	onbekend	nee
c12	metaal	[[[(2-hydroxyethyl)imino]b	5995-42-6	110	0,9	onbekend	nee/ampa
c12	metaal	2-phosfonobutane-1,2,4	37971-36-1	110	0,9	1000,0	nee
c12	metaal	tetrasodium-phosphonoe	143239-08-1	57	0,5	1000,0	nee
c13	metaal	[[[(2-hydroxyethyl)imino]b	5995-42-6	160	24,6	onbekend	nee/ampa
c13	metaal	2-phosfonobutaan-1,2,4	37971-36-1	160	24,6	1000,0	nee
c15	chemie	natrium diethyleentriamin	22042-96-2	105	7,2	56,0	nee

Het totaalgebruik van de fosfonaatverbindingen bij deze bedrijven bedraagt 4,7 ton/jaar. De gemiddelde concentratie is 5,2 mg/l. Ook hier is sprake van een grote spreiding in de berekende concentraties. Van drie producten ontbreken gegevens over de samenstelling en derhalve ook over de toxiciteit. Fosfonaten zijn volgens de criteria van de ABM niet makkelijk afbreekbaar, maar bioaccumuleren niet. De stof met casnummer 5995-42-6 staat ook wel bekend als ATMP. Deze stof zet zich vrij vlot om in de vervolgens slecht afbreekbare verbinding AMPA. Deze laatste stof is ook bekend als het omzettingsproduct van het bestrijdingsmiddel glyfosaat.

## 2.2

### Corrosieremmers

Er worden in sommige koelsystemen ook organische stikstofhoudende corrosieremmers gebruikt. Deze binden waarschijnlijk aan het metaaloppervlak en zorgen ervoor dat er minder corrosie zal optreden. In tabel 2 zijn de corrosieremmers terug te vinden. Zowel in de chemie- als in de metaalsector worden deze corrosieremmers gebruikt. Vaak wordt wanneer er koper in koelsystemen voorkomt, van dit soort producten gebruik gemaakt. Daarnaast wordt bij één bedrijf molybdaat gebruikt. De totale hoeveelheid corrosieremmers bij de bedrijven in tabel 2 bedraagt 1,9 ton/jaar. De gemiddelde concentratie bedraagt 6,2 mg/l. Uit de veiligheidsinformatiebladen en ECHA blijkt dat deze stoffen allen slecht afbreekbaar zijn. De stoffen behoren qua giftigheidsklasse tot de schadelijke en giftige verbindingen (ABM, 2016). De stoffen lijken sterk op benzotriazol dat momenteel op de potentiële ZZS-lijst staat. Benzotriazolen zijn recent ook aangetroffen in schelpdieren in Nederlandse kustwateren (Connect, 2021).

tabel 2: Overzicht gebruikte corrosieremmers in de koelsystemen

co	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c2	chemie	natrium tolyltriiazool	64665-57-2	22	2,7	75	nee
c3	chemie	4(of5)-methyl-1H-benzotriazolide	64665-53-8	990	59,5	onbekend	nee
c5	chemie	mengsel natrium chloor-alkylber	01-2119949569-17	221	5,5	onbekend	nee
c6	metaal	mengsel natrium chloor-alkylber	01-2119949569-17	164	1,4	onbekend	nee
c7	metaal	reactie massa van natriumchloride	01-2119949569-17	17	0,0	onbekend	nee
c10	metaal	tolyltriiazool, natriumzout	64665-57-2	113	0,4	79	nee
c12	metaal	natrium tolyltriiazool	64665-57-2	28	0,2	79	nee
c12	metaal	4(or 5)-methyl-1H-benzotriazole	64665-53-8	115	1,0	10	nee
c13	metaal	natrium molybdaat	7631-95-0	1	0,2	333,0	nvt
c13	metaal	natrium tolyltriiazool	64665-57-2	0	0,0	53	nee
c15	chemie	mengsel natrium chloor-alkylber	01-2119949569-17	105	7,2	onbekend	nee
c16	chemie	benzotriiazool	95-14-7	75	4,7	9	nee

### 2.3 Polymeren

Polymeren worden in koelwatersystemen overwegend als dispersiemiddel en hardheidsstabilisator gebruikt. Dat gebeurt door complexering en het inkapselen van kalkdeeltjes. Het molecuulgewicht van polymeren in koelwater varieert van 1000 tot 70.000 gram/mol (Verhaar, 2019, Gartizer, 2002). Heel vaak worden in dit soort koelsystemen anionogene polyacrylaten gebruikt. In tabel 3 is een overzicht opgenomen van de gebruikte polymeren bij de beschouwde bedrijven.

tabel 3: Overzicht van de gebruikte polymeren in de koelsystemen

code	sector	actieve stof	subtype polymel	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c1	chemie	biopolymeren	anionisch	onbekend	800	17,2	onbekend	nee
c2	chemie	poly maleïnezuur	non-ionisch	26099-09-2	110	13,7	onbekend	nee
c4	chemie	2-propeenzuur polymeer met 2-hydroxyl	anionisch	903573-39-7	0	0,0	onbekend	onbekend
c4	chemie	polyethyleen-polypropyleen glycol	non-ionisch	9003-11-6	867	5,1	onbekend	nee
c5	chemie	d-glucose, decyl octyl-ethers, oligome	non-ionisch	68515-73-1	133	3,3	27,0	nvt
c5	chemie	polymeeroplossing	onbekend	onbekend	421	10,5	onbekend	onbekend
c5	chemie	polyethyleen-polypropyleen glycol	non-ionisch	9003-11-6	205	5,1	50,0	nee
c6	metaal	polymeer	0	onbekend	259	2,2	onbekend	onbekend
c7	metaal	onbekend polymeer	0	onbekend	700	0,4	onbekend	onbekend
c7	metaal	polypropyleen glycol	non-ionisch	57-55-6	134	0,1	18340,0	nee
c7	metaal	biopolymeren	anionisch	onbekend	1362	0,7	onbekend	nee
c8	metaal	polyacrylaat	anionisch	9003-04-7	13	0,0	onbekend	nee
c9	metaal	poly maleïnezuur	anionisch	26099-09-2	40	0,3	onbekend	nee
c10	metaal	poly maleïnezuur	anionisch	26099-09-2	453	1,7	onbekend	nee
c10	metaal	acrylzuur, natrium copolym methallyls	anionisch	1233879-59-8	453	1,7	onbekend	nee
c11	metaal	polymeeroplossing	onbekend	onbekend	3810	1,8	onbekend	onbekend
c12	metaal	poly maleïnezuur	anionisch	26099-09-2	110	0,9	onbekend	nee
c12	metaal	acrylzuur, natriumzout copolymer wit	anionisch	1233879-59-8	110	0,9	onbekend	nee
c12	metaal	polyethyleen glycol	non-ionisch	25322-68-3	18	0,2	100,0	onduidelijk
c13	metaal	poly maleïnezuur	anionisch	26099-09-2	160	24,6	onbekend	nee
c13	metaal	acrylzuur, natriumzout, copolymer n	anionisch	1233879-59-8	160	24,6	onbekend	onbekend
c14	datacent	biopolymeren	0	onbekend	276	24,6	onbekend	nee
c15	chemie	polymaleïnezuur, natriumzout	anionisch	30915-61-8	420	28,7	onbekend	nee
c17	datacent	poly maleïnezuur	non-ionisch	26099-09-2	57600	10,0	3628,0	nee
c17	datacent	polyethyleen-polypropyleen glycol	non-ionisch	9003-11-6	18000	3,1	50,0	nee

Bij de 17 bedrijven wordt in totaal 87 ton/jaar polymeren gebruikt. Het aandeel van het datacenter (c17) is heel groot.

De gemiddelde concentratie polymeren in de koelwaterstromen bedraagt 7,3 mg/l. Een gemiddelde concentratie in het koelwater is volgens leveranciers van deze middelen zo'n 25 mg/l. Het hier berekende gemiddelde is dus aan de lage kant. Een aantal dingen valt op in deze tabel. Er wordt inderdaad een aantal anionogene polyacrylaten gebruikt, maar ook non-ionische polymeren op basis van organische zuren. Die worden in de praktijk mogelijk met loog omgezet naar anionische polymeren. Er wordt ook polyethyleen- / polypropyleenglycol gebruikt. Vermoedelijk hebben dat soort polymeren een soort zeepwerking. Van een groot aantal polymeren ontbreken gegevens over de milieueigenschappen. De achterliggende

reden is dat leveranciers van polymeren volgens Verordening (EG) 1907/2006 op het veiligheidsinformatie blad geen informatie hoeven te geven indien de stoffen volgens bepaalde criteria geen PBT-eigenschappen hebben. Polymeren zijn weliswaar persistent, maar bioaccumuleren niet. Dat is de reden dat regelmatig in veiligheidsinformatiebladen geen informatie staat over de polymeren

De gebruikte polymeren in koelwater zijn biologisch slecht afbreekbaar en met name de langere polymeerketens breken zeer slecht af (Ulrich, 2001, Verhaar, 2019). De biologische afbraak in water van bijvoorbeeld het copolymeer van acrylzuur en maleïnezuur met een molecuulgewicht van 70.000 gram/mol is slechts 20% na 30 tot 90 dagen.

## 2.4 Biociden

### 2.4.1 Oxidatieve biociden

Om biologische aangroei in open koelwatercirculatiesystemen te beheersen worden oxidatieve biociden toegepast (Berbee, 1997). Meestal is dat shockdosering<sup>9</sup>, maar heel soms is er sprake van continue dosering. In tabel 4 is het overzicht opgenomen van de gebruikte oxidatieve biociden bij de bedrijven.

Er zijn verschillende typen oxidatieve biociden voor koelwatersystemen beschikbaar. Bij de meeste bedrijven in tabel 4 wordt natriumhypochloriet toegepast en incidenteel BCDMH (1-broom-3-chloor-5,5-dimethylhydantoïne). Deze laatste stof ontleedt tijdens het gebruik in hypochlorig zuur (actief chloor) en hypobromig zuur (actief broom). Tevens wordt bij één bedrijf natriumbromide in combinatie met actief chloor gebruikt. Dan wordt het effect van natriumhypochloriet versterkt door vorming van actief broom (Berbee, 1997).

Het totaalgebruik bij de bedrijven bedraagt 28 ton, uitgedrukt als gedoseerd chloor<sup>10</sup>. Dit komt overeen met 187 ton bleekloogoplossing (12% w/w). Daarnaast wordt bij één bedrijf de combinatie waterstofperoxide/perazijnzuur gebruikt (~1 ton/jaar).

tabel 4: overzicht van gebruikte oxidatieve biociden in het koelwater

code	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c1	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	1650	35,4	0,1	ja
c2	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7758-19-2	400	50,0	0,1	ja
c2	chemie	waterstofperoxide	7722-84-1	800	100,0	onbekend	ja
c2	chemie	perazijnzuur	79-21-0	40	5,0	0,2	ja
c3	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	681-52-9	240	14,4	0,1	ja
c4	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	4115	24,4	0,1	ja
c5	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	2957	73,9	0,1	ja
c6	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	622	5,4	0,1	ja
c7	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	89	0,0	0,1	ja
c9	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	22	0,2	0,1	ja
c10	metaal	broomchloor-5,5-dimethyl	32718-18-6	81	0,3	0,5	ja
c10	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	1750	6,6	0,1	ja
c11	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	3394	1,6	0,1	ja
c12	metaal	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	1669	14,4	0,1	ja
c15	chemie	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	30	2,0	0,1	ja
c17	datacent	natriumhypochloriet (Cl <sub>2</sub> )	7681-52-9	10166	1,8	0,1	ja

<sup>9</sup> Bij shockdosering is het van belang om tijdelijk de spui te sluiten. Anders kan gedoseerd actief chloor direct in de spui komen en is het niet effectief. In de vergunningverlening is dit een aandachtspunt.

<sup>10</sup> Dosering, maar ook eindconcentratie van gedoseerd actief chloor wordt altijd teruggerekend naar de hoeveelheid chloor waarvan het is gemaakt. Praktisch betekent dit dat wanneer er bijvoorbeeld sprake is van 1 mg Cl<sub>2</sub>/l dat er dan de helft aanwezig is als ClO<sup>-</sup> en het overige als Cl<sup>-</sup>. De ClO<sup>-</sup> geeft de feitelijke biocidewerking (Berbee, 1997).

De concentraties chloor in het koelwater zijn volgens tabel 4 erg hoog. Dat geeft een vertekend beeld. Tijdens het doseren van chloorbleekloog (en overige op chloorbleekloog gebaseerde oxidatieve biociden) wordt eerst een groot deel door oxidatieprocessen van organische stoffen in water afgevangen (Berbee, 1997). Daarna resteert een concentratie *vrij chloor* in het koelwater, die dient te voldoen aan de lozings eis in de vergunning. Een groot deel van het gedoseerde actief chloor reageert dus weg met organische stoffen in het water, waaronder ook stikstofverbindingen zoals eiwitten.

Natriumhypochloriet wordt in koelwater grotendeels snel omgezet naar chloride. Daarmee kan het tot op zekere hoogte worden gezien als *readily biodegradable*. Dit is echter geen vrijbrief om te lozen. Natriumhypochloriet is namelijk zoals uit tabel 4 blijkt zeer giftig voor in water levende organismen (ABM, 2016).

#### 2.4.2 Niet-oxidatieve biociden

Dit soort stoffen wordt vaak ingezet als oxidatieve biociden onvoldoende effectief zijn. Niet-oxidatieve biociden hebben veelal een langere werking en reactietijd nodig dan oxidatieve biociden. In tabel 5 is een overzicht opgenomen van de gebruikte niet-oxidatieve biociden bij de bedrijven. De totale hoeveelheid bedraagt 300 kg/jaar.

Bij twee bedrijven werd kopernitraat gebruikt. Dat is formeel gezien geen biocide. Er is geen toelating bekend voor kopernitraat bij de CTGB (College Toelating Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden). Wel is bekend dat koper een biocidewerking heeft (zie ook paragraaf 5.3.2). De hoeveelheden waren klein en dat blijkt ook uit de berekende concentraties. De niet-oxidatieve biociden zijn zoals uit tabel 5 blijkt zeer giftig voor in water levende organismen (ABM, 2016). De veelgebruikte (benzo)isothiazolines zijn slecht afbreekbaar (Baltus, 1999, ECHA 2021).

tabel 5: overzicht van gebruikte niet-oxidatieve biociden in het koelwater

code	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c2	chemie	glutaaraldehyde	111-30-8	13	1,6	0,78	nee
c2	chemie	5-chloor-2-methyl-2H-isot	55965-84-9	0	0,0	0,07	nee
c2	chemie	koper(II)nitraat	3251-23-8	0	0,0	0,03	nvt
c3	chemie	5-chloor-2-methyl-2H-isot	55965-84-9	18	1,1	0,07	nee
c3	chemie	koper(II) nitraat	3251-23-8	1	0,0	0,03	nvt
c5	chemie	1,2-benzo-isothiazoline-3	2634-33-5	1	0,0	0,04	nee
c5	chemie	2,2 dibroom-3-nitrilopropi	10222-01-2	209	5,2	2,50	ja
c8	metaal	5-chloor-2-methyl-2H-isot	55965-84-9	3	0,0	0,07	nee
c8	metaal	koper(II)nitraat	3251-23-8	0	0,0	0,03	nvt
c11	metaal	1,2-benzo-isothiazoline-3	2634-33-5	8	0,0	0,04	nee
c14	datacent	2,2-dibroom-3 nitrilopropi	10222-01-2	61	5,5	0,72	ja
c16	chemie	2-methylisothiazool- 3(2H)	2682-20-4	0	0,0	0,16	nee
c16	chemie	2,2-dibroom-3 nitrilopropi	10222-01-2	88	5,5	0,28	ja

#### 2.4.3 Zuren en logen

Bij de bedrijven worden tevens grote hoeveelheden zuren en logen gebruikt (zie tabel 6). Dit betreft in totaal 12 ton zuur en 2,3 ton loog per jaar. Er zijn geen toxiciteitswaarden opgenomen in onderstaande tabel omdat normaliter afvalwater wordt geneutraliseerd voor lozing in het oppervlaktewater zelf. Zuren en loog zijn uit zichzelf uiteraard toxisch. Oppervlaktewater kent overigens een sterke bufferwerking waardoor in het veld normaliter geen effecten zijn.

tabel 6: gebruikte hoeveelheden zuren en logen in het koelwater

co	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	conc a.s. mg/l	afbreekbaar
c1	chemie	kaliumphydroxide	1310-58-3	160	3,4	nvt
c1	chemie	zwavelzuur	7664-93-9	7650	164,0	nvt
c2	chemie	kaliumphydroxide	1310-58-3	22	2,7	nvt
c2	chemie	natriumphydroxide	1310-73-2	16	2,0	nvt
c2	chemie	zoutzuur	7647-01-0	480	60,0	nvt
c2	chemie	azijnzuur	64-19-7	160	20,0	ja
c3	chemie	kaliumphydroxide	1310-58-3	990	59,5	nvt
c5	chemie	kaliumphydroxide	1310-58-3	88	2,2	nvt
c5	chemie	zwavelzuur	7664-93-9	3712	92,8	nvt
c6	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	267	2,3	nvt
c6	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	98	0,8	nvt
c7	metaal	natriumphydroxide	1310-73-2	44	0,0	nvt
c7	metaal	natriumphydroxide	1310-73-2	3	0,0	nvt
c7	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	272	0,1	nvt
c7	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	10	0,0	nvt
c8	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	48	0,2	nvt
c11	metaal	natriumphydroxide	1310-73-2	110	0,1	nvt
c12	metaal	kaliumphydroxide	1310-58-3	115	1,0	nvt
c13	metaal	natriumphydroxide	1310-73-2	0	0,0	nvt
c14	datacent	kaliumphydroxide	1310-58-3	22	2,0	nvt
c15	chemie	natriumphydroxide	1310-73-2	63	4,3	nvt
c16	chemie	kaliumphydroxide	1310-58-3	150	9,4	nvt
c17	datacent	zwavelzuur	7664-93-9	0	0,0	nvt

## 2.4.4

*Overige stoffen – niet zijnde zuren of logen*

In tabel 7 is een overzicht overgenomen van de overige stoffen die aan het koelwater worden toegevoegd. In totaal betreft dit 34,8 ton/jaar aan middelen, waarvan het grootste deel bij één datacenter wordt gebruikt. Dat betreft voornamelijk natriumbisulfiet voor neutralisering van actief chloor in de lozing.

tabel 7: overzicht overige stoffen in het koelwater

co	sector	actieve stof	cas	gebruik kg/jr	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c2	chemie	maleïnezuur	110-16-7	219	onbekend	ja
c2	chemie	onbekend	onbekend	438	onbekend	onbekend
c2	chemie	onbekend	onbekend	438	onbekend	onbekend
c2	chemie	natriumpchloraat	7775-09-9	40	0,8	nvt
c2	chemie	magnesiumnitraat	10377-60-3	1	100,0	nvt
c4	chemie	natriumpformaldehyde bis	870-72-4	160	onbekend	nee
c5	chemie	natriumpbisulfiet	7631-90-5	418	37,0	nvt
c5	chemie	zwaveldioxide	7446-09-5	8	onbekend	nvt
c7	metaal	organische zouten	onbekend	44	onbekend	onbekend
c7	metaal	natriumpbromide	7647-15-6	278	440,0	nvt
c8	metaal	natriump glucoheptanoaat	31138-65-5	33	180,0	ja
c8	metaal	ethyleendiaminetetraacet	110-16-7	33	onbekend	nee
c8	metaal	magnesiumnitraat	10377-60-3	4	onbekend	nvt
c9	metaal	maleïnezuur	110-16-7	4	17,0	ja
c12	metaal	propyleen glycol	57-55-6	45	19000,0	ja
c12	metaal	surfactant - onbekend	onbekend	18	onbekend	onbekend
c12	metaal	onbekend	onbekend	18	onbekend	onbekend
c12	metaal	onbekend	onbekend	18	onbekend	onbekend
c12	metaal	onbekend	onbekend	32	onbekend	onbekend
c13	metaal	onbekend	onbekend	3	onbekend	onbekend
c16	chemie	dibroomacetonitril	3252-43-5	4	onbekend	ja
c16	chemie	onbekend	onbekend	350	onbekend	onbekend
c17	datacent	maleïnezuur	110-16-7	2880	3628,0	ja
c17	datacent	natriumpbisulfiet	7631-90-5	28800	154,0	ja
c17	datacent	zwaveldioxide	7446-09-5	576	154,0	nvt



## 2.5 Hulpstoffen in gesloten koel- en ketelwatersystemen

Bij de inventarisatie van gegevens over circulatiekoelsystemen zijn ook gegevens beschikbaar gekomen over gebruikte stoffen in gesloten koel- en ketelwatersystemen. Deze systemen verschillen van de open circulatiekoelwatersystemen met spui. Periodiek vindt bij verversing wel direct lozing op het oppervlaktewater plaats. Om te anticiperen op toekomstige vragen vanuit RWS, omgevingsdiensten en waterschappen is het gebruik in deze systemen eveneens in dit rapport opgenomen.

### 2.5.1 Gesloten koelsystemen

Bij twee bedrijven in de metaal is sprake van een gesloten koelsysteem. Uit deze systemen wordt periodiek het koelwater geloosd en verversd (frequentie onduidelijk). In tabel 8 is opgenomen welke stoffen en hoeveelheden worden gebruikt. In totaal betreft het 2,4 ton/jaar. Het betreft vaak dezelfde soort stoffen die ook in de open circulerende koelsystemen worden gebruikt.

Tabel 8: gebruikte hulpstoffen in gesloten systemen die periodiek worden geloosd.

code be	sector	actieve stof	type as	cas	gebruik kg/jr	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c11 gesl	metaal	trinatriumfosfaat	fosfaat	7601-54-9	626	100,0	nvt
c11 gesl	metaal	natrium 4(of - 5)-methyl-1	corrosieremmer	64665-57-2	313	8,6	nee
c11 gesl	metaal	2-Fosfono-1,2,4 butaantri	fosfonaat	40372-66-5	188	onbekend	onbekend
c11 gesl	metaal	isothiazolines	no biocide	55965-84-9	0	0,0	nee
c11 gesl	metaal	polymeer	polymeer	onbekend	1252	onbekend	onbekend
c12 gesl	metaal	dinatriummolybdaat	overig	7631-95-0	11	130,0	nvt
c12 gesl	metaal	natrium tolytriazool	corrosieremmer	64665-57-2	3	8,6	nee
c12 gesl	metaal	natriumhydroxide	loog	1310-73-2	1	40,0	nvt
c12 gesl	metaal	ongevaarlijke stoffen	overig	onbekend	32	onbekend	onbekend

### 2.5.2 Ketelwatersystemen

Ook in ketelwatersystemen voor stoomproductie worden hulpmiddelen gebruikt (PDH course M165). Ook deze middelen worden periodiek vervangen en het water wordt vervolgens geloosd. In tabel 9 zijn de stoffen weer gegeven die bij vier bedrijven in de chemie- en metaalsector worden gebruikt. Het verbruik bij de bedrijven bedroeg in totaal 1,9 ton/jaar. Deels betreft het dezelfde stoffen als in open circulerende koelwatersystemen. Daarnaast zien we hier ook een aantal amines in terug (morfoline en cyclohexylamine).

Tabel 9: gebruikte hulpstoffen in ketelwater

code	sector	actieve stof	type as	cas	gebruik kg/jr	LC/EC50 mg/l	afbreekbaar
c1 kw	chemie	trinatriumfosfaat	fosfaten	7601-54-9	500	100,0	nvt
c3 kw	chemie	tripotassium hydrogen - (1-hydr)	fosfonaten	60376-08-1	25	onbekend	onbekend
c3 kw	chemie	polymeer onbekend	polymeren	onbekend	125	onbekend	onbekend
c3 kw	chemie	morfoline	overig	110-91-8	300	45,0	ja
c3 kw	chemie	cyclohexamine	overig	108-91-8	300	29,0	ja
c11 kw	metaal	trinatriumfosfaat	fosfaat	7601-54-9	22	100,0	nvt
c11 kw	metaal	polycarboxylaar	polymeer	onbekend	147	onbekend	onbekend
c11 kw	metaal	1,2-Benzo-isothiazoline-3-on	no biocide	2634-33-5	11	0,0	nee
c11 kw	metaal	hydrochinon	reductiemiddel	123-31-9	110	0,0	nee
c11 kw	metaal	trinatrium fosfaat	fosfaat	7601-54-9	49	100,0	nvt
c11 kw	metaal	polycarboxylaar	polymeer	onbekend	325	onbekend	onbekend

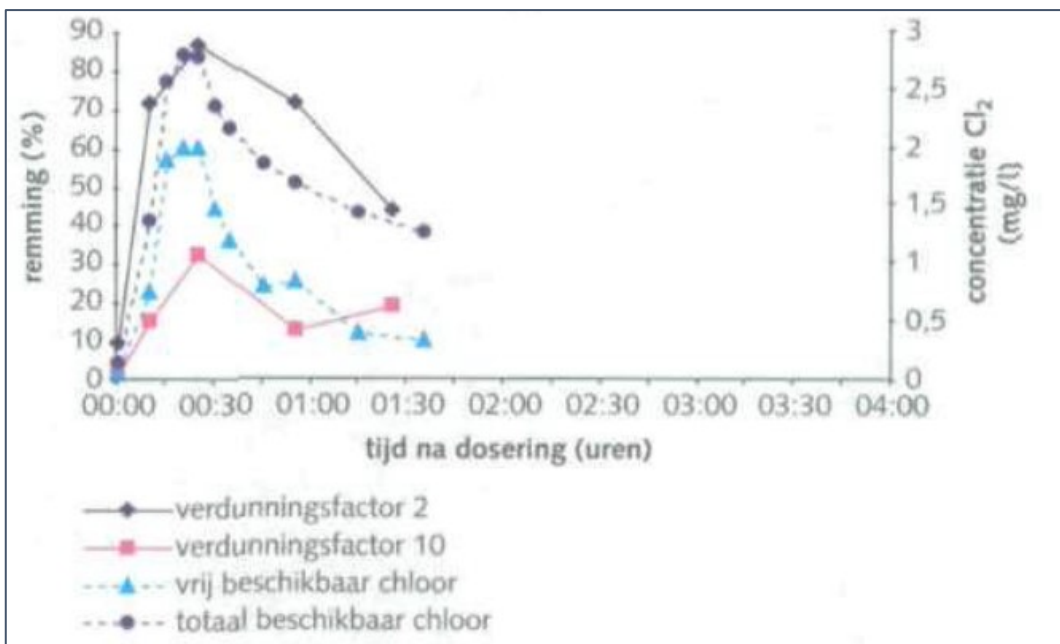
### 3 Resultaten veldstudie naar biociden

Door het voormalige RWS/RIZA is veldonderzoek verricht naar biociden (oxidatieve en niet-oxidatieve middelen) in circulatiekoelwatersystemen (Baltus, 1999). Toxiciteitsmetingen met luminicerende (lichtgevende) bacteriën zijn verricht en chemische analyses zijn uitgevoerd in het koelwater na shockdosering van biociden. Bij shockdosering wordt gedurende ca. een half tot één uur biociden gedoseerd (reguliere werkwijze bij bedrijven). In dit hoofdstuk is samengevat wat de bevindingen waren uit dit onderzoek. Daarbij wordt ook kort ingegaan op de relatie met de bedrijfslozingen uit hoofdstuk 2.

#### 3.1 Oxidatieve biociden

##### *Actief chloor*

Uit de resultaten van het veldonderzoek blijkt dat er een duidelijk verband is tussen het verloop van de concentratie vrij chloor in het spuiwater en het percentage lichtremming van luminicerende (lichtgevende) bacteriën (zie figuur 4)<sup>11</sup>. Een tijdelijk verhoogde concentratie vrij chloor is effectief om biologische aangroei tegen te gaan. Bij een gedoseerde concentratie van 2,75 mg/L vrij chloor in het koelwatersysteem begint vanaf 30 minuten de concentratie chloor in het koelwater af te nemen en daarmee de remmende werking op de bacteriën (zie figuur 4).

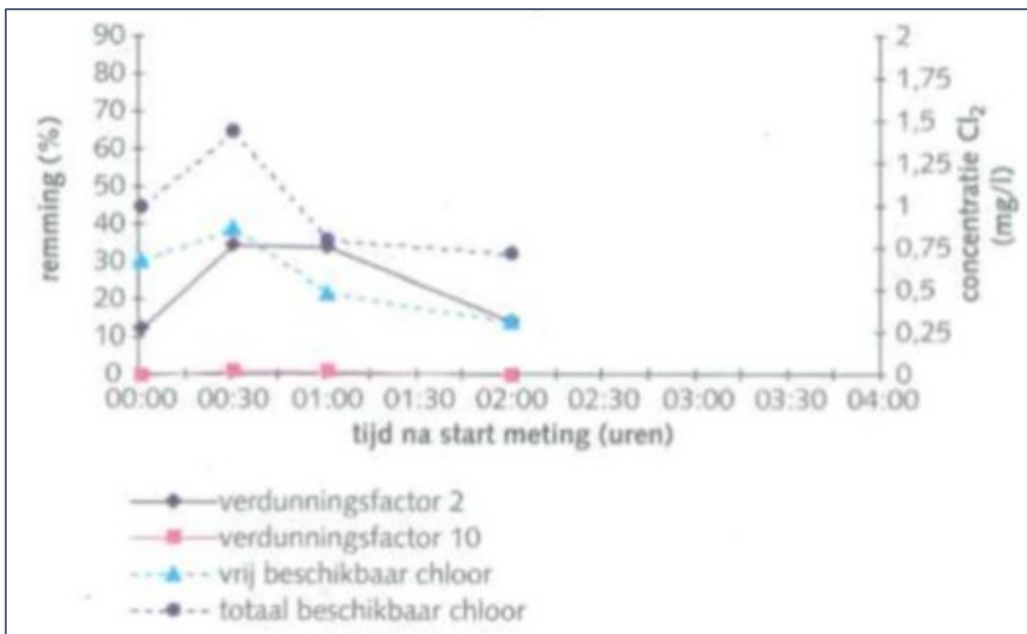


figuur 4: lichtremming en concentratie vrij chloor in het koelwater bij gebruik van natriumhypochloriet

<sup>11</sup> In dit onderzoek is de lumis-mini test gebruikt. In deze test wordt licht wordt door bacteriën uitgezonden. Bij bijvoorbeeld vuurvliegjes werkt de lichtuitzending volgens hetzelfde principe. Indien de bacteriën worden beïnvloed door giftige stoffen neemt de lichtuitzending af en treedt remming op.

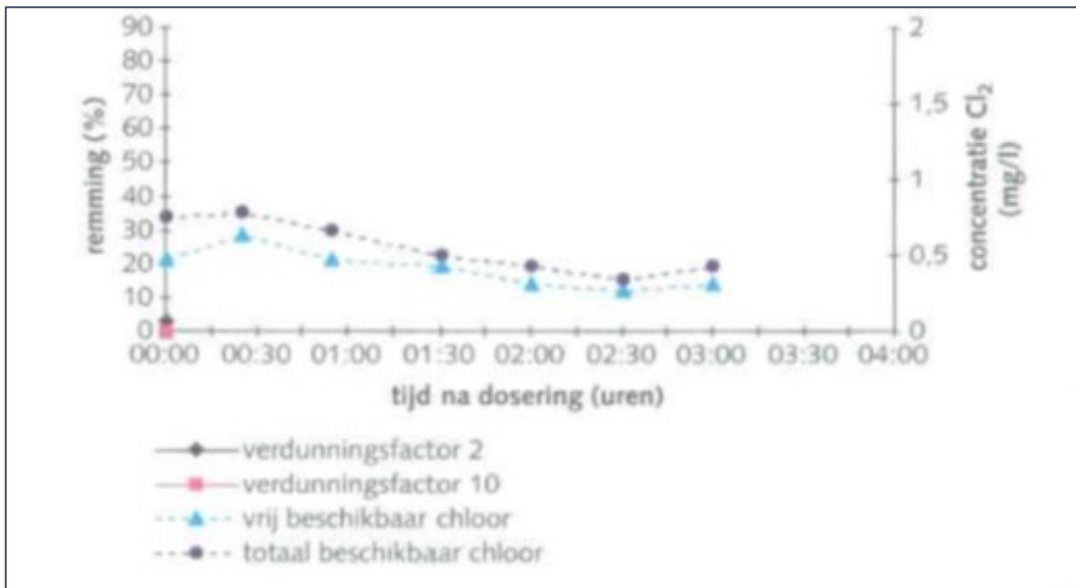
*1-Broom-3-chloor-5,5-dimethylimidazolidine-2,4-dion (BCDMH)*

Deze stof valt in water snel uiteen in hypochlorig zuur (HOCl), hypobromig zuur (HOBr) en dimethylhydantoïne. Hypobromig zuur is in de praktijk het effectieve biocide. Als bijproduct worden ook broomamines gevormd die eveneens een biocidewerking hebben. In figuur 5 is het effect van BCDMH op bacteriën in een koelsysteem weergegeven.



figuur 5: lichtremming en concentratie vrij chloor in het koelwater bij gebruik van de stof BCDMH

In figuur 6 is de biocidewerking van natriumhypochloriet samen met natriumbromide weergegeven. Er is sprake van een daling van zowel de concentratie actief chloor als de remming op lichtgevende bacteriën in de tijd.



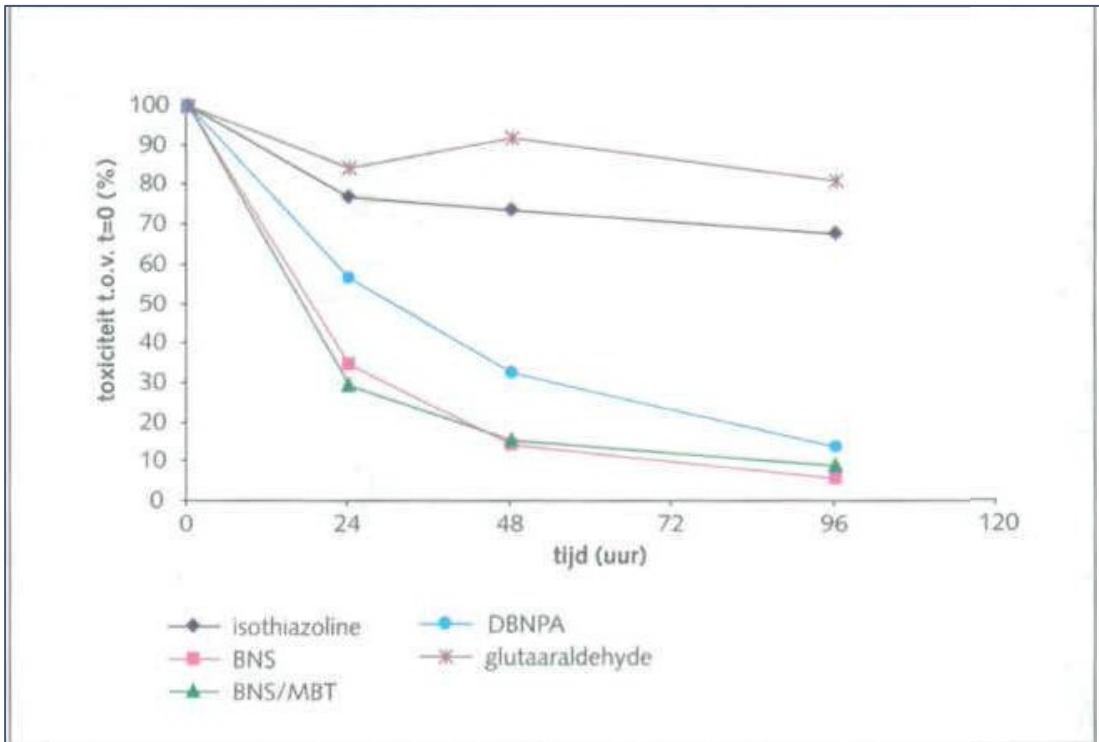
figuur 6: lichtremming en concentratie vrij chloor in het koelwater bij gebruik van een combinatie van natriumhypochloriet en natriumbromide

De verschillende oxidatieve biocides in hoofdstuk 2 (tabel 4), komen qua type stoffen overeen met die in het onderzoek van het RIZA met één verschil dat bij één van de bedrijven perazijnzuur als oxidatief biocide werd gebruikt. De resultaten in dit hoofdstuk laten zien dat de biociden een zeer toxische werking hebben op de bacteriën. Dit wordt duidelijk uit de remming van het licht dat door de bacteriën wordt uitgezonden. Alhoewel het meetprogramma lang geleden uitgevoerd is, zullen de resultaten nog steeds opgaan.

### 3.2 Niet-oxidatieve biociden

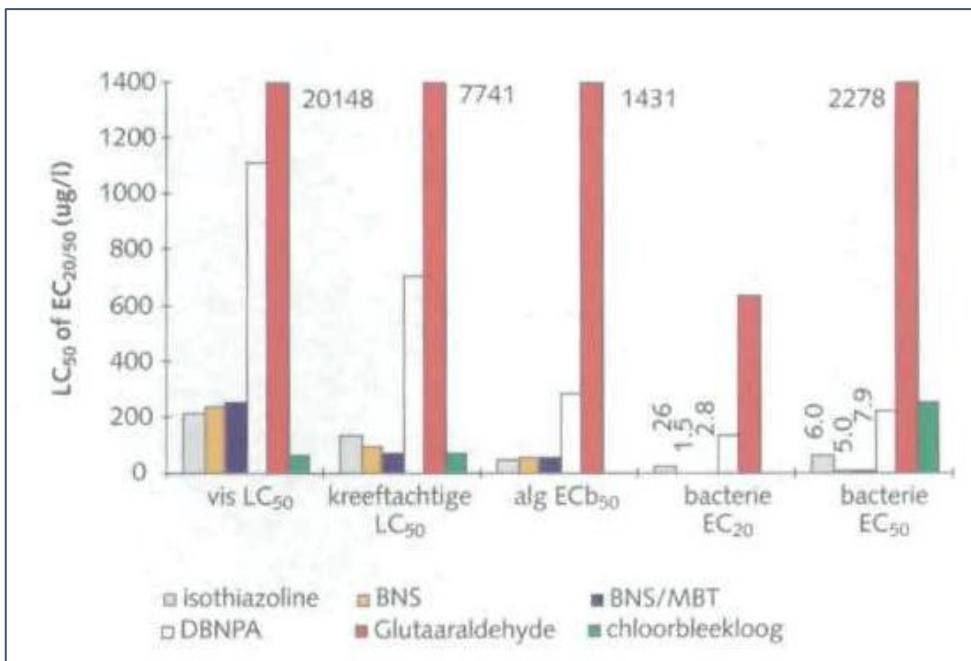
Het veldonderzoek van het RIZA is het enige onderzoek in Nederland waarin onder praktijkomstandigheden de concentraties, afbraak en toxiciteitseffecten van niet-oxidatieve biociden zijn gemeten (Baltus, 1999). Voor beoordeling van de toelating van bestrijdingsmiddelen door de CTGB (College Toelating Gewasbeschermingsmiddelen en biociden) worden modellen van de EU gebruikt (Balk, 2003). Modelleren geeft een benadering van de werkelijkheid. In het onderzoek van het RIZA zijn de stoffen en de effecten daadwerkelijk geanalyseerd. Het verschil met modelleren is dat metingen de feitelijke situatie weer geeft.

In figuur 7 is aangegeven hoe de relatieve toxiciteit van het afvalwater gemeten met luminicerende bacteriën in de tijd terugloopt. Voor sommige middelen is meerdere dagen na toepassing nog sprake van toxisch afvalwater (isothiazolines en glutaraldehyde). De huidige gegevens op de website van ECHA over isothiazolines geven aan dat deze stoffen ook slecht afbreken. Voor DBNPA is de daling van de toxiciteit sterker. Deze stof zet zich snel om naar een tweetal andere componenten (zie voor meer details Baltus, 1999).



figuur 7: overzicht afname toxiciteit van verschillende niet-oxidatieve biociden

In figuur 8 is tenslotte een beeld opgenomen van de toxiciteit van de verschillende niet-oxidatieve biocides. Duidelijk blijkt dat de gebruikte middelen zeer vergiftig zijn voor in water levende organismen.



Figuur 8: toxiciteitsdata van zes biocides

Bij de bedrijven in hoofdstuk 2 worden ook niet-oxidatieve biocides gebruikt (zie tabel 5). Ze komen voor een deel overeen met die uit het veldonderzoek. Isothiazolines, glutaaraldehyde en DBNPA worden bij deze bedrijven gebruikt.

Gelet op de concentraties die in de spui van de koeltorens worden gevonden (mg/l-niveau) is het van belang om nadelige effecten van de middelen voor oppervlaktewater te beperken door ontgiftig. Normen in oppervlaktewater kunnen bij gebruik van dit soort stoffen heel gemakkelijk worden overschreden (tabel 10).

<b>Biocide</b>	<b>Norm oppervlaktewater µg/l</b>
isothiazolines	0,26
bronopol	0,2
glutaaraldehyde	9.5
dbnpa	1,35

tabel 10: normen niet-oxidatieve biocides oppervlaktewater (RIVM, 2021)

Voor ontgiftig van niet-oxidatieve biocides wordt incidenteel natriumbisulfiet gebruikt (RWS-bedrijfsinformatie uit vergunningaanvragen).

## 4 Evaluatie gebruikte hulpstoffen bij de 17 koelsystemen

### Fosforverbindingen

De berekende gemiddelde concentraties bedragen voor de fosfaten 9,6 mg/l en voor de fosfonaten 5,2 mg/l. Fosfaten dragen bij aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater, fosfonaten doen dat ook maar langzamer. Dat komt door hun trage afbraak tot fosfaten (Kalf, 2002, Grandcoin, 2017).

Fosfonaten zijn niet heel erg toxisch. Wel zijn de stoffen zeer persistent en mobiel door hun goede wateroplosbaarheid. Het fosfonaat ATMP wordt blijkens dit onderzoek gebruikt bij één bedrijf. Deze stof is minder persistent en ontleedt tot AMPA. Dit is dezelfde stof die ontstaat bij omzetting van het herbicide glyfosaat. Omdat AMPA dus ook uit koelwatersystemen kan komen leidt dit tot discussies met drinkwaterbedrijven of de wettelijke norm van 0,1 µg/L voor afbraakproducten van bestrijdingsmiddelen van toepassing is.

Geconstateerde aandachtspunten voor het waterbeheer bij de lozing van deze fosfaten/fosfonaten zijn:

- ze dragen bij aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater;
- fosfonaten zijn niet heel erg giftig, maar wel vaak persistente, mobiele milieuvreemde stoffen;
- fosfonaten vallen onder aanpak B van de ABM 2016, fosfaten onder aanpak C.
- Emissiebeperking bij rechtstreekse lozingen op Rijkswater vindt niet plaats (ongezuiverde lozingen)

### Polymeren

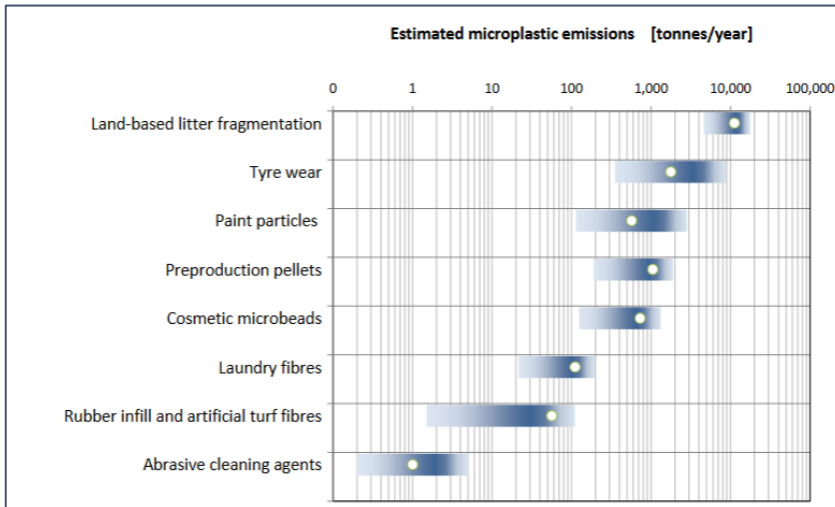
De gemiddelde berekende concentratie polymeren bij de bedrijven bedraagt 7,3 mg/l. Deze concentratie ligt lager dan de concentraties die waterbehandelaars normaal gebruiken (15-25 mg/l; ENVAQUA, 2021). De totale hoeveelheid polymeren bedraagt 87 ton per jaar, waarvan bij één datacenter circa 76 ton per jaar wordt gebruikt<sup>12</sup>. In circulatiekoelsystemen worden gedispergeerde<sup>13</sup> polymeren gebruikt en geloosd. Verschil met microplastics is dat dat vaste deeltjes zijn (ECHA, 2019). In beide gevallen betreft het polymeren.

OSPAR (Oslo Parijs Commissie) heeft een inventarisatie uitgevoerd naar het vrijkomen van microplastics naar zeemilieu. Door het RIVM is deze omgewerkt naar belasting met microplastics in Nederland (Verschoor, 2017). Microplastics worden door ECHA gedefinieerd als "very small (typically smaller than 5 mm) solid particles composed of mixtures of polymers (the primary components of plastics) and functional additives; they may also contain residual impurities from their manufacture" (ECHA, 2022). Als de hoeveelheid opgeloste polymeren geloosd via koelwater worden vergeleken met die van microplastics, komen deze ongeveer in de middenrange terecht van emissies (zie figuur 9 en tabel 11).

<sup>12</sup> De door het bedrijf in de aanvraagprocedure verstrekte hoeveelheid is vermeld. De leverancier van het betreffende additief stelt dat de hoeveelheid lager is.

<sup>13</sup> Het betreft fijn verdeelde dispersies in water. Ter illustratie: latex verven op waterbasis zijn ook voorbeelden van dispersies.

figuur 9: omvang emissiebronnen microplastics in Nederland (Verschoor, 2017)



Geconstateerde aandachtspunten voor het waterbeheer bij lozing van koelwaterpolymeren zijn:

- de polymeren zijn niet erg toxisch;
- het zijn persistente milieuvreemde stoffen;
- het is niet waarschijnlijk dat polymeren door UV-licht in het water worden afgebroken;
- de stoffen zijn mobiel in water;
- ze vallen onder aanpak B van de ABM 2016.

In bijlage 1 is nader ingegaan op de toxiciteit en slechte afbreekbaarheid van gebruikte polymeren.

### Corrosieremmers

Er worden bij sommige bedrijven corrosieremmers gebruikt, vaak op basis van benzotriazoolverbindingen. Deze worden gebruikt in koelsystemen waarin zich koper bevindt. Deze corrosieremmers zijn slecht afbreekbaar, zijn polair en hebben een toxiciteit voor waterorganismen tussen de 10 en 100 mg/l. Ze horen tot de klasse A3 van de ABM. Benzotriazolen zijn recent ook aangetroffen in schelpdieren in Nederlandse kustwateren (Connect, 2021).

In de literatuur worden ook andere corrosieremmers genoemd, waarbij bijvoorbeeld zinkverbindingen worden gebruikt (Hoorn, 2020). Deze werden niet gebruikt bij de bedrijven die in deze studie zijn onderzocht.

### Totaalgebruik van de hulpstoffen (excl. biociden)

In tabel 11 is het gemiddelde gebruik van de hulpstoffen bij de zeventien bedrijven vermeld. Daarin is het grote gebruik van polymeren bij één datacenter niet meegenomen. Rijkswaterstaat heeft circa 800 bedrijven in haar vergunningenbestand staan. Er wordt geschat dat in circa 20 % van die vergunningen sprake is van koelwaterlozingen. Dit blijkt uit informatie uit de pilot bezien watervergunningen van Rijkswaterstaat (Witteveen en Bosch, Royal Haskoning, 2019). Daarmee rekening houdend is een indicatie opgenomen van de totale vracht van deze hulpstoffen uit koelsystemen in Nederland die lozen op Rijkswater.



Tabel 11: gebruikte hulpstoffen circulatiekoelsystemen met spui\*

hulpstof	gemiddeld gebruik per bedrijf (ton/jaar)	totaal bedrijven NL (ton/jaar)*	Datacenters ton/jaar**
fosforverbindingen	2,3	368	
corrosieremmers	0,8	128	
polymeren	1,4	224	76
totaal	4,5	720	

\* betreft lozingen rechtstreeks op Rijkswater

\*\* betreft één groot datacenter (leverancier stelt dat het gebruik momenteel lager is).

De industrie kwam voor het hulpstoffengebruik van deze stoffen op een gemiddelde emissie van 9,2 ton/bedrijf/jaar (v. Hoorn, 2020). Daarbij was bij één bedrijf sprake van een erg hoog gebruik van corrosieremmers. Dat kan in die situatie een iets vertekend beeld geven. De conclusie is dat de schattingen van de emissies van bedrijfsleven en overheid redelijk overeenkomen.

Om gevoel te krijgen voor de grootte van deze vracht is uit de gegevens in de ER (Emissieregistratie) nagegaan wat de lozingen zijn van organische microverontreinigingen en metalen uit alle bedrijven die lozen op Rijkswater (Deltares, 2021). Dit is exclusief de lozingen van macroverontreinigingen. Ook lozingen vanuit koelwater zitten daar niet in. Die vracht van microverontreinigingen en zware metalen ligt de laatste vijf jaar samen tussen de 48 en 233 ton/jaar (mediaan 105 ton/jaar). De emissies van koelwatermiddelen liggen met 720 ton/jaar dus ongeveer een factor 7 hoger.

Tabel 12: totaal lozingen van microverontreinigingen en metalen op Rijkswater (opgave E-MJV - ton/jaar/ER)\*

2015	2016	2017	2018	2019
48	108	86	101	233

\*exclusief lozingen koelwateradditieven

### Oxidatieve biociden

De middelen waar het hier om gaat zijn zeer giftig (vooral natriumhypochloriet). Voor deze lozingen zijn in de vergunningen van RWS lozingseisen opgenomen. De gebruikte hoeveelheid actief chloor in koelwater is afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte oppervlaktewater. Gemiddeld wordt er per bedrijf 1,5 ton chloor/jaar gebruikt. Via dezelfde soort berekening als bij microverontreinigingen (tabel 11) betekent dit dat er 240 ton chloor per jaar wordt gebruikt in circulatiekoelsystemen die lozen op Rijkswater, dit is exclusief datacenters. Het grootste deel van het gebruikte chloor reageert weg en slechts een fractie wordt geloosd. Aandachtspunt is dat de spuiklep altijd wordt gesloten in geval van shockdosering met actief chloor. Resterend chloor kan worden afgevangen door ontgiftig met natriumbisulfiet.

### Niet-oxidatieve biociden

Bij enkele van de zeventien bedrijven worden de niet-oxidatieve biociden glutaaraldehyde, DBNPA en isothiazoline gebruikt. Dit type biociden wordt meestal alleen gebruikt wanneer actief chloor onvoldoende effectief is. De resultaten uit het eerdere onderzoek van het RIZA (zie ook hoofdstuk 3) geven aan dat er in de praktijk hoge concentraties biociden worden gebruikt (mg/l-niveau). Het is van

belang dat lozingen van deze stoffen worden ontgift met een geoptimaliseerde dosering van natriumbisulfiet (zie bijvoorbeeld DOW, 2020).

**Gebruik hulpstoffen in ketelwater en gesloten systemen**

In tabel 8 en 9 is een opsomming opgenomen van de stoffen die bij de bedrijven in gesloten systemen worden gebruikt. Het zijn geen circulatiekoelsystemen die voortdurend lozen. Periodiek vindt wel lozing van deze stoffen plaats. Het betreft vaak dezelfde soort stoffen als in de circulatiekoelsystemen.

## 5 Op naar Chemiearme Koelwaterbehandeling

In dit hoofdstuk worden technieken beschreven waarmee het gebruik van additieven in open koelwatercirculatiesystemen kan worden verminderd.

Door de branchevereniging ENVAQUA expertgroep koelwater (leveranciers van hulpmiddelen/behandelaars van koelwater) zijn naar aanleiding van het RWS-rapport (Rutten, 2020) aan RWS handreikingen gedaan welke verbeteringen zij zien om het verbruik van chemicaliën terug te dringen (ENVAQUA, 2020). Toepassing van deze methoden maken inmiddels onderdeel uit van de doelen die deze expertgroep zichzelf stelt. De branchevereniging maakt onderscheid in vier verschillende onderdelen die in dit hoofdstuk behandeld worden. Aandachtspunten die RWS voor verdere uitwerking belangrijk vindt, zijn in de meest rechtse kolom van tabel 13-15 benoemd.

Door RWS zijn deskundigen vanuit ENVAQUA gevraagd om bepaalde technieken in besprekingen nader toe te lichten. In die gevallen is in een aparte paragraaf zo'n techniek verder uitgewerkt<sup>14</sup>.

In hoofdstuk 7 zijn de belangrijkste bevindingen uit dit hoofdstuk samengevat in de vorm van aanbevelingen voor de verdere uitwerking in de praktijk.

### 5.1 Opbouw en optimalisatie koeltorensysteem

Een van de meest eenvoudige manieren om het hulpstoffengebruik te verminderen is om de kwaliteit van het ingenomen suppletiewater te optimaliseren voor de koeltoren. Ook moet het koelsysteem technisch optimaal in elkaar zitten. Er moet aandacht worden besteed aan de samenstelling van het ingenomen suppletiewater. Indien er veel biologisch materiaal met suppletiewater wordt ingetrokken zal dat tot een hoger gebruik aan additieven leiden. Daarnaast moet er goed gekeken worden naar de indikking van het koelwater. Vaak is er een sprake van een indikking met een factor 4, maar een hogere indikking kan. Dit leidt direct tot een vermindering van de hoeveelheid op hulpstoffen. Materiaal van het koelsysteem en warmtewisselaars speelt ook een rol bij de keuzes van hulpstoffen. Ook door continue monitoring van verschillende factoren zoals pH, temperatuur en corrosiesnelheid kan de dosering van hulpstoffen worden verminderd. Daarnaast moet er aandacht zijn voor de beoordeling van de milieueigenschappen van gebruikte hulpstoffen (zie tabel 13).

---

<sup>14</sup> Deze paragrafen zijn vooraf in concept aan de bedrijven voorgelegd voor aanvulling/correctie. Opgemerkt dient te worden dat opgegeven inschattingen van terugverdientijd en andere commerciële aspecten door de bedrijven van deze technieken zelf zijn opgegeven.

Aandachtspunt: RWS heeft de door bedrijven verstrekte gegevens niet kunnen verifiëren. Deze opgave ligt de verantwoordelijkheid hiervoor bij deze bedrijven.

Tabel 13: opbouw en optimalisatie koelsysteem

Optimalisatie koeltorensysteem		Korte omschrijving technologie	Geclaimd effect op de waterlozing/spui uit de koeltoren	Neveneffect op de waterlozing/spui uit de koeltoren	Aandachtspunten vanuit RWS
01.	Optimalisatie indikking (al dan niet door automatisering)	Door optimalisatie de indikking verhogen zodat er minder water geloosd wordt en daardoor minder corrosie- en scalinginhibitor benodigd is.	Vermindering van de lozing van corrosie- en scalinginhibitor	-	beoordeling geloosde corrosie-inhibitoren en antiscalingmiddelen, en benodigde concentraties in relatie tot opbouw koelsysteem
02.	Selectie materiaalkeuze koeltorensysteem	Keuze van niet-corrosiegevoelige materialen in het koeltorensysteem waardoor er geen corrosie-inhibitie benodigd is	Eliminatie van de lozing van corrosie-inhibitor	-	

## 5.2 Voorzuivering ingenomen koelwater

Bij de meeste open koelwatercirculatiesystemen wordt oppervlaktewater als koelmedium gebruikt. De kwaliteit van het oppervlaktewater verschilt sterk per locatie, maar bevat in alle gevallen stoffen zoals kalk(deeltjes), micro-organismen en organisch materiaal. Voorbehandeling van het oppervlaktewater zorgt voor lagere concentraties van deze stoffen. Hierdoor wordt het koelsysteem minder belast. Het chemicaliëngebruik kan worden beperkt en het koelwater sterker worden ingedikt.

In deze paragraaf is een selectie beschreven van technieken waarmee het koelwater vooraf kan worden behandeld. Hierbij is gekeken naar:

- de soorten stoffen die verwijderd kunnen worden;
- de kosten;
- het verwijderingsrendement;
- aanvullend chemicaliëngebruik.

Tabel 14: methoden optimalisatie suppletiewater

Optimalisatie suppletiewaterkwaliteit				Neveneffect lozing	Nadere uitwerking
03.	(gedeeltelijke) Waterontharding	Door verbeteren van de suppletiewaterkwaliteit, kan het water verder ingedikt worden met als gevolg minder waterverbruik (en dus lagere chemicaliënlozing)	Vermindering (of eliminatie) van de lozing van scalinginhibitor en vermindering van de lozing van corrosie-inhibitor	Verhoging van zoutlozing veroorzaakt door regeneratie van de ontharder	zie par. 5.2.2 en 5.2.4
04.	(gedeeltelijke) Reversed osmosis / demiwater / condensaat	Door verbeteren van de suppletiewaterkwaliteit, kan het water verder ingedikt worden met als gevolg minder waterverbruik (en dus lagere chemicaliënlozing)	Vermindering (of eliminatie) van de lozing van scalinginhibitor en vermindering (of eliminatie) van de lozing van corrosie-inhibitor	Verhoging van de lozing scalinginhibitor dat gebruikt wordt voor de R.O. installatie of verhoging van de zoutlozing veroorzaakt door regeneratie bij gebruik van een waterontharder	zie par. 5.2.1
05.	Captieve de-ionisatie	Door verbeteren van de suppletiewaterkwaliteit, kan het water verder ingedikt worden met als gevolg minder waterverbruik (en dus lagere chemicaliënlozing)	Vermindering van de lozing van corrosie- en scalinginhibitor	Verhoging van de lozing aan chemicaliën die gebruikt wordt voor de Captieve de-ionisatie installatie	zie par. 5.2.3
06.	Voorfiltratie van het suppletiewater	Vermindering vaste deeltjes d.m.v. filtratie waardoor minder vaste deeltjes in het water en daardoor minder waterbehandelingsproducten nodig heeft	Vermindering van de hoeveelheid corrosie-, scalinginhibitor en biocide		
	Ionenwisseling	Verwijdert ionen die neerslagen veroorzaken bij indikking. Daardoor minder waterbehandelingsproducten nodig.	Vermindering van de hoeveelheid corrosie-, scalinginhibitor		zie par. 5.2.4

Er is een selectie gemaakt van een aantal voorzuiveringstechnieken die staan beschreven in het rapport "Cooling water conditioning in the future" (KWR, 2016). Er bestaan daarnaast ook nog andere technieken die mogelijk geschikt zijn om koelwater vooraf te zuiveren. Soms zijn die technieken nog onvoldoende uitontwikkeld.

### 5.2.1 Membraanfiltratie

Bij nanofiltratie (NF) en omgekeerde osmose (*reverse osmosis*, RO) wordt druk uitgeoefend om het water door een membraan te persen. De poriën in het membraan zijn zeer klein, zodat slechts een beperkt deel van de in het water aanwezige stoffen doorgelaten wordt. NF kan stoffen tegenhouden met een molecuulgewicht van 1.000 tot 100.000 dalton; RO kan stoffen tegenhouden tot 200 dalton. De druk op het water bij NF bedraagt meestal 6 bar maar kan oplopen tot 10 bar. Bij RO varieert de druk tussen 10 en 84 bar (KWR, 2016).

NF en RO zijn erg effectief om twee- en driewaardige ionen waaronder bijvoorbeeld calcium en magnesium uit het koelwater te verwijderen. RO verwijdert daarnaast ook effectief eenwaardige ionen (tot 99,8%); NF kan dit ook, maar met een lager verwijderingspercentage. NF en RO zijn ook goede technieken om bacteriën, schimmels, virussen en organisch materiaal te verwijderen. Er zijn nog wel anti-scaling chemicaliën of technieken nodig om neerslag op het membraan te voorkomen. (KWR, 2016)

De investeringskosten zijn relatief hoog ten opzichte van andere technieken. De operationele kosten zijn gemiddeld (NF) tot hoog (RO). (KWR, 2016)

### 5.2.2 *Pelletontharding*

Bij pelletontharding wordt kalk uit het water verwijderd door een base toe te voegen, bijvoorbeeld NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> of Ca(OH)<sub>2</sub>. Door de resulterende verhoogde pH verschuift het evenwicht tussen opgelost CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> en CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> in het water naar rechts. Het ontstane carbonaat vormt samen met Ca<sup>2+</sup>-ionen vast calciet (CaCO<sub>3</sub>), dat kan worden afgevangen. Bij pelletontharding wordt zand of calciet gebruikt als entkristal, zodat het gekristalliseerde calciumcarbonaat eenvoudig verwijderd kan worden (KWR, 2016).

De investeringskosten van deze techniek zijn hoog ten opzichte van andere technieken. De onderhoudskosten zijn gemiddeld. Het is een bewezen techniek in met name de drinkwaterindustrie. De concentratie van calcium in het behandelde water is circa 10 mg/L. Een concentratie van 1 mg/L is ideaal. Een aanvullende zuiveringstechniek is hierdoor gewenst (KWR, 2016).

Door de verhoogde pH (9-9,5) is een bijkomend voordeel dat corrosie van ijzer sterk wordt beperkt, omdat ijzercarbonaat erg slecht oplost in een alkalisch milieu. Voor andere metalen zoals aluminium dienen wel corrosieremmers toegevoegd te worden (KWR, 2016).

### 5.2.3 *Capacitieve deïonisatie (CDI)*

Capacitieve deïonisatie is een energie-efficiënte techniek voor het ontzouten van water. Om dit te bereiken wordt gebruik gemaakt van twee poreuze koolstofelektrodes. Anionen worden opgeslagen in de poriën van de positieve elektrode, terwijl kationen in de negatieve elektrode worden opgeslagen. Wanneer de elektrodes verzadigd zijn, kunnen ze worden geregenereerd door het potentiaalverschil te verkleinen of om te draaien (KWR, 2016). Afhankelijk van de omstandigheden varieert het verwijderingsrendement voor droge stofdeeltjes tussen de 50% en 95%. (KWR, 2016)

De investeringskosten en onderhoudskosten zijn gemiddeld ten opzichte van andere technieken. (KWR, 2016)

### 5.2.4 *Ionenwisselaars*

Water kan worden onthard door het te behandelen met ionenwisselaars. Het proces bestaat uit een aantal stappen. Eerst wordt het water over een kolom met een kationenwisselaar geleid, waarbij bijvoorbeeld Ca<sup>2+</sup> en Mg<sup>2+</sup> worden uitgewisseld tegen H<sup>+</sup> uit de ionenwisselaar. Bicarbonaat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) in het water reageert vervolgens met de vrijgekomen protonen en wordt omgezet in koolstofdioxide en water. CO<sub>2</sub> wordt verwijderd door het water te ontgassen, waarna het water over een kolom met een anionenwisselaar wordt geleid om de anionen uit het water te verwijderen. Een speciale vorm hiervan is het gebruik van een *anion exchange scavenger*: deze anionenwisselaar kan naast 'eenvoudige' anionen ook organisch materiaal binden, waaronder humuszuren (KWR, 2016).

Omdat het behandelde water minder kalkdeeltjes bevat zijn er minder anti-scaling producten nodig (KWR, 2016).

Wanneer actieve plekken op de polymerenharsen bezet zijn moeten deze geregenereerd worden met bijvoorbeeld een geconcentreerde zoutoplossing. De investeringskosten zijn laag en de onderhoudskosten zijn gemiddeld ten opzichte van andere technieken. (KWR, 2016)

### 5.3 Alternatieve waterbehandelingsproducten

Er zijn verschillende alternatieve producten voor het behandelen van het koelwater. Bij deze alternatieven is het van belang om te kijken naar de waterbezwaarlijkheid volgens de ABM-2016 en zo voldoen aan wet- en regelgeving. In tabel 15 zijn in de rechterkolom voor enkele technieken de voor- en nadelen geschetst. Voor enkele technieken is op verzoek van RWS WVL aanvullende informatie aangeleverd door de behandelingsfirma's (nr 07 en 10 in tabel 15).

Tabel 15: Overzicht milieuvriendelijkere waterbehandeling

Milieuvriendelijke(re) waterbehandelingsproducten				Neveneffect lozing	Aandachtspunten vanuit RWS
07.	Groene chemie (corrosie- en scalinginhibitor)	Toepassen van milieuvriendelijke(re) corrosie- en scalinginhibitor	De hoeveelheid van de lozing wordt niet direct aangepakt, maar de mate van invloed op het milieu door de lozing wordt vermindert		Van belang is welke groene producten bedoeld worden en wat hun milieueigenschappen zijn. Lagere bezwaarlijkheid volgens de ABM dan de huidige middelen is nodig. Immissietoets is van belang.
08.	Biologische aanpak microbiologie	Toepassen van biologische aanpak van de microbiologie	Eliminatie of vermindering van de lozing van "traditionele" biociden	lozing van de toegepaste biologie	Toelating biologische methoden moeten voldoen aan internationale wet- en regelgeving voor bestrijding van organismen (bacteriën en algen). Effectiviteit van de methoden moet aangetoond worden of wettelijk mogen (bijv. amoëbe technologie).
09.	Alternatieve oxiderende biocide	Bijvoorbeeld ozon, waterstofperoxide, perazijnzuur, permierenzuur, monochlooramine, ECA-water, AOT (hydroxyl-radicalen), chloordioxide	Geen (of vermindering van) vorming en lozing van AOX. Vermindering (of eliminatie) van lozing van biocide	lozing van chloriet en chlooraat indien gebruik van chloordioxide	Verschillende alternatieven moeten worden getoetst en vergeleken met de huidige methode waarbij producten gebaseerd op actief chloor worden gebruikt
10.	Koper-/zilverionisatie	Elektrolyseproces waarbij koper en zilver geïoniseerd worden. De residueel werkende koper- en zilverionen zorgen voor microbiologische beheersing van het koelwater en het voorkomen van contaminatie door het verwijderen van biofilm. Bij geoptimaliseerde suppletiewaterkwaliteit wordt een hogere indikking gerealiseerd en corrosie en scaling beheerst.	Eliminatie van de lozing van "traditionele" biociden. Eliminatie corrosie- en scalinginhibitor	Lozing van koper- en zilverionen i.p.v. traditioneel biocide Indien optimalisatie van de suppletiewaterkwaliteit wordt toegepast, kan dit van invloed zijn op de geloosde stoffen. Dit is afhankelijk van de toegepaste optimalisatie methode.	De toepassing moet voldoen aan de wet- en regelgeving voor bestrijdingsmiddelen en de waterwet. Tevens moet worden getoetst met de immissietoets of normen in oppervlaktewater niet worden overschreden. Corrosie van ijzer uit het koelsysteem door meer edele metalen als koper is een risico.

#### 5.3.1 Groene chemie (corrosie en scalinginhibitor)

Polymeren zoals polyacrylaten/co-polymeren worden al enkele tientallen jaren toegepast in koelwatercirculatiesystemen om kalkafzetting te voorkomen. Deze polymeren worden gemaakt door de chemische industrie, uitgaande van producten

uit de olieraffinage. Eén van de nadelen van deze synthetische polymeren is dat ze niet goed afbreken in het milieu. Biopolymeren zijn gemaakt door modificatie van polymeren van natuurlijke oorsprong (NOVOCHEM, 2020). Bij het toepassen van "Groene Chemie" in koelwater worden deze polymeren gebruikt, al dan niet in combinatie met fosfonaten.

Biopolymeren hebben dezelfde werking als de polyacrylaten, maar breken op langere termijn beter af dan de acrylaten, echter wel sterk vertraagd. Er is hierdoor minder sprake van ophoping in het milieu. In de ABM is de randvoorwaarde dat een stof na achtentwintig dagen voor 60-70% moet zijn afgebroken conform OECD-testen (IenW, 2016, OECD, 2003). Dan is er sprake van "readily biodegradable", ofwel voldoende verwijdering op natuurlijke wijze in het watermilieu. Het groene biopolymeer heeft in de OECD-test 301B op basis van CO<sub>2</sub>-vorming een afbreekbaarheid van 13% na 28 dagen en 24% na 60 dagen (NOVOCHEM WATERTREATMENT BV, 2020). Deze gegevens wijzen in de richting dat dit type polymeer beter afbreekbaar is dan de reguliere polyacrylaten, maar het gaat nog steeds erg traag. De EC50 van dit polymeer is groter dan 6300 mg/l voor watervlo en groter dan 35.400 mg/l voor algen. Doordat het polymeer nauwelijks giftig is komt de ABM indeling uit op B4. Naast dit biopolymeer kan er ook een biologisch beter afbreekbaar dispergeermiddel worden gebruikt ter vervanging van fosfaten/fosfonaten.

Voordelen van de Groene Chemie

- biopolymeren zijn beter afbreekbaar dan polyacrylaten in koelwater en het ontvangend watermilieu;
- product gebaseerd op natuurlijke grondstoffen;
- toepasbaar in koelwater bij alle gangbare pH's;
- hogere indikkingsgraden mogelijk dan bij acrylaat polymeren. De hoeveelheid te doseren product is bij gelijke indikking lager. Bij gelijke dosering ten opzichte van reguliere producten kan die indikking worden verhoogd waardoor er uiteindelijk minder product benodigd is.

Een nadeel van het gebruik van biopolymeren is dat er nog steeds sprake is van gebruik van chemicaliën en dus geen chemiearme koelwaterbehandeling

Groene koelwaterbehandeling wordt in binnen- en buitenland (zowel binnen Europa als buiten Europa, Noord-Amerika en Azië) bij honderden bedrijven toegepast, in nagenoeg alle sectoren. Kostentechnisch zullen de behandelingskosten met biopolymeren lager zijn in vergelijking met traditionele behandelingsmethoden (info NOVOCHEM WATERTREATMENT BV, 2020).

Het gebruik van biopolymeren is vermeld onder B1221 van de MIA regeling.

### 5.3.2

#### *Koperzilverionisatie*

Deze techniek is geschikt voor het bestrijden van biofilm in (gebouw-gebonden) koeltorens en verdampingscondensoren (Holland Water, 2021). In Nederland wordt deze techniek bij tientallen van deze koelsystemen toegepast. De meeste van deze installaties worden gebruikt in de utiliteitsbouw, maar er zijn ook toepassingen in de procesindustrie.

Het koperzilverionisatiesysteem wordt in een bypass van het suppletie-water geplaatst. Er worden via elektrolyse koper- en zilverionen toegevoegd aan het suppletiewater, zodat de concentratie koper- en zilverionen in het koelwater respectievelijk 400 µg/l en 40 µg/l is. De positief geladen koperionen worden door



organismen in het koelsysteem geabsorbeerd. Hierdoor worden de membraanstructuur van deze organismen aangetast en wordt het energieproces in de cel verstoord. De zilver-ionen kunnen hierdoor de celwand passeren en kritieke processen in het organisme verlammen. Organismen zullen hierdoor uiteindelijk afsterven. Deze techniek is met name effectief voor het bestrijden van biofilm (kolonies van aangehechte organismen).

Figuur 10: installatie Cu/Ag-ionisatie (bron: Holland Water 2021)



Deze techniek valt onder de MIA/VAMIL nummer: B 1456 en heeft CTGB toelatingsnummer: 13292. De maximale spui is volgens deze toelating gelimiteerd tot 3 m<sup>3</sup>/uur.

Bij het gebruik van koperzilverionisatie worden geen extra waterbehandelingchemicaliën (corrosie-inhibitoren en (hardheids)stabilisatoren toegepast. De terugverdientijd ten opzichte van reguliere behandeling met biociden is ongeveer 2-4 jaar.

Voordelen:

- bewezen techniek, effectief in het bestrijden van biofilm;
- nauwkeurige dosering en 24/7 monitoring;
- depotwerking; koper- en zilverionen komen ook op moeilijk bereikbare plaatsen van het koelsysteem;
- indikking koelwater factor 3 tot 5 mogelijk.

Verschillende soorten suppletiewater kunnen ingezet water: leiding-, bron- of proceswater, al dan niet in combinatie.

Zilver- en koperionen geven een beschermend laagje op de metalen in het koelsysteem. Hierdoor en door het elimineren van oxiderende biocides wordt corrosie in het systeem beperkt. Er worden verder geen corrosie-inhibitoren gebruikt.

Scaling wordt voorkomen door optimalisatie van de kwaliteit van het suppletiewater. Vaak wordt gebruik gemaakt van ontharding door ionenwisseling. Hierdoor is het mogelijk om zonder het gebruik van hardheidstabilatoren het koelwater hoger in te

dikken en water te besparen. Natriumionen in de hars binden calcium- en magnesiumhardheid in het water. De harsbolletjes worden vervolgens geregenereerd met natriumchloride.

Nadelen/randvoorwaarden:

- Het koelwater moet conform CTGB-toelating altijd geloosd worden via een biologische waterzuivering (RWZI). De gebruikte metaalionen (koper 94% en zilver 65% verwijdering) zullen uiteindelijk voor een belangrijk deel in het slib van de afvalwaterzuivering terecht komen (Emissieregistratie 2019 en 2020).
- Oppervlaktewater wordt normaliter niet gebruikt als suppletiewater. Dat kan alleen na uitgebreide voorzuivering.
- Toevoegen van pekelwater is nodig voor waterontharding.

#### **5.4 Waterbehandeling met apparatuur**

Er zijn volgens ENVAQUA technische mogelijkheden die er toe leiden dat er minder hulpstoffen gebruikt hoeven te worden (zie onderstaande tabel). Dat betreft deels voor- of nabehandeling van het water met bekende methoden (nr. 11, 16, 17, 18, 20). Daarnaast is er een aantal methoden genoemd die technologische uitwerking behoeven over de haalbaarheid in de praktijk (14 en 19). Een tweetal methoden (12 en 13) zijn in de volgende paragrafen verder uitgewerkt. Deze methoden leiden tot direct tot vermindering van het gebruik van hulpstoffen.

Tabel 16: overzicht technische methoden voor chemiearme koelwaterbehandeling

Behandeling van het koelwater door middel van apparatuur			Neveneffect	Aandachtspunt vanuit RWS	
11.	Sidestream filtratie	Deelfiltratie van het koelwater waardoor het koelwater minder vaste delen bevat en daardoor minder waterbehandelingsproducten nodig zijn	Vermindering van de lozing van corrosie- en scalinginhibitor en biocide		
12.	Hydrodynamische cavitatie / Vortex	Uitkristallisatie van calciumcarbonaat d.m.v. een geforceerde vortex in een deelstroom van het recirculerende koelwater gevolgd door een filtratiestap om het gevormde calciumcarbonaat te verwijderen uit het koelwater.	Eliminatie (of vermindering) van de lozing van corrosie- en scalinginhibitor		
13.	(partiële) Elektrolyse /SRTC	In een reactor waarlangs een deel van het circulerende koelwater wordt geleid, wordt door middel van elektrolyse calcium- en magnesiumzouten neergeslagen op de kathode en wordt er aan de anode vrij chloor gevormd.	Vermindering of eliminatie van de lozing van scaling-inhibitor	Lozing van gegeneerd vrij chloor en reactieproducten van vrij chloor	De frequentie van toepassing van elektrolyse (volcontinu of shock), en concentratie/vrachten van actief chloor.
14.	Oscillatie	Een ring, die rond de betreffende leidingen is geïnstalleerd, geeft oscillaties af die de vorming van kalkaanslag, roest, bacteriën, algen etc. in koelwater verstoren.	Eliminatie van de corrosie-, scalinginhibitor en biocide.		Nader inzicht is nodig over de technische werking en haalbaarheid in de praktijk
15.	Ultrasoon	Microbiologie (lokaal) te doden/beschadigen d.m.v. ultrasone golven (hoogfrequent of laagfrequent)	Vermindering (of eliminatie) van lozing van biocide		Nader inzicht is nodig over de haalbaarheid in de praktijk. Nagaan of er ook sprake is van positieve invloed op vermindering scaling.
16.	UV-licht	Microbiologie (lokaal) doden d.m.v. UV-licht	Vermindering (of eliminatie) van lozing van biocide		
17.	Ultrafiltratie	Verwijdering van microbiologie d.m.v. ultrafiltratie	Vermindering (of eliminatie) van lozing van biocide		Nader inzicht is nodig over de haalbaarheid in de praktijk. Dit ook bezien in relatie voorbehandelingsmethoden van het water.
18.	Actief-kool-filtratie	Verwijdering organische belasting in het koelwater of verwijdering van AOX uit het spuiwater	Vermindering van lozing van biocide of eliminatie AOX (bij nabehandeling van het spuiwater)		
19.	Elektromagnetische pulsen	Door elektromagnetische pulsen slaat calciumcarbonaat neer in de koeltoren bassin en wordt microbiologie afgedood. Vanwege de hoge pH van het overgebleven water is er geen corrosie-inhibitor benodigd	Eliminatie van de hoeveelheid corrosie-, scalinginhibitor en biocide		Technische verdieping is nodig.
20.	Fosfaatverwijdering (i.c.m. fosfaatvrije waterbehandeling)	Door fosfaat te verwijderen uit het koelwater is er geen fosfaat als essentieel nutriënt meer aanwezig voor de groei van microbiologie	Eliminatie van lozing van biocide. Daarnaast wordt de mate van invloed op het milieu door de lozing van de corrosie-inhibitor en scaling-inhibitor verminderd		Is een voorbehandelingstechniek

#### 5.4.1

##### *Vortex-technologie*

De vortex-technologie is een fysische methode om verkalking van koelwatersystemen te verminderen. Bij de toepassing van deze techniek hoeven geen koelwateradditieven meer te worden gebruikt. Vaak is het nodig om een voorfiltratie toe te passen op het gebruikte water (zie ook paragraaf 5.1; Boeren, 2019).

##### Principe

Het koelwater wordt door een buis (zie figuur 11) geleid. In deze buis is een kegel aanwezig. Daardoor ontstaat een draaikolk van het doorstromende water. Opgeloste gassen in het water kunnen daardoor "ontsnappen". Het evenwicht tussen kalk, (bi)carbonaat en CO<sub>2</sub> gaat daardoor verschuiven. Daardoor ontstaan fijn gedispergeerde kristallijne kalk (aragoniet) in het water. Hierdoor hechten kalkdeeltjes zich niet als kalksteen aan de binnenwand van het koelwatersysteem. Het koelrendement van de installatie wordt hiermee ook vergroot.

De gedispergeerde kalk kan via filtratie worden afgevangen. Het is mogelijk om de filters terug te spoelen en de kalk met het spoelwater te lozen op het oppervlaktewater. Door toepassing van deze methode kan het gebruik van polymeren en fosfonaten achterwege blijven.

Voor de bestrijding van organismen in het koelwatersysteem kan gebruik worden gemaakt van UV-lampen. Indien deze techniek niet voldoet kan er ook elektrolyse of een ander biocide worden toegepast. Door middel van elektrolyse wordt van aanwezige chloride in het water actief chloor gemaakt. Dit heeft een biocidewerking op organismen.

##### Toepassingsmogelijkheden

Deze technologie wordt sinds 2012 in Nederland toegepast. In 2019 zijn ongeveer zeventig koelwatercirculatiesystemen die de vortex-technologie gebruiken. Dit zijn zowel kleine als grote koelsystemen uit verschillende industriële sectoren. Denk hierbij aan de levensmiddelenindustrie, datacentra en de (petro)chemie sector. De apparatuur is op zowel nieuwe als bestaande koelsystemen te installeren. In de meeste gevallen is de methode in bestaande systemen geïntroduceerd.

figuur 11: Vortex-installatie (rechts van het blauwe vat zijn de conusvormige buizen zichtbaar)



### Case studies

In tabel 17 zijn vier voorbeelden opgenomen. Bij de selectie van bedrijven is rekening gehouden met het type industrie waar de vortex-technologie wordt toegepast en is gekeken naar de omvang (klein en groot debiet). Uit deze gegevens blijkt dat het chemicaliëngebruik fors is afgenomen.

tabel 17: specificaties en resultaten case studie toepassing vortex-technologie

	<b>voedselverwerking</b>	<b>data center</b>	<b>petrochemie</b>	<b>farmaceutische industrie</b>
type koeling	verdampingcondensors	adiabatische koeler	open circulerende koeltoren	open circulerende koeltoren
bestaande installatie	ja	ja	ja	ja
Jaar installatie vortex	2015	2014	2019	2016
verdampend vermogen	24 MW	12 MW	30 MW	20 MW
waterverbruik	68 m <sup>3</sup> /h	17 m <sup>3</sup> /h	59 m <sup>3</sup> /h	62 m <sup>3</sup> /h
gebruik chemicaliën (jaarbasis)	0 kg (huidig) 28.000 kg (voorheen)	0 kg (huidig) 6.800 kg (voorheen)	3.400 kg (huidig) <sup>15</sup> 66.000 kg (voorheen)	0 kg (huidig) 26.000 kg (voorheen)
terugverdientijd	2,2 jaar	2,1 jaar	2,2 jaar (geschat)	3,0 jaar
afname waterverbruik	39%	75%	24%	15%
energiebesparing	3%	niet bekend	niet bekend	7%
indikking koelwater	10x	4,5x	8x	7,8x

#### Terugverdientijd

De terugverdientijd van de installatie bedraagt maximaal drie jaar. Na deze periode varieert de financiële besparing ten opzichte van chemische waterbehandeling tussen de 30 en 80%.

#### MIA VAMIL

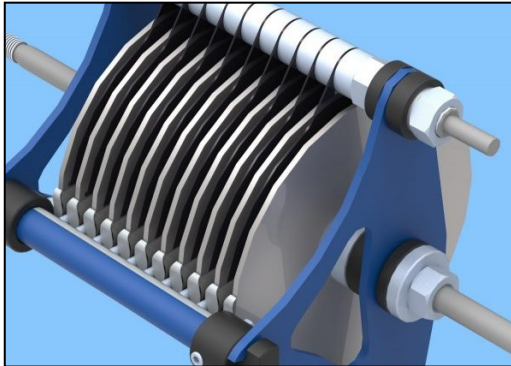
De techniek staat op deze lijst en is vermeld onder B 1221 (Staatscourant, 2021).

### 5.4.2

#### Partiële elektrolyse

In het scale removal system for cooling towers (SRCT) wordt een deel van de circulerende koelwaterstroom (side stream, circa 10% v/v) door een reactorkamer geleid waarin een elektrolyseproces plaatsvindt. In deze kamer bevindt zich een reeks van schijfvormige kathoden en anoden (info S. Peper, RWB water (2020) en M. Klomp (Abalco® Technical Support)/B. Bosscher (Equans) (2022)).

<sup>15</sup> Verwacht wordt dat de hoeveelheid koelwateradditieven verder zal afnemen. De reductie heeft tot nu betrekking op de reductie van het gebruik van chloorbleekloog (Koetsier, 2021)

Figuur 12: electrolyse systeem SRCT<sup>16</sup>

Deze technologie is gebaseerd op een tweetal eigenschappen van water met opgeloste zouten waar een gelijkspanning van max 12 Volt doorheen wordt gevoerd.

De eerste eigenschap waar gebruik van wordt gemaakt is vorming van chloorgas, zuurstof en zuurstof radicalen aan de anode (positieve pool). Chloor reageert direct door tot chloorbleekloog, maar tevens ontstaat er chloordioxide. Bij de pH van het totale systeem (globaal 8,8) zal chloordioxide de desinfectant zijn die de microbiologie onder controle gaat houden. De tweede eigenschap is dat de metaal ionen Calcium en Magnesium naar de kathode getrokken gaan worden. Vanwege het water evenwicht zullen hier OH- ionen worden gevormd. Door de lokale hoge pH zal kalk neerslaan op de kathodeplaten die zich in de reactorkamer bevinden. Overall is sprake van een serie complexe redoxreacties en waar ook gebruik gemaakt wordt van de sturing van het bicarbonaat – carbonaat – CO<sub>2</sub> evenwicht. Voordeel van het systeem is dat gebruik van polymeren, corrosieremmers en hardheidstabilisatoren en aparte biociden achterwege kan blijven. Vrij chloor wordt in situ gevormd.

#### Verwijdering van de neergeslagen kalk

De installatie kan periodiek een backflush uitvoeren. Tijdens deze backflush worden de schijven geroteerd en wordt d.m.v. een gepatenteerd schraapsysteem de neergeslagen kalk

van de schijven geschraapt. De los geschraapte kristallijne kalk wordt met een kleine hoeveelheid water richting het aanwezige vuilwaterriool gespoeld.

#### Chloordosering

Door het goed monitoren (afstellen) van de spanning en het gehalte aan chloride ionen in het water kan de concentratie vrij chloor in het koelwater onder controle worden gehouden. Sturing vindt plaats d.m.v. een vrij chloor sensor in het koeltorenwater.

#### Toepassingsmogelijkheden

Deze electrolysetechniek wordt al veel toegepast op koeltorensystemen in landen waar water niet in overvloed aanwezig is. Het systeem is in staat om zeer zuinig om te gaan met de noodzaak van spuien.

Indikking tot een niveau van 4 tot 10 is heel normaal, maar is afhankelijk van de

<sup>16</sup> Bron: RWB Waterbehandeling en Abalco® Technical Support

kwaliteit van het voedingswater. Dit leidt bij hoge indikkingen tot een vermindering van suppletiewater inname van ongeveer  $\pm 25\%$ . Door opvang en gebruik van regenwater kan dit percentage hoger zijn. Door toepassing van een zandfilter is de vuillast in de koeltoren onder controle en kan daarmee de vrije chloor behoefte minimaal worden gehouden (0,7-1 mg vrij chloor/l). De techniek kan zowel voor gesloten als open koeltoren systemen gebruikt worden. Het normale temperatuur bereik van deze techniek gaat tot een koelwater temperatuur van  $\pm 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maar kan wellicht hoger. Er zijn diverse modellen beschikbaar voor koeltorens van relatief lage tot zeer hoge vermogens.

#### Suppletiewater

Het grote voordeel bij SRCT techniek is dat het suppletiewater niet voor behandeld hoeft te worden. Hierdoor kan gewoon drinkwater of bedrijfswater als basis genomen worden. Indien het chloride gehalte in dit suppletie water niet hoog genoeg is kan het nodig zijn pekewater toe te voegen.

#### Risico's

De risico's voor het opstarten van deze installatie zijn relatief laag. Bij nieuwe en bestaande systemen kan het SRCT direct toegepast. Vooraf dient het gebruikt suppletiewater op geschiktheid getoetst te worden. Toepassing van dit systeem bij hogere temperaturen vraagt maatwerk. Hier zal goed gekeken moeten worden naar de gehalten zout in combinatie met de bepaalde Langelier index (index hardheid als functie temperatuur).

#### Terugverdiertijden (ROI)

De ROI van deze installatie varieert. Het e.e.a. hangt af van de grootte van de installatie, het gebruik, de temperaturen, de kwaliteit van het suppletiewater, de prijzen van de chemicaliën die het vervangt, etc. De terugverdiertijd zal omtrent de 2 jaar liggen. De operationele kosten zijn laag en behelzen de elektrokosten van een pomp en de electrolyseunit. Het reinigen van de reactorkamer is vrij eenvoudig. Reiniging d.m.v. hogedruk volstaat in de meeste gevallen.

De techniek valt onder de MIA VAMIL regeling; Bedrijfsmiddelcode B1546 – 2020.

#### Ervaringen

In 2021 zijn in Nederland de eerste SRCT-systemen geïnstalleerd in een datacentrum, een koelwaterunit in een gebouw, een levensmiddel/farmaceutisch bedrijf en bij een bedrijf uit de energiesector. De eerste ervaringen zijn positief ervaren, ook door de eigenaars van de koeltorens (info RWB water). Bij een bedrijf die materialen voor elektronische diensten maakt is in 2021/2022 een succesvolle pilot gedurende een vol jaar uitgevoerd (info Abalco® Technical Support).



## 6 Behandeling koelwater in gebouwen

In veel utiliteitsgebouwen (onder meer kantoren en ziekenhuizen) en datacentra worden open koeltorens gebruikt. Het spuiwater van deze koeltorens wordt in de meeste gevallen via een Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) geloosd (Bolt ENVAQUA, 2021). Het debiet is in de meeste gevallen minder dan 10.000 m<sup>3</sup> per jaar en maximaal 30.000 m<sup>3</sup> per jaar. Voor koelwater wordt voornamelijk drinkwater als medium gebruikt (99%). Incidenteel wordt een ontharder toegepast of wordt osmosewater gebruikt. De installaties worden vooral in de zomer actief gebruikt. In datacentra, maar ook kantoorgebouwen (airco) wordt ook vaak luchtkoeling gebruikt.

Het gebruik van additieven in koelsystemen van utiliteitsgebouwen verschilt op een aantal punten van koelsystemen voor industrieel gebruik.

De gebruikers van kleine koelwatersystemen hebben soms wat minder kennis en expertise over koelsystemen dan een industriële gebruiker. Om het risico op ongelukken te verkleinen worden voornamelijk isothiazolines (circa 3x per week) als biocide toegepast in plaats van chloorbleekloog.

De verblijftijd van het koelwater (ca. 10 uur) is korter dan in industriële installaties (gemiddeld 96 uur). De indikingsgraad van het water is circa 3 tot 4.

In de herfst wordt vaak de installatie gereinigd met een biologisch afbreekbaar dispergeermiddel (ABM-indeling B4) en een organisch zuur, vaak citroenzuur, om aantasting van verzinkte onderdelen in de installaties beperkt te houden.

De meeste koeltorens in utiliteitsgebouwen vallen onder de technische gebouwendienst. De kennis over de werking, beheer en onderhoud van koeltorens is vaak beperkt. Specifieke waterbehandeling wordt daarom in de meeste gevallen uitbesteed. De kennis is wel toegenomen in afgelopen jaren, maar daarbij ligt het accent op legionellabestrijding.

De additieven die gebruikt worden ter voorkoming van kalkafzetting en corrosie (fosfonaten en polymeren) zijn vergelijkbaar met additieven die gebruikt worden in industriële koelsystemen.

Figuur 13: voorbeeld van een veel voorkomende koelmachine in gebouwen, waarbij koelwater nodig is voor de condensorkoeling





## 6.1 Indicatie omvang van gebruikte koelwaterchemicaliën

Voor een koelwatersysteem van een doorsnee kantoor is voor de behandeling van het water het middelgebruik ongeveer als volgt (Bolt ENVAQUA 2021):

Koelvraag: 1 MWatt  
Gedurende zomermaanden (3650 uur in bedrijf)  
Inhoud koelsysteem: 3 m<sup>3</sup>.  
Waterverbruik (verdamping en spui): 8213 m<sup>3</sup>.

In deze situatie is het verbruik aan chemicaliën:

46 kg biocide (veelal isothiazolines, concentratie 1,24% w/w)  
222 kg dispergeermiddel (fosfonaten 10% en polymeren 15% w/w)

In Nederland zijn ongeveer 3000 koelinstallaties aanwezig, waarvan geschat ca. 1500 met koelwater en koeltoren (Bolt, 2021B, Atlas leefomgeving 2021). Op basis van de hiervoor genoemde gegevens kan een indicatieve berekening worden gemaakt van de hoeveelheid in Nederland. Het betreft de volgende jaarvrachten die normaliter op de riolering worden geloosd:

Isothiazolines:  
850 kg/jaar actieve stof (46 kg/installatie/jaar \* 0,0124\*1500 installaties)  
Polymeren: 49950 kg/jaar polymaleïnezuur/polyacrylaat  
Fosfonaat: 33.300 kg/jaar

Deze hoeveelheden zijn veel kleiner dan de hoeveelheden die in industriële installaties worden gebruikt (zie tabel 11). Daarbij moet in ogenschouw worden genomen dat deze lozingen nog worden gezuiverd in rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

## 7 Conclusies en aanbevelingen

De conclusies en aanbevelingen vallen uiteen in twee onderdelen:

- Conclusies en aanbevelingen aard/omvang lozingen van hulpstoffen (zie 7.1) en aanbevelingen en adviezen voor Chemiearme Koeling voor de follow up van dit rapport (zie 7.2).

### 7.1 Conclusies en aanbevelingen m.b.t. inzicht in aard/omvang lozingen

- 1) Uit de grote industriële circulatiekoelsystemen met spui worden grote hoeveelheden chemische stoffen ongezuiverd geloosd op oppervlaktewater (polymeren<sup>17</sup>, fosf(on)aten, corrosieremmers). Naar schatting gaat het om maximaal 720 ton/jaar voor de lozingen op Rijkswateren. Het grootste deel van deze stoffen breekt niet af in het milieu. De stoffen zijn over het algemeen laag toxisch (met uitzondering van de biociden), maar wel mobiel in het watermilieu. Ze bemoeilijken het maken van drinkwater uit oppervlaktewater. Deze koelwaterstromen worden niet gezuiverd omdat de stoffen biologisch slecht afbreekbaar zijn. Afvoeren naar biologische zuiveringsinstallaties zou leiden tot verdunning van de geconcentreerde afvalwaterstromen. De afbreekbare stoffen daarin zouden door verdunning anders met een veel lager rendement worden verwijderd. De omvang van deze ongezuiverde lozingen (als tonnen/jr) van koelwatermiddelen is ongeveer een factor 7 hoger dan de huidige door RWS vergunde industriële emissies van organische microverontreinigingen en metalen op Rijkswater (Deltares, 2021).
- 2) De hoeveelheid hulpmiddelen genoemd onder 1 zijn exclusief de emissies vanuit de koelsystemen van datacenters en lozingen van koelwateradditieven die vergund zijn door omgevingsdiensten of waterschappen. Eén groot datacenter alleen al bleek goed te zijn voor een vergunde emissie van 76 ton aan polymeren<sup>18</sup>. *Het inzicht in de emissies uit datacenters is nog erg beperkt. Nader onderzoek hiernaar door de overheid is gewenst.*
- 3) Naast de polymeren, fosforverbindingen en corrosieremmers worden er ook oxidatieve biociden gebruikt, vooral chloorbleekloog, en soms ook niet-oxidatieve biociden. Deze biociden zijn nodig om biologische aangroei te voorkomen, waaronder legionella. Deze middelen zijn zeer giftig, en krijgen veelal al wel aandacht in de vergunningverlening. *Het afleiden van officiële normen (door RIVM) voor de regelmatig gebruikte niet-oxidatieve biociden is zeer wenselijk. De nu in de praktijk gehanteerde normen zijn namelijk matig onderbouwd. Ook is het gewenst dat vergunningverleners aandacht besteden aan het vermijden van normopvulling voor deze niet-oxidatieve biociden in oppervlaktewater.*
- 4) Uit koeltorens op kantoorgebouwen, ziekenhuizen enz. worden in warmere perioden verspreid over Nederland dezelfde soort hulpstoffen op de riolering geloosd. Dat betreft ongeveer 850 kg biocides (hoofdzakelijk isothiazolines), 50 ton polymeren en 23 ton fosfonaten. Dit zijn veel kleinere hoeveelheden dan uit industriële koelsystemen. Opgemerkt moet worden dat fosfonaten evenals polymeren ook voorkomen in onze wasmiddelen. Het gebruik van biocide is nodig om bacteriegroei waaronder legionella te voorkomen.
- 5) Uit dit onderzoek is gebleken dat er regelmatig kwalitatief slechte en soms zelfs volstrekt onbruikbare veiligheidsinformatiebladen worden ingediend bij afdelingen vergunningverlening van Rijkswaterstaat. In sommige gevallen

<sup>17</sup> Het betreft de lozing van gedispergeerde wateroplosbare polymeren. Dat zijn geen microplastics. In geval van microplastics betreft het vaste deeltjes.

<sup>18</sup> De waterbehandelaar van het koelwater geeft aan dat de daadwerkelijke hoeveelheid veel lager is.

staat er helemaal geen informatie in over de stoffen in een product. Dat maakt beoordeling van de gebruikte producten door vergunningverleners onmogelijk.

*Verduidelijking en verbetering van de milieuinformatie op veiligheidsinformatiebladen is nodig. Leveranciers van producten kunnen dit zelf heel gemakkelijk doen. Een andere manier is aanscherping van de betreffende EU- CLP regelgeving (vereisten t.a.v. classification, labeling en packaging voor producten). Initiatief hiertoe is gewenst door IenW/DGMI.*

## 7.2 Aanbevelingen om lozingen tegen te gaan: Chemiearme Koeling

In het kader van bestuurlijke afspraken Delta-aanpak waterkwaliteit zijn afspraken gemaakt om de lozingen van hulpstoffen vanuit open circulatie systemen te adresseren. Als vervolg daarop is in het Bestuurlijk Omgevingsberaad op 11 oktober 2021 een notitie vastgesteld waarin is opgenomen dat gestreefd wordt naar Chemiearme Koelwaterbehandeling (zie bijlage 9.3). Deze notitie is in samenspraak tussen Rijkswaterstaat, ministerie IenW en het bedrijfsleven (VEMW) opgesteld<sup>19</sup>.

Om dit streven naar Chemiearme Koelwaterbehandeling praktisch in te vullen zijn bedrijven die koelwater behandelen in de gelegenheid gesteld verbeteropties naar voren te brengen. Deze zijn in dit rapport beschreven in hoofdstuk 5 en hier beknopt samengevat.

### Technische opties chemie-arme koeling

Er zijn verschillende mogelijkheden om het verbruik van hulpstoffen terug te brengen. In de praktijk zal er vaak een combinatie van technieken moet worden gezocht om tot vermindering van de milieubelasting door deze lozingen te komen. Vaak blijkt een pilotfase nodig om dit voor elkaar te krijgen.

#### 1) Voorzuivering gebruikte koelwater

Aan de behandelaars van koelwater wordt aangeraden om het koelwater voor te zuiveren. Schoner suppletiewater leidt direct tot verminderd gebruik van chemicaliën.

#### 2) Verminder het koelwater- en hulpstoffenverbruik

Optimaliseer de indikking van het koelwater. Dat vermindert het hulpstoffengebruik. Ga optimalisatiemogelijkheden na gericht op vermindering van het hulpstoffenverbruik.

#### 3) Waarom is een bepaalde corrosieremmer nodig?

Gebruik materialen die niet of minder corrosiegevoelig zijn. Daardoor kunnen corrosieremmers achterwege blijven.

#### 4) Milieuvriendelijkere chemie introduceren

- a. Er zijn mogelijkheden om fosfaten/fosfonaten te vervangen door beter afbreekbare alternatieven. Aangeraden wordt om die te gaan toepassen.
- b. Gemodificeerde polymeren op basis van cellulose zijn een alternatief voor de gebruikte polymeren op petrochemiebasis. Alhoewel de biologische afbreekbaarheid nog steeds laag is hebben deze stoffen voordelen omdat ze gebaseerd zijn op natuurlijke materialen. De afbreekbaarheid op langere termijn is ook beter dan die van de gebruikelijke polymeren op petrochemiebasis.

<sup>19</sup> Aanleiding hiervoor is het rapport van Rutten en Berbee (2020) geweest waaruit bleek dat er grote hoeveelheden hulpstoffen uit dergelijke koelsystemen vrijkomen.

**5) Gebruik innovatieve methodes**

- a. De Vortex-methode is in Nederland inmiddels een bewezen techniek en reduceert het chemicaliënverbruik voor fosforverbindingen en polymeren naar nihil. Men dient wel aandacht te houden voor voldoende voorzuivering van het water, en bacteriegroei, waaronder legionella.
- b. De SRCT-methode (scale removing system voor cooling towers; partiële electrolyse) zorg er ook voor dat polymeren en fosforverbindingen niet langer nodig zijn. De eerste positieve ervaringen in Nederland zijn nu opgedaan bij vijf bedrijven. Een aandachtspunt is wel de hoeveel actief chloor die ontstaat. Verder opdoen van ervaringen met deze techniek is van belang.
- c. Koperzilverionisatie kan gebruikt worden maar leidt na lozing op de riolering wel tot het vrijkomen van zware metalen en verontreiniging van zuiveringslib. Spuiwater moet namelijk geloosd worden via een biologische zuiveringsinstallatie.

**6) Registratie hulpstoffengebruik**

Breng jaarlijks de gebruikte hoeveelheden hulpstoffen in koelwater en de debieten van het koelwater in beeld. Leg de referentiesituatie vast.

Alleen in vergunningaanvragen wordt een opgave gedaan van de hoeveelheid te gebruiken hulpstoffen in koelwater. Er is behoefte aan het daadwerkelijke jaarlijkse gebruik. Zonder deze informatie is het niet goed mogelijk om in beeld te brengen of er in de praktijk daadwerkelijk wordt gekomen tot Chemiearme Koelwaterbehandeling. Dat kan simpel met gegevens uit de bedrijfsadministratie.

**Adviezen procesmatige aspecten bij vergunningverlening /communicatie**

- 7) Aan de vergunningverleners van Rijkswaterstaat, omgevingsdiensten en waterschappen wordt aangeraden om bij bezien en herzien van vergunningen aan de eigenaars van de koelinstallaties plannen te vragen om te komen tot chemiearme koeling. Van belang is dat de toepassingsmogelijkheden van meerdere chemiearme technieken zijn onderzocht en beoordeeld. Volg het gebruik van hulpstoffen in de tijd.
- 8) Aan eigenaren van koelinstallaties wordt aangeraden om verschillende koelwaterbehandelaars uit te nodigen om verbeteringsvoorstellen te maken gericht op het realiseren van chemiearme koelwaterbehandeling.
- 9) De beoordeling van plannen, vastleggen van chemie-arm koelen in de vergunning en het uitvoeren in de praktijk zal normaliter een kwestie van maatwerk zijn. Welke methodes dragen slim bij aan de stap naar een verminderde lozing van hulpstoffen uit de koelsystemen?
- 10) Aan brancheverenigingen zoals bijvoorbeeld VEMW en ENVAQUA, maar ook aan RWS wordt aangeraden om op symposia ervaringen met Chemie-arm koelen te delen.
- 11) De kennis over gebruik van koelwateradditieven actief gaan delen tussen vergunningverleners van RWS, omgevingsdiensten en waterschappen. Aanbevolen wordt om het onderwerp koelwaterbehandeling een plek te geven in de opleidingen voor vergunningverleners.
- 12) Inpassing in BREF-documenten<sup>20</sup>. Overheid en bedrijfsleven moeten zorgen dat innovatieve bewezen technieken een plek krijgen bij de herziening van

<sup>20</sup> BREF staat voor staat voor BAT Reference documents en is een uitwerking van de best beschikbare technieken die voortkomen uit de RIE-richtlijn van de Europese Unie.

BREFs. Dit is belangrijk voor de uitvoering van de vergunningverlening en het level playing field van bedrijven.

## 8 Referenties

- ABM, 2016, Algemene Beoordelingsmethodiek, methode ter bepaling van de benodigde saneringsinspanning bij lozingen op basis van stoffeigenschappen.
- Adriaensen R. al. (2001), Aqua Nederland positioning paper "koel- en ketelwateradditieven"
- Atlas Leefomgeving, <https://www.atlasleefomgeving.nl>, juni 2021.
- Balk, 2003, Environmental Emissions Scenarios, PT11, rapport nr. 4L1784.A1/R015/FBA/TL/Nijm
- Baltus, C., Kerkum, L., Kienhuis, P., 1999, Acute toxiciteit van koelwaterlozingen uit recirculatiekoelsystemen, RIZA rapport 99.025.
- Baltussen, 2017, onderzoek naar biociden effluenten van rwzi's najaar 2017, rapport BACO adviesbureau.
- Berbee R.P.M. (1997), Hoe omgaan met actief chloor in koelwater? Riza rapport 97.077
- Bolt, W. e.a. namens ENVAQUA, 2021, persoonlijke communicatie met RWS WVL B. Rutten en R.P.M. Berbee d.d. 3 maart 2021.
- Boeren, M. (firma Pathema), 2019, persoonlijke communicatie met B. Rutten en R.P.M. Berbee RWS WVL.
- Bolt, W. firma Solenis, 2021B, persoonlijke communicatie met RWS WVL B. Rutten en R.P.M. Berbee d.d. 19 mei 2021.
- Connect, 2021, OSPAR MIME Working Group, Wide-scope target and suspect screening of emerging contaminants and their transformation products in marine biota samples from the North-East Atlantic, Environmental Institute (EI), s.r.o., Okružná 784/42, 972 41 Koš, Slovakia.
- DOW, 2020 Chemicals Spills, Deactivation and Disposal of Glutaraldehyde: Safe Use and Handling Guide, ;
- Deltares, Duijnhoven, N, informatie uit de Emissieregistratie, email aan RWS d.d. 20 mei 2021.
- ECHA.europa.eu/ database van geregistreerde stoffen en producten in de Europese Unie.
- ECHA, 2019, ANNEX XV RESTRICTION REPORT PROPOSAL FOR A RESTRICTION SUBSTANCE NAME(S): intentionally added microplastics.
- ECHA, 2022, website date February 2022, <https://echa.europa.eu/nl/hot-topics/microplastics>
- ENVAQUA, Expert groep Koelwater, persoonlijke informatie aan K. Portegies RWS WVL email d.d. 11 oktober 2021
- Gartzler, S, Elke, U, 2002, Einsatz umweltverträglicher Chemikalien in der Kühlwasserkonditionierung, Forschungsbericht 20024233 Umweltbundesamt
- Grandcoin, A. (2017), AminoMethylPhosphonicAcid (AMPA) in natural waters; its sources, behaviour and environmental fate, *Waterresearch*, **117**, (2017), p 287.
- Holland Water (2021), persoonlijke communicatie P. van der Linde en J. Birkhoff met RWS/WVL B. Rutte en R. Berbee, 21 januari 2021.
- Hoorn, A., 2020, Enquête koelwater, rapport in opdracht van Vereniging Energie Milieu en Water.
- Kalf, D.F. en Berbee, R.P.M. (2002), Bronnen van AMPA op rij gezet, RWS RIZA werkdocument 02.162x.
- Koetsier, 2021, persoonlijke communicatie met RWS WVL R.P.M. Berbee.
- KWR, 2016, Oesterholt, F, e.a., Cooling water conditioning in the future,
- Lange, de, H.J., 2000, *Aquatic Toxicology*, **34**, p. 215.
- M. Klomp (Abalco® Technical Support)/B. Bosscher (Equans) (2022), persoonlijke communicatie met RWS WVL R.P.M. Berbee en B. Rutten, d.d. 1 juni, 2022.

- Momani, F.A., Örmeci, B., Journal of environmental chemical engineering, 2014, p 765.
- NASA, 2001, <https://earthobservatory.nasa.gov/features/UVB>
- Nederpelt, S, email aan RWS WVL, d.d. 210525, RIVM
- NOVOCHEM WATERTREATMENT BV, 2020, persoonlijk communicatie (RWS WVL- NOVOCHEM, d.d. 21.01.21.
- PDH course, M165, <https://www.pdhonline.com/courses/m165/m165content.pdf>
- Peper, S, firma RWB-waterbehandeling, persoonlijke communicatie met RWS WVL B. Rutten en R.P.M. Berbee d.d. 1 december 2020.
- Pijnappels, 2018, onderzoek biociden RWS laboratorium, 2018 WLAB.08.
- RIVM, 2021, <https://rvs.rivm.nl/normen>
- Rutten, B., Berbee, R.P.M., februari 2020, RWS rapport 'Het gebruik van additieven in open circulatiekoelsystemen'
- Schellekens, A., firma SUEZ, persoonlijke communicatie met RWS WVL B. Rutten en R.P.M. Berbee d.d. 8 december 2020.
- [Staatscourant 2020, 62916 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen \(officielebekendmakingen.nl\)](#) B 1221
- Ulrich, E., Gartiser, S. (2001). Einsatz umweltverträglicher Chemikalien in der Kühlwasserkonditionierung.
- Verhaar A.J.M. (2019) Anionogeen Polyacrylamide Classificatie volgens de Algemene Beoordelingsmethodiek (ABM)
- Villareal, J.F. e.a., 2012, Environmental Chemistry of Phosphonates, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2012.00019/full>
- Witteveen en Bos, Royal Haskoning DHV, 11 juli 2019, eindrapport Pilot bezien watervergunningen.

## 9 Bijlagen

### 9.1 Toxiciteit en afbreekbaarheid van polymeren

In opdracht van de Polyelectrolyte Producers Group EEIG (PPG) zijn onderzoeken uitgevoerd naar de classificatie van polymeren in koelwateradditieven (polycarboxylaten en anionogene polyacrylamide) volgens de Algemene Beoordelings Methodiek 2016.

Uit de resultaten van dit onderzoek wordt geconcludeerd blijkt dat deze stoffen als weinig schadelijk voor in water levende organismen beschouwd kunnen worden (Verhaar H.J.M., 2019). De toxiciteitsgegevens staan tabel 16 beschreven. Deze stoffen zijn in water oplosbare anionogene polymeren met een laag tot gemiddeld molecuulgewicht. De stoffen bioaccumuleren niet. Deze stoffen omvatten een verscheidenheid aan homo- en copolymeren en worden vaak gebruikt als detergent of om de hardheid van het water te stabiliseren en om vervuilende stoffen in dispersie te houden.

	Eindpunt	Waarde (mg/L)	Opmerking
Vissen	96 h LC <sub>50</sub>	>200	MW 1000
		700	MW 4500
		>10000	MW 15000
		>400	MW 78000
Invertebraten ( <i>Daphnia</i> )	48 h EC <sub>50</sub>	>200	MW 1000
		>200	MW 4500
		276	MW 78000
Algen	96 h NOEC	180	MW 4500
		32.8	MW 78000

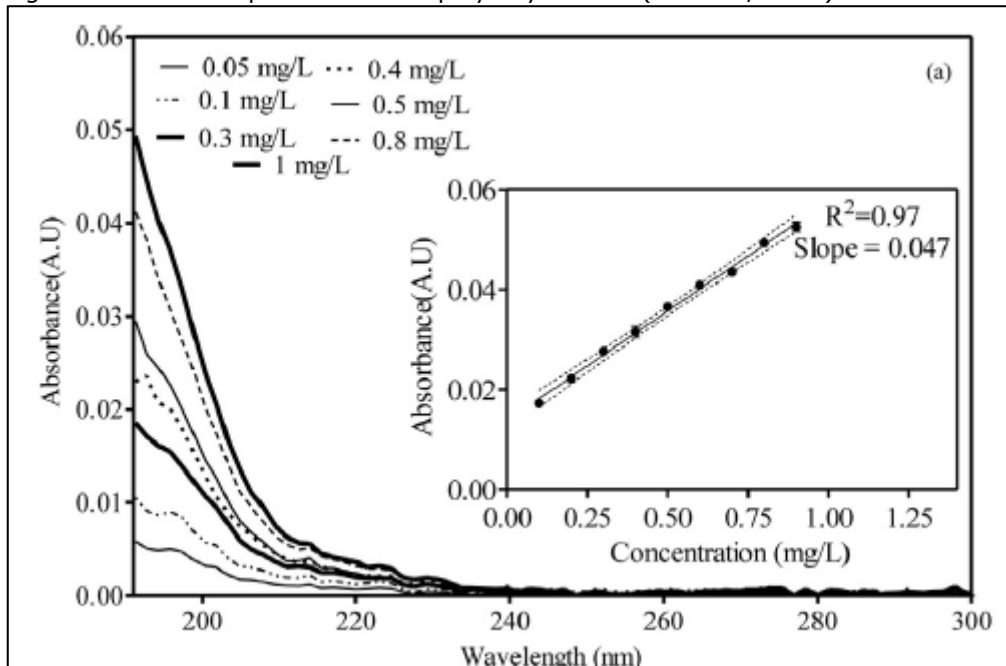
tabel 18: toxiciteit polycarboxylaten (bron Verhaar 2019) MW=moleculair gewicht

Beide typen polymeren worden beschouwd als niet *readily biodegradable*. In de rapportages van PPG wordt gesteld dat de polymeren wel gevoelig zijn voor UV-licht. Op het moment dat de deze door afbraak een gemiddeld molecuulgewicht hebben bereikt van minder dan 10.000 g/mol worden deze stoffen door biologische afbraak en mineralisatie verder afgebroken. Verhaar kwam in zijn rapportage tot een ABM-indeling in klasse B(4).

Er moeten kanttekeningen worden gemaakt bij de afbraak onder invloed van UV. Voor afbraak is het nodig dat UV-licht wordt geabsorbeerd. Daardoor kunnen radicalen worden gevormd en kan fotochemische afbraak optreden. Anionische, maar ook kationische polyacrylamides absorberen vooral UV met een golflengte van minder dan 200 nm (zie figuur 14) (Momani, 2014). Alhoewel in dit onderzoek de zwaardere polyelectrolyten zijn onderzocht, zal dat geen verschil maken met de lichtere polymeren die in de koelwaterbehandeling worden gebruikt. Chemisch gezien hebben deze dezelfde molecuulopbouw. UV-licht dat de aarde bereikt ligt in de range van 290-400 nm (NASA, 2001). Er komt dus geen UV-licht op aarde dat wordt geabsorbeerd door polyacrylamides. Afbraak van de gebruikte polymeren door UV-licht is dus niet aannemelijk.



Figuur 14: UV adsorptie anionische polyacrylamides (Momani, 2014)



UV-licht met deze golflengte wordt door de atmosfeer geabsorbeerd voordat deze het aardoppervlak bereikt.

Langere golflengten van het UV-licht worden geabsorbeerd in de bovenste decimeters van het oppervlaktewater in Nederland (de Lange, 2000). Het is ook onduidelijk in welke mate overige factoren invloed hebben op de doorlatendheid van UV-licht in oppervlaktewater. In welke mate licht doordringt in oppervlaktewater hangt namelijk sterk af van de concentraties slib, algen en humuszuren in het water (Stomp et al 2007). De Nederlandse oppervlaktewateren en kustwateren bevatten overwegend hoge concentraties hiervan. Ook hierdoor is afbraak onder invloed van UV niet aannemelijk. Ook is het niet bekend of polymeren in het oppervlaktewater drijven, zweven of de neiging hebben te zinken en/of neerslagen vormen met calcium- en magnesiumzouten. Wanneer polymeren zinken of neerslaan, zal de afbraak door UV-licht in de praktijk nog lager zijn. Polymeren met een molecuulgewicht van minder dan 10.000 g/mol kunnen wel door mineralisatie afgebroken worden, maar dit duurt relatief lang. Ook de afbraaksnelheid van polycarboxylaten door mineralisatie is laag.

Op grond van deze bevindingen kan worden gesteld dat deze polymeren kunnen worden geclassificeerd met een waterbezwaarlijkheidsklasse B(4) (weinig schadelijk voor in water levende organismen).

## 9.2 Gebruikte afkortingen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gebruikte afkortingen in de tekst.

Tabel 19

AMPA	Aminomethyleenfosfonzuur
ABM	Algemene Beoordelingsmethodiek
Bob	Bestuurlijk omgevingsberaad BZK, IenW, IPO, JenV-DG PV, JenV DG RR, OM, SZW, UvW, VNG
BREF	BAT Reference Document waarbij BAT staat voor Best Available Technology
CDI	Capacitieve deionisatie
CTGB	College toelating gewasbeschermingsmiddelen en biociden
EC50	Die concentratie waarbij de helft van testorganismen een effect heeft ondervonden
ECHA	European Chemicals Agency
ENVAQUA	Branchevereniging van water en milieutechnologiebedrijven
HObR	Hypobromigzuur
HOCl	Hypochlorigzuur
LC50	Lethale concentratie waarbij de helft van testorganismen overleden is
NF	Nanofiltratie
MIA-VAMIL	Milieuinvesterings aftrek, Versnelde aftrek milieuinvesteringen
PPG	Polyelectrolyte Production Group
RIE	Richtlijn industriële emissies
RO	Reverse Osmose
RWZI	Rioolwaterzuiveringinrichting
VEMW	Vereniging voor Energie Milieu en Water (branchevereniging van bedrijven)

### 9.3 Stoffenoverzicht

In onderstaand overzicht zijn de cas-nummers van de stoffen bij de bedrijven aangegeven. Indien deze ontbreken zijn de EU nummers vermeld. In sommige gevallen ontbraken in de gebruikte veiligheidsinformatiebladen casnummers. In die gevallen is er "onbekend" ingevuld.

Tabel 20

CAS or EU nummer	Actieve stof	Type stof	Substance type
64665-53-8	4(of5)-methyl-1H-benzotriazolide, kalium zout	corrosieremmer	corrosion inhibitor
95-14-7	benzotriazol	corrosieremmer	corrosion inhibitor
01-2119949569-17	mengsel natrium chloor-alkylbenzotriazolides	corrosieremmer	corrosion inhibitor
64665-57-2	natrium 4(of - 5)-methyl-1H-benzotriazolide	corrosieremmer	corrosion inhibitor
7631-95-0	natrium molybdaat	corrosieremmer	corrosion inhibitor
64665-57-2	natrium tolyltriazol	corrosieremmer	corrosion inhibitor
01-2119949569-17	reactie massa van natrium 4-chloro-5-alkylbenzotriazolide en natrium 5-chloro-4-alkylbenzotriazolide en natrium 4-chloro-7-alkylbenzotriazolide en natrium 5-chloro-6-alkylbenzotriazolide	corrosieremmer	corrosion inhibitor
7601-54-9	trinatrium fosfaat	fosfaten	eutrophic substance*
7664-38-2	fosforzuur	fosfaten/zuur	eutrophic substance*
onbekend	natrium/kalium mengsel (2S, 3S en 2R,3R)-2-hydroxy-3-(phosphonatoxy)butanedioate	fosfaten ?	eutrophic substance*
onbekend	organische P verbindingen	fosfaten	eutrophic substance*
7320-34-5	tetrakalium pyrofosfaat	fosfaten	eutrophic substance*
7778-53-2	Trikaliumfosfaat	fosfaten	eutrophic substance*
7601-54-9	Trinatriumfosfaat	fosfaten	eutrophic substance*
40372-66-5	2-Fosfono-1,2,4 butaantricarbon zuur, -natriumzout (PBTC)	fosfonaat	eutrophic substance*
5995-42-6	[[[(2-hydroxyethyl)imino]bis(methylene)]bisphosphonic acid (ATMP)	fosfonaten	eutrophic substance*
37971-36-1	2-phosphonobutane-1,2,4-tricarboxylic acid (PBTC)	fosfonaten	eutrophic substance*
onbekend	fosfonzuren	fosfonaten	eutrophic substance*
2809-21-4	fosfonzuur (1-hydroxyethylideen)bis- (HEDP)	fosfonaten	eutrophic substance*
14860-53-8	fosfonzuur, -(1-hydroxyethylideen)bis-, tetrakaliumzout (HEDP)	fosfonaten	eutrophic substance*
2809-21-4	fosfonzuur, (1-hydroxyethylideen)bis- (HEDP)	fosfonaten	eutrophic substance*
onbekend	kaliumfosfonaat	fosfonaten	eutrophic substance*
22042-96-2	natrium diethyleentriamine - penta(methyleenphosfonaat (DTPMP)	fosfonaten	eutrophic substance*
onbekend	onbekend fosfonaat	fosfonaten	eutrophic substance*
14860-53-8	tetrapotassium (1-hydroxyethylidene)bisphosphonate (HEDP)	fosfonaten	eutrophic substance*
143239-08-1	tetrasodium-phosphonoethane-1,2-dicarboxylate; hexasodium-phosphonobutane-1,2,3,4-tetracarboxylate (HEDP, PBTC)	fosfonaten	eutrophic substance*
60376-08-1	tripotassium hydrogen - (1-hydroxyethylidene) bisphosphonate (HEDP)	fosfonaten	eutrophic substance*

CAS or EU nummer	Actieve stof	Type stof	Substance type
1310-58-3	kaliumhydroxide	loog	alkali
1310-73-2	natriumhydroxide	loog	alkali
2634-33-5	1,2-benzo-isothiazoline-3-on	no biocide	non oxidative biocide
10222-01-2	2,2-dibroom-3 nitrilopropionamide (DBNPA)	no biocide	non oxidative biocide
2682-20-4	2-methylisothiazool- 3(2H)-on	no biocide	non oxidative biocide
55965-84-9	5-chloor-2-methyl-2H-isothiazool-3-on en 2-methyl-2H-isothiazool-3-on	no biocide	non oxidative biocide
111-30-8	glutaaraldehyde	no biocide	non oxidative biocide
55965-84-9	isothiazolines	no biocide	non oxidative biocide
3251-23-8	koper(II)nitraat	no biocide	non oxidative biocide
108-91-8	cyclohexamine	overig	various
3252-43-5	dibroomacetonitril	overig	various
7631-95-0	dinatriummolybdaat	overig	various
110-16-7	ethyleendiaminetetraacetaat	overig	various
10377-60-3	magnesiumnitraat	overig	various
110-16-7	maleïnezuur	overig	various
110-91-8	morfoline	overig	various
7631-90-5	natrium bisulfiet	overig	various
870-72-4	natrium formaldehyde bisulfiet	overig	various
31138-65-5	natrium glucoheptanoaat	overig	various
7647-15-6	natriumbromide	overig	various
7775-09-9	natriumchloraat	overig	various
onbekend	onbekend	overig	various
onbekend	ongevaarlijke stoffen	overig	various
onbekend	organische zouten	overig	various
57-55-6	propyleen glycol	overig	various
onbekend	surfactant - onbekend	overig	various
7446-09-5	zwaveldioxide	overig	various
32718-18-6	broomchloor-5,5-dimethylimidazolidine-2,4-dion BCDMH	ox biocide	oxidative biocide
7681-52-9	natriumhypochloriet (Cl2)	ox biocide	oxidative biocide
79-21-0	perazijnzuur	ox biocide	oxidative biocide
7722-84-1	waterstofperoxide	ox biocide	oxidative biocide
onbekend	polycarboxylaat	polymeer	polymer
onbekend	polymeer	polymeer	polymer
903573-39-7	2-propeenzuur polymeer met 2-hydroxy-3-(2-propeny-loxy)-1-propaansulfonzuur mononatrium zout en a-sulfo-w-(2-propenyloxy)poly(oxy-1,2-ethaandiy) ammonium zout natrium zout	polymeren	polymer
1233879-59-8	acrylzuur, natriumzout, copolymeer met methallylsulfonaat, natriumzout	polymeren	polymer
onbekend	biopolymeren	polymeren	polymer
68515-73-1	d-glucose,decyl octyl-ethers, oligomeer	polymeren	polymer
onbekend	onbekend polymeer	polymeren	polymer

CAS or EU nummer	Actieve stof	Type stof	Substance type
26099-09-2	poly maleïnezuur	polymeren	polymer
9003-04-7	polyacrylaat	polymeren	polymer
25322-68-3	polyethyleen glycol	polymeren	polymer
9003-11-6	polyethylene-polypropylene glycol	polymeren	polymer
30915-61-8	polymaleïnezuur, natriumzout	polymeren	polymer
onbekend	polymeer	polymeren	polymer
57-55-6	polypropylene glycol	polymeren	polymer
123-31-9	hydrochinon	reductiemiddel	reducing agent
64-19-7	azijnzuur	zuur	acid
7647-01-0	zoutzuur	zuur	acid
7664-93-9	zwavelzuur	zuur	acid

## 9.4 Bestuurlijke Afspraak Bestuurlijk Omgevingsberaad (BOB) verminderen gebruik koelwateradditieven

Vastgesteld in het Bestuurlijk Omgevingsberaad van oktober 2021

### Aanleiding

De Delta-aanpak Waterkwaliteit komt voort uit de gezamenlijke ambitie voor voldoende chemisch schoon en ecologisch gezond water voor duurzaam gebruik. De Delta-aanpak heeft als doel verbetering van de waterkwaliteit en het geven van een extra impuls aan het realiseren van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Van 2018 tot 2020 zijn bestuurlijke versnellingsstafels ingesteld, in opdracht van de Stuurgroep Water, op die dossiers waar extra prioritering en inzet nodig is: nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen ('landbouw'), opkomende stoffen en medicijnresten. Daarnaast de bestuurlijke tafel Delta-aanpak Breed, voor doorsnijdende thema's en om de verbinding op inhoud en van partijen te waarborgen. Aan de Versnellingsstafels van de Delta-aanpak waterkwaliteit is gekomen tot een pakket van bestuurlijke afspraken. Deze zijn in oktober 2020 schriftelijk behandeld in het Bestuurlijk Omgevingsberaad (BOB), en vastgesteld in de Stuurgroep Water van januari 2021.

### Proces afspraak Koelwateradditieven

De afspraak over koelwateradditieven is later in het proces tot stand gekomen. Daardoor hebben niet alle partijen de achterban tijdig kunnen consulteren voor de Stuurgroep Water van januari. Wel is er in deze Stuurgroep Water een positieve intentie uitgesproken. Afgesproken is deze afspraak apart ter besluitvorming voor te leggen in het Bestuurlijk Omgevingsberaad in 2021, gezien de relatie met het VTH-proces. Wanneer het Bestuurlijk Omgevingsberaad in oktober akkoord gaat, is dat de formalisatie van de afspraken<sup>21</sup>.

## Afspraak: Verminderen gebruik van koelwateradditieven

- Ambitie en handelingsperspectief: De gezamenlijke ambitie is om gebruik van (mogelijk) waterbezwaarlijke additieven in open koelwaterwatercirculatiesystemen tegen te gaan en de hoeveelheid additieven die ongezuiverd geloosd worden op het water te verminderen. De volgende maatregelen dragen bij aan deze ambitie:
  - I. Informeren van bevoegd gezag over de problematiek en oplossingsrichtingen.
  - II. Het stimuleren van toepassing van chemicaliën-arme methodieken en technologieën.
  - III. Het aanscherpen van de beoordeling van deze additieven bij vergunningsverlening.
  - IV. Onderzoek naar effectievere methodieken en technologieën.
- Toelichting: Deze afspraak volgt op het onderzoek naar koelwateradditieven dat door Rijkswaterstaat is uitgevoerd voor de werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen<sup>22</sup>. Hieruit blijkt dat er jaarlijks grote hoeveelheden koelwateradditieven ongezuiverd geloosd worden op het oppervlaktewater. Het betreft o.a. polymeren, fosfaten en fosfonaten en biociden. Er zijn inmiddels chemicaliën-arme alternatieven ontwikkeld met een vrij korte

<sup>21</sup> Via een schriftelijke ronde in het Bob zijn in oktober 2021 de afspraken over verminderen gebruik koelwateradditieven formeel vastgesteld.

<sup>22</sup> Rijkswaterstaat, 17 oktober 2019, 'Het gebruik van additieven in open koelwatercirculatiesystemen'.

terugverdientijd.

- Afspraak:  
Bevoegd gezag<sup>23</sup>: De koelwaterbehandeling en koelwateradditieven een volwaardige plek geven in het vergunningenproces, door:
  - Bij het verstrekken van een vergunning:
    - Koelwateradditieven een plek te geven in het vooroverleg, door te wijzen op de noodzaak van alternatieve chemicaliën-arme technieken en methodieken;
    - Lozende bedrijven om een onderbouwing te vragen indien het bedrijf gebruik maakt van waterbezwaarlijke additieven en niet overstapt op alternatieve methoden en technieken;
    - Een aanvraag voor een vergunning aan te houden totdat de onderbouwing is verstrekt.
  - Bij het herzien van vergunningen:
    - Dit wordt vaak risico-gestuurd gedaan, op de lijst van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS). In het herzien van deze vergunningen vanaf nu ook een vernieuwde aanpak van koelwateradditieven meenemen.
  - Het wordt expliciet opgenomen in het opleidingsprogramma voor bevoegd gezagen. Toezichthouders met onvoldoende expertise op dit vlak kunnen het opleidingsprogramma volgen.

Het bedrijfsleven (als lozers van koelwater): Chemie-arme technologieën en methodieken overwegen bij een nieuwe vergunningsaanvraag, door:

- Te onderzoeken of vermindering van (mogelijk) waterbezwaarlijke koelwateradditieven interessant is om te overwegen en implementeren en bij het indienen van een vergunningaanvraag een BBT-informatiedocument aan te leveren bij bevoegd gezag. Kanttekening daarbij is dat indien de toepassing van een alternatieve technologie leidt tot een minder robuuste bedrijfsvoering, dit andere milieuproblemen kan opleveren. Inzet van alternatieve technologieën is daarom vooral aan de orde als deze technologieën daadwerkelijk effectief zijn en de integrale milieuprestaties verbeteren.

---

<sup>23</sup> Een inschatting van de omvang van de opgave voor bevoegde gezagen, en de verhouding tot reeds gemaakte afspraken, staan uitgewerkt in de notitie die heeft Voorgeleggen in de Versnellingstafel opkomende stoffen van 12 november 2020.

Overheden en branche(verenigingen): Ontwikkelen en verspreiden van kennis, door:

- Samen te werken om tot een praktische handreiking te komen ten behoeve van chemie vrije/arme koelwaterbehandelingstechnologie.
  - RWS neem het initiatief voor de voortgang van de implementatie, promotie en uitrol van de handreiking in de vergunningverlening, toezicht en handhaving-keten (VTH).
  - De uitrol naar de gebruikers/lozers wordt verzorgd door de brancheverenigingen (VEMW en VNCI).
  - Deze kennisontwikkeling te benutten voor een evaluatie van de BREF koelsystemen.
- Ambassadeurs: Rijkswaterstaat en VEMW