



KWR PCD 1-1 | juni 2024

Hygiënecode Drinkwater

Deel 1: Algemeen

Hygiënecode Drinkwater

Deel 1: Algemeen

KWR | PCD 1-1 | juni 2024

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

M.A. (Martin) Meerkerk (redactie)

Jaar van publicatie
2024

Meer informatie
Martin Meerkerk
T (030)60 69 566
E Martin.Meerkerk@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

KWR PCD 1-1 | juni 2024 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

Praktijkcode Drinkwater

Status

De Nederlandse drinkwaterbedrijven maken in de dagelijkse bedrijfsvoering gebruik van richtlijnen met als doel het (hoge) kwaliteitsniveau van de bedrijfsvoering te handhaven en waar mogelijk verder te verbeteren, en/of de efficiëntie van de bedrijfsvoering te verhogen en bij te dragen aan het verder uniformeren van de werkwijzen binnen de drinkwatersector. Deze richtlijnen hebben doorgaans het karakter van een 'aanbeveling van een te volgen gedrag of handelswijze' en niet van een 'bindend voorschrift'¹. Het gaat om privaatrechtelijke richtlijnen voor de ondersteuning in de dagelijkse praktijk van de bedrijfsvoering ('best practices') in het gehele traject van bron tot tap. De richtlijnen (soms ook aangeduid als 'leidraad') worden sinds 2008 opgesteld en hebben in 2015 de aanduiding 'Praktijkcode Drinkwater' (PCD) gekregen.

Verantwoording

Praktijkcodes worden doorgaans opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Ook in opdracht van andere gremia kunnen praktijkcodes worden opgesteld. Dit Platform heeft het beheer van praktijkcodes gedelegeerd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes, die de 'eigenaarsrol' vervult. Ook in die groep participeert in beginsel één vertegenwoordiger per bedrijf. De voorzittersrol wordt vervuld door een van deze vertegenwoordigers, terwijl een medewerker van KWR Water Research Institute de rol van secretaris vervult.

Totstandkoming en kwaliteitsborging

Een specifieke praktijkcode of een revisie daarvan (zie onder) komt met inhoudelijke bijdragen van deskundigen van drinkwaterbedrijven en onderzoekers van KWR Water Research Institute interactief tot stand onder begeleiding van een projectgroep bestaande uit deskundigen van de drinkwaterbedrijven en/of –laboratoria. De leden van die projectgroep worden aangezocht vanwege hun specifieke kennis en/of vaardigheden die noodzakelijk is/zijn voor het betreffende onderwerp. Het voorzitterschap wordt in beginsel waargenomen door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Water Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren.

Na vaststelling van een praktijkcode door de begeleidende projectgroep wordt die ter formele vaststelling voorgelegd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes.

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Nieuwe en herziene praktijkcodes worden gepubliceerd in het vakblad 'H₂O'. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl.

Periodieke actualisatie

Bestaande praktijkcodes worden periodiek geëvalueerd. In beginsel is er sprake van een 'vijfjaarsrevisie': primair wordt de vraag gesteld en bediscussieerd of actualisatie gewenst dan wel noodzakelijk is en als dat het geval blijkt te zijn, wordt die volgens een afgesproken procedure projectmatig geactualiseerd. De vorige editie van een praktijkcode is daarbij uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

Voorwoord

Editie

Dit is de derde editie van deze praktijkcode. De tweede editie [36] vormde daarvoor het uitgangspunt. Door de begeleidende projectgroep (zie onder) is bij de herziening de volledige tekst van die tweede editie doorgenomen en kritisch tegen het licht gehouden met als opbrengst dat waar nodig ‘de puntjes op de i zijn gezet’, zowel inhoudelijk als redactioneel. De volgende belangrijkste wijzigingen worden genoemd.

- De vigerende Europese en nationale wet- en regelgeving op het gebied van drinkwater inclusief risicobeoordeling en -beheer van het ‘watervoorzieningssysteem’, en biociden.
- De toekomstige Europese systematiek voor de toepassing van materialen en daarop gebaseerde producten in contact met voor de menselijke consumptie bestemd water als uitwerking van Artikel 11 van de vigerende Europese Drinkwaterrichtlijn [52].
- Een beschrijving van ‘middelen’ naast materialen en chemicaliën en daarop gebaseerde producten in contact met (drink)water.
- Een verwijzing voor in de drinkwatersector toegepaste chemicaliën naar de (nieuwe) praktijkcode [PCD 17](#) [51].
- Hoofdstuk 6 ‘Opleiding’ is beperkt tot een algemene beschrijving. Voor hygiënisch werken in de zuivering en aan de drinkwaterinfrastructuur wordt nu uitsluitend verwezen naar de praktijkcodes [PCD 1-3](#) [5] respectievelijk [PCD 1-4](#) [8].
- Diverse onderdelen van de bijlage over indicatororganismen zijn bijgesteld.
- In aansluiting op de vigerende Europese Drinkwaterrichtlijn [52] is in de Nederlandse publiekrechtelijke regelgeving voor drinkwater de parameter ‘enterococcen’ vervangen door ‘intestinale enterococcen’ (zie Tabel I ‘Microbiologische parameters’ van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2]). Die wijziging is ook in deze editie van de praktijkcode PCD 1-1 doorgevoerd. Zie verder Bijlage III van deze praktijkcode.
In België dienen enterococcen te worden bepaald conform de methode volgens de mondiale norm [NEN-EN-ISO 7899-2](#) ‘Water quality – Detection and enumeration of intestinal enterococci – Part 2: Membrane filtration method’. Deze norm is in Nederland gepubliceerd onder de titel ‘Water – Detectie en telling van enterococcen – Deel 2: Membraanfiltratiemethode’ (zie [hier](#), ‘intestinale’ in de titel van de norm is in Nederland dus niet overgenomen).
- De leerdoelen op het gebied van hygiënisch werken (algemeen) van opleidingsinstituut Wateropleidingen zijn toegevoegd.

Status

Deze praktijkcode PCD 1-1 met betrekking tot algemene aspecten voor hygiëne op het gebied van voor de menselijke consumptie bestemd water is ‘verbindend’ van karakter, dat wil zeggen dat het gaat om een document dat expliciet is vermeld in een document van publiekrechtelijke aard (wet, Algemene Maatregel van Bestuur of ministeriële regeling) en daardoor een wettelijk kader heeft. De voorliggende praktijkcode wordt expliciet genoemd in lid 2 van [Artikel 21](#) van het Drinkwaterbesluit [2].

Begrippen en afkortingen

Voor de omschrijving dan wel de betekenis van een scala aan op het gebied van de drinkwatervoorziening (basale) begrippen respectievelijk afkortingen, wordt primair verwezen naar hoofdstuk 3 ‘Termen en definities’ en Bijlage I ‘Begrippen met bijbehorende omschrijvingen en afkortingen’ van de praktijkcode [PCD 3-1](#) [56]. Daarnaast wordt verwezen naar Bijlage I van de praktijkcode [PCD 17](#) [51] met dezelfde titel. In aanvulling daarop zijn voor de serie praktijkcodes Hygiënecode Drinkwater (alle delen) specifieke begrippen met de bijbehorende omschrijvingen en afkortingen met de bijbehorende betekenis opgenomen in Bijlage I van deze praktijkcode. Diverse in de serie praktijkcodes Hygiënecode Drinkwater gehanteerde begrippen zijn gedefinieerd in [Artikel 1](#) van de Drinkwaterwet

[1], Artikel 1 van het Drinkwaterbesluit [2] en Artikel 1 van de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening [3] (publiekrechtelijke regelgeving). Daarbij kan ook de nationale norm NEN 1006 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties' worden genoemd met de onderliggende Waterwerkbladen (zie de webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl) en dan met name het werkblad WB 1.3 'Definities' [58].

Algemene begrippen op het gebied van drinkwater zijn (tevens) te vinden op de webpagina Begrippenlijst - Praktijkcodes Drinkwater van de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl

In de eerste editie van deze praktijkcode [42] werden begrippen als 'verbruiker', 'afnemer', 'klant' en 'consument' door elkaar gehanteerd. Om reden van uniformiteit is er ten behoeve van de tweede editie [36] voor gekozen uitsluitend het begrip 'consument' te gebruiken. Ondanks het feit dat in de publiekrechtelijke regelgeving voor drinkwater eigenlijk altijd de aanduiding 'consumenten of andere afnemers' wordt gehanteerd, is dat in deze derde editie vanwege 'leesbaarheid' gehandhaafd en niet gewijzigd in 'afnemer'.

De aanduiding '(periodieke) waterkwaliteitsbeoordeling' werd en wordt gehanteerd in de serie praktijkcodes 'Hygiënecode Drinkwater'. In de Europese Drinkwaterrichtlijn [52] en (afgeleid daarvan) in de Nederlandse wet- en regelgeving voor drinkwater (het Drinkwaterbesluit [2] en de onderliggende Drinkwaterregeling [35]) wordt het begrip 'monitoring' gebruikt, dat in Artikel 1 van het Drinkwaterbesluit is omschreven als '*monsterneming en analyse*'. In de serie praktijkcodes 'Hygiënecode Drinkwater' wordt daarvoor het begrip 'waterkwaliteitsbeoordeling' gehanteerd en wordt monitoring beschouwd als periodieke waterkwaliteitsbeoordeling. De aanduidingen 'waterkwaliteitsbeoordeling' en 'periodieke waterkwaliteitsbeoordeling' zijn in de serie praktijkcodes 'Hygiënecode Drinkwater' (dus) gehandhaafd. 'Monitoring' komt nog wel voor in titels en citaten uit wet- en regelgeving.

Onder het kopje '**Editie**' hierboven is al ingegaan op en uitleg gegeven aan de parameters 'enterococcen' en 'intestinale enterococcen', en de begrippen 'consument' en 'afnemer'.

Woordkeuze

De chemische veiligheid van op materialen en chemicaliën gebaseerde commercieel verkrijgbare producten ten behoeve van de winning, bereiding, opslag, transport en distributie van (drink)water is gewaarborgd door middel van wetgeving en daarop gebaseerde regelgeving (zie hoofdstuk 3). Deze producten moeten vanuit die wet- en regelgeving aan bepaalde criteria voldoen. In dat verband worden in het genoemde hoofdstuk werkwoorden als 'moeten', 'behoren', 'dienen' en 'verboden' of vormen daarvan gehanteerd. In het overige deel van deze Hygiënecode worden die werkwoorden ook gebruikt, maar dan in de context van deze praktijkcode voor de Nederlandse drinkwatersector. Er is dan in ieder geval geen sprake van 'moeten' et cetera vanuit wet- en regelgeving.

Samenstelling projectgroep

De samenstelling van de projectgroep die de totstandkoming van deze praktijkcode heeft begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

Drinkwaterbedrijf of –laboratorium

Brabant Water
Dunea
Evides Waterbedrijf
KWR Water Research Institute
Oasen
Pidpa
PWN
Vitens

Vertegenwoordiger(s)

Agata Donocik
Jamal el Majjaoui
Edwin Poulus
Martin Meerkkerk (secretaris)
Maarten Lut (voorzitter)
Karel Goos
Herman Smit
Rien Helderman

Waterbedrijf Groningen

Waternet

WMD Drinkwater

WML

Anneke Roosma

Rik de Vries (WLN)

André Burger

Rik de Vries (WLN)

Marcel Kuyltjes

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 30 mei 2024.

Beheer van de praktijkcode

Commentaar of opmerkingen betreffende de opzet en/of de inhoud van deze praktijkcode kunnen per e-mail worden verzonden aan KWR Water Research Institute: pcd@kwrwater.nl Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

Inhoud	7
1 Inleiding	9
1.1 Belang	9
1.2 Wet- en regelgeving	9
1.3 Opzet	10
1.4 Leeswijzer	12
2 Inleiding microbiologische veiligheid	13
2.1 Introductie	13
2.2 Betekenis van de hygiëne van het water voor de volksgezondheid	13
2.3 Hoofdlijnen	13
2.3.1 Verwijderen van verontreinigingen uit de grondstof	13
2.3.2 Preventie van verontreinigingen in de procesketen	14
2.3.3 Preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater	14
2.3.4 Verifiëren van de waterkwaliteit door periodieke beoordeling	15
2.3.5 Beschermen van de volksgezondheid na een (mogelijke) verontreiniging	16
2.3.6 Herstellen van de drinkwaterveiligheid na een verontreiniging	17
2.3.7 Periodiek beoordelen en onderhouden van de veiligheidsbeheersing	17
2.4 Distributie van drinkwater zonder een restgehalte aan desinfectiemiddelen	19
3 Inleiding chemische veiligheid	20
3.1 Introductie	20
3.2 Betekenis van de chemische veiligheid van het water voor de volksgezondheid	20
3.3 Publiekrechtelijke regelgeving	21
3.3.1 Materialen (publiekrechtelijk)	23
3.3.2 Chemicaliën (publiekrechtelijk)	23
3.3.3 Producten op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking	24
3.4 Privaatrechtelijke regelgeving	25
3.4.1 Materialen (privaatrechtelijk)	25
3.4.2 Chemicaliën (privaatrechtelijk)	27
4 Algemene en technische richtlijnen voor hygiënisch werken	29
4.1 Introductie	29

4.2	Persoonlijke hygiëne	29
4.3	Algemene hygiëne	29
4.4	Desinfecteren	30
4.4.1	Aard van de desinfectiemiddelen	30
4.4.2	Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, algemeen	30
4.4.3	Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, leidingmaterialen	31
4.4.4	Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, uitrusting, gereedschap en materieel	31
5	Waterkwaliteitsbeoordeling	33
5.1	Voorkómen is beter dan genezen	33
5.2	Waterkwaliteitsbeoordeling: periodiek en na werkzaamheden	34
5.3	Monsterneming	34
5.4	Analysepakket	34
5.4.1	Microbiologische parameters	34
5.4.2	Chemische parameters	36
6	Opleiding	37
7	Literatuur	38
I	Begrippen met bijbehorende omschrijving en afkortingen met bijbehorende betekenis	44
II	Eigenschappen van micro-organismen en ongewervelde dieren	47
III	Eigenschappen van (indicator)organismen en hun bepalingsmethoden (samenvatting)	49
IV	‘Richtlijn voor de bescherming van nieuwe producten voor drinkwatertoepassing tegen verontreiniging’	55
V	Gedetailleerde beschrijving wet- en regelgeving voor biociden of desinfectiemiddelen ten behoeve van de drinkwatervoorziening	57
VI	Theoretische en praktische aspecten van desinfectiemiddelen	65
VII	In deze praktijkcode genoemde beoordelingsrichtlijnen	68
VIII	In deze praktijkcode genoemde normen	69
IX	Leerdoelen hygiënisch werken (algemeen)	70

1 Inleiding

1.1 Belang

De belangrijkste pijlers voor de volksgezondheid zijn de microbiologische en chemische veiligheid van het drinkwater. Het terugdringen van veel van de besmettelijke ziekten in de 19^e en 20^e eeuw is, naast goede sanitaire voorzieningen, voor een belangrijk deel terug te voeren op de sterke toename van het percentage van de bevolking dat is aangesloten op een centrale drinkwatervoorziening, die veilig water produceert en distribueert. Daarom is en blijft het van belang om de veiligheid van het drinkwater te waarborgen van bron tot tap.

1.2 Wet- en regelgeving

Artikel 15 'Handleiding en bedrijfsprocessen' van het op 1 juli 2011 inwerking getreden Drinkwaterbesluit [2] is onderdeel van subparagraaf 3.1.2 'Risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem en kwaliteitsmanagementsysteem' van § 3.1 'Drinkwaterbedrijven' van Hoofdstuk 3 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater'. In dat artikel gaat het in het vierde en vijfde lid onder meer over het 'watervoorzieningswerken' (zie kader). Volgens de definitie in de Drinkwaterwet [1] (Artikel 1) omvatten 'watervoorzieningswerken' werken ten behoeve van de productie en distributie van drinkwater. Het laatstgenoemde onderdeel i van lid 5 (over secundaire bedrijfsprocessen) van genoemd Artikel 15 noemt het **hygiënisch werken** bij de aanleg en het onderhoud daarvan expliciet.

Delen van de leden 4 en 5 van Artikel 15 'Handleiding en bedrijfsprocessen' van het Drinkwaterbesluit [2]:

'4. De primaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het systeem van risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem en het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:

- a. de winning, de opslag en het transport van de grondstof waaruit het drinkwater wordt bereid;*
 - b. de behandeling van het gewonnen water tot drinkwater, met inbegrip van het gebruik van chemicaliën en materialen;*
 - c. de opslag en distributie² van het drinkwater;*
 - d. de inkoop en opslag van drinkwater dan wel van de grondstof of halffabrikaat waaruit het drinkwater wordt bereid, en*
-'*

'5. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het systeem van risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem en het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:

-*
- b. de bewaking van:*

-*
- 1°. De kwaliteit van de grondstof,*
 - 2°. De kwaliteitsveranderingen in het zuiveringsproces,*
 - 3°. De kwaliteit van het drinkwater na de laatste zuiveringsstap,*

² In de publiekrechtelijke regelgeving voor drinkwater komt het begrip 'transport' (van drinkwater) weliswaar (beperkt) voor, maar is daarin niet omschreven. Daarin wordt vooral 'distributie' en ook 'distributienet' genoemd. Ook het begrip 'leidingnet' komt als zodanig niet voor, maar wel als 'leidingnet van een drinkwaterbedrijf' zonder te zijn gedefinieerd.

4°. de kwaliteit van het drinkwater aan het tappunt, en
 5°. Het voorkomen van verontreiniging van het leidingnet van het drinkwaterbedrijf vanuit de daarop aangesloten installaties;

 d. de bewaking van de kwaliteit van de te gebruiken chemicaliën en materialen in de primaire bedrijfsprocessen;
 e. het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de watervoorzieningswerken;
 f. de bewaking van de conditie van de watervoorzieningswerken;
 g. het uitvoeren van onderhoud en reparaties aan de watervoorzieningswerken;

 i. **het hygiënisch werken bij de aanleg en het onderhoud van watervoorzieningswerken;**
'

In het kader van de regelgeving wordt bovendien gewezen op lid 2 van [Artikel 21](#) 'Aanleg en herstel transport- en distributienet', onderdeel van [subparagraaf 3.1.3](#) 'Materialen, chemicaliën en distributienet' van [§ 3.1](#) 'Drinkwaterbedrijven' van [Hoofdstuk 3](#) 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater' van het Drinkwaterbesluit [2], waarin deze praktijkcode en de praktijkcode [PCD 1-4](#) [8] expliciet worden genoemd: 'De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat verontreiniging van het drinkwater wordt voorkomen door bij aanleg en herstel van zijn watervoorzieningswerken en distributienet te werken overeenkomstig PCD 1-1 en PCD 1-4.'³ In [Artikel 1](#) 'Definities' zijn die documenten als volgt omschreven: «Hygiënecode drinkwater; Algemeen» zoals deze luidde op een bij ministeriële regeling genoemd tijdstip' respectievelijk «Hygiënecode drinkwater», zoals deze luidde op een bij ministeriële regeling genoemd tijdstip'.

1.3 Opzet

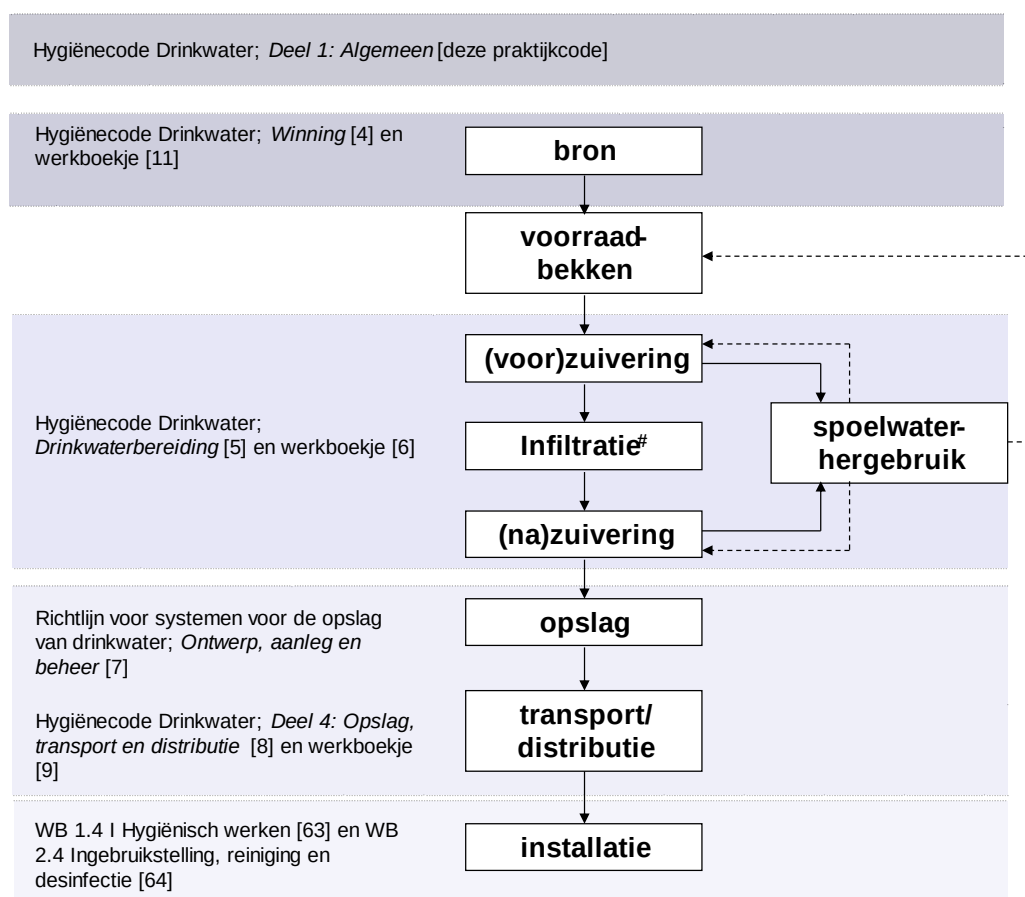
Het voorliggende document beschrijft de door de drinkwaterbedrijven en -laboratoria in Nederland onderschreven [algemene richtlijnen](#) voor de beheersing van de veiligheid van drinkwater tijdens de winning, de bereiding, de opslag, het transport en de distributie daarvan. Hygiënische aspecten van specifieke onderdelen in het traject van bron tot tap (dat wil zeggen met inbegrip van aangesloten installaties) zijn nader uitgewerkt in andere documenten:

- **Winning**
 De praktijkcode [PCD 1-2](#) 'Hygiënecode Drinkwater; Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)' [4] voor de winning van grondwater en kunstmatig geïnfiltreerd water met het bijbehorende werkboekje, praktijkcode [PCD 1-5](#) 'Hygiëne bij werkzaamheden aan winmiddelen; Werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; Winning'' [11].
- **Zuivering**
 De praktijkcode [PCD 1-3](#) 'Hygiënecode Drinkwater; Drinkwaterbereiding' [5] richt zich op verontreinigingsrisico's van het water bij de bereiding van drinkwater. In het bijbehorende 'werkboekje' [6] 'Hygiëne bij werkzaamheden in de zuivering; Werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; Drinkwaterbereiding'' (praktijkcode [PCD 1-6](#)) is het hygiënisch werken bij werkzaamheden in de zuivering door operators en monteurs van drinkwaterbedrijven en medewerkers van aannemers pragmatisch samengevat. In verband met de zuivering wordt ook de [PCD 1-8](#) [45] genoemd.

³ Het noemen van 'distributienet' in 'watervoorzieningswerken en distributienet' is opmerkelijk gezien de definitie van 'watervoorzieningswerken' in de Drinkwaterwet [1]: 'werken ten behoeve van de productie en distributie van drinkwater en daarmee rechtstreeks verband houdende werken en beschermingsvoorzieningen ten dienste van drinkwaterbedrijven'. Het leidingnet voor drinkwater (bestaande uit transport- en distributieleidingen) wordt daarmee eigenlijk dubbel genoemd.

- Opslag
De praktijkcode PCD 4 'Richtlijn voor systemen voor de opslag van drinkwater; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 1508:1998)*' [7] voor de hygiëne in het geval van reservoirs in het algemeen;
- Transport en distributie
De praktijkcode PCD 1-4 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [8] gaat uitgebreid in op de hygiëne van drinkwater bij het transport en de distributie daarvan. Het bijbehorende 'werkboekje' [9] 'Hygiëne bij werkzaamheden aan het leidingnet; *Werkboekje bij de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'*' (praktijkcode PCD 1-7) doet dat vooral ten aanzien van de praktische aspecten voor monteurs;
- Drinkwaterinstallaties
In de Waterwerkbladen (zie de webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl) als uitwerking van de expliciet in het Drinkwaterbesluit [2] genoemde nationale norm NEN 1006 voor installaties (zie Artikel 34 'Toepassing NEN 1006' van § 3.3 'Collectieve leidingnetten' van Hoofdstuk 3 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater') gaat het om de werkbladen WB 1.4 I 'Hygiënisch werken' [63] en WB 2.4 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie' [64]. Bij het eerstgenoemde werkblad is een bijlage met als titel 'Checklists ter bevordering van hygiënisch werken' (zie WB 1.4 I Bijlage).

In Figuur 1 is de uitwerking in andere delen schematisch weergegeven.



Ook de winning na infiltratie is opgenomen in de 'Hygiëncode Drinkwater; Winning (*grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie*)' [4].

Figuur 1 De verdere uitwerking van de 'Hygiëncode Drinkwater; Deel 1: Algemeen' in andere delen van de serie praktijkcodes 'Hygiëncode Drinkwater', met inbegrip van het hygiënisch werken voor installaties.

1.4 Leeswijzer

Deze ‘Hygiënecode Drinkwater; Deel 1: Algemeen’ geeft in de hoofdstukken 2 en 3 eerst een inleiding op de microbiologische respectievelijk chemische veiligheid van drinkwater. Hoofdstuk 4 beschrijft de algemene en technische richtlijnen bij werkzaamheden op het gebied van drinkwater of het daarvoor bestemde water. Algemene aspecten van waterkwaliteitsbeoordeling in verband met hygiëne zijn uitgewerkt in hoofdstuk 5. Ten slotte wordt in hoofdstuk 6 ingegaan op opleidingen en cursussen voor medewerkers van drinkwaterbedrijven en aannemers, die werkzaamheden in de drinkwatervoorziening uitvoeren. In hoofdstuk 7 ‘Literatuur’ zijn geen relevante beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland en relevante (inter)nationale normen van het nationale normalisatie-instituut NEN opgenomen. Die zijn overzichtelijk opgenomen in separate bijlagen: in Bijlage VIII respectievelijk Bijlage VII. Voor wat betreft de overige bijlagen van deze praktijkcode:

- I: specifieke begrippen en afkortingen met de bijbehorende omschrijving respectievelijk betekenis;
- II: de eigenschappen van micro-organismen en ongewervelde dieren;
- III: een samenvatting van de eigenschappen van (indicator)organismen en hun bepalingmethoden;
- IV: de bescherming van nieuw vervaardigde, op materialen gebaseerde producten tegen verontreiniging vanuit de omgeving;
- V: een gedetailleerde beschrijving van de vigerende wet- en regelgeving van desinfectiemiddelen ten behoeve van de drinkwatervoorziening;
- VI: een beschrijving van theoretische en praktische aspecten van desinfectiemiddelen;
- IX: de leerdoelen van opleidingsinstituut Wateropleidingen op het gebied van hygiënisch werken (algemeen).

2 Inleiding microbiologische veiligheid

2.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de risico's voor en beheersing van de microbiologische veiligheid van drinkwater op hoofdlijnen beschreven. Daarbij worden soms verwijzingen naar onderliggende documenten (achtergrondinformatie) gemaakt en worden specifieke hoofdstukken in de Hygiëncode genoemd.

2.2 Betekenis van de hygiëne van het water voor de volksgezondheid

In het milieu (water, bodem, lucht, planten, dieren en mensen) komt een grote verscheidenheid aan micro-organismen en ongewervelde dieren voor. Een deel van deze organismen wordt tot de humaan pathogene micro-organismen gerekend: organismen die mensen ziek kunnen maken. Ziekten die worden veroorzaakt door micro-organismen of ongewervelde dieren worden infectieziekten genoemd.

Micro-organismen worden onderverdeeld in vier groepen: virussen, bacteriën, eencelligen (protozoa en algen), en schimmels en gisten. Daarnaast worden de ongewervelde dieren onderscheiden. In elk van deze groepen komen ziekteverwekkende soorten voor. In Bijlage II zijn de eigenschappen van de vijf groepen kort beschreven.

Uitgebreide informatie over infectieziekten is te vinden op de website van het RIVM: www.rivm.nl

2.3 Hoofdlijnen

De hoofdlijnen van een microbiologisch veilige drinkwatervoorziening zijn:

- beschermen van de grondstof (waterwingebieden, acties om de waterkwaliteit van de rivieren te verbeteren⁴, beschermde reservoirs voor oppervlaktewater);
- verwijderen van verontreinigingen uit de grondstof (subparagraaf 2.3.1);
- preventie van verontreinigingen in de procesketen (subparagraaf 2.3.2);
- preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater (subparagraaf 2.3.3);
- verifiëren van de waterkwaliteit door periodieke beoordeling (detectie) (subparagraaf 2.3.4);
- beschermen van de volksgezondheid na een (mogelijke) verontreiniging (subparagraaf 2.3.5);
- herstellen van de drinkwaterveiligheid na een verontreiniging (subparagraaf 2.3.6);
- periodiek beoordelen en verbeteren van de veiligheidsbeheersing (subparagraaf 2.3.7).

2.3.1 Verwijderen van verontreinigingen uit de grondstof

Drinkwater wordt in Nederland voor circa 60% gewonnen uit grondwater. Over het algemeen is dit water door langdurige filtratie tijdens de bodempassage vrij van ziekteverwekkende micro-organismen. In het geval microbiologische verontreiniging van de grondstof of microbiologische groei in de zuivering niet kan worden uitgesloten, vindt vaak inactivatie met ultraviolet licht (UV) plaats als onderdeel van het zuiveringsproces. In het geval oppervlaktewater als grondstof wordt gebruikt, passen de drinkwaterbedrijven ruwweg vijf soorten behandeling voor verwijdering en inactivatie van micro-organismen toe, waarbij het altijd om meerdere behandelings- of zuiveringsprocessen (meerdere barrières) gaat:

- biologische en fysische (UV in zonlicht) inactivatie tijdens verblijf in voorraadbekkens en bij bodem en/of duinpassage;
- fysisch-chemische coagulatie, flocculatie en sedimentatie van deeltjes en organismen;

⁴ Dit is geen primaire taak van de drinkwaterbedrijven.

- filtratie (snelle zandfilters, langzame zandfilters, membraanfilters);
- chemische inactivatie (ozon, waterstofperoxide, chloorverbindingen);
- fysische inactivatie (UV-desinfectie met reactoren).

Een overzicht van zuiveringsmethoden of –stappen en hun effectiviteit met betrekking tot verwijdering en inactivatie van micro-organismen is beschreven in ‘Elimination of Micro-organisms by Water Treatment Processes’ [14].

Een aantal micro-organismen bevindt zich in de bronnen voor de bereiding van drinkwater. De productiefaciliteit is dan ingericht op het verwijderen van de specifieke micro-organismen tot onder de van toepassing zijnde maximale waarde. Dit aspect valt buiten de scope van de Hygiënecode.

2.3.2 Preventie van verontreinigingen in de procesketen

Ziekteverwekkende micro-organismen kunnen vrijwel overal voorkomen. Zij kunnen zich goed vermenigvuldigen in hun gastheer (de mens), maar ook in (voornamelijk warmbloedige) dieren en voedsel. Hoge concentraties ziekteverwekkers worden voornamelijk gevonden in uitwerpselen van warmbloedige dieren en van de mens, en in kadavers. Microbiologisch verontreinigd (voedsel)afval kan vooral in de stad worden aangetroffen. Op beschutte plaatsen geldt dit ook voor uitwerpselen van mensen. Het is dus van belang dat alles dat met de watervoerende infrastructuur bij de winning en in de zuivering en distributiesystemen in aanraking komt, ten minste vrij is van uitwerpselen, ongedierte, kadavers, afval, gereedschap en van materiaal dat hiermee in aanraking is geweest of kan zijn geweest zoals grond, grondwater, regenwater, rioolwater, oppervlaktewater, materiaal op daken en in dakgoten, en plantaardig materiaal.

De aanpak voor de preventie van microbiologische (en chemische) verontreiniging van proces- en drinkwater in de procesketen berust op de drie volgende pijlers:

- Afgesloten infrastructuur (gebouwen, reservoirs, leidingen) zonder lekkages:
 - gebouwen: zie praktijkcode [PCD 1-3](#) [5];
 - opslag: zie praktijkcode [PCD 4](#) [7];
 - leidingen: zie praktijkcode [PCD 1-4](#) [8].
- Waar mogelijk (leidingen, wanden en vloeren van reservoirs) in stand houden van overdruk om binnendringen van verontreinigingen via niet-gedetectedeerde lekken te voorkomen: zie praktijkcode [PCD 4](#) [7] en de praktijkcode [PCD 1-4](#) [8].
- Voorkomen van verontreinigingen tijdens werkzaamheden en gebruik. Tijdens werkzaamheden zijn bepaalde productiemiddelen en/of de infrastructuur meestal niet afgesloten en is er geen overdruk:
 - opslag: zie praktijkcode [PCD 4](#) [7];
 - zuivering: zie praktijkcode [PCD 1-3](#) [5];
 - transport-, distributie- en aansluitleidingen: zie praktijkcode [PCD 1-4](#) [8];
 - watermeters: zie praktijkcode [PCD 1-4](#) [8];
 - bij gebruik en overige preventie: zie praktijkcode [PCD 1-4](#) [8].

Meestal worden op deze wijze zowel microbiologische als chemische verontreinigingen voorkomen en hoeft er geen onderscheid te worden gemaakt in de toegepaste methoden.

2.3.3 Preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater

Ziekteverwekkende organismen van fecale herkomst kunnen zich over het algemeen niet vermeerderen in drinkwater. De mate van verontreiniging tijdens bereiding en distributie is in dat geval bepalend voor de aantallen van deze organismen in het drinkwater dat consumenten ontvangen. Bij temperaturen boven 25°C kunnen sommige soorten ziekteverwekkende amoeben (eencelligen) en *Legionella*-bacteriën zich in drinkwater vermenigvuldigen [15], zie ook [46] en [47]. Als aan de wettelijke eis voor een maximale temperatuur van 25°C op het leveringspunt en op het tappunt (overeenkomstig lid 1 van [Artikel 13](#) ‘Kwaliteitseisen’ van [subparagraaf 3.1.1](#)

‘De hoedanigheid van het water’ van § 3.1 ‘Drinkwaterbedrijven’ van Hoofdstuk 3 ‘De zorg voor de kwaliteit van drinkwater’ van het Drinkwaterbesluit [2]) wordt voldaan, is de kans op vermeerdering van mogelijk ziekteverwekkende micro-organismen beperkt. Door een verdere algehele stijging van de temperatuur ten gevolge van de klimaatverandering zal de kans op ongewenste groei van mogelijke ziekteverwekkers (onder andere opportunistische pathogenen) in de toekomst toenemen [15].

Beperking van de verontreiniging met niet-ziekteverwekkende (micro-)organismen is van belang om de organoleptische kwaliteit (zichtbare afwijkingen, kleur, geur, smaak) van het drinkwater te waarborgen. De groei van bacteriën in drinkwater(leidingen) kan leiden tot of bijdragen aan geur- en smaakklachten, sedimentvorming en de groei van eencelligen en ongewervelde dieren. Tevens kunnen resten van deze organismen voeding vormen voor ziekteverwekkers of hun gastheren (amoeben voor legionella; bij hogere temperaturen en lange verblijftijden). Vermeerdering van micro-organismen kan worden beperkt door de hoeveelheid voedingsstoffen voor micro-organismen in drinkwater zo veel mogelijk te beperken. Dit wordt bereikt door de toepassing van grondstoffen met weinig voedingsstoffen en de verwijdering van voedingsstoffen daaruit (bereiding biologisch stabiel water), en daarnaast door zo min mogelijk gebruik te maken van nagroei bevorderende leidingmaterialen en middelen. Vermeerdering van micro-organismen is tevens minder sterk bij een lagere temperatuur en een kortere verblijftijd.

2.3.4 Verifiëren van de waterkwaliteit door periodieke beoordeling

Net als in andere landen is het in Nederland niet mogelijk in absolute zin vast te stellen hoe veilig de drinkwatervoorziening is. Dit komt in de eerste plaats door de hoge mate van veiligheid zelf: immers hoe veiliger, hoe lastiger ook om die veiligheid te kwantificeren. Daarnaast ontbreekt kwantitatieve informatie over de risico's van de verontreinigingen die tijdens de bereiding en distributie van drinkwater kunnen optreden door bijvoorbeeld werkzaamheden aan of in zuiveringsonderdelen of werkzaamheden aan het leidingnet.

Ziektegevallen die aantoonbaar het gevolg zijn van de consumptie van drinkwater zijn tegenwoordig zeldzaam. Gedetecteerde uitbraken van ziektegevallen door microbiologisch verontreinigd drinkwater zijn in Nederland beperkt tot drie gevallen (1962, 1981 en 2001). De drie uitbraken waren het gevolg van verontreiniging tijdens de distributie [19, 20] van het drinkwater. Aantoonbare ziektegevallen ten gevolge van verontreiniging van water door bijvoorbeeld werkzaamheden aan of in zuiveringsonderdelen zijn in Nederland niet bekend. Toch is dit op zich geen bewijs dat de drinkwatervoorziening in Nederland voldoende veilig is. Epidemiologische methoden zijn onvoldoende gevoelig om ziektegevallen die worden veroorzaakt door drinkwater te onderscheiden van de ziektegevallen die door andere verontreinigingsbronnen (voedsel, contacten tussen mensen, persoonlijke hygiëne enzovoorts) worden veroorzaakt.

Als drinkwater is verontreinigd met ziekteverwekkende organismen zijn deze meestal afkomstig van fecaal materiaal, hoewel ook in kadavers pathogene micro-organismen voorkomen. Omdat periodieke beoordeling van de aanwezigheid van pathogene micro-organismen tijdens bereiding en distributie van drinkwater niet of slechts met een zeer grote inspanning en met een lange tijd tussen monsterneming en analyseresultaat mogelijk zou zijn, is al vanaf het begin van de 20^e eeuw gekozen voor de beoordeling van de aanwezigheid van indicatoren voor (fecale) verontreiniging van drinkwater. Die beoordeling wordt dan uitgevoerd op basis van een of enkele monsters die slechts een kleine steekproef vormen. De aan- of afwezigheid van indicatororganismen in deze monsters kan binnen enkele dagen, maar soms ook binnen enkele uren worden bepaald. Door de tijd die verstrijkt tussen het moment van monsterneming en het bekend worden van de resultaten gaat van deze waterkwaliteitsbeoordeling geen directe bescherming van aangesloten consumenten uit en is daarvoor ook niet primair bedoeld. Bovendien is door de geringe kans op detectie van indicatororganismen de kans op blootstelling aan pathogenen in ieder geval al beperkt. Een beoordeling van de veiligheid van het systeem op basis van evaluaties per geval van verontreiniging en per beoordelingsperiode, kan wel leiden tot een verbeterde preventie van verontreinigingen [21].

Om de microbiologische kwaliteit te kunnen evalueren en zo nodig te kunnen optimaliseren, zijn gevoelige beoordelingsmethoden nodig. In toenemende mate komen moleculair-biologische methoden beschikbaar, die niet

zozeer gevoeliger maar wel sneller en goedkoper zijn. In hoofdstuk 5 van dit document is de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling en de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden beschreven.

In Bijlage III zijn de eigenschappen van indicatororganismen en hun bepalingsmethoden samengevat.

De kans op detectie van een fecale verontreiniging wordt beperkt door de volgende factoren:

- Er is geen sprake van continue, maar van periodieke of eenmalige beoordeling. De kans op detectie is dus afhankelijk van de monsterfrequentie en de periode waarin de verontreiniging op de monsterlocatie (zowel in de zuivering als in het leidingnet) aantoonbaar is.
- Bij een goed opgezette waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden zijn de monsterlocaties representatief, waarbij rekening wordt gehouden met de volgende aandachtspunten:
 - Als er stroomafwaarts van een verontreiniging geen monsterlocatie is, wordt die verontreiniging niet gedetecteerd.
 - Micro-organismen zijn vaak niet-gelijkmatig over het water verdeeld, zodat een piek kan worden gemist.
- De detectiegrens van de bepalingsmethode waarbij het ingezet monstervolume een grote rol speelt.
- De snelheid waarmee de verontreiniging met de indicatororganismen wordt weggespoeld door de verversing.
- De snelheid waarmee indicatororganismen afsterven in verhouding tot de pathogene micro-organismen.

De kans op detectie van een verontreiniging door periodieke waterkwaliteitsbeoordeling is zeer klein, dat wil zeggen doorgaans kleiner dan 5%. Dit is ook gebleken uit modevaluaties tijdens een case study [22, 23].

2.3.5 Beschermen van de volksgezondheid na een (mogelijke) verontreiniging

Als er toch een verontreiniging heeft plaatsgevonden van drinkwater in het leidingnet kan de volksgezondheid in gevaar zijn, zeker als de verontreiniging fecaal van aard blijkt te zijn. Of en zo ja, in welke mate de volksgezondheid wordt geschaad, is mede afhankelijk van de snelheid en de effectiviteit van:

- Handelen bij (vermoeden van):
 - lekkages;
 - drukloosheid;
 - onvoldoende hygiëne tijdens werkzaamheden;
 - terugpompen van oppervlaktewater in leidingnet door overdruk op brandkraan.
- Detectie van verontreiniging van het drinkwater.
- Bescherming van de volksgezondheid na verontreiniging.
- Herstel van de drinkwaterveiligheid.

Risico op reputatieschade voor drinkwater en voor drinkwaterbedrijven

Af en toe is een verontreiniging van drinkwater ergens in Nederland van dien aard dat het drinkwater op negatieve wijze in de media komt. Het drinkwaterbedrijf kan hierdoor imagoschade ondervinden en dat wordt mede bepaald door:

- De kwaliteit van de berichtgeving
Als deze onvolledig of zelfs onjuist is, wordt onterechte schade aan het imago berokkend. De kwaliteit van de communicatie tussen het drinkwaterbedrijf en consumenten, en overheid en media speelt hierbij een belangrijke, maar door de journalistieke vrijheid uiteindelijk geen beslissende rol.
- De kwaliteit van de beschikbare informatie
Als er meer kwantitatieve informatie is over het microbiologische risico van de consumptie van drinkwater in het algemeen en tijdens incidenten in het bijzonder, evenals over de verhouding van deze risico's tot de door de overheid gestelde criteria, kan van het gebruik van deze informatie in de berichtgeving een geruststellende werking uitgaan.
- De frequentie van de berichtgeving
Het imago van drinkwater is een emotionele beleving die niet alleen door de kwaliteit van de berichtgeving en

kwantitatieve informatie over de risico's wordt beïnvloed, maar ook door de frequentie waarmee consumenten met negatieve berichtgeving over drinkwater worden geconfronteerd.

- De waarneembare kwaliteit van het water

De kwaliteit van het drinkwater wordt over het algemeen zeer goed gewaardeerd. Dit is vooral te danken aan het ontbreken van geur, de goede smaak die het water op de meeste plaatsen heeft, de hardheid en de over het algemeen hoge mate van helderheid en kleurloosheid. Vooral veranderingen van de kwaliteit ten aanzien van deze parameters worden door de meeste consumenten opgemerkt en negatief beoordeeld. Een tijdelijk verminderde smaak door het gebruik van chloor, vervelende geurtjes door biologische of chemische activiteit in het leidingnet, gekleurd en/of troebel water (bijvoorbeeld als gevolg van spuiactiviteiten) leiden tot een vermindering van het vertrouwen in en het imago van drinkwater.

In dit document wordt verder geen aandacht besteed aan risico's van verontreinigingen voor de reputatie van drinkwater en drinkwaterbedrijven.

2.3.6 Herstellen van de drinkwaterveiligheid na een verontreiniging

Na verontreiniging van een onderdeel in het traject van winpunt tot leveringspunt dient/dienen het betreffende onderdeel en zo nodig de eventueel navolgende onderdelen in de richting van consumenten te worden gereinigd en eventueel gedesinfecteerd. De wijze waarop dat moet gebeuren, is afhankelijk van de aard van een verontreiniging, het precieze onderdeel in dat traject (winning, zuivering, opslag, transport en/of distributie) en de situatie. In verschillende delen van de 'Hygiënecode Drinkwater' (de praktijkcode PCD 1-3 voor de bereiding [5] respectievelijk de praktijkcode PCD 1-4 voor het transport en de distributie [8] van drinkwater) en in de praktijkcode PCD 4 voor de opslag van drinkwater [7] wordt daaraan de nodige aandacht gegeven door middel van een separaat hoofdstuk of separate paragraaf. In de praktijkcode PCD 1-2 voor de winning van water ten behoeve van de bereiding van drinkwater [4] is dat niet gedaan.

2.3.7 Periodiek beoordelen en onderhouden van de veiligheidsbeheersing

Richtlijnen, procedures en werkinstructies vormen een belangrijke basis voor de beheersing van de kwaliteit van en risico's voor de drinkwaterveiligheid. De meest optimale beheersing wordt echter bereikt door een continu proces van evaluatie en waar nodig optimalisatie van infrastructuur en bedrijfsvoering. Door goede communicatie tussen en opleiding/bijbscholing van medewerkers worden nieuwe inzichten toegepast. Het vastleggen van deze nieuwe inzichten in documenten is een belangrijk parallel proces.

Uit de voorgaande paragrafen in dit hoofdstuk is gebleken dat veilig drinkwater niet voor 100% kan worden gewaarborgd door (periodieke) waterkwaliteitsbeoordeling. Hoewel de beperkingen van de waterkwaliteitsbeoordeling (te laat, kleine kans op detectie) al lang bekend zijn, is internationale en nationale wet- en regelgeving lange tijd beperkt gebleven tot het stellen van de eis van veilig drinkwater en de beschrijving van veilig drinkwater in de vorm van waterkwaliteitseisen. Pas sinds het begin van de 21^e eeuw worden in richtlijnen en wet- en regelgeving eisen toegevoegd met betrekking tot de wijze waarop de drinkwaterveiligheid wordt geborgd. In navolging van de Europese Drinkwaterrichtlijn [52] is op nationaal niveau in het Drinkwaterbesluit [2] de/het 'risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem' opgenomen. In Artikel 1 van dat besluit is daarvan de volgende omschrijving opgenomen: *'risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem als bedoeld in de artikelen 7 en 9, eerste tot en met vijfde lid, van de Drinkwaterrichtlijn'*. De titel van de beide daarbij genoemde artikelen uit de Europese Drinkwaterrichtlijn luidt 'Risicobaseerde benadering van de veiligheid van water' respectievelijk 'Risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem'. In het Drinkwaterbesluit is een en ander verdisconteerd in subparagraaf 3.1.2 'Risicobeoordeling en risicobeheer van het watervoorzieningssysteem en kwaliteitsmanagementsysteem' van § 3.1 'Drinkwaterbedrijven' van Hoofdstuk 3 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater' en dan met name in Artikel 15 'Handleiding en bedrijfsprocessen' daarvan. Dat geldt ook voor Artikel 46a 'Risicobeoordeling watervoorzieningssysteem' van Hoofdstuk 5 'Leveringszekerheid en continuïteit'.

Waterkwaliteitsbeoordeling wordt meer als verificatie (controle achteraf, soms met beperkingen) en minder als validatie (wetenschappelijke onderbouwing) van de drinkwaterveiligheid beschouwd. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)' [24].
- De verwijzing naar deze praktijkcode PCD 1-1 en de praktijkcode PCD 1-4 [8] in het Drinkwaterbesluit [2].
- De WHO-richtlijn voor drinkwaterkwaliteit ('Water Safety Plans', WSP's⁵) in de 'Guidelines for Drinking-water Quality' [25].

Zowel het 'Richtsnoer AMVD' [24], de praktijkcode PCD 1-4 [8] als de praktijkcode PCD 1-3 [5] kunnen in Nederland een onderdeel van de Water Safety Plan systematiek vormen.

In de volgende alinea's is de systematiek van WSP's op hoofdlijnen beschreven:

- Een periodieke, systematische en kwalitatieve beoordeling van de risico's.
- Een kwantitatieve beoordeling van de risico's van kritische onderdelen.

Systematische kwalitatieve risicobeoordeling door middel van het Water Safety Plan

In de WHO-richtlijnen voor drinkwaterkwaliteit [25] is de systematiek van WSP's opgenomen. In deze systematiek staat preventie op de eerste plaats, verkregen door: (i) bewaking van de procesvoering, (ii) periodieke inspectie van de infrastructuur, (iii) het plannen van beheersmaatregelen bij afwijkingen en (iv) opleiding en periodieke beoordeling van medewerkers. Periodieke evaluatie en optimalisatie van deze processen is een belangrijk deel van de systematiek. Verificatie van de drinkwaterveiligheid door onder meer periodieke waterkwaliteitsbeoordeling, blijft echter een belangrijke voorwaarde voor risicobeheersing.

Wet-en regelgeving

De systematiek van WSP's wordt niet expliciet genoemd of omschreven in de Drinkwaterwet [1]. In Hoofdstuk IV 'Leveringszekerheid en continuïteit' wordt gesproken van een risicoanalyse (Artikel 33 van § 2 'Vorbereiding op een verstoring') van verstoringen van de levering van deugdelijk drinkwater (Artikel 32 van § 1 'Levering onder normale omstandigheden').

Kwantitatieve risicobeoordeling van kritische onderdelen

In de systematiek van WSP's wordt benadrukt dat de effectiviteit van de onderdelen die de veiligheid van de drinkwatervoorziening waarborgen, moet zijn gevalideerd. De werking van de afzonderlijke onderdelen van het systeem wordt veelal onderbouwd door wetenschappelijk onderzoek, onder meer in het gezamenlijke onderzoeksprogramma van de drinkwaterbedrijven (BTO). Voor de integrale kwantitatieve beoordeling van de effectiviteit van de beheersing van de microbiologische drinkwaterveiligheid is de systematiek van kwantitatieve microbiologische risicobeoordeling (QMRA, Quantitative Microbial Risk Assessment) ontwikkeld (gebaseerd op vergelijkbare methoden in de voedingsmiddelenindustrie). Er wordt met nadruk gesproken van microbiologische risicobeoordeling, omdat de risico's voor de chemische veiligheid van drinkwater over het algemeen gemakkelijker kunnen worden vastgesteld. Dit gebeurt vooral door vergelijking van de resultaten van de chemische waterkwaliteitsbeoordeling met de, op basis van toxicologische risicobeoordeling gebaseerde, chemische normen (de combinatie van parameter en bijbehorende grenswaarde) voor de waterkwaliteit. Deze vergelijking vindt plaats van het stroomgebied van de grondstof (grond- en oppervlaktewater) tot en met het uitgaande water van drinkwaterproductielocaties. Met name door de zeer lage grenswaarden voor aantallen ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater en de daarmee samenhangende uitdagingen (en onmogelijkheden) bij de beoordeling van de waterkwaliteit, is de kwantitatieve microbiologische risicobeoordeling in ontwikkeling.

Een verontreinigingsrisico bestaat uit de kans op het optreden van een verontreiniging maal het effect van deze verontreiniging. De navolgende voorbeelden illustreren dat.

⁵ Het Engelse woord 'plan' moet hier worden geïnterpreteerd als 'stelsel' en niet als 'voornemen'. WSP's zijn in Nederland weliswaar niet verplicht, maar uit het RIVM-rapport [69] blijkt dat in Nederland aan vrijwel alle WSP-aspecten wordt voldaan via bestaande regelingen en praktijk. In Vlaanderen wordt verwezen naar de 'risicogebaseerde benadering' zoals die in de Europese Drinkwaterrichtlijn [52] is voorgeschreven.

- Nucleaire verontreiniging van het drinkwater
Ondanks de zeer kleine kans op een kernexplosie wordt het effect door veel bedrijven zo onaanvaardbaar geacht, dat luchtfilters beschikbaar zijn om verontreiniging van het drinkwater bereid uit grondwater in een dergelijke situatie te voorkomen (zie praktijkcode [PCD 16](#) [41]).
- Verontreiniging door leidingbreuken
Leidingbreuken komen regelmatig voor en leiden vrijwel altijd tot verontreiniging van de leidingen, hoewel de kans op een *fecale* verontreiniging over het algemeen relatief kleiner is. Het effect van zowel de niet-fecale als de fecale verontreinigingen wordt beperkt door het reinigen van de leidingen na reparatie. De leiding wordt soms noodgedwongen direct na reparatie en spuien weer in bedrijf genomen, hoewel pas na ten minste 48 uur duidelijk is in welke mate de leiding mogelijk is verontreinigd. Het *effect* van een niet-fecale verontreiniging en de *kans* op een fecale verontreiniging worden echter over het algemeen voldoende acceptabel geacht. Met behulp van RT-PCR kan snel een eerste indicatie van een verontreiniging worden gegeven (voor de parameters *E. coli* en intestinale enterococci; een positief resultaat dient te worden bevestigd).

2.4 Distributie van drinkwater zonder een restgehalte aan desinfectiemiddelen

Vrijwel nergens in Nederland wordt een restconcentratie aan desinfectiemiddelen in drinkwater aangetroffen. De concentratie aan toxische en mogelijk kankerverwekkende desinfectiebijproducten zoals trihalomethanen, is daardoor heel laag of nihil.

In veel landen in de wereld wordt drinkwater gedistribueerd met een duidelijk waarneembare restconcentratie aan desinfectiemiddelen (bijvoorbeeld natriumhypochloriet of monochlooraminen). Deze maatregel kan twee doelen hebben:

- Veiligheid van het drinkwater: de desinfectiemiddelen worden als een barrière beschouwd voor pathogene micro-organismen tijdens verontreinigingen.
- Beperking van de vermeerdering van (micro-)organismen.

In een aantal landen wordt net als in Nederland aan desinfectiemiddelen een minder grote invloed op de hygiënische betrouwbaarheid van drinkwater toegedicht. Het verbruik van desinfectiemiddelen als gevolg van reacties met andere stoffen tijdens een verontreiniging wordt te groot geacht om een barrière in stand te kunnen houden (zodat er te weinig overblijft ten behoeve van de inactivatie van pathogenen). Tevens zijn niet alle ziekteverwekkers gevoelig voor de gebruikte desinfectiemiddelen. Voorbeelden van dergelijke ziekteverwekkers zijn *Giardia* spp. en *Cryptosporidium* spp.

Een belangrijk nadeel van het in stand houden van een restconcentratie aan desinfectiemiddelen is de inactivatie van indicatororganismen zoals *E. coli* en (intestinale) enterococci. De kans op detectie van verontreinigingen is al klein en wordt door toepassing van desinfectiemiddelen nog lager.

In Nederland wordt aangenomen dat het risico van verontreiniging tijdens distributie door preventieve maatregelen zo beperkt is, dat de eventuele vermindering van dit risico door distributie met een restconcentratie aan desinfectiemiddelen de vermindering van de smaak en de toename van toxische en mogelijk kankerverwekkende stoffen in het drinkwater niet rechtvaardigt. Meer informatie over deze afweging is te vinden in diverse publicaties [16, 17, 18].

3 Inleiding chemische veiligheid

3.1 Introductie

In dit hoofdstuk zijn de risico's voor en de beheersing van de chemische veiligheid van drinkwater op hoofdlijnen beschreven, met verwijzingen naar wet- en regelgeving en achtergrondinformatie.

3.2 Betekenis van de chemische veiligheid van het water voor de volksgezondheid

Bij chemische veiligheid van drinkwater wordt in de eerste plaats gedacht aan stoffen, die schadelijk zijn voor de volksgezondheid. Deze stoffen worden giftig of toxisch genoemd, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt in acute en chronische toxiciteit. Bij acute toxiciteit openbaren zich de schadelijke effecten vrijwel direct, terwijl bij chronische toxiciteit sprake is van gezondheidsschade op langere termijn, bijvoorbeeld in het geval van kankerverwekkende stoffen. Drinkwater mag geen voor de gezondheid schadelijke stoffen bevatten, dan wel slechts tot een bepaalde maximale waarde, waarvan is gebleken dat dit geen negatief effect heeft op de gezondheid bij levenslang gebruik van het drinkwater, ook niet bij drinkwatergebruikers met een hogere gevoeligheid ('kwetsbare consumenten' zoals baby's, zieken en ouderen). Deze stoffen dan wel parameters en maximale waarden (aangeduid als 'maximum waarde') zijn opgenomen in Tabel II 'Chemische parameters' van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2]. Bij het opstellen van die grenswaarden is (op basis van bestaande expertise) rekening gehouden met zaken als acute en chronische toxiciteit, kwetsbare gebruikers en is bovendien een extra veiligheidsmarge ingebouwd.

Een aantal voor mensen schadelijke stoffen bevindt zich in de bronnen voor de bereiding van drinkwater. De productiefaciliteit is dan ingericht op het verwijderen van deze specifieke stoffen tot onder de van toepassing zijnde maximale waarde.

De preventie van chemische verontreiniging van proces- en drinkwater tijdens winning, zuivering, opslag en transport en distributie berust op dezelfde drie pijlers als voor microbiologische verontreiniging (zie subparagraaf 2.3.2), waaraan nog twee extra pijlers zijn toegevoegd:

- veilige en schone bronnen;
- afgesloten infrastructuur;
- voorkómen of beperken van de vorming van toxische stoffen in het water tijdens de zuivering;
- waar mogelijk in stand houden van een overdruk;
- voorkómen van verontreiniging tijdens werkzaamheden en gebruik;
- de keuze van de juiste materialen (mede in verband met mogelijke permeatie) en chemicaliën (inclusief de dosering).

De chemische veiligheid van drinkwater bij werkzaamheden aan onderdelen van de winning, de zuivering en de infrastructuur kan direct worden gewaarborgd door zorgvuldig en hygiënisch werken. Tegelijkertijd moet (indirect) rekening worden gehouden met de mogelijke consequentie van het buiten bedrijf stellen van (zuiverings)onderdelen op de totale drinkwaterkwaliteit, aangezien andere onderdelen hoger kunnen worden belast waardoor de verwijderingscapaciteit kan wijzigen.

De chemische veiligheid van drinkwater tijdens bereiding, opslag en transport en distributie kan worden gewaarborgd door de toepassing van de juiste op materialen en chemicaliën gebaseerde producten. Met name voor de bereiding wordt daarnaast gewezen op het gebruik van geschikte 'waterbehandelingschemicaliën'. Die veiligheid wordt primair gegenereerd door de Nederlandse overheid via wet- en regelgeving rond materialen en

chemicaliën die in contact (kunnen) komen met water dat is bedoeld voor de menselijke consumptie. Daarnaast is die veiligheid door de drinkwaterbedrijven zelf nog te verhogen door gebruik te maken van privaatrechtelijke regelgeving op het logistieke vlak (zie § 3.3). Op achtereenvolgens de publiek- en privaatrechtelijke aspecten van producten in contact met (drink)water wordt in de navolgende paragrafen van dit hoofdstuk ingegaan.

3.3 Publiekrechtelijke regelgeving

Producten die in contact (kunnen) komen met water dat is bedoeld voor de menselijke consumptie, met drinkwater of met warm tapwater mogen geen stoffen afgeven in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van de consument of anderszins de drinkwaterkwaliteit aantasten. Daartoe dienen de producten of materialen te voldoen aan de toxicologische, microbiologische en organoleptische eisen⁶ die zijn vastgelegd in de van kracht zijnde ministeriële Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening⁷ [3] (gepubliceerd in de Staatscourant). Dit betekent dat de procedure voor het verkrijgen van een erkende kwaliteitsverklaring, zoals bedoeld in de Regeling, met positief resultaat dient te zijn afgerond.

Ook producten die zijn voorzien van een kwaliteitsverklaring⁸, afgegeven door bijvoorbeeld een buitenlandse certificatie-instelling, mogen in Nederland worden toegepast, mits deze kwaliteitsverklaring door de Minister gelijkwaardig is verklaard aan de kwaliteitsverklaring zoals wordt bedoeld in de Regeling.

Het 'Kiwa Water Mark'⁹ van Kiwa Nederland (als enige erkende certificatie-instelling volgens de Regeling) is vooralsnog de enige door de Nederlandse overheid erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling en omvat naast gezondheidskundige ook functionele aspecten van producten.

Als gevolg van bijvoorbeeld het niet beschikbaar zijn op de markt of in het geval van 'kleine contactoppervlak producten' worden door drinkwaterbedrijven soms producten aangeschaft en ingezet zonder erkende kwaliteitsverklaring. In die gevallen wordt op dergelijke producten primair een door de Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven (CAD) onder de Vewin-stuurgroep Bronnen en Kwaliteit vastgestelde risicobeoordeling uitgevoerd. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is over die aanpak geïnformeerd door de individuele drinkwaterbedrijven.

Sinds enkele jaren wordt er binnen de Europese Unie gewerkt aan een Europees geharmoniseerd systeem voor materialen en daarop gebaseerde producten als invulling van Artikel 11 'Minimumvereisten inzake hygiëne voor materialen die in contact komen met voor menselijke consumptie bestemd water' van de sinds begin 2021 vigerende Europese Drinkwaterrichtlijn [52]. De opbrengsten daarvan zullen te zijner tijd als uitgangspunt dienen bij de herziening van de Regeling, waarvan de officiële deadline 12 januari 2025 is. Op termijn zal er dus voor (op) materialen (gebaseerde producten) een systeem komen wat ruim 20 jaar geleden na het van kracht worden van de eerste editie van de Europese Drinkwaterrichtlijn werd aangeduid als 'EAS', het 'European Acceptance Scheme'. Het opzetten van een dergelijk Europees geharmoniseerd systeem voor chemicaliën en daarop gebaseerde producten als invulling van Artikel 12 'Minimumvereisten voor behandelingschemicaliën en filtermaterialen die in

⁶ Verder aan te duiden als 'gezondheidskundige aspecten'. Binnen de Europese Unie is daarvoor de term 'hygienic aspects' gangbaar, maar 'hygiënische aspecten' zou voor de Nederlandse situatie verwarring (kunnen) geven met het 'hygiënisch werken' volgens de serie praktijkcodes 'Hygiënecode Drinkwater' in verband met de winning, de bereiding, de opslag en het transport en de distributie van (drink)water zonder desinfectiemiddel.

⁷ Verder aan te duiden als 'de Regeling'.

⁸ Een kwaliteitsverklaring afgegeven door een onafhankelijke certificatie-instelling in een andere lidstaat van de Europese Unie dan Nederland of in een andere staat die partij is bij de Overeenkomst betreffende de Europese Economische Ruimte, is gelijkwaardig aan een erkende kwaliteitsverklaring, voor zover naar het oordeel van de Minister uit de eerstgenoemde kwaliteitsverklaring blijkt dat wordt voldaan aan ten minste gelijkwaardige eisen als bedoeld in de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening'.

⁹ Met enige regelmaat wordt hiervoor nog de voormalige aanduiding 'Kiwa-ATA' van certificatie-instelling Kiwa Nederland (dat staat voor 'Attest Toxicologische Aspecten') gehanteerd. Ook in de letter A van de CAD (Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven) is dat 'ATA' nog steeds verdisconteerd.

contact komen met voor menselijke consumptie bestemd water' van de Europese Drinkwaterrichtlijn zijn voor zover bekend (vooralsnog) niet in beeld.

Onderscheid materialen en chemicaliën

In de Regeling [3] wordt volgens onderdeel 1 'Onderscheid materialen en chemicaliën' van [Bijlage A](#) een traditioneel onderscheid gemaakt tussen materialen en chemicaliën. Grofweg wordt daar gesteld dat materialen met name worden toegepast voor constructiedoeleinden, zoals opslag- en leidingsystemen en installaties (woninginstallaties, collectief leidingnet, collectieve watervoorziening of andere op het leidingnet van een drinkwaterbedrijf aangesloten installatie), terwijl onder chemicaliën de producten vallen die in contact worden gebracht met het te behandelen water, drink- of warm tapwater of daaraan worden toegevoegd om een kwaliteitsverandering van het water te bewerkstelligen. Door deze omschrijvingen vallen 'filtermaterialen' (bijvoorbeeld actieve kool in korrelvorm en ionenwisselaars, zie onder) inclusief membraanfilters in de groep chemicaliën. Ook in het navolgende is het onderscheid tussen materialen en chemicaliën als zodanig gehanteerd.

Behalve materialen en chemicaliën en daarop gebaseerde producten worden er bij de drinkwatervoorziening ook 'middelen' toegepast. Middelen komen als zodanig echter niet voor in de Regeling (soms wel (onterecht) omschreven als 'materiaal' of 'chemicaliën'). Middelen kunnen worden onderscheiden in (i) middelen die bij correct gebruik in principe niet in contact met (drink)water komen en (ii) middelen die weliswaar in contact (kunnen) komen met (drink)water, maar een gunstige verhouding hebben voor wat betreft het contactoppervlak met (drink)water en de hoeveelheid water die per etmaal passeert, zodat er sprake is van een relatief beperkt effect op de (drink)waterkwaliteit. Voor de eerstgenoemde groep geldt dat die middelen normaliter na gebruik daarvan (volledig) worden verwijderd door middel van af- of naspoelen, of in principe niet in contact kunnen komen met het (drink)water omdat het daarvan gescheiden blijft (corrosie-inhibitors, warmteoverdrachtsmedia). In het geval dergelijke middelen abusievelijk of als gevolg van een calamiteit toch in het drinkwater terecht zouden komen, dan dienen die middelen geen risico voor de consument te vormen.

Er wordt nog aangetekend dat voor stoffen uit producten die bij de winning worden toegepast en in het water zouden achterblijven bovendien geldt dat het water daarna nog het volledige zuiveringsproces moeten passeren, waardoor die stoffen mogelijk (deels) alsnog worden verwijderd.

De volgende middelen worden concreet genoemd (in alfabetische volgorde):

- in principe geen contact met (drink)water (in vloeibare vorm):
 - boorhulpmiddelen
 - corrosie-inhibitors
 - curing compounds
 - ontkistingsmiddelen
 - regeneratiemiddelen (broxozout (natriumchloride) ten behoeve van ionenwisselaars)
 - reinigingsmiddelen
 - vertinningspasta's
 - vloeimiddelen
 - warmteoverdrachtsmedia
- 'klein-contactoppervlak producten' (in vaste vorm, in ieder geval bij het contact met (drink)water):
 - afdichtingsmaterialen (voor kleilagen)
 - afdichtingsmiddelen (voor metalen schroefverbindingen)
 - bentonieten
 - betonreparatiemiddelen
 - borgingsmiddelen
 - glijmiddelen
 - injectiemiddelen
 - kleibrokjes

- lijmen (voor PVC(-C), epoxy en andere materialen)
- losmiddelen¹⁰
- smeermiddelen
- soldeermiddelen
- zwelklei

Producten met een erkende kwaliteitsverklaring

Een overzicht van producten met een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling is te vinden op de webpagina <https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/certificatie/gecertificeerde-producten-en-processen/overzicht/> van de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl. In een deel van de gevallen gaat het om producten die uitsluitend een toxicologische evaluatie hebben ondergaan¹¹. Een ander deel betreft producten die met een positief gevolg zowel toxicologisch als technisch of functioneel zijn geëvalueerd (op basis van een van toepassing zijnde Kiwa-beoordelingsrichtlijn, zie onder) en op grond daarvan beschikken over een kwaliteitsverklaring van certificatie-instelling Kiwa Nederland.

3.3.1 Materialen (publiekrechtelijk)

Voor wat betreft de 'materialen' komen in de Regeling [3] onder meer de volgende producten voor (in alfabetische volgorde)¹²:

- afdichtingsmiddelen;
- buisverbindingstukken;
- buizen (enkelvoudig en 'meerlagig');
- coatings;
- curing compounds;
- folies;
- glijmiddelen;
- lijmen;
- membraanfiltratiemodules¹³;
- ontkistingsmiddelen;
- reparatiemiddelen;
- rubberringen;
- smeermiddelen;
- vloeimiddelen.

Het gaat onder meer om producten van verschillende kunststof materialen (thermoplastisch en thermohardend), rubber, metaal en cementgebonden materialen. Bovendien worden in de Regeling ook 'samengestelde producten' genoemd (bijvoorbeeld afsluiters en appendages).

3.3.2 Chemicaliën (publiekrechtelijk)

De 'chemicaliën' zijn in de Regeling [3] onder meer in de volgende producten ingedeeld (in alfabetische volgorde):

- antiscalants;
- bentonieten;
- boorhulpmiddelen;

¹⁰ Losmiddelen worden toegepast bij de vervaardiging van GVK (polyester en epoxy) buizen en hulpstukken, en blijven (deels) achter op het inwendige oppervlak.

¹¹ Dit zijn meestal waterbehandelingschemicaliën en filtermaterialen.

¹² De groen gemarkeerde materialen zijn in het bovenstaande als middelen gekwalificeerd (dit geldt ook voor chemicaliën volgens de volgende subparagraaf).

¹³ Aangezien membraanfilters een waterkwaliteitsverandering bewerkstelligen, behoren die formeel tot de groep 'chemicaliën' en dus niet tot de groep 'materialen', zie ook eerder.

- conditioneringsmiddelen;
- **corrosieremmers**;
- desinfectiemiddelen;
- filtermaterialen;
- gassen (kooldioxide en zuurstof);
- ionenwisselaars en adsorberende kunstharsen;
- **reinigingsmiddelen**;
- vlok(hulp)middelen.

Voor de circa veertig chemicaliën die door de Nederlandse drinkwaterbedrijven en Pidpa worden toegepast ten behoeve van (de bereiding van) drinkwater, zie praktijkcode [PCD 17](#) [51].

3.3.3 Producten op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking

Bij de drinkwatervoorziening in Nederland worden ook producten (handelskwaliteiten) op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking (kortweg aangeduid als 'biociden') toegepast (zie onder). Gelet op het voorgaande in dit hoofdstuk gaat het dan met name om desinfectiemiddelen (zie subparagraaf 3.3.2). De huidige wet- en regelgeving voor biociden (zie bijlage V) kan als volgt worden samengevat:

- Volgens de ook in Nederland van kracht zijnde [Europese Biocidenverordening](#) [26] mogen biociden uitsluitend worden verhandeld en gebruikt als ze zijn toegelaten.
- In Nederland is het Ctgb verantwoordelijk voor de uitvoering van wet- en regelgeving op het gebied van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (zie www.ctgb.nl).
- Biociden mogen uitsluitend worden toegepast overeenkomstig de voorschriften die bij een Ctgb-toelating zijn vastgesteld: het zogeheten wettelijk gebruiksvoorschrift.
- Bij de productie en distributie van drinkwater mogen biociden niet worden toegepast, tenzij [2]:
 - deze daarvoor zijn toegelaten door het Ctgb, en
 - de toegepaste biociden zodanig snel afbreken dat ze niet meer in het drinkwater aanwezig zijn op het punt waar het drinkwater wordt gebruikt, of
 - wordt gewaarborgd dat het behandelde water niet wordt geconsumeerd, of
 - er sprake is van situaties waarin het te drinken water met biociden moet worden behandeld, omdat dat onvermijdelijk is vanwege de microbiologische veiligheid.
- Het gebruik van biociden ten behoeve van de desinfectie van drinkwater (continue dosering) moet worden gemeld bij de overheid [2]:
 - in normale situaties twee weken vooraf bij de Minister;
 - in het geval van noodsituaties (calamiteiten, dat wil zeggen bij dreigend of bestaand gevaar voor de volksgezondheid als gevolg van microbiologische verontreiniging van het drinkwater) direct bij de inspecteur.
- Bij drinkwatertoepassingen in het kader van Ctgb-toelatingen wordt onderscheid gemaakt tussen de desinfectie van oppervlakken (leidingen en reservoirs, deze toepassing wordt aangeduid als 'PT 4') en de desinfectie van drinkwater zelf (deze toepassing wordt aangeduid als 'PT 5'). In het wettelijk gebruiksvoorschrift dient/dienen de precieze drinkwatertoepassing(en) binnen een toelating expliciet te zijn vastgelegd.
Verder zijn er ook Ctgb-toegelaten biociden voor het desinfecteren van gereedschap en materieel (toepassing 'PT 2') in de drinkwatersector.
- Biociden ten behoeve van drinkwatertoepassingen dienen primair te beschikken over een Ctgb-toelating en daarnaast over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling.

De vier bij de drinkwatervoorziening in Nederland in gebruik zijnde biociden (PT 4- en PT 5-toepassing) zijn producten op basis van ozon, chloordioxide, natriumhypochloriet en waterstofperoxide.

Waterstofperoxide ten behoeve van het UV/H₂O₂-proces wordt door de overheid niet aangemerkt als biocide, zodat een Ctgb-toelating in dat geval niet is vereist. Een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling [3] op het waterstofperoxide bij dat proces is wel noodzakelijk en wel voor de toepassing continue dosering.

Een actueel overzicht van biociden met een Ctgb-toelating is te vinden op de webpagina <https://toelatingen.ctgb.nl/>, zie bijlage V). Aangezien biociden ten behoeve van de drinkwatervoorziening bovendien over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling dienen te beschikken, vermeldt certificatie-instelling Kiwa Nederland bij gecertificeerde desinfectiemiddelen idealiter het Ctgb-toelatingsnummer ('N-nummer').

3.4 Privaatrechtelijke regelgeving

Het gebruik van privaatrechtelijke regelgeving wordt aanbevolen in verband met kwaliteitsborging van productafhankelijke functionele aspecten (zie onder) in relatie tot de chemische veiligheid. Het is echter geen randvoorwaarde, zodat drinkwaterbedrijven de vrijheid hebben daarvan al dan niet gebruik te maken.

Ten behoeve van producten voor drinkwatertoepassingen is een scala aan zogeheten beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland beschikbaar op het gebied van 'productcertificatie'. Behalve een paragraaf die betrekking heeft op de publiekrechtelijke regelgeving volgens § 3.3 zijn in deze beoordelingsrichtlijnen per product de functionele aspecten (criteria (parameters) met de eisen (grenswaarden), inclusief de bijbehorende beproevingsmethoden) vastgelegd. Voor materialen wordt bijvoorbeeld een minimale levensduur van 50 jaar gegarandeerd. Deze aspecten zijn eerder in gezamenlijk overleg tot stand gekomen op basis van de wensen en eisen van alle belanghebbende partijen (producenten/leveranciers, gebruikers (drinkwaterbedrijven) en de certificatie-instelling). Bij het voldoen aan alle criteria en eisen is de certificatie-instelling gerechtigd een 'Kiwa-certificaat' (kwaliteitsverklaring) uit te reiken.

3.4.1 Materialen (privaatrechtelijk)

Vrijwel alle Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor op een of meer materialen gebaseerde producten hebben betrekking op fabrieksmatig en daarmee op beheerste en controleerbare wijze vervaardigde producten. De chemische veiligheid van een product is daardoor in combinatie met een deugdelijke verpakking optimaal. Met Kiwa Nederland is er de afspraak om de 'Richtlijn voor de bescherming van nieuwe producten voor drinkwatertoepassing tegen verontreiniging' (zie Bijlage IV) als bijlage toe te voegen aan Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten in contact met drinkwater. Het gaat met de daarin in generieke zin beschreven maatregelen overigens om bescherming tegen zowel chemische als microbiologische verontreinigingen. Daarmee wordt het evidente belang van hygiënische omgang van dergelijke producten vanaf het moment van vervaardiging benadrukt. Over de toestand van een product tijdens en direct na de vervaardiging daarvan met inbegrip van specifieke aspecten van de verpakking ervan is het volgende op te merken.

Buizen, hulpstukken en wat daarmee samenhangt

Het overgrote deel van de toe te passen leidingmaterialen¹⁴ wordt vrij van pathogenen geproduceerd. Kunststof buizen en hulpstukken¹⁵ uit thermoplastische materialen worden vervaardigd door middel van extrusie respectievelijk spuitgieten. Polyolefinen (PE¹⁶, PP en PB) en PVC (inclusief 'biaxiaal verstrekt' materiaal) worden verwerkt bij temperaturen tussen de 180 en 200°C. Voor PVC-C en PP-R liggen die temperaturen iets hoger. De verwerking van crosslinked of vernet PE¹⁷ zit in dezelfde range als 'gewoon' PE. De verwerkingstemperaturen van kunststoffen als PPSU, PVDF en POM (materialen waaruit hulpstukken voor drinkwaterleidingssystemen worden vervaardigd) liggen nog weer hoger dan die voor PVC-C en PP-R. De relatief hoge temperaturen bij de vervaardiging

¹⁴ Dat zijn vooral PE en PVC, maar ook andere materialen met Kiwa-certificaat mogen worden toegepast, zie vervolg.

¹⁵ Genoemd kunnen worden knieën, bochten met diverse nominale hoeken, T-stukken, sokken, verloopstukken, lijmfittings, dubbele moffen, zadels, trekvast koppelingen, verloopringen en eindkappen.

¹⁶ De volgende typen worden in de huidige praktijk onderscheiden: PE 40, PE 80, PE 100 en PE-RT (Resistant Temperature).

¹⁷ In Nederland mogen drie van de vier typen worden toegepast: PE-Xa, PE-Xb en PE-Xc. Deze materialen worden vernet door middel van respectievelijk organische peroxides, vinyltrimethoxysilaan en elektronenstalen.

garanderen steriliteit van thermoplastische leidingmaterialen op het moment van produceren en direct daarna. De thermohardende kunststof materialen (ook aangeduid als GVK, Glasvezelversterkte Kunststof) epoxy en polyester zijn al steriel vanuit hun uitgangsstoffen bij en samenstelling na de vervaardiging van buizen en hulpstukken. Hetzelfde geldt voor coatings op basis van epoxy die kunnen worden toegepast op metalen en/of minerale ondergronden. Uit epoxy vervaardigde buizen en hulpstukken kunnen bovendien een zogeheten naharding ondergaan ('warmhardend'). Dat gebeurt bij temperaturen van meer dan 100°C gedurende enkele uren. Voor polyester producten is dat niet het geval: dit materiaal is 'koudhardend'.

Afhankelijk van de aard van een leidingmateriaal en/of diameter van een product kunnen buizen of hulpstukken worden gemonteerd via een rubberring- of lijmverbinding.

Lijmen voor PVC(-C) of epoxy leidingsystemen zijn steriel op grond van hun samenstelling.

De vervaardiging van rubber producten gebeurt in meerdere opeenvolgende stappen: 'compounderen' bestaande uit het mengen van polymeer met diverse toevoegingen bij een temperatuur ver boven de 100°C gevolgd door het mengen van de compound met 'versneller' bij ruim 100°C, en de vervaardiging van het product (door middel van persen, extrusie of spuitgieten) bij een temperatuur ver boven de 200°C waarbij tegelijkertijd de vulcanisatie plaatsheeft.

Nodulair gietijzeren en stalen buizen worden aan de binnenkant voorzien van een epoxy coating (zie boven) of gecementeerd. De pH op de inwendige cementmortelbekleding is dermate hoog dat deze direct na vervaardiging vrij is van *E. coli*. Andere ziekteverwekkende micro-organismen worden echter door een hoge pH niet geïnactiveerd. Hetzelfde geldt voor betonnen buizen.

Bovengenoemde leidingmaterialen moeten direct na de vervaardiging worden verpakt of op andere wijze worden beschermd en wel zodanig dat de steriliteit direct na de vervaardiging zo veel mogelijk wordt gehandhaafd (zie bijlage IV). Buizen en hulpstukken afgedopt met passende doppen zullen niet snel verontreinigd kunnen raken. Niet-afgedopte producten moeten zodanig zijn verpakt dat tot het moment van inbouw geen verontreiniging kan optreden. Verpakking van bundels van leidingmaterialen uitsluitend in folie (dus zonder doppen) biedt onvoldoende bescherming, omdat de folie eenvoudig beschadigd raakt en na het openen van de verpakking de niet direct gebruikte leidingmaterialen onbeschermd zijn.

Appendages

Appendages (afsluiters en brandkranen) worden samengesteld uit verschillende delen. Deze delen zijn in het logistieke proces niet altijd even gemakkelijk schoon te houden door de constructie van deze appendages. Bijvoorbeeld niet alle appendages kunnen worden afgedopt of op een simpele wijze worden verpakt. Dergelijke appendages dienen zo schoon en beschermd mogelijk te worden aangeleverd. Kleine appendages kunnen in bulk, in gesloten verpakkingen worden aangeleverd. Het is vooral van belang dat tijdens het logistieke proces kleine gewervelde dieren (denk aan muizen en vogels) niet in de appendages kunnen kruipen.

In situ vervaardigde producten

Voor in situ vervaardigde producten is de chemische veiligheid minder vanzelfsprekend dan voor fabrieksmatige. Concreet gaat het dan om coatings ten behoeve van leidingen en reservoirs. Voor de chemische veiligheid in verband met coatings is het essentieel dat die onder de juiste condities worden aangebracht door het nauwkeurig volgen van de voorschriften van de producent voor het appliceren. Op die manier worden eventuele restanten monomeer en daarmee potentiële naar het drinkwater migrerende stoffen bij de ingebruikneming van een drinkwatertoepassing zo veel mogelijk beperkt. Op basis van een drietal Kiwa-beoordelingsrichtlijnen kunnen applicateurs voor het aanbrengen van een coating worden gecertificeerd (wat dan resulteert in een 'procescertificaat'):

- Voor metalen ondergronden:
 - BRL-K758: Coatinggeschiktheid van te bekleden metalen producten;
 - BRL-K746: Het appliceren van coatingsystemen ten behoeve van drinkwatertoepassingen.

- Voor ondergronden van een cementgebonden materiaal:
 - [BRL-K19004](#): Het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwatertoepassingen.

Filters en reactoren die aan de binnenkant zijn voorzien van een coating worden voor de ingebruikneming gecontroleerd op de aanwezigheid van vluchtige stoffen in water.

3.4.2 Chemicaliën (privaatrechtelijk)

De erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling [3] is uitsluitend van toepassing tot en met de opslag van chemicaliën bij de producent. Het onderdeel 'transport' (van de locatie van de producent naar de drinkwaterproductielocatie) maakt dus geen onderdeel uit van de vigerende wet- en regelgeving. Voor chemicaliën die door middel van bulktransport worden vervoerd, is in 2007 in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering de 'Kwaliteitsrichtlijn voor chemicaliën ten behoeve van de bereiding van drinkwater; Voor het volledige traject van productielocatie tot en met zuiveringstation' opgesteld [32]. Deze kwaliteitsrichtlijn is inmiddels herzien en omgezet naar een praktijkcode met de titel 'Richtlijn voor de kwaliteitsborging van chemicaliën ten behoeve van de bereiding van drinkwater; In het volledige traject van productie tot en met gebruik' ([PCD 17](#)) [51]. In de hoofdstukken 3 tot en met 7 van die praktijkcode wordt uitgebreid ingegaan op de kwaliteitsborging van bulkchemicaliën ten behoeve van de waterbehandeling bij achtereenvolgens:

- het vervoer (vanaf de producent naar de drinkwaterproductielocatie);
- de aflevering;
- het lossen;
- de opslag (op de productielocatie van het drinkwaterbedrijf);
- het gebruik.

In verband met de borging van de kwaliteit van bulkchemicaliën en daarmee van de chemische veiligheid bij de verschillende stappen in de logistiek wordt de implementatie bij de drinkwaterbedrijven van wat daarin is vastgelegd, aanbevolen.

Zand en grind

In de Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K240](#) 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Zand en grind voor de drinkwaterproductie' zijn alle relevante eisen opgenomen die door certificatie-instelling Kiwa Nederland worden gehanteerd als grondslag voor de afgifte en instandhouding van een Kiwa-productcertificaat voor zand en grind voor de drinkwaterbereiding. De integrale tekst van § 1.2 'Toepassingsgebied' is: *'De producten zijn bestemd om te worden toegepast als filter- en entzand voor de bereiding van drinkwater, als steunlaag in filters en als filteromstortingsmateriaal voor pomputten en peilbuizen.'* De BRL omvat tevens (kwaliteits)criteriën (parameters) met bijbehorende –eisen (grenswaarden) voor microbiologische aspecten. Mede om die reden wordt het gebruik van zand en grind met een Kiwa-kwaliteitsverklaring op basis van de [BRL-K240](#) door de Nederlandse drinkwaterbedrijven aanbevolen.

Certificatie van transport

Ondanks het feit dat certificatie van het transport van bulkchemicaliën geen onderdeel uitmaakt van de erkende kwaliteitsverklaring is dat wel gewenst vanuit de Nederlandse drinkwaterbedrijven. Die certificatie is mogelijk op basis van de Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K15001](#) 'Beoordelingsrichtlijn kwaliteit leveringsketen chemicaliën drinkwatervoorziening voor het Kiwa procescertificaat voor het transport van drinkwaterchemicaliën, aan te duiden als het Kiwa ATD'. De op basis van deze beoordelingsrichtlijn gecertificeerde vervoerders zijn te vinden via [deze hyperlink](#).

Drinkwaterbedrijven kunnen certificatie van het transport in hun leveringsvoorwaarden vastleggen en zouden hun leveranciers van bulkchemicaliën zo veel mogelijk moeten stimuleren het transport van hun producten onder de

beoordelingsrichtlijn te laten certificeren¹⁸.

De proceseisen in (hoofdstuk 2 van) de beoordelingsrichtlijn hebben voor het transport betrekking op:

- de vervoerder;
- de chauffeur;
- de (reiniging en het laden van de) tankauto;
- de aflevering.

Bij chemicaliën die niet voor het transport volgens genoemde beoordelingsrichtlijn zijn gecertificeerd, kunnen deze proceseisen desgewenst separaat worden gehanteerd, samen met wat is beschreven in praktijkcode PCD 17 [51].

Aflevering

In hoofdstuk 4 'Aflevering: ontvangst en controle' van praktijkcode PCD 17 [51] worden voor enkele producten suggesties aan de hand gedaan voor drie vormen van controle: achtereenvolgens visuele controle, ingangscontrole en kwaliteitscontrole. Als handvat wordt daarin gegeven om in 10% van de leveringen kwaliteitscontrole uit te voeren door middel van laboratoriumonderzoek, na het lossen van een bulk op basis van parameters en grenswaarden volgens de Regeling [3]. Bevredigende meetresultaten van leveringen kunnen in de tijd leiden tot een verlaging van de frequentie of intensiteit van de kwaliteitscontrole.

Controles voor verschillende chemicaliën zouden product specifiek nader kunnen worden uitgewerkt.

¹⁸ Uit een verslag van de vergadering van de toenmalige 'Contactgroep ATA Waterleidingbedrijven' (voorganger van de al genoemde CAD, de Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven) d.d. 6 maart 2012 blijkt dat de drinkwaterbedrijven certificatie van het transport van waterbehandelingschemicaliën in bulk hebben genoemd. Dat zou kunnen gebeuren via de leveringsvoorwaarden in contracten met leveranciers. Zie ook hoofdstuk 2 'Specificaties en bestelling' van praktijkcode PCD 17 [51].

4 Algemene en technische richtlijnen voor hygiënisch werken

4.1 Introductie

Om de kwaliteit van drinkwater of het daarvoor bestemde water te kunnen waarborgen, is beheersing van hygiëne van belang. In dit hoofdstuk zijn algemene technische maatregelen op het gebied van die hygiëne opgenomen voor werkzaamheden in de diverse onderdelen. Deze maatregelen vormen de basisvoorwaarden voor hygiënisch werken bij de drinkwatervoorziening. In de andere delen van de Hygiëncode Drinkwater (zie § 1.3) wordt specifiek ingegaan op de hygiënische aspecten bij de winning, de bereiding, de opslag, het transport en de distributie van (drink)water.

4.2 Persoonlijke hygiëne

Eerste voorwaarde is dat bij werkzaamheden aandacht wordt besteed aan de persoonlijke hygiëne. Er moet voor worden gezorgd dat kleding, veiligheidsschoenen, handschoenen en de handen zo schoon mogelijk zijn. Na toiletgebruik dienen de handen met zeep gewassen en met papieren handdoekjes (disposables) te worden gedroogd. Bij verwondingen moet een snee of wond volledig worden bedekt en afgeschermd. De wondbedekking moet voor water ondoordringbaar zijn en stevig zijn vastgemaakt (zie Figuur 2).



Figuur 2 Hygiënisch werken start in alle gevallen met goede persoonlijke hygiëne.

Persoonlijke hygiëne van medewerkers van waterketenbedrijven en aannemers is te allen tijde een belangrijk aandachtspunt, maar in het bijzonder geldt dat voor situaties waarin zij zijn betrokken bij het vervullen van taken aan zowel de drinkwaterinfrastructuur als de riolering. In verband daarmee wordt ook gewezen op ploegen van waterketenbedrijven en aannemers die voor de beide vormen van infrastructuur actief zijn.

4.3 Algemene hygiëne

Algemene hygiënerichtlijnen voor het uitvoeren van werkzaamheden bij de drinkwatervoorziening:

- Medewerkers moeten aantoonbaar een opleiding hygiënisch werken hebben gevolgd en periodiek een opfriscursus volgen (zie hoofdstuk 6).
- Medewerkers moeten zich voor de aanvang van werkzaamheden vergewissen of de in het protocol en de werkvergunning genoemde werkzaamheden duidelijk en begrijpelijk zijn omschreven.
- Medewerkers moeten voldoende gelegenheid krijgen om aandacht te besteden aan hygiënisch werken.
- Voor aanvang van de werkzaamheden moet worden gecheckt of de werkplek schoon is. Eventueel zichtbaar vuil moet worden verwijderd.
- Toezicht en begeleiding van werkzaamheden dienen adequaat te zijn georganiseerd.
- In het geval er twijfel bestaat over het feit of er hygiënisch is gewerkt of door welke andere oorzaak dan ook een verontreiniging heeft plaatsgevonden, dienen direct passende maatregelen te worden getroffen. In het geval de werkzaamheden worden uitgevoerd door een aannemer dient de opdrachtgever vanuit het drinkwaterbedrijf direct op de hoogte te worden gesteld.
- Afgehandelde projecten worden geëvalueerd en waar nodig worden draaiboeken voor toekomstige projecten bijgesteld.

Algemene richtlijnen voor toepassing van leidingmaterialen, gereedschap, materieel en bepaalde middelen bij het uitvoeren van werkzaamheden:

- Medewerkers moeten voor aanvang van de werkzaamheden controleren of te gebruiken leidingmaterialen, gereedschap en materieel in voldoende mate aanwezig en schoon zijn.
- Tijdens de werkzaamheden dient uitsluitend gebruik te worden gemaakt van door het drinkwaterbedrijf voorgeschreven middelen. Aan het gebruik van deze middelen (toepassingswijze en hoeveelheid) kunnen specifieke eisen worden gesteld. De voorschriften van de producent/leverancier van het betreffende middel moeten worden opgevolgd.

4.4 Desinfecteren

4.4.1 Aard van de desinfectiemiddelen

Er zijn twee soorten desinfectiemiddelen beschikbaar voor de desinfectie van materialen, waarbij het gaat om middelen met een PT 4-toepassing (zie subparagraaf 3.3.3):

- producten op basis van natriumhypochloriet;
- producten op basis van waterstofperoxide.

In beide gevallen gaat het om vloeibare middelen.

Voor de desinfectie van gereedschap en materieel (PT 2-toepassing, zie subparagraaf 3.3.3) zijn producten op basis van natriumdichloorisocyanuraat en calciumhypochloriet in Nederland in gebruik. Beide producten zijn beschikbaar in de vorm van tabletten, die direct oplossen in water. Er bestaan bovendien commercieel verkrijgbare producten in een spuitflacon, die voldoen aan de publiekrechtelijke regelgeving.

4.4.2 Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, algemeen

Bij de selectie van een desinfectiemiddel moet worden bedacht dat micro-organismen ieder een andere gevoeligheid kunnen hebben voor een bepaald middel. Het drinkwaterbedrijf schrijft de soort en de toe te passen concentratie van het desinfectiemiddel voor. In alle gevallen wordt op het volgende gewezen:

- Er worden uitsluitend middelen gebruikt waarvan de houdbaarheidstermijn niet is overschreden.
- Veilig werken inclusief het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen is belangrijk.
- Zo nodig moet gebruik worden gemaakt van de informatie op de (eventueel) bijgevoegde chemiekaarten over de toepassing van de middelen.

Bij het werken met chemicaliën zijn beschermende maatregelen ter voorkoming van ongevallen, letsel en schade noodzakelijk. Naast het in acht nemen van de wettelijke bepalingen moeten bedrijfstechnische

veiligheidsmaatregelen worden genomen tijdens het desinfecteren en neutraliseren.

Desinfectiemiddelen moeten veilig en beschermd tegen bederf worden opgeslagen. Instructies hiervoor kunnen door de leverancier worden verstrekt. Producten op basis van natriumhypochloriet moeten bijvoorbeeld koel en donker worden opgeslagen om de werkzaamheid zo veel mogelijk te bewaren, maar worden desondanks relatief snel minder werkzaam.

De houdbaarheidsdatum van desinfectiemiddelen moet voor gebruik worden gecontroleerd en gehanteerd. Door goed inkoopbeleid kan het verlopen van de houdbaarheid worden voorkomen.

4.4.3 Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, leidingmaterialen

Producten op basis van natriumhypochloriet

Bij gebruik van deze desinfectiemiddelen voorafgaand aan de werkzaamheden, worden leidingmaterialen die in aanraking komen met drinkwater behandeld met een oplossing met 75 mg/l werkzaam chloor. Een dergelijke oplossing kan worden bereid uit een 12,5% natriumhypochloriet-oplossing (150 g/l werkzaam chloor) door 5 ml van die oplossing toe te voegen aan 10 l water. Hierbij wordt geen rekening gehouden met eventuele effecten van pH, temperatuur en contacttijd. Leidingmaterialen kunnen vervolgens met een schone kunststof borstel, gedoopt in de bereide oplossing, worden gedesinfecteerd. Daarbij moet het volledige oppervlak in contact komen met het desinfectiemiddel.

Producten op basis van waterstofperoxide

Ten behoeve van desinfectie voorafgaand aan de werkzaamheden worden leidingmaterialen, die in aanraking komen met drinkwater behandeld met een voldoende sterke oplossing om een snelle desinfectie te bereiken. Hierbij dienen voor concentraties en contacttijden de voorschriften van de leverancier te worden gevolgd. Commercieel verkrijgbaar waterstofperoxide wordt in een verdunde oplossing als sprayflacon toegestaan bij het desinfecteren van leidingmaterialen. De milieubelasting is dan gering.

4.4.4 Toepassing en gebruik van desinfectiemiddelen, uitrusting, gereedschap en materieel

Producten op basis van natriumdichloorisocyanuraat en calciumhypochloriet worden gebruikt voor de desinfectie van uitrusting, gereedschap en materieel, en dienen derhalve over een Ctgb-toelating met een PT 2-toepassing te beschikken. Een erkende kwaliteitsverklaring op desinfectiemiddelen is voor dergelijke toepassingen bij de drinkwatervoorziening niet vereist.

Voor het gebruik gelden de navolgende randvoorwaarden.

- Nadrukkelijk geldt ook hier de toepassing van persoonlijke hygiëne (zie § 4.2).
- Er moet visueel schoon gereedschap en materieel worden gebruikt. Gereedschap moet voor gebruik worden gedesinfecteerd en dient in de nabijheid van de werkzaamheden op een schoongemaakt en gedesinfecteerd zeil te worden geplaatst (niet direct op de grond!). Ook het benodigde materieel dient op zo'n zeil te worden geplaatst. Bij tussentijds gebruik van gereedschap moet dat op het zeil worden teruggeplaatst en indien noodzakelijk tussen de werkzaamheden door worden gedesinfecteerd. Voor het desinfecteren van gereedschap kan aanvullend gebruik worden gemaakt van een geschikte handpomp met voorgeschreven oplossing van een desinfectiemiddel.
- Te gebruiken gereedschap (borstels en dergelijke) moeten van (wit) kunststof zijn (geen hout of ander materiaal met een poreuze structuur).
- Voor het desinfecteren van gereedschap enerzijds en het schoeisel anderzijds moeten aparte bakken met desinfectiemiddel worden gebruikt. Deze bakken worden dagelijks (voorafgaand aan de werkzaamheden) vers aangemaakt. Met zand en modder bevulde bakken worden met een hogere frequentie verversd.
- Bij waterketenbedrijven en bij aannemers dienen gereedschap en materieel zoals pompen ten behoeve van werkzaamheden aan drinkwaterleidingen en rioleringen gescheiden te worden opgeslagen en toegepast.

Bij het gebruik van desinfectiemiddelen met een PT 2-toepassing dienen de voorschriften van de leverancier te worden gevolgd.

5 Waterkwaliteitsbeoordeling

5.1 Voorkómen is beter dan genezen

Het uitgangspunt bij de Hygiëencode Drinkwater is om mogelijke veiligheidsrisico's preventief te elimineren. In deze paragraaf wordt ingegaan op het belang van het voorkómen van (microbiologische) verontreiniging van het drinkwater tijdens de bereiding of tijdens het transport en de distributie. Naast de bescherming van de gezondheid van de consument als hoofdreden is preventie tegen verontreiniging vereist om de volgende redenen.

- Ongevoeligheid voor desinfectiemiddelen
Niet alle ziekteverwekkende micro-organismen zijn even gevoelig voor desinfectiemiddelen, die soms preventief worden gebruikt om mogelijke verontreinigingen te elimineren. Afwezigheid van de indicatororganismen voor fecale verontreiniging (*E. coli* en (intestinale) enterococci) bij waterkwaliteitsbeoordelingen achteraf, is nog geen zekerheid dat persistente ziekteverwekkende micro-organismen tegen chloor zoals de pathogene protozoën *Cryptosporidium* en *Giardia* daadwerkelijk afwezig zijn. Door daarnaast ook de afwezigheid van de meer persistente sporen van *Clostridium perfringens* te meten, neemt de kans op de detectie van de mogelijke aanwezigheid van deze persistente ziekteverwekkers toe¹⁹.

Beperkingen van kwaliteitscontrole en corrigerende maatregelen

Omdat bij het opstellen van meetprogramma's en de selectie van parameters binnen die programma's altijd keuzes moeten worden gemaakt, is de detectie van alle mogelijke veiligheidsrisico's nooit volledig te garanderen.

Bovendien betekent het niet-detecteren van een verontreiniging tijdens de kwaliteitscontrole niet dat er geen verontreiniging van het water is, omdat maar een klein volume wordt onderzocht en eventuele verontreiniging niet gelijkmatig over het water kan zijn verdeeld. Verder kan ook nooit 100% garantie worden gegeven over de tijdige toepassing en volledige effectiviteit van corrigerende maatregelen. Om die reden moet het voorkómen van verontreinigingen altijd het uitgangspunt zijn.

- Het kostenaspect
Als een onderdeel van de zuivering of een leiding volgens de uitslagen van de waterkwaliteitsbeoordeling blijkt te zijn verontreinigd, is er meestal een aanzienlijke inspanning mee gemoeid en daarmee kosten, om de kwaliteit van het water op het gewenste niveau te krijgen. De ervaring leert dat uitsluitend spuien van de betreffende onderdelen of de leiding (zeker bij grotere diameters, dat wil zeggen > 150 mm) (soms) niet het gewenste effect heeft. Ook chloren (of toepassing van andere desinfectiemiddelen) levert niet altijd direct het gewenste resultaat.
- Het imago
Als na ingrepen of reparatiewerkzaamheden een fecale verontreiniging van het drinkwater wordt aangetoond en gebruikers zijn aangesloten op het leidingnet, verstrekken de bedrijven aan de betreffende gebruikers een kookadvies (zie § 2.7 van de praktijkcode [PCD 1-4](#) [8]). Bij een fecale verontreiniging die is opgetreden na ingrepen in de zuivering kan dit verstrekking gevolgen hebben. Enerzijds laat het bedrijf hiermee aan de consument zien dat het alert optreedt, maar anderzijds geeft dit bij een deel van de consumenten toch een gevoel van twijfel over de betrouwbaarheid van de waterkwaliteit (risico reputatieschade).

¹⁹ *Clostridium perfringens* is een zeer persistente indicator van fecale verontreinigingen die bijvoorbeeld lang in de bodem overleeft. Bij verontreiniging met bodemmateriaal kan deze in het water worden aangetroffen, terwijl pathogenen zelf niet aanwezig zijn. Het is dus geen detectie van pathogenen, maar een indicatie van de mogelijke aanwezigheid. En een indicatie dat iets niet helemaal goed is verlopen (verontreiniging is bijvoorbeeld bij het afspuien niet volledig verwijderd).

5.2 Waterkwaliteitsbeoordeling: periodiek en na werkzaamheden

Er zijn twee programma's voor waterkwaliteitsbeoordeling gericht op de detectie van verontreinigingen van drinkwater tijdens de bereiding en tijdens het transport en de distributie: de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling en de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden.

Het Drinkwaterbesluit[2] en de Drinkwaterregeling [35] ([Bijlage 3](#) 'Monitoring en meetfrequenties' daarvan om precies te zijn) omschrijven gedetailleerd op welke wijze de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling behoort te worden uitgevoerd, zowel qua monsterfrequenties, aantal monsterlocaties als parameters. In [Bijlage 4](#) 'Analysemethoden' van de Drinkwaterregeling zijn per parameter de toe te passen methoden opgenomen ([Artikel 13](#) 'Analysemethoden en prestatiekenmerken' verwijst daarnaar). In [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit zijn de kwaliteitseisen of normen (de verschillende parameters met de bijbehorende 'maximum waarden' of grenswaarden) voor drinkwater vermeld.

Voor de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden wordt verwezen naar de praktijkcode [PCD 1-3](#) en praktijkcode [PCD 1-4](#), [5] respectievelijk [8]. Overeenkomstig [Artikel 14](#) 'Verstreking kwaliteitsgegevens' van de Drinkwaterregeling worden de opbrengsten van de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling door de drinkwaterbedrijven gerapporteerd aan ILT via het zogeheten REWAB (REgistratie WAterkwaliteitgegevens Bedrijven) met begeleiding van de Beheercommissie Overdracht Kwaliteitsgegevens (BOK) van de Vewin-stuurgroep Bronnen en Kwaliteit.

5.3 Monsterneming

De monsterneming ten behoeve van de waterkwaliteitsbeoordeling is belangrijk en dient voor zowel chemische als microbiologische analyses conform de mondiale norm [NEN-EN-ISO 19458](#) te worden uitgevoerd. Aanvullend is specifiek voor microbiologische analyses de eveneens mondiale norm [NEN-ISO 5667-5](#) van toepassing. Elke verontreiniging van het monster van buitenaf dient daarbij te worden voorkomen. Monsterkranen dienen zodanig te zijn gesitueerd en uitgevoerd dat daarmee een representatieve monsterneming kan worden gedaan. In [NEN-ISO 5667-5](#) wordt ingegaan op monsterkranen. Voor specifieke aspecten daarvan wordt verwezen naar de praktijkcode [PCD 1-3](#) [5] en de praktijkcode [PCD 1-4](#) [8]. Eventuele bijzonderheden bij de monsterneming moeten worden genoteerd.

Watermonsters moeten volgens de Drinkwaterregeling [35] worden genomen door of onder verantwoordelijkheid van een laboratorium met een kwaliteitssysteem dat is gebaseerd op de mondiale norm [NEN-EN-ISO/IEC 17025](#) (of gelijkwaardig) en dat daarvoor is geaccrediteerd volgens lid 1 van [Artikel 9](#) 'Eisen aan degene die monsternamen en analyse doet' van de Drinkwaterregeling [35] en daarvoor is aangewezen door 'de Minister' volgens lid 4 van hetzelfde artikel.

Neutralisatie

In het geval van microbiologische waterkwaliteitsbeoordeling van chloorhoudend drinkwater dienen de monsterflessen een voldoende hoeveelheid natriumthiosulfaat te bevatten om eventuele restanten vrij en gebonden beschikbaar chloor te neutraliseren.

5.4 Analysepakket

5.4.1 Microbiologische parameters

De waterkwaliteitsbeoordeling met behulp van de microbiologische parameters wordt uitgevoerd na werkzaamheden en vormt een controle op de hygiëne tijdens de werkzaamheden. Deze resultaten helpen bij de beoordeling van het risico van een microbiologische verontreiniging, die mogelijk is opgetreden bij uitvoering van werkzaamheden.

Indicatororganismen

Routinematige beoordeling van het drinkwater op alle mogelijke ziekteverwekkende micro-organismen is ondoenlijk en wordt dan ook niet toegepast voor het doel van de bewaking van de waterkwaliteit. In plaats daarvan wordt het water onderzocht op zogenaamde indicatororganismen, waardoor de waterkwaliteitsbeoordeling sneller en betrekkelijk eenvoudig kan worden uitgevoerd. Wanneer deze indicatororganismen worden aangetroffen, is er een reële kans dat ook ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst in het drinkwater aanwezig zijn en dienen (correctieve) maatregelen te worden getroffen als desinfecteren en spoelen of spuien. De volgende indicatororganismen²⁰ zijn van belang:

- als indicatie voor fecale verontreiniging met gezondheidsrisico:
 - Escherichia coli* (*E. coli*);
 - (Intestinale) enterococcen;
 - Clostridium perfringens* (wordt uitsluitend in bijzondere gevallen gemeten);
- als indicatie voor niet-fecale verontreiniging zonder gezondheidsrisico, als wordt aangetoond dat er geen fecale indicatororganismen (bijvoorbeeld *E. coli* of (intestinale) enterococcen) aanwezig zijn:
 - bacteriën van de coligroep (coli37);
- als indicatie voor nagroei:
 - koloniegetal bij 22°C²¹.

Een analyse op *Clostridium perfringens* kan bij werkzaamheden optioneel worden ingezet (als indicator voor persistente pathogene micro organismen bij chemische desinfectie van onderdelen). De parameter 'Sporen van Sulfiet-Reducerende Clostridia' (SSRC) wordt bij voorkeur ingezet na het vervangen van filtergrind en/of na reactivatie van actieve kool. Deze parameter is bij het in werking treden van het Drinkwaterbesluit [2] niet meer genoemd in de regelgeving, maar als norm wordt in de praktijk eveneens afwezigheid in 100 ml monstervolume aangehouden.

In Bijlage III zijn de eigenschappen en betekenis van de indicatororganismen nader beschreven.

Snelle microbiologische methoden

De reguliere bepalingen van *E. coli* en (intestinale) enterococcen nemen 1 respectievelijk 2 dagen in beslag. In de jaren voor 2020 is veel onderzoek uitgevoerd naar een alternatieve snelle bepalingsmethode voor de parameter *E. coli*, de 'RT-PCR-methode' ('Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction'), zie <https://www.drinkwaterplatform.nl/pcr-methode-drinkwater/>. Binnen 4 uur stelt de methode vast of er *E. coli* in een watermonster zit. Na een traject in 2018 – 2019 is op 12 december 2019 door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) met enkele randvoorwaarden met betrekking op het melden van overschrijdingen aan ILT officieel toestemming gegeven voor de toepassing van deze bepalingsmethode (brief 'goedkeuring RT-PCR als alternatieve methode voor bepaling *E. coli*', kenmerk '136201' [40]). ILT heeft haar formele toestemming voor het gebruik van de RT-PCR-methode voor de parameter *E. coli* als alternatief voor de kweekmethode volgens de Drinkwaterregeling verbonden aan een voorwaarde: Als met de RT-PCR-methode geen *E. coli* wordt aangetoond, geldt dat als voldoende bewijs dat het betreffende watermonster voldoet aan de maximum waarde volgens Tabel I 'Microbiologische parameters' van Bijlage A van het Drinkwaterbesluit. In het geval de aanwezigheid van *E. coli* wordt aangetoond met de RT-PCR-methode, dan moet deze uitsluitend als overschrijding worden gemeld indien die uitkomst wordt bevestigd met de voorgeschreven kweekmethode.

De RT-PCR-methode is tevens ontwikkeld voor de parameter intestinale enterococcen. In maart 2024 is ILT verzocht goedkeuring te geven voor het gebruik van die methode. Aan het einde van de daaropvolgende maand is die goedkeuring ontvangen [68].

²⁰ De parameters 'bacteriën van de coligroep' (coli37), 'koloniegetal bij 22 °C' en '*Clostridium perfringens*' zijn opgenomen in tabel IIIa 'Indicatoren - Bedrijfstechnische parameters' van Bijlage A van het Drinkwaterbesluit [2].

²¹ Zie Bijlage III voor eventuele alternatieve methoden, inclusief [66].

Correctieve acties door drinkwaterbedrijven kunnen worden ondernomen op basis van een positieve RT-PCR. Hierbij wordt gewezen op het volgende naar aanleiding van [61] en [62]. ‘Tegenstrijdige resultaten’ kunnen het gevolg zijn van de levensvatbaarheid van het aangetroffen genetisch materiaal (bijvoorbeeld niet kweekbare *E. coli*) of van een werkelijk verschil tussen twee monsters, waarbij in een (deel)monster wel *E. coli* aanwezig is en in het andere niet. Met name na desinfectie met UV-licht of een lichte chemische desinfectie is het mogelijk dat niet-kweekbaar genetisch materiaal wordt aangetroffen met RT-PCR.

Positieve uitkomsten van de RT-PCR methode behoeven niet te worden gemeld in het kader van meldingen aan ILT op grond van Artikel 23 ‘Informeren toezichthouder’ van subparagraaf 3.1.4 ‘Niet voldoen aan kwaliteitseisen’ van § 3.1 ‘Drinkwaterbedrijven’ van Hoofdstuk 3 ‘De zorg voor de kwaliteit van drinkwater’ van het Drinkwaterbesluit [2]. Die meldingen behoeven uitsluitend plaats te vinden op basis van positieve uitkomsten van een van de twee publiekrechtelijk voorgeschreven methodes (volgens de mondiale normen NEN-EN-ISO 9308-1 en NEN-EN-ISO 9308-2), zie Drinkwaterregeling [35].

5.4.2 Chemische parameters

Hoewel in de praktijk de nadruk van de waterkwaliteitsbeoordeling meestal op microbiologische parameters zal liggen (fecale verontreiniging), is het in een aantal gevallen noodzakelijk ook chemische parameters te betrekken bij de waterkwaliteitsbeoordeling. De keuze van de chemische parameters is specifiek voor de drinkwaterbereiding en de infrastructuur, en bovendien maatwerk.

6 Opleiding

Alle medewerkers van de Nederlandse drinkwaterbedrijven en van aannemers die in de drinkwatervoorziening (winning, zuivering, opslag, transport en distributie) werken, dienen een door het bedrijf erkende opleiding of cursus voor hygiënisch werken of een daarop gerichte interne cursus te hebben gevolgd. Op hoofdlijnen dienen daarbij de onderwerpen aan bod komen die zijn opgenomen in de diverse onderdelen van de serie praktijkcodes 'Hygiëncode Drinkwater'. Het gaat om medewerkers die werkzaamheden verrichten aan systemen waarbij zij in aanraking (kunnen) komen met (drink)water in de verschillende stadia van de productie of distributie.

Voor het brede cursusaanbod op het gebied van drinkwater (niet alleen hygiënisch werken) kan gebruik worden gemaakt van de diensten van Wateropleidingen zie <https://www.wateropleidingen.nl/cursusaanbod/drinkwater/>) of andere opleidingsinstituten, zie de 'Opleidingstabel' van de Stichting CKB (<https://www.ckb.nl/opleidingstabel>). Bij laatstgenoemde stichting gaat het uitsluitend over de ondergrondse infrastructuur.

De Stichting Kwaliteit Instructie Aanleg Drinkwater (KIAD) is een certificatie-instelling die verantwoordelijk is voor de persoonscertificatie van monteurs voor de ondergrondse infrastructuur, waarvan hygiënisch werken naast goed vakmanschap een belangrijk onderdeel uitmaakt. Vanaf 2018 hebben de Nederlandse drinkwaterbedrijven certificatie door KIAD gefaseerd verplicht gesteld voor alle monteurs die leidingen aanleggen en ingrepen verrichten aan het leidingnet voor drinkwater. De persoonscertificatie van KIAD voor die monteurs is vier jaar geldig (daarna moeten het theoretisch en praktijkexamen opnieuw worden afgelegd). KIAD is geïntroduceerd door de drinkwaterbedrijven en Bouwend Nederland (als vertegenwoordiger van de aannemers die deze werkzaamheden uitvoeren, zie verder website van Stichting KIAD, www.kiad.nl).

In Vlaanderen biedt de vakorganisatie AquaFlanders een cursus 'Hygiënisch en veilig werken aan distributieleidingen' aan ten behoeve van aannemers die daar actief zijn voor de drinkwatersector (zie <https://www.aquaflanders.be/vakopleiding-hygienisch-werken>).

Periodiek (minimaal 1 keer per 5 jaar) moet de opleiding worden herhaald of een opfriscursus worden gevolgd. Alle door een medewerker gevolgde opleidingen en/of cursussen (dus inclusief eventuele herhalingen) moeten aantoonbaar zijn door middel van officiële vermeldingen in het 'veiligheidspaspoort' (VCA). Dit dient door de contactpersoon van het drinkwaterbedrijf te worden gecontroleerd in het kader van het verstrekken van de werkvergunning voor een bepaalde activiteit.

Verdere gegevens met betrekking tot opleiding van medewerkers op het gebied van hygiënisch werken bij de bereiding van drinkwater en aan de drinkwaterinfrastructuur zullen worden opgenomen in de in 2024 nog te herziene praktijkcodes [PCD 1-3](#) [5] respectievelijk [PCD 1-4](#) [8].

7 Literatuur

1. Staatsblad (2009): Drinkwaterwet van 18 juli 2009, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2009, nummer 370, 3 september 2009 (oorspronkelijke editie).
vigerend vanaf 1 januari 2024: Drinkwaterwet
2. Staatsblad (2011): Drinkwaterbesluit van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011 (oorspronkelijke editie).
vigerend vanaf 1 januari 2024: Drinkwaterbesluit
3. Staatscourant (2011): 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' van 29 juni 2011, nr. 11911, 18 juli 2011 (oorspronkelijke editie).
vigerend vanaf 1 januari 2024: Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening
4. Schans, M.L. van der, Smeets, P.W.M.H., Leunk, I., en Meerkerk, M.A. (2016): 'Hygiënecode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*', praktijkcode PCD 1-2:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
5. Oosterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2018): 'Hygiënecode Drinkwater; *Drinkwaterbereiding*', praktijkcode PCD 1-3:2018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
6. Oosterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2018): 'Hygiëne bij werkzaamheden in de zuivering; *Werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; Drinkwaterbereiding'*', praktijkcode PCD 1-6:2018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
7. Meerkerk, M.A. (2020): 'Richtlijn voor systemen voor de opslag van drinkwater; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 1508:1998)*', praktijkcode PCD 4:2020, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
8. Meerkerk, M.A. (2021): 'Hygiënecode Drinkwater; *Deel 4: Opslag, transport en distributie*', praktijkcode PCD 1-4:2021, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
9. Meerkerk, M.A. (2022): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan het leidingnet; *Deel 7: Werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; Deel 4: Opslag, transport en distributie'*', praktijkcode PCD 1-7:2022, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
10. Risebro, H.L., de Franca Doria, M., Yip, H., and Hunter, P.R. (2005): 'Intestinal illness through drinking water in Europe', page 39, Kiwa Water Research, Nieuwegein, the Netherlands.
In Medema, G.J., Loret, J.F., Stenström, T.A. and Ashbolt, N. (2006): 'Quantitative Microbial Risk Assessment in the Water Safety Plan', report for the European Commission under the Fifth Framework Programme, Theme 4 'Energy, environment and sustainable development', (contract EVK1CT200200123), Kiwa Water Research, Nieuwegein, the Netherlands.
<https://www.kwrwater.nl/wp-content/uploads/2016/09/MICRORISK-FINAL-REPORT-Quantitative-microbial-risk-assessment-in-the-Water-Safety-Plan.pdf>
11. Leunk, I. (2016): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan winmiddelen; *Werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; Winning'*', praktijkcode PCD 1-5:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

12. Lieverloo, J.H.M. van, Veenendaal, G., en Kooij, D. van der (1997): 'Dierlijke organismen in systemen voor distributie van drinkwater; Resultaten van een inventarisatie', Kiwa-rapport SWE 96.013, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
13. Lieverloo, J.H.M. van, Kooij, D. van der, en Hoogenboezem, W. (2002): 'Invertebrates and Protozoa (Free-living) in Drinking Water Distribution Systems' in: Bitton, G. (ed.): 'Encyclopedia of Environmental Microbiology', John Wiley & Sons, New York, pp. 1718-1733.
Encyclopedia of Environmental Microbiology, 6 Volume Set | Wiley
14. Hijnen, W.A.M. and Medema, G.J. (2010): 'Elimination of Micro-organisms by Water Treatment Processes', ISBN 9781843393733, IWA Publishing, London.
Elimination of Micro-organisms by Drinking Water Treatment Processes: A Review | eBooks Gateway | IWA Publishing (iwaponline.com)
15. Wielen, P.W.J.J. van der, en Kooij, D. van der (2009): 'Literatuurstudie naar opportunistisch ziekteverwekkende micro-organismen die zich in drinkwater kunnen vermeerderen; Eigenschappen en prioritering aanvullend onderzoek in relatie tot opwarming van het leidingwater', rapport BTO(s) 2009.001, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
16. Kooij, D. van der (1996): 'De microbiologische kwaliteit van het drinkwater in Nederland: goed, beter, best?', H₂O, nummer 8, pagina's 219-226.
<https://edepot.wur.nl/361389>
17. Kooij, D. van der, Lieverloo, J.H.M. van, Schellart, J., en Hiemstra, P. (1999): 'Maintaining quality without a disinfectant residual', JAWWA, volume 91, issue 1, pages 55 – 64.
Maintaining quality without a disinfectant residual - Kooij - 1999 - Journal AWWA - Wiley Online Library
18. Kooij, D. van der, Lieverloo, J.H.M. van, Gale, P., and Stanfield, G.: 'Distributing drinking water with low or zero disinfectant residual; *Operational and biological aspects*', Mededeling 127, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
19. Lieverloo, J.H.M. van, Hijnen, W.A.M., Esveld-Amanatidou, A., en Groennou, J.Th. (2003): 'Microbiologische verontreiniging van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie; Evaluatie en beheersing van risico's van incidentele afwijkingen en verontreinigingen', Kiwa-rapport BTO 2002.130 (c), Kiwa Water Research, Nieuwegein.
20. Lieverloo, J.H.M. van, Blokker, E.J.M., and Medema, G.J. (2007): 'Quantitative microbial risk assessment of distributed drinking-water using faecal indicator incidence and concentrations', Journal of Water and Health, number 5, supplement 1, pages 131 – 149.
Quantitative microbial risk assessment of distributed drinking water using faecal indicator incidence and concentrations - PubMed (nih.gov)
21. Nobel, P.J., Welscher, R.A.G. te, Hoogenboezem, W., Medema, G.J. en Schellart, J.A. (1995): 'Bacteriën van de coligroep in drinkwater; Achtergrondinformatie en leidraad voor nader onderzoek' (eindredactie: J.H.M. van Lieverloo en D. van der Kooij), Kiwa-rapport SWE 95.020, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
22. Lieverloo, J.H.M. van, Mesman, G.A.M., Baggelaar, P.K., Hamed, A. en Bakker, G.L. (2004): 'Detectiekans van fecale verontreinigingen in drinkwaterdistributiesystemen; Oriënterende evaluatie', Kiwa-rapport BTO 2004.063, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
23. Lieverloo, J.H.M. van, Mesman, G.A.M., Bakker, G.L., Baggelaar, P.K., Hamed, A. and Medema, G.J. (2007): 'Probability of detecting and quantifying faecal contamination of drinking water by periodically sampling for E.

- coli*; a simulation model study', Water Research, number 41, : pages 4299 – 4308.
Probability of detecting and quantifying faecal contaminations of drinking water by periodically sampling for E. coli: a simulation model study - PubMed (nih.gov)
24. Rutjes, S., en anderen (2019): 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)', Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Inspectie Leefomgeving en Transport.
25. WHO (2022): 'Guidelines for drinking-water quality; Fourth edition incorporating the first and second addenda', World Health Organization, Geneva.
9789240045064-eng (2).pdf
26. Europees Parlement en Raad van de Europese Unie: 'Verordening betreffende het op de markt aanbieden en het gebruik van biociden' (Biocidenverordening), documentnummer 528/2012, 22 mei 2012.
27. Tikkanen, M. *et al.* (2001): 'Guidance Manual for the Disposal of Chlorinated Water', AWWA report 46410, Denver.
Vita-D-Chlor - Guidance Manual for the Disposal of Chlorinated Water
28. Staatsblad (2011): 'Besluit lozen buiten inrichtingen' van 16 maart 2011, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2011, nummer 153 (oorspronkelijke editie).
Tot en met 31 december 2023 was het Besluit lozen buiten inrichtingen vigerend; met de inwerkingtreding van de Omgevingswet per 1 januari 2024 geldt het overgangsrecht, zie de webpagina Overgangsrecht Besluit lozen buiten inrichtingen | Informatiepunt Leefomgeving (iplo.nl)
29. Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C. and Glasmacher, A. (2003): 'Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: The significance of HPCs for water quality and the human health', IWA, London.
(PDF) Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety: The Significance of HPCs for Water Quality and Human Health (researchgate.net)
30. Dufour, A., Snozzi, M., Koster, W., Bartram, J., Ronchi, E. and Fewtrell L. (2003): 'Assessing microbial safety of drinking water: Improving approaches and methods', IWA, London
Assessing microbial safety of drinking-water: Improving approaches and methods (who.int)
31. Geldreich, E.E., and Kenner, B.A. (1969): 'Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution', Journal Water Pollution Control Federation, volume 41, number, 8, part II, pages R336 – R352.
Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution on JSTOR
32. Meerkerk, M.A. (2008): 'Kwaliteitsrichtlijn voor chemicaliën ten behoeve van de bereiding van drinkwater; Voor het volledige traject van productielocatie tot en met zuiveringstation', Kiwa Certificatie en Keuringen, Rijswijk.
Kwaliteitsrichtlijn voor chemicalien ten behoeve van de bereiding van drinkwater. Voor het volledige traject van productielocatie tot en met zuiveringstation (kwrwater.nl)
33. Hijnen, W.A.M., Lugtenberg, A.T., Ruiters, H., Vink, R.R.J., and Medema, G.J. (2007): 'Decay Rate Index for E. coli and enterococci in fresh and salt bathing waters', AWWA, WQTC Conference.
(PDF) Decay Rate Index for E. coli and enterococci in fresh and salt bathing waters (researchgate.net)
34. Staatsblad (2011): 'Besluit inwerkingtreding lozingsbesluit' van 9 juni 2011, nummer 298, 23 juni 2011.

35. Staatscourant (2011): ‘Drinkwaterregeling’ van 14 juni 2011, nr. 10842 van 27 juni 2011 (oorspronkelijke editie)
vigerend vanaf 1 januari 2024: Drinkwaterregeling
36. Meerkerk, M.A. (2020): ‘Hygiënecode Drinkwater; *Deel 1: Algemeen*’, praktijkcode PCD 1-1:2020, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
37. RIVM, webpagina ‘Infectieziektebestrijding’ van de website www.rivm.nl
Infectieziektebestrijding | RIVM
38. Blanken, M. den (2007): ‘*E. coli* in drinkwater – Crisismanagement in de praktijk’, PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Haarlem.
39. Staatsblad (2007): ‘Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden’ van 17 februari 2007, nummer 125, 10 april 2007 (oorspronkelijke editie)
vigerend vanaf 1 januari 2024: Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden
40. Inspectie Leefomgeving en Transport (2019): ‘goedkeuring RT-PCR als alternatieve methode voor bepaling *E. coli*’, brief met kenmerk ‘136201’, Den Haag.
41. Meerkerk, M.A. (2020): ‘Luchtfiltratie ten behoeve van de drinkwatervoorziening’, praktijkcode PCD 16:2020, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
42. Meerkerk, M.A. (2015): ‘Hygiënecode Drinkwater; *Algemeen*’, praktijkcode PCD 1-1:2015, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
43. Inspectie Leefomgeving en Transport (2024): ‘Meldprocedure normoverschrijdingen; Meldprocedure voor normoverschrijdingen in drinkwater of oppervlaktewater voor drinkwaterbedrijven’, Inspectie Leefomgeving en Transport ILT/Toezicht publieke instellingen/Bedrijven, Den Haag.
Meldprocedure+Normoverschrijdingen+Drinkwaterbedrijven+2024 (2).pdf op de webpagina Meldprocedure normoverschrijdingen in drinkwater of oppervlaktewater voor drinkwaterbedrijven | Publicatie | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) (ilent.nl)
44. Meerkerk, M.A., en Beuken, R.H.S. (2020): ‘Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*’, praktijkcode PCD 3:2020, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
45. Oosterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2023): ‘Hygiënecode Drinkwater; *Deel 8: Hygiënerichtlijnen ontwerp, bouw en renovatie van installaties voor de bereiding van drinkwater*’, praktijkcode PCD 1-8:2023, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
46. Learbuch, K., en Bel, N. van (2018): ‘Temperatuurafhankelijke groei van *Aeromonas* in drinkwater’, rapport BTO 2018.097, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
47. Bel, N. van (2017): ‘Literatuuronderzoek naar de invloed van temperatuur op groei van opportunistische pathogenen in drinkwater’, rapport BTO 2017.024, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
48. Heijnen, L. (2018): ‘Validatie van een Real-time RT-PCR methode voor snelle detectie van intestinale enterococci in gedistribueerd drinkwater’, rapport BTO 2018.070, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

49. Vissers, L., en Taucer-Kapteijn, M. (2019): 'Bevestiging van bacteriekolonies geïsoleerd uit drinkwater met behulp van MALDI-TOF; validatie volgens ISO 16140-6', validatierapport MI.M2019.015/LV, Aqualab Zuid in opdracht van Het Waterlaboratorium, Vitens Laboratorium, Waterlaboratorium Noord en Aqualab Zuid, Werkendam.
50. Inspectie Leefomgeving en Transport (2020): 'Goedkeuring MALDI-TOF als alternatieve methode voor enkele (groepen van) microbiologische parameters', brief met kenmerk '451483', Den Haag.
51. Meerkerk, M.A., en Brand, T.P.H. van den (2022): 'Richtlijn voor de kwaliteitsborging van chemicaliën ten behoeve van de bereiding van drinkwater; In het volledige traject van productie tot en met gebruik', praktijkcode PCD 17:2022, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
52. Raad van de Europese Unie (2020): 'Richtlijn (EU) 2020/2184 van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 16 december 2020 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water (herschikking)' (Europese Drinkwaterrichtlijn), 23 december 2020, Brussel.
De Drinkwaterrichtlijn is sinds 12 januari 2021 van kracht.
53. Schets, F.P., During, M., Italiaander, R., Heijnen, L., Rutjes, S.A., Zwaluw, .K. van der, Roda Husman, A.M. de (2005): '*Escherichia coli* O157:H7 in drinking water from private water supplies in the Netherlands', Water Research, volume 39, number 18, pages 4485 – 4493.
Escherichia coli O157:H7 in drinking water from private water supplies in the Netherlands - PubMed (nih.gov)
54. Heijnen, L., Timmers, P., en Elsinga, G. (2019): 'Ontwikkeling van een RT-PCR voor snelle detectie van enterococci', rapport BTO 2019.209(s), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
55. Havelaar, A.H., Olphen, M., and Schijven, J.F. (1995): 'Removal and inactivation of viruses by drinking water treatment processes under full scale conditions', Water Science and Technology, volume 31, issues 5-6, pages 55 – 62.
Removal and inactivation of viruses by drinking water treatment processes under full scale conditions - ScienceDirect
56. Meerkerk, M.A., Beuken, R.H.S., en Brand, T.P.H. van den (2023): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen (gebaseerd op de norm NEN-EN 805:2000); *Deel 1: Algemeen en uitgangspunten*', praktijkcode PCD 3-1:2023, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
57. Byappanahalli, M.N., Nevers, M.B., Korajkic, A., Staley, Z.R., en Harwood, V.J. (2012): 'Enterococci in the Environment', Microbiology and Molecular Biology Reviews, volume 76, number 4, 685 – 706.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3510518/>
58. Commissie Werkbladen (2022): 'Definities', Waterwerkblad WB 1.3, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.
Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl
59. Tschumie, R., en Hoogenboezem, W. (2013): 'Snelle goed/afkeuring ingrepen m.b.v. ATP-bepaling', rapportnummer 201313, Het Waterlaboratorium, Haarlem.
60. Wielen, P. van der, Kooij, D. van der (2010): 'ATP-metingen geven informatie over kans op nagroeiproblemen bij drinkwaterdistributie', H₂O, nummer 21, pagina 38 – 40.
61. Smeets, P., Hootsmans, M., Heijnen, L., en Rosenthal, L. (2019): 'Evaluatie RT-PCR *E. coli* 2018 Concept', rapport BTO 2019.203(s), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

62. Smeets, P., Hootsmans, M., Heijnen, L., Vissers, L., Atsma, A., en Rosenthal, L. (2019): 'Evaluatie RT-PCR *E. coli* 2018; Samenvatting ten behoeve van ILT', rapport BTO 2019.206(s), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
63. Commissie Werkbladen (2018): 'Hygiënisch werken', Waterwerkblad WB 1.4 I met WB 1.4 I Bijlage, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.
Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl
64. Commissie Werkbladen (2021): 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie', Waterwerkblad WB 2.4, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.
Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl
65. Staatsblad (2007): Besluit gewasbeschermingsmaterialen en biociden van 5 september 2007, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2007, nummer 334, 25 september 2007 (oorspronkelijke editie).
vigerend vanaf 1 januari 2024: Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden
66. Bel. N. van, Waals, M. van der, Charante, F. van, Rijn, J. van, Veen, A. van der (2024): 'Alternatieve parameter voor KG22 na werkzaamheden en calamiteiten in het distributienet', rapport BTO 2024.018, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
67. Inspectie Leefomgeving en Transport (2023): 'Drinkwaterkwaliteit 2022', rapport, Inspectie Leefomgeving en Transport van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
68. Inspectie Leefomgeving en Transport (2024): 'goedkeuring alternatieve meetmethode voor intestinale enterococci in drinkwater', brief d.d. 29 april 2024 met kenmerk 'A-2024-0636229', Inspectie Leefomgeving en Transport van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
69. Berg, H.H.J.L. van den, Friederichs, L., Versteegh, J.F.M., Smeets, P., en Roda Husman, A.M. de (2017): 'Risicoanalyse en risicomanagement van drinkwaterproductie in Nederland', RIVM-rapport 2017-0036, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
70. Wielen, P.W.J.J. van der, Donocik, A., Dignum, M., Majjaoui, J. el, Wubbels, G., Hijnen, W., Lut, M. Prest, E. en Roosma, A. (2020): 'Onderzoeksvisie opportunistische ziekteverwekkers in drinkwater', rapport BTO 2020.067, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
71. Wielen, P.W.J.J. van der, en Kooij, D. van der (2011): 'Opportunistische ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater', rapport BTO 2011.035, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

I Begrippen met bijbehorende omschrijving en afkortingen met bijbehorende betekenis

In aanvulling op de op andere plaatsen omschreven begrippen zijn door de begeleidende projectgroep nog de volgende, op het gebied van de hygiëne specifieke begrippen en bijbehorende omschrijvingen vastgesteld.

Begrip	Omschrijving
Hygiënische veiligheid	De mate waarin de waterkwaliteit voldoet aan de eisen voor chemische en microbiologische parameters zoals die zijn opgenomen in de Drinkwaterwet en het Drinkwaterbesluit, en daarmee geschikt is voor menselijke consumptie
Indexpathogenen	Pathogene micro-organismen die in algemene zin representatief zijn voor ziekteverwekkende virussen (enterovirussen), bacteriën (<i>Campylobacter</i>) en pathogene protozoa (<i>Cryptosporidium</i> en <i>Giardia</i>). Tussen haakjes zijn de indexpathogenen vermeld zoals die zijn opgenomen in het Drinkwaterbesluit, Bijlage A, noot 1 [2].
Opportunistische pathogenen	Micro-organismen die onder normale omstandigheden gezonde mensen niet ziek maken, maar door veranderende omstandigheden van de gastheer waarbij de weerstand is verlaagd toch ziekte kunnen veroorzaken
Schoon	Vrij van zichtbaar vuil (op basis van Van Dale)
Spoelwaterhergebruik	Hergebruik van spoelwater voor de bereiding van drinkwater

De volgende afkortingen worden in de Hygiënecode Drinkwater gehanteerd (alfabetische volgorde), inclusief hun betekenis:

Afkorting	Betekenis
AMVD	Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater AMVD is de analyse die de drinkwaterbedrijven uitvoeren en voorleggen aan ILT. Een QMRA maakt daarvan deel uit. Er is vanuit de publiekrechtelijke regelgeving een verplichting voor het uitvoeren van de AMVD. In het 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)'

	[24] is voorgeschreven hoe dit moet plaatsvinden. Daarin is meer aandacht gekomen voor kwetsbare grondwaterwinningen. Drinkwaterbedrijven moeten bepalen welke winningen mogelijk kwetsbaar zijn en daarvoor een nadere risicoanalyse uitvoeren en in meer of mindere mate een kwantitatieve analyse.
DNA/RNA	Desoxyribonucleïnezuur/ribonucleïnezuur
MF	MicroFiltratie
NF	NanoFiltratie
PT 2 (ook aangeduid als 'PT02', zie ook bijlage V)	'ProductType', indicatie voor 'Desinfectiemiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt': <i>'Producten voor desinfectie van oppervlakken, materialen, uitrusting en meubilair die niet worden gebruikt voor rechtstreekse aanraking met voedingsmiddelen of diervoeders.</i> <i>Die producten worden onder meer op de volgende gebieden gebruikt: zwembaden, aquaria, badwater en ander water; luchtverversingssystemen; muren en vloeren in particuliere, openbare en industriële ruimten en andere ruimten waar beroepsactiviteiten worden uitgevoerd.</i> <i>Producten voor desinfectie van lucht, water dat niet voor consumptie door mens of dier gebruikt wordt, chemische toiletten, afvalwater, ziekenhuisafval of de bodem.</i> <i>Producten die gebruikt worden als algicide voor zwembaden, aquaria en andere typen water, en voor het herstel van bouwmaterialen.</i> <i>Producten die gebruikt worden als algicide voor zwembaden, aquaria en andere typen water, en voor het herstel van bouwmaterialen.</i> <i>Producten die verwerkt worden in textiel, stoffen, maskers, verf en andere artikelen en materialen met het doel behandelde voorwerpen met desinfecterende eigenschappen te produceren.'</i> Deze biociden zijn dus bedoeld voor gereedschap, materieel en uitrusting.
PT 4 (ook aangeduid als 'PT04', zie ook bijlage V)	'ProductType', indicatie voor 'Voeding en diervoeders': <i>'Producten voor desinfectie van uitrusting, houders, eet- en drinkgerei, oppervlakken of pijpleidingen voor de productie, het vervoer, de opslag of consumptie van voedingsmiddelen of diervoeders (met inbegrip van drinkwater) voor mens en dier.</i> Producten voor het impregneren van materialen die in contact kunnen komen met voedsel.' Dit zijn biociden voor de desinfectie van het

	oppervlak van leidingen en reservoirs voor drinkwater (met de randvoorwaarde van naspoelen).
PT 5 (ook aangeduid als 'PT05', zie ook bijlage V)	'ProductType', indicatie voor 'Drinkwater': 'Producten voor het desinfecteren van drinkwater (voor mens en dier)'. Dergelijke biociden zijn bedoeld voor de desinfectie van het drinkwater zelf tijdens de bereiding of distributie.
QMRA	Kwantitatieve Microbiologische RisicoAnalyse (op basis van het Engelse 'Quantitative Microbial Risk Assessment'), een algemene wetenschappelijke term voor de methode waarmee een kwantitatieve microbiologische risicoanalyse kan worden uitgevoerd. Hiervoor bestaan verschillende modellen.
RO	Omgekeerde osmose (op basis van het Engelse 'Reverse Osmosis')
RT-PCR	Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction
UF	UltraFiltratie
UV-desinfectie	Desinfectie onder invloed van UltraViolet licht
WSP	Waterveiligheidsplan (op basis van het Engelse 'Water Safety Plan')

II Eigenschappen van micro-organismen en ongewervelde dieren

Micro-organismen worden onderscheiden in virussen, bacteriën, eencelligen en schimmels en gisten.

Virussen

Virussen zijn zeer kleine stukjes DNA of RNA omgeven door een lipide- of eiwitkapsel (circa 0,02 tot 0,08 μm). De virussen hebben gastheercellen nodig om te vermenigvuldigen. Zij dringen een cel binnen en laten deze cel hun DNA of RNA vermenigvuldigen en inpakken tot nieuwe virussen. Vervolgens verlaten de nieuwe virussen de gastheercel, in veel gevallen op het moment dat de cel openbreekt. Virussen zijn over het algemeen slecht bestand tegen uitdroging en hoge temperaturen. Voorbeelden van ziekten die worden veroorzaakt door virussen zijn hepatitis en polio.

Bacteriën

Bacteriën zijn kleine cellen (circa 0,5 tot 2 μm) waarin DNA, eiwitten en andere moleculen niet van elkaar worden gescheiden in compartimenten, zoals het geval is in eencelligen, schimmels en gisten, en planten en dieren. Bacteriën kunnen allerlei vormen aannemen (rond, staafvormig, spiralen, met of zonder aanhangsels), kunnen zich vaak vrij voortbewegen, maar vormen ook vaak kolonies (meestal op het oppervlak van materialen of drijvend op het oppervlak van water). Bacteriën vermenigvuldigen zich door te delen, daarbij gebruik makend van voedsel dat zich in de gastheer bevindt. Bacteriën kennen allerlei overlevingsvormen om zich onder ongunstige omstandigheden (droogte, hitte) te kunnen handhaven. De meeste soorten kunnen niet overleven bij temperaturen boven 60°C, maar enkele soorten produceren sporen waarvan sommigen tot 121°C kunnen overleven. Voorbeelden van ziekten in het maagdarmkanaal die worden veroorzaakt door bacteriën zijn buiktyfus, paratyfus, salmonellose en bacillaire dysenterie. Voorbeelden van bacteriën zijn *Salmonella typhi* (veroorzaker tyfus), *Vibrio cholerae* (cholera), *Shigella dysenteriae* (dysenterie) en *Escherichia coli* (komt veel voor in darmen van mensen en warmbloedige dieren; sommige stammen, zoals *E. coli* O157 H7 zijn zelf ziekteverwekkend). Sommige bacteriesoorten, met name *Legionella*, kunnen infectie van de longen veroorzaken bij inademing van aerosolen gevormd door water waarin deze bacteriën zich bevinden.

Eencelligen (protozoa)

Eencelligen zijn grotere cellen (circa 2 tot 1.000 μm) waarbij het DNA zich in een compartiment bevindt dat de kern wordt genoemd en veel andere moleculen zich bevinden in allerlei andere soorten compartimenten, organellen genoemd. Ook eencelligen zijn zeer gevarieerd in vorm en afmetingen (rond, langwerpig, met of zonder schaal, met of zonder aanhangsels). Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen algen (fytoplankton of plantaardige eencelligen) en protozoa (of dierlijke eencelligen), maar dit onderscheid is niet altijd duidelijk (sommige soorten hebben zowel plantaardige als dierlijke kenmerken). Ook eencelligen planten zich door deling voort, maar kennen vaak allerlei (geslachtelijke en ongeslachtelijke) voortplantingsstadia. Voorbeelden zijn *Cryptosporidium* (veroorzaker cryptosporidiosis), *Giardia* (veroorzaker giardiasis) en *Entamoeba histolytica* (veroorzaker van amoebendysenterie).

Schimmels en gisten

Deze organismen spelen vooral een rol in de voedingsmiddelenindustrie. Met name schimmels kunnen door afgifte van schadelijke stoffen (mycotoxinen) het bewaarde voedsel ongeschikt maken voor consumptie. Bij de drinkwatervoorziening vormen deze organismen voor zover bekend geen risico's voor de gezondheid [70, 71].

Ongewervelde dieren

Ongewervelde dieren zijn alle dieren die niet tot de gewervelde dieren (vissen, amfibieën, reptielen, vogels en

zoogdieren) behoren. Voorbeelden zijn wormen, insecten, waterpissebedden en slakken. In het oppervlaktewater en grondwater in Nederland komen nauwelijks of geen humaan pathogene ongewervelde dieren voor, maar in (uitwerpselen van) gewervelde dieren wel. Voor zover bekend kunnen uitsluitend de cercaria (een larve-stadium) van *Schistosoma* soorten (behorend tot de groep van draadwormen of Nematoda) in oppervlaktewater tot overlast leiden. Deze larven proberen het lichaam van zwemmers binnen te dringen en veroorzaken hierbij een soort muggenbulten ('zwemmersjeuk'): de larve heeft een zoetwaterslak als gastheer nodig om zich te kunnen vermeerderen. Sommige ongewervelde dieren kunnen als tussengastheer fungeren voor parasitaire wormen die ook bij mensen tot overlast kunnen leiden. De kans dat deze organismen in het drinkwater terechtkomen, daar overleven en vervolgens mensen besmetten, is echter zeer klein. Als drinkwater aan de microbiologische eisen voldoet, is de kans op verontreiniging met humaan pathogene ongewervelde dieren verwaarloosbaar klein. Een overzicht over het voorkomen en de betekenis van ongewervelde dieren in distributiesystemen voor drinkwater is te vinden in de literatuurbronnen [12] en [13].

III Eigenschappen van (indicator)organismen en hun bepalingsmethoden (samenvatting)

Escherichia coli

De maximum waarde voor de parameter '*Escherichia coli*' is volgens Tabel I 'Microbiologische parameters' van Bijlage A van het Drinkwaterbesluit [2] 0 kve/100 ml, zowel in het reinwater als in het drinkwater in het leidingnet. *E. coli* is specifiek van fecale herkomst, waardoor bij aantreffen in drinkwater directe acties nodig zijn. Indien (veel) grotere volumes dan het 100 ml monster worden genomen, hanteren bedrijven doorgaans dat in dat volume geen *E. coli* mag worden aangetroffen.

De *E. coli* bacterie (voluit *Escherichia coli*) is een indicatororganisme dat veelvuldig voorkomt in darmen van de mens en warmbloedige dieren. Het aantreffen van *E. coli* in drinkwater geeft aan dat het water is verontreinigd met feces van mens of dier en kan aanleiding zijn voor een kookadvies. Hoewel *E. coli* zelf doorgaans geen ziekte veroorzaakt, geeft de bacterie wel aan dat er ook andere micro-organismen in het water terecht kunnen zijn gekomen die wél ziekte (meestal infecties van de ingewanden) kunnen veroorzaken. Deze ziekteverwekkers kunnen virussen, bacteriën of protozoa zijn. *E. coli* wordt in de publiekrechtelijke regelgeving toegepast, omdat deze bacterie in grote aantallen in feces aanwezig is en eenvoudig en snel is te bepalen in het laboratorium (op basis van de mondiale normen NEN-EN-ISO 9308-1 en NEN-EN-ISO 9308-2), in tegenstelling tot de meeste ziekteverwekkers [38]. *E. coli* behoort tot de familie van de *Enterobacteriaceae*. Het omvat de gramnegatieve, facultatief anaerobe, oxidase negatieve, staafvormige, niet-sporenvormende bacteriën, die in staat zijn lactose te vergisten en indol te vormen uit tryptofaan bij 44°C. Bij deze methode wordt de aanwezigheid van bacteriën van de coligroep met kweek aangetoond. Vervolgens wordt met een kweekmethode bevestigd of (een deel van) de aangetoonde coli-bacteriën *E. coli* betreft. Medio april 2020 is het gebruik van de MALDI-TOF methode als alternatieve bevestigingsmethode bij de bepaling van onder andere *E. coli* bacteriën goedgekeurd [50]. Met de MALDI-TOF methode kunnen bacteriën snel worden getypeerd tot op genusniveau [49]. Daarnaast zijn er geaccepteerde methoden voor *E. coli* bepaling gebaseerd op enzymactiviteit, maar deze worden in Nederland niet routinematig ingezet.

Een recente en snellere methode is de detectie van het genetisch materiaal van *E. coli* met moleculaire technieken (RT-PCR, Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction). Hiermee is binnen 4 uur na binnenkomst van een watermonster in het laboratorium vast te stellen of *E. coli* aan- of afwezig is. Deze methode mag worden gebruikt onder de volgende voorwaarde: als met de RT-PCR-methode geen *E. coli* wordt aangetoond, geldt dat als voldoende bewijs dat het betreffende watermonster voldoet aan de maximum waarde volgens Tabel I 'Microbiologische parameters' van Bijlage A van het Drinkwaterbesluit [48, 40]. In het geval de aanwezigheid van *E. coli* wordt aangetoond met de RT-PCR-methode, dan moet die uitkomst worden bevestigd met de voorgeschreven kweekmethode en is er alleen sprake van een overschrijding indien daarmee ook *E. coli* wordt aangetoond. Bedrijven kunnen wel reeds nader onderzoek doen of maatregelen nemen op basis van de snelle RT-PCR methode.

Jarenlang werd *E. coli* beschouwd als een onschuldige darmbewoner van de mens en warmbloedige dieren. Sinds de jaren veertig is bekend dat bepaalde serotypes bij de mens darminfecties kunnen veroorzaken. Blootstelling aan deze serotypes vindt over het algemeen plaats via verontreinigd voedsel en contact met vee, en door zwemmen in oppervlaktewater [37]. Een voorbeeld van deze serotypes is EHEC (Enterohemorrhagische *Escherichia coli*), waaronder *E. coli* O157:H7. De symptomen variëren van geen symptomen tot heftige bloedingen in de darmen (RIVM, <https://www.rivm.nl/e-coli-escherichia-coli/stec-ehec>). De meest voorkomende blootstellingsroute is via rauwe voedselproducten (rundvlees, groente, melkproducten). Blootstelling via drinkwater komt in Europese landen zelden voor [63]. In Nederland is *E. coli* O157:H7 wel aangetroffen in eigen winningen voor drinkwater [53].

E. coli wordt ook gebruikt als een technische parameter in het kader van de AMVD om verwijdering van pathogene bacteriën in zuiveringsprocessen te kwantificeren (indicator voor *Campylobacter*).

Bacteriën van de coligroep (coli37) [36]

De maximum waarde voor de parameter 'Bacteriën van de coligroep' is volgens Tabel IIIa 'Indicatoren – Bedrijfstechnische parameters' van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2] 0 kve/100 ml, zowel in het reinwater als in het drinkwater in het leidingnet. Bacteriën van de coligroep worden al heel lang als indicator voor de microbiologische kwaliteit van drinkwater gebruikt²².

De bacteriën van de coligroep zijn een subgroep van de *Enterobacteriaceae* en bevatten onder andere de genera *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* en *Klebsiella*. Het omvat de gramnegatieve, facultatief anaerobe, oxidase negatieve, staafvormige, niet-sporevormende bacteriën, die in staat zijn lactose te vergisten bij 37°C. De kweekstap bij bepaling van bacteriën van de coligroep verloopt hetzelfde als de bepaling van *E. coli*. Bij de bevestiging wordt echter een andere kweekmethode gebruikt. Medio april 2020 is het gebruik van de MALDI-TOF methode als alternatieve bevestigingsmethode bij de bepaling van onder andere bacteriën van de coligroep goedgekeurd. Met de MALDI-TOF methode kunnen bacteriën snel getypeerd worden tot op genusniveau [49].

De bacteriën van de coligroep komen voor bij mens en dier, maar ook in de omgeving in bodem en water. De groep is erg heterogeen en bevat bacteriën die specifiek van fecale origine kunnen zijn (*Escherichia coli*), bacteriën die zowel in feces als in het milieu (plantenresten, bodem, nutriëntrijk (drink)water kunnen voorkomen, bijvoorbeeld *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*) en zelfs bacteriën die niet voorkomen in feces, maar zich wel kunnen vermeerderen in nutriëntrijk drinkwater (bijvoorbeeld *Buttiauxella izardii*). Alle overschrijdingen worden oorzakelijk onderzocht (risicoanalyse). Bij abnormale afwijking (in het geval ook andere indicatoren worden gevonden of wanneer er een mogelijke andere indicatie is van verontreiniging) volgt een nieuwe waterkwaliteitsbeoordeling. Er is sprake van een gekende situatie als er een bekend structureel probleem is, waarbij uit risicoanalyse geen risico bleek en er geen andere indicatoren zijn gevonden.

Het bestaan van bacteriën die aan de definitie voor bacteriën van de coligroep voldoen, maar die niet van fecale origine zijn, beperkt de bruikbaarheid van deze parameter als indicator voor fecale verontreiniging. Als er meer aanwijzingen worden gevonden die wijzen op een mogelijk (recente) fecale verontreiniging kan dit aanleiding zijn om een kookadvies te geven. In het geval de oorsprong niet een recente fecale verontreiniging is, is een kookadvies niet nodig. Wel wordt de aanbeveling gedaan deze bron uit te schakelen om herhaling van positieve monsters te voorkomen. Een aantal soorten bacteriën van de coligroep (of andere bacteriën die bij de analyse worden gevonden) kan pathogeen of opportunistisch pathogeen zijn. In Vlaanderen wordt door de inspectie onderscheid gemaakt tussen 'organismen met aanvaardbaar risico voor de gebruikers' en 'risico-gebonden organismen' op basis van de typering met MALDI-TOF en een lijst waarin bekende organismen in een van beide categorieën is ingedeeld. Organismen met een aanvaardbaar risico voor de gebruiker kunnen in drinkwater groeien en zijn niet pathogeen, en worden daarom niet beschouwd als een verontreiniging van het drinkwater. In Nederland maakt een aantal bedrijven onderscheid naar 'waarschijnlijk aquatisch' en andere bedrijven naar 'waarschijnlijk fecaal' bij de beoordeling van analyseresultaten. Er is echter geen formeel standpunt vanuit de inspectie. Daarnaast zijn er geaccepteerde methoden voor bacteriën van de coligroep bepaling gebaseerd op enzymactiviteit, maar deze worden in Nederland niet routinematig ingezet.

²² Met betrekking tot de aard van onder meer bedrijfstechnische parameters wordt gewezen op de omschrijving daarvan in de ILT-rapportage over de kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2022 [67]; 'Normoverschrijdingen van bedrijfstechnische en organoleptische en esthetische parameters (bijvoorbeeld kleur, geur, smaak, ijzergehalte) vormen geen direct gevaar voor de volksgezondheid. Zij duiden wel op onvolkomenheden in de productie of de distributie van drinkwater. Ze wijzen bijvoorbeeld op een verhoogd risico op aantasting van materialen of op omstandigheden die de groei van bacteriën bevorderen.'

Intestinale enterococcen

De maximum waarde voor de parameter ‘intestinale enterococcen’ is volgens Tabel I ‘Microbiologische parameters’ van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2] 0 kve/100 ml, zowel in het reinwater als in het drinkwater in het leidingnet.

Er zijn vele soorten intestinale enterococcen beschreven die door de ontwikkeling van moleculaire determinatietechnieken nu makkelijker kunnen worden getypeerd. Van deze soorten is er een aantal dat van fecale oorsprong kan zijn. Door verschillen in naamgeving ontstaat soms onduidelijkheid over de detectie van enterococcen of intestinale enterococcen. In navolging van de vigerende editie van de Europese Drinkwaterrichtlijn [52] is in het Drinkwaterbesluit [2] en ook in de Drinkwaterregeling [35] de parameter ‘intestinale enterococcen’ opgenomen²³. Daarentegen wordt in de vigerende editie van de inspectierichtlijn voor normoverschrijdingen (van ILT van april 2024) [43] uitsluitend ‘enterococcen’ genoemd. In Nederland wordt conform Tabel I ‘Microbiologische parameters waarvoor analysemethoden zijn gespecificeerd’ onder het kopje ‘Analysemethoden’ van Bijlage 4 van de Drinkwaterregeling de Nederlandse versie van de mondiale norm [NEN-EN-ISO 7899-2](#) aangehouden, met als titel ‘Water – Detectie en telling van enterococcen – Deel 2: Membraanfiltratiemethode’ terwijl in de Engelse versie de term intestinale enterococcen in de titel wel wordt gebruikt ‘Water quality – Detection and enumeration of intestinal enterococci – Part 2: Membrane filtration method’. Ondanks deze verschillende titels is de methode gelijk en wordt in Nederland de inmiddels de term ‘intestinale enterococcen’ aangehouden.

Een aantal soorten intestinale enterococcen zoals die door het mondiale normalisatie-instituut ISO zijn gedefinieerd, hebben een duidelijke relatie met fecale verontreinigingen. Ze komen ook in aantallen per gram feces vaker en meer voor dan de andere intestinale enterococcen die mogelijk van fecale afkomst kunnen zijn. De overige intestinale enterococcen hoeven niet van fecale afkomst te zijn, omdat bij meerdere soorten is aangetoond dat die ook kunnen groeien op planten, in waterbodems en dergelijke [57]. In humane feces en huishoudelijk afvalwater liggen de gemiddelde aantallen intestinale enterococcen tot een factor 4 lager dan de aantallen *E. coli* [31]. Intestinale enterococcen werden tot nog toe beschouwd als meer persistent dan *E. coli* in water. Met dit argument hadden ze een toegevoegde waarde als fecale indicator. Uit onderzoek is gebleken dat de persistentie van beide indicatoren in oppervlaktewater weinig verschilt en *E. coli* soms zelfs langer overleeft [33]. Blijft echter het feit dat intestinale enterococcen resistentier zijn tegen desinfectie dan *E. coli* [30]. Ook worden *E. coli* en intestinale enterococcen maar in een deel van de positieve drinkwatermonsters gelijktijdig aangetroffen, waaruit blijkt dat met *E. coli* alleen een deel van de fecale verontreinigingen wordt gemist. Daarom moeten intestinale enterococcen worden beschouwd als een aanvullende microbiologische parameter om een fecale verontreiniging aan te tonen.

Intestinale enterococcen behoren tot de familie van de *Enterococcaceae*. Het omvat de grampositieve, facultatief anaerobe, staafvormige, niet-sporenvormende bacteriën, die in staat zijn 2,3,5-trifenylnitroimidazolium-chloride (TTC) te reduceren bij 44°C. Intestinale enterococcen zijn kweekbaar op specifiek voedingsmedium bij 37°C en een bevestiging wordt uitgevoerd bij 44°C ([NEN-EN-ISO 7899-2](#)). Medio april 2020 is het gebruik van de MALDI-TOF methode als snelle, alternatieve bevestigingsmethode bij de bepaling van onder andere intestinale enterococcen goedgekeurd [49]. Daarnaast zijn er methoden voor bepaling van intestinale enterococcen gebaseerd op enzymactiviteit, maar deze worden in Nederland niet routinematig ingezet.

In navolging van de RT-PCR methode voor snelle detectie van *E. coli* is ook de RT-PCR methode voor intestinale enterococcen opgezet die tien soorten waarschijnlijk fecale intestinale enterococcen aantoonst. Met de RT-PCR methode is binnen 4 uur na binnenkomst van een watermonster in het laboratorium bekend of het genetisch materiaal van deze waarschijnlijk fecale intestinale enterococcen aan- of afwezig is [54]. ILT heeft eind april 2024 goedkeuring verleend aan de inzet van deze methode [68].

²³ In de Drinkwaterregeling komt ‘enterococcen’ in totaal 13 keer, waarvan 2 keer zonder het bijvoeglijke naamwoord ‘intestinale’.

Clostridium perfringens

De maximum waarde voor de parameter '*Clostridium perfringens* (inclusief sporen)' is volgens Tabel IIIa 'Indicatoren – Bedrijfstechnische parameters' van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2] 0 kve/100 ml, zowel in het reinwater als in het drinkwater in het leidingnet.

Clostridium perfringens is een fecale indicator die aanwezig is in de darmen en uitwerpselen van warmbloedige dieren en de mens. Sporen van *C. perfringens* kunnen zeer lang overleven en komen daardoor algemeen en wijd verspreid in de natuur voor. De bacterie kan in concentraties van 10^3 tot 10^4 kve/g worden aangetroffen in de bodem en is een veel voorkomende veroorzaker van voedselinfecties. De bacterie kan sporen vormen die langer kunnen overleven dan veel ziekteverwekkende micro-organismen[30].

C. perfringens veroorzaakt in de lage concentraties die in drinkwater kunnen voorkomen geen ziekte, maar kan wel een indicator zijn van een fecale verontreiniging. Zolang er geen andere fecale indicatororganismen zoals *E. coli* of intestinale enterococci worden aangetroffen, is aanwezigheid van *C. perfringens* geen indicatie van de aanwezigheid van pathogene micro-organismen. Wel is het een indicatie dat er een afwijking is in de beheersing van de waterkwaliteit. *C. perfringens* komt weliswaar voor in feces, maar is zeer persistent in het milieu, zodat *C. perfringens* nog kan worden aangetroffen nadat andere indicatororganismen en pathogene micro-organismen volledig zijn afgestorven. Bij chemische desinfectie van verontreinigde onderdelen kan het meten van *C. perfringens* worden overwogen als indicator voor de meer persistente pathogene micro-organismen.

Het aantreffen van *C. perfringens* is op zichzelf geen aanleiding om een kookadvies in te stellen. Een aantal drinkwaterbedrijven stelt wel een kookadvies in indien gelijktijdig bacteriën van de coligroep worden aangetroffen of indien er andere aanwijzingen zijn van een mogelijk fecale verontreiniging. Bij het aantreffen van *C. perfringens* moet worden onderzocht wat de bron is van deze verontreiniging. In het geval de oorsprong niet een recente fecale verontreiniging is, is een kookadvies niet nodig. Wel wordt de aanbeveling gedaan deze bron uit te schakelen om herhaling van positieve monsters te voorkomen.

C. perfringens behoort tot de familie van de *Bacillaceae* en het genus *Clostridium*. Het omvat de grampositieve, obligaat anaerobe, sporenvormende, staafvormige bacteriën. De endosporen van *Clostridium* zijn vaak polair gelegen, waardoor ze microscopisch duidelijk herkenbaar zijn (trommelstok).

Naast (sporen van) *Clostridium perfringens* wordt in de praktijk ook de analyse van het totaal aan 'Sporen van Sulfiet-Reducerende Clostridia' (SSRC) veel toegepast. SSRC is een technische parameter in het kader van de AMVD om verwijdering van persistente micro-organismen in zuiveringsprocessen te kwantificeren (indicator voor *Cryptosporidium* en *Giardia*). SSRC kan soorten omvatten die ook in het milieu groeien. De parameter wordt ook gebruikt als een indicator voor (niet-recente) fecale verontreiniging in natuurlijke filtermaterialen en is in dat verband vooral van belang bij de ingangscntrole van filterzand. In het verleden zijn regelmatig verhoogde aantallen SSRC in filter- en entzand (voor ontharding) aangetroffen. Op basis daarvan is deze parameter opgenomen in de beoordelingsrichtlijn [BRL-K240](#) van certificatie-instelling Kiwa Nederland voor zand en grind voor de bereiding van drinkwater.

Koloniegetal bij 22°C

De maximum waarde voor de parameter 'Koloniegetal bij 22 °C' is volgens Tabel IIIa 'Indicatoren – Bedrijfstechnische parameters' van [Bijlage A](#) van het Drinkwaterbesluit [2] 100 kve/ml voor het geometrisch jaargemiddelde.

Het koloniegetal bij 22°C vormt een maat voor bacteriën die van nature in water voorkomen en groeien. De bepaling van het koloniegetal bij 22°C wordt meestal uitgevoerd om de invloed van het zuiveringsproces op de aanwezige micro-organismen te meten en ter vaststelling van de nagroei van bacteriën in het leidingnet. Door tijds extreme verhogingen te signaleren en maatregelen te nemen, kan het drinkwaterbedrijf voorkomen dat drinkwater met een hoog koloniegetal wordt gedistribueerd vanuit de productie. Er zijn geen aanwijzingen dat het aantreffen van koloniegetal bij 22°C een indicatie is voor verminderde microbiologische veiligheid van drinkwater.

Grote aantallen bacteriën van het koloniegetal bij 22°C kunnen soms aanleiding geven tot geur- en smaakbezwaren [29].

Groei vindt in het leidingnet met name plaats in de biofilm op de wand en in het sediment op de bodem. Door opwerveling van sediment (bijvoorbeeld tijdens het spuien van leidingen) kunnen de concentraties van koloniegetal 22°C sterk toenemen. Ook in het geval van een verontreiniging van buitenaf bijvoorbeeld bij werkzaamheden, drukloosheid of verkeerde aansluitingen kan er sprake zijn van een verhoogd koloniegetal bij 22°C. Het koloniegetal bij 22°C is dus geen eenduidige maat voor een eventuele verontreiniging van het drinkwater.

Het koloniegetal bij 22°C wordt bepaald door 1 ml water te vermengen met een rijk voedingsmedium en drie dagen te incuberen bij 22°C. Op de platen kunnen snelgroeïende aerobe bacteriën, schimmels en gisten worden gevonden. Dit vertegenwoordigt een klein percentage van alle micro-organismen die in het water aanwezig zijn.

Een aantal drinkwaterbedrijven gebruikt ATP als snel alternatief voor koloniegetal 22°C. Andere snelle(re) alternatieve methoden voor het koloniegetal bij 22°C zijn ook recent onderzocht, waarbij ATP als meest kansrijk is beoordeeld [66]. Grenswaarden voor de ATP-methoden zijn vastgesteld door enkele drinkwaterbedrijven, maar kunnen nog wijzigen op basis van ervaringen.

ATP (adenosinetriphosfaat)

De parameter ATP [60] wordt niet genoemd in het Drinkwaterbesluit [2] en heeft dus geen wettelijk kader en ook geen maximale waarde.

ATP is een energierijke verbinding die energie opslaat voor organismen in het algemeen en ook voor micro-organismen. ATP wordt gebruikt als parameter voor de actieve biomassa in water en komt in alle (micro-) organismen voor. Er zijn geen aanwijzingen dat een hogere concentratie ATP in drinkwater een indicatie zou zijn voor verminderde microbiologische veiligheid. Het zegt dus niets over de aan- of afwezigheid van pathogenen en fecale indicatoren.

In de nationale norm NEN 7393 is beschreven op welke wijze ATP in water moet worden bepaald. De bepaling is gebaseerd op een enzymreactie van luciferine met luciferase die uitsluitend plaatsvindt in de aanwezigheid van ATP. Het hierbij geproduceerde licht (in Relatieve Licht Eenheden) wordt omgerekend naar de concentratie ng/l ATP in het watermonster.

De parameter ATP is naar aanleiding van een onderzoek [59] voorgedragen als een betrouwbaar alternatief voor de parameter 'koloniegetal bij 22°C' na werkzaamheden bij enkele oppervlaktewater-verwerkende drinkwaterbedrijven. ATP wordt door die bedrijven ook als zodanig ingezet. Het grootste voordeel van ATP is dat het analyseresultaat binnen enkele uren bekend is, in tegenstelling tot het analyseresultaat van het koloniegetal bij 22°C. Dat resultaat is pas na drie dagen bekend.

Bij toepassing van de methode voor ATP als alternatief voor het koloniegetal bij 22°C is het noodzakelijk om het basisniveau en de grenswaarden per drinkwaterproductielocatie en distributiegebied vast te stellen, omdat die kunnen variëren [59]. Er wordt geadviseerd om de methode verder te onderbouwen en daarvoor een validatie uit te voeren.

Bacteriofagen

De parameter 'bacteriofagen' is weliswaar opgenomen in Tabel I 'Microbiologische parameters' van Bijlage A van het Drinkwaterbesluit [2], maar zonder grenswaarde: '- pve/l (plaquevormende eenheden)'. De volgende 'noot' is daarbij opgenomen: *'Tot de groep van bacteriofagen worden in elk geval gerekend de somatische colifagen en de F-specifieke bacteriofagen.'* In de vigerende versie van de Europese Drinkwaterrichtlijn [51] is de bedrijfsparameter somatische colifagen opgenomen: *'Het programma voor operationele monitoring omvat tevens de monitoring van de volgende parameters in onbehandeld water, teneinde de doeltreffendheid van de behandelingen tegen microbiologische risico's te controleren'* en *'Deze parameter moet worden gemeten indien de risicobeoordeling aangeeft dat dit passend is. Indien deze parameter in onbehandeld water wordt aangetroffen in een concentratie > 50 PFU/100 ml, zou moeten hij na de behandelingen worden geanalyseerd om de met de aanwezige barrières*

gerealiseerde log verwijdering vast te stellen en om te beoordelen of het risico op doorbraak van pathogene virussen voldoende wordt beheerd. Hiervoor geldt een signaalwaarde van 50 plaquevormende eenheden per 100 ml voor onbehandeld water. In Nederland wordt dit in de Drinkwaterregeling [35] reeds ingevuld in het kader van de microbiologische risicoanalyse, die verder is uitgewerkt in het 'Richtsoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)' [24].

Bacteriofagen (onder meer somatische colifagen en F-specifieke bacteriofagen) zijn virussen die voorkomen in darmen van de mens en warmbloedige dieren. Bacteriofagen veroorzaken geen ziekte bij de mens, maar infecteren darmbacteriën. Hierdoor zijn die in grote aantallen aanwezig in feces. Bepaling in het laboratorium is mogelijk binnen 24 uur volgens de mondiale norm [NEN-EN-ISO 10705-2](#). Vergelijkbaar met *E. coli* en intestinale enterococci geeft het aantreffen van somatische colifagen of F-specifieke bacteriofagen in drinkwater aan dat het water mogelijk is verontreinigd met feces van mens of dier. Daarbij zijn F-specifieke fagen een sterkere fecale indicator, omdat zij uitsluitend *E. coli* bacteriën besmetten, en somatische colifagen meerdere bacteriën van de coligroep besmetten. Aangezien somatische colifagen echter in grotere aantallen voorkomen, meten de meeste drinkwaterbedrijven uitsluitend deze organismen. De morfologische karakteristieken van veel enteropathogene virussen komen beter overeen met die van bacteriofagen dan dat deze overkomen met de fecale indicator bacteriën *E. coli* en intestinale enterococci. Het is waarschijnlijk dat deze karakteristieken bijvoorbeeld de overleving in water of de verwijdering tijdens de bereiding van drinkwater beïnvloeden, waardoor bacteriofagen worden gezien als een betere indicator voor enteropathogene virussen dan *E. coli* of intestinale enterococci en dus fecale verontreiniging van water [55]. Bacteriofagen worden ook gebruikt als een technische parameter in het kader van de AMVD om verwijdering van pathogene virussen in zuiveringsprocessen te kwantificeren (indicator voor enterovirussen).

IV ‘Richtlijn voor de bescherming van nieuwe producten voor drinkwatertoepassing tegen verontreiniging’

Belang hygiëne/hygiënisch werken

Al tientallen jaren staat in Nederland het belang van hygiëne en hygiënisch werken tijdens het transport en de distributie van drinkwater in de belangstelling, omdat de impact van een verontreiniging²⁴ in het leidingnet behoorlijk grote gevolgen kan hebben voor de drinkwatervoorziening (waarbij normaliter geen chloor wordt toegepast) en veel werk met zich kan meebrengen. Zo besteedt § 4.2 ‘Opslag’ van de ‘Richtlijnen voor de aanleg van hoofdleidingen van ongeplasteerd polyvinylchloride (PVC) voor het transport van drinkwater’ uit 1983 daaraan al een alinea: *‘Ter voorkoming van vervuiling en kans op moeilijkheden bij het ontsmetten van de leiding naderhand, wordt aanbevolen de uiteinden van de PVC-buizen tijdens de opslag, met proppen of dergelijke af te sluiten.’* Het belang van hygiëne blijkt ook uit recente documenten op dat gebied, zoals de ‘Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie’ (de huidige en vorige editie van 2010 resp. 2002, en ‘voorgangers’) met het bijbehorende werkboekje voor monteurs. Daarvan afgeleid is er een scala aan cursus-, beeld- en presentatiemateriaal, (jaarlijkse) trainingen en bijscholingscursussen voor monteurs van drinkwaterbedrijven en ingehuurde aannemers. Op het gebied van hygiënisch werken worden audits uitgevoerd en zijn er ‘veiligheidspaspoorten’ voor monteurs. Het feit dat de Hygiëncode expliciet wordt genoemd in het op 1 juli 2011 inwerking getreden Drinkwaterbesluit en daarmee onderdeel is geworden van de wet- en regelgeving in Nederland laat zien dat ook de overheid veel waarde hecht aan hygiëne van leidingnetten voor drinkwater.

Bescherming van toe te passen producten

In de ‘Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie’ en het bijbehorende werkboekje is het hygiënisch werken aan transport-, distributie- en aansluitleidingen voor drinkwater tot en met de realisatie van aansluitingen vergaand beschreven. Het gaat daarbij om de omgang met onderdelen voor leidingen (buizen, hulpstukken en appendages (afsluiters en brandkranen)) in het traject vanaf de aankomst op de bouwlocatie tot en met de realisatie en ingebruikneming van een leiding. De primaire insteek bij hygiënisch werken is ‘preventie’; in tweede instantie zijn curatieve maatregelen beschreven om leidingen geschikt te maken voor het leveren van deugdelijk drinkwater.

De hygiëneaspecten in het traject vanaf de vervaardiging van een product in een fabriek, montagehal of andere productielocatie zijn summier in de Hygiëncode beschreven. Ook voor dat traject geldt de primaire insteek van preventie: voor ieder product geldt dat hoe eerder het na de vervaardiging wordt beschermd tegen verontreiniging²⁵, des te beter de hygiëne ervan is gewaarborgd. Om de ‘hygiëneketen’ volledig te sluiten, dienen producenten van leidingmaterialen voor drinkwater in het kader van certificatie te beschikken over een procedure waarin een en ander is beschreven in verband met de opslag en het traject naar de Nederlandse drinkwaterbedrijven (afleveradres), zoals ook in algemene bewoordingen is of zal worden vastgelegd in relevante Kiwa-beoordelingsrichtlijnen: *‘De producent dient over een procedure te beschikken voor het zodanig beschermen van de producten, dat de hygiëne tijdens opslag en transport is gewaarborgd.’*

²⁴ Het gaat dan vooral om microbiologische verontreinigingen vanuit de omgeving op macro- en microschaal (kadavers en uitwerpselen resp. stof en/of vuil).

²⁵ Het begrip ‘beschermen’ is hier gekozen als combinatie van ‘verpakken’ (algemene aanduiding in de betekenis van ‘van een omhulsel voorzien’) en indien van toepassing ‘afdoppen’ van een product (bijvoorbeeld buizen en hulpstukken).

Eisen aan de bescherming

Om welk product voor drinkwatertoepassingen het ook gaat, de wijze van beschermen dient allereerst en altijd van goede hoedanigheid te zijn en te blijven. Dat wil zeggen dat een toegepast beschermingsmateriaal (of -materialen, zie onder) zijn beschermende functie niet gemakkelijk mag verliezen tijdens de logistieke behandeling en de opslag bij de producent of bij het transport naar het drinkwaterbedrijf (magazijn of direct naar bouwlocatie) als gevolg van losraken of (ernstige) beschadiging.

Beschermingsmogelijkheden

De aard van een beschermingsmateriaal dat kan worden toegepast, is afhankelijk van de aard van een product en van de diameter of grootte daarvan. Mogelijkheden daarvoor (niet bindend en niet uitputtend) zijn:

- Een stevige plastic zak (in een doos) voor klein fittingwerk (koppelingen, ringen, steunbussen, O- en pakkingringen).
- ‘Beschermfolie met luchtbellen’ in combinatie met tape voor alle openingen van grote(re) hulpstukken en appendages.
- De combinatie van zakken van vezelversterkt materiaal of krimpfolie en een doos in het geval van kleine(re) hulpstukken.
- Eindkappen/doppen of stevige kunststof hoezen als eindafdichting voor buizen (die als pakket worden verpakt in folie).

In overleg met vertegenwoordigers van de producenten Dyka, Pipelife en Wavin is in 2007 door de ‘OnderhandelingsCommissie Kunststoffen’ (OCK) van de daarbij aangesloten Nederlandse drinkwaterbedrijven een traject gestart om te komen tot een verbeterde kwaliteit van de verpakking. In dat traject is uitgebreid nagedacht over de eisen en wensen voor eindkappen of doppen van buizen, wat uiteindelijk heeft geleid tot een eindkap volgens de twee onderstaande tekeningen. De eindkap zit klem in de buis door de toepassing van meerdere lamellen die zijn voorzien van ontluchtingsgaatjes (in een labyrintstructuur om de introductie van stof en deeltjes tegen te gaan).

De eindkap is ontwikkeld ten behoeve van 110 mm PVC buizen en kan ook worden vervaardigd voor kleinere en grotere buizen van gangbare diameter (50, 63, 75 en 90 resp. 160, 200 en 250 mm), niet alleen voor PVC maar ook voor alle andere leidingmaterialen. Voor het afsluiten van PVC buizen van 630 mm is een vezelversterkte doek in combinatie met tape ontwikkeld (zie onderstaande foto²⁶), die voor alle gangbare grote diameters (315, 400, 500 en 630 mm) van alle leidingmaterialen kan worden toegepast.



Netzakken zijn niet volledig afgesloten tegen de introductie van stof en vuil en worden om die reden als enig verpakkingsmateriaal van kleine(re) onderdelen niet aanbevolen.

²⁶ Op de foto is nog gebruik gemaakt van een kunststof spanband, maar die is in tweede instantie vervangen door tape.

V Gedetailleerde beschrijving wet- en regelgeving voor biociden of desinfectiemiddelen ten behoeve van de drinkwatervoorziening

Algemeen

‘Biociden’ zijn producten (handelskwaliteiten) op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking, die al dan niet in situ worden gegenereerd. Dergelijke producten worden in de privaatrechtelijke regelgeving soms ook aangeduid als ‘desinfectiemiddelen’.

Europese regelgeving

Sinds 1 september 2013 is binnen de Europese Unie de Biocidenverordening 528/2012 [26] van kracht (zie [hier](#) en ook [hier](#) voor een korte toelichting). Een ‘verordening’ heeft binnen de lidstaten rechtstreekse werking, omdat die regels bevat die direct gelden voor alle burgers in de lidstaten van de Europese Unie. Verordeningen hebben dezelfde werking als een nationale wet van een van de lidstaten. Door de rechtstreekse werking is de vervanging van de richtlijn door een verordening een nieuwe stap naar harmonisatie binnen Europa.

De definitie van ‘biociden’ volgens de Biocidenverordening (Artikel 3 ‘Definities’, lid 1, onderdeel a²⁷) is als volgt: ‘- alle stoffen of mengsels die, in de vorm waarin zij aan de gebruiker worden geleverd, uit een of meer werkzame stoffen bestaan dan wel die stoffen bevatten of genereren, met als doel een schadelijk organisme te vernietigen, af te schrikken, onschadelijk te maken, de effecten daarvan te voorkomen of op een andere dan louter fysieke of mechanische wijze te bestrijden;

- alle stoffen of mengsels die worden gegenereerd door stoffen of mengsels die zelf niet vallen onder het eerste streepje, en die gebruikt worden met als doel een schadelijk organisme te vernietigen, af te schrikken, onschadelijk te maken, de effecten daarvan te voorkomen of op een andere dan louter fysieke of mechanische wijze te bestrijden.’

Door met name de definitie volgens het tweede aandachtsstreepje is duidelijk geformuleerd dat in situ gegenereerde biociden onder de wet- en regelgeving voor biociden vallen. Dit geldt ook als er geen precursors zijn die op de markt worden gebracht, zoals in het geval van in situ gegenereerde ozon (uit omgevingslucht) of bij actief chloor gegenereerd uit zeewater.

Drinkwaterwet

De Drinkwaterwet [1] vermeldt niets over biociden en/of gewasbeschermingsmiddelen.

Drinkwaterbesluit

Artikel 62 ‘Wijziging Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden’ van Hoofdstuk 7 ‘Maatregelen in het belang van de volksgezondheid’ van het Drinkwaterbesluit [2] bevat uitsluitend de volgende verwijzing ten aanzien van ‘biociden en/of gewasbeschermingsmiddelen’: ‘[Red: Wijzigt het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden.]’ In dit Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden [65] blijkt ‘drinkwater’ slechts vier keer voor te komen. Voor de laatste twee daarvan betreft het Artikel 14 ‘Niet toe te laten gebruik van biociden’ van § 2 ‘Beoordeling van aanvragen inzake biociden’ van Hoofdstuk 4 ‘Beoordeling van aanvragen’:

‘1. Biociden worden bij de productie en distributie van drinkwater niet toegepast.

2. In afwijking van het eerste lid mogen biociden bij de productie en distributie worden toegepast, indien is voldaan

²⁷ Ook de op nationaal niveau van toepassing zijnde Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden verwijst daarnaar en wel in Artikel 1 ‘Definities’:

‘biociden als bedoeld in artikel 3, eerste lid onder a, van verordening (EU) Nr. 528/2012’.

aan de bij regeling van Onze Minister gestelde voorwaarden, waaronder de mogelijkheid van een melding bij Onze Minister van Infrastructuur en Milieu.'

In de 'Nota van toelichting' bij de oorspronkelijke editie van het Drinkwaterbesluit [2] is voor Artikel 62 de navolgende tekst opgenomen (integraal en ongewijzigd).

'Krachtens dit artikel worden op basis van artikel 81 van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb) bepalingen in artikel 14 van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Bgb) opgenomen waarbij beperkingen worden gesteld aan het gebruik van biociden in drinkwater. Dit om te voorkomen dat een situatie ontstaat waarbij ongelimiteerd op allerlei locaties biociden aan te consumeren drinkwater worden toegevoegd, zijnde stoffen die in het algemeen juist uit te consumeren drinkwater geweerd moeten worden. Op basis van artikel 10 van de Drinkwaterrichtlijn (98/83/EG) moeten lidstaten ervoor zorgen dat restricties worden gesteld aan de toevoeging van stoffen aan het drinkwater. Onder «stoffen» kunnen zowel worden begrepen chemicaliën (omschreven in artikel 1 van het Drinkwaterbesluit) als biociden in de zin van de Wgb. De nieuwe bepalingen van artikel 14 Bgb strekken tot implementatie van artikel 10 van de Drinkwaterrichtlijn, voor zover het gaat om het toevoegen van biociden aan drinkwater.

De Wgb kent in artikel 20 een algemeen verbod op het op de markt brengen en gebruiken van biociden, tenzij deze zijn toegelaten. Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) is met de toelatingen belast. Teneinde de inzet van toegelaten biociden bij de productie en distributie van drinkwater te beperken is op basis van artikel 81 Wgb, (ingevolge artikel 62 van het Drinkwaterbesluit) in het tweede lid van artikel 14 Bgb een gebruiksverbod voor biociden bij de productie en distributie van drinkwater opgenomen.

In het derde lid is aangegeven dat het in het tweede lid bedoelde verbod niet geldt indien er voldaan wordt aan de in een ministeriële regeling gestelde voorwaarden. Een voorwaarde zal zijn dat het verbod uit het tweede lid niet geldt, indien er een melding is gedaan bij de Minister van I&M van het gebruik van biociden. In de regeling is deze meldingsplicht nader uitgewerkt.

In de regeling is onder meer bepaald dat het verbod uit het tweede lid niet geldt indien de toegepaste biociden niet in het drinkwater aanwezig zullen zijn op het punt waar het drinkwater wordt gebruikt.

Voor zover het gebruik van de biociden gericht is op legionellapreventie is in die regeling bepaald dat de in het tweede lid bedoelde biociden alleen gebruikt mogen worden op die locaties die genoemd zijn in artikel 35 van het Drinkwaterbesluit en alleen als de legionellaproblemen daar structureel zijn en redelijkerwijs niet op een andere manier kunnen worden opgelost. Een andere voorwaarde in de regeling is de plicht om te melden dat een geplaatste techniek verwijderd wordt dan wel naar een andere locatie wordt overgebracht. Een en ander is in de regeling nader uitgewerkt, evenals de wijze waarop de melding moet worden gedaan.

Op basis van artikel 69, zevende lid, worden meldingen, gedaan in het kader van het gedifferentieerde handhavingsbeleid voor koper-zilverionisatie dan wel anodische oxidatie, beschouwd als meldingen gedaan op basis van artikel 14, derde lid, van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden, zoals dat gewijzigd is door artikel 62.'

De toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden is door de Nederlandse overheid gedelegeerd aan het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb). In het kader van een aanvraag tot toelating wordt door het Ctgb beoordeeld of een biocide bij toepassing volgens het gebruiksvoorschrift veilig is voor mens en milieu, en of het product voldoende werkzaam is. Het is een eenmalige toetsing die bij een goed resultaat leidt tot een toelating van de biocide met een maximale looptijd van 10 jaar. De Ctgb-toelating geeft een garantie dat de biocide veilig is voor mens en milieu als die wordt gebruikt conform het 'wettelijk gebruiksvoorschrift'.

Beoordelingen in het kader van het in de 'Nota van toelichting' genoemde gedifferentieerde handhavingsbeleid zijn in 2014 afgerond.

Drinkwaterregeling

Zowel in lid 2 van Artikel 14 van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden [65] als in de 'Nota van

toelichting' bij de oorspronkelijke editie van het Drinkwaterbesluit (Artikel 62) wordt een '(ministeriële) regeling' genoemd. Daarmee wordt bedoeld op de Drinkwaterregeling [35], een van de vier ministeriële regelingen bij het Drinkwaterbesluit [2]. Met name Artikel 20 'Voorwaarden voor gebruik biociden bij drinkwaterproductie en – distributie' van die regeling is relevant (volledige tekst):

'1. Het in artikel 14, tweede lid, van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden bedoelde verbod is niet van toepassing indien de toegepaste biociden zodanig snel afbreken dat ze niet meer in het drinkwater aanwezig zijn op het punt waar het drinkwater gebruikt wordt.

2. Onverminderd het eerste lid is het de eigenaar van een drinkwaterbedrijf, collectieve watervoorziening of collectief leidingnet toegestaan om overeenkomstig artikel 14, tweede lid, van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden, biociden toe te passen bij de productie en distributie van drinkwater, voor zover gewaarborgd wordt dat het ten behoeve van de desinfectie behandelde water niet wordt geconsumeerd.

3. Onverminderd het eerste en tweede lid is het de eigenaar van een drinkwaterbedrijf, collectieve watervoorziening of collectief leidingnet toegestaan om overeenkomstig artikel 14, tweede lid, van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden, biociden toe te passen bij de productie en distributie van drinkwater, voor zover:

a. hij ten minste twee weken voor de aanvang van de toepassing daarvan melding heeft gedaan aan de Minister dan wel, in geval van een noodsituatie, hij daarvan onverwijld melding doet aan de inspecteur die zo nodig nadere aanwijzingen kan geven;

b. er gevaar dreigt of bestaat voor de volksgezondheid vanwege microbiologische verontreiniging van het drinkwater;

c. er redelijkerwijs geen andere mogelijkheden zijn de microbiologische verontreiniging te bestrijden of te voorkomen, en

d. hij waarborgt dat het drinkwater aan het tappunt voldoet aan de eisen gesteld in artikel 21, eerste lid, van de wet en artikel 13 van het besluit.'

De tekst volgens de 'Toelichting' bij de oorspronkelijke editie van de Drinkwaterregeling bij dit artikel is als volgt:

'Dit artikel is gebaseerd op artikel 61²⁸ van het Drinkwaterbesluit, waarmee artikel 14 van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Bgb), is gewijzigd. Door die wijziging bevat het Bgb een verbod om biociden toe te passen bij de drinkwaterproductie en -distributie, dat echter wordt opgeheven als wordt voldaan aan de bij ministeriële regeling gestelde eisen. In artikel 20 van de onderhavige regeling zijn die eisen opgenomen. In artikel 20, eerste lid, is aangegeven dat het in artikel 14 Bgb bedoelde verbod niet van toepassing is indien de toegepaste biociden zodanig snel wegreageren dat ze niet meer in het drinkwater aanwezig zijn op het punt waar het drinkwater gebruikt wordt. Dit kan met name het geval zijn bij toepassing van AOT. Dit staat voor Advanced Oxidation Technology en houdt in dat door gebruik van UV-licht en titaniumoxide hydroxylradicalen worden gevormd. Deze hydroxylradicalen hebben een biocide werking (en vallen daarmee onder de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden), maar ze reageren zo snel weg dat ze niet meer in het tapwater aanwezig zijn.

Het verbod om biociden te gebruiken is (op basis van het tweede lid) evenmin van toepassing in geval van desinfectie. Daarbij wordt een distributienet, installatie, collectief leidingnet of collectieve watervoorziening gedesinfecteerd, zonder dat het behandelde water wordt geconsumeerd.

Er zijn echter situaties waarin het onvermijdelijk is om vanwege de microbiologische veiligheid het te drinken water met biociden te behandelen. In deze situaties, die beschreven zijn in het derde lid, is het verbod om biociden te gebruiken evenmin van toepassing.

Van belang is dat er een melding wordt gedaan van dit gebruik. In situaties waar dit mogelijk is, moet de melding minstens twee weken van tevoren plaatsvinden aan de Minister. In noodsituaties (bijvoorbeeld als na een leidingbreuk noodchloring noodzakelijk is) dient onverwijld contact met de inspecteur te worden opgenomen, die

²⁸ Opmerking: Aangezien de titel van Artikel 61 luidt 'Maximumnorm voor bezoldiging werknemers/bestuurders' wordt aangenomen dat hier sprake is van een vergissing en dat Artikel 62 (zie eerder) wordt bedoeld.

eventueel nadere aanwijzingen kan geven.

Er moet daarnaast sprake zijn van een dreigend of bestaand gevaar voor de volksgezondheid vanwege microbiologische verontreiniging van het drinkwater, terwijl er redelijkerwijs geen andere mogelijkheden zijn om de microbiologische verontreiniging te bestrijden of te voorkomen. Bovendien moet gewaarborgd zijn dat de drinkwaternormen voor de gebruikte stoffen en de eventueel gevormde desinfectiebijproducten niet worden overschreden.'

In de bovenstaande toelichting wordt onder meer de 'microbiologische veiligheid' genoemd. In de praktijk van de drinkwaterbedrijven blijkt die veiligheid tevens het aanpakken van de ongewenste nagroei in het leidingnet te omvatten.

Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening

Hoofdstuk 5 'Biociden' van de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening [3] (ook een van de vier ministeriële regelingen bij het Drinkwaterbesluit [2]) omvat uitsluitend Artikel 18 (geen titel). De integrale tekst van dit uit twee leden bestaande artikel is als volgt:

- '1. Voor producten, zijnde biociden als bedoeld in Verordening (EU) nr. 528/2012 van het Europees Parlement en de Raad van 22 mei 2012 betreffende het op de markt aanbieden en het gebruik van biociden, die ten behoeve van de voorziening van drink- of warm tapwater hiermee in contact worden gebracht, dan wel daaraan worden toegevoegd met het doel een kwaliteitsverandering van dat water te bewerkstelligen, is naast toelating in overeenstemming met de Verordening, een erkende kwaliteitsverklaring vereist.*
- 2. Voor de afgifte van een kwaliteitsverklaring voor de in het eerste lid bedoelde biociden zijn de artikelen 12 tot en met 17 van overeenkomstige toepassing.'*

Volgens Artikel 18 van de Regeling mogen biociden en drinkwater met elkaar 'in contact worden gebracht' dat wil zeggen voor de desinfectie van oppervlakken (leidingen en reservoirs voor drinkwater) worden ingezet en aan drinkwater worden toegevoegd (continue dosering voor de desinfectie van het drinkwater). In verband met eerstgenoemde toepassing wordt gewezen op § 3.6 'Desinfectiemiddelen' van Bijlage A 'Productomschrijving en beoordeling' van de Regeling:

'Desinfectiemiddelen worden ingezet voor het desinfecteren van onderdelen van de drink- of warmtapwatervoorziening, zoals voorraad- en distributiesystemen en onderdelen daarvan. Zij worden ook toegepast voor de regeneratie van bronnen voor drink- of warmtapwater.

Bij toepassing in voorraad- en distributiesystemen en drink- of warmtapwaterinstallaties worden de betreffende onderdelen afgekoppeld van de levering van drink- of warmtapwater. Na gebruik dienen de behandelde oppervlakken nagespoeld te worden met drink- of warmtapwater.

Voor toegelaten desinfectiemiddelen, die specifiek voor drink- of warmtapwater toepassingen bestemd zijn, wordt tevens een erkende kwaliteitsverklaring vereist. Deze eis is in lijn met artikel 2 van de Biocidenverordening dat in onderdeel 7 bepaalt 'niets in deze verordening belet de lidstaten het gebruik van biociden in de openbare drinkwatervoorziening te beperken of te verbieden.' Bovendien sluit het aan bij het bepaalde in artikel 4 van de Drinkwaterrichtlijn. Daarin is opgenomen dat lidstaten onverminderd hun verplichtingen uit hoofde van andere communautaire bepalingen de nodige maatregelen nemen om ervoor te zorgen dat voor menselijke consumptie bestemd drinkwater gezond en schoon is. Onderdeel daarvan is dat het drinkwater geen micro-organismen, parasieten of andere stoffen bevat in hoeveelheden of concentraties die gevaar voor de volksgezondheid kunnen opleveren.

Waar de toelating erop ziet dat het desinfectiemiddel veilig en effectief gebruikt kan worden en een momentopname is die elke 10 jaar opnieuw gemaakt wordt, biedt de erkende kwaliteitsverklaring in het belang van de volksgezondheid een waarborg voor een constante kwaliteit van de toegelaten materialen en chemicaliën die in contact komen met drinkwater.'

Volgens dit onderdeel van de Regeling zijn desinfectiemiddelen bedoeld voor het desinfecteren van onderdelen van de drinkwatervoorziening. Bij gebruik van de middelen moeten de betreffende delen worden losgekoppeld en na de eigenlijke behandeling worden nagespoeld met drinkwater. Het desinfecteren van het drinkwater zelf wordt op

deze plek niet genoemd. Het onderscheid tussen de diverse toepassingen van biociden bij de drinkwatervoorziening komt verderop in deze bijlage nader aan de orde.

Uit lid 1 van [Artikel 18](#) blijkt verder dat biociden niet alleen over een Ctgb-toelating, maar ook over een ‘erkende kwaliteitsverklaring’ volgens de artikelen 12 tot en met 17 van de Regeling dienen te beschikken (die artikelen vormen samen [hoofdstuk 4](#) ‘Erkende kwaliteitsverklaring’ van de Regeling). In § 3.1 ‘Inleiding’ van hoofdstuk 3 ‘Chemicaliën’ van [Bijlage A](#) ‘Productomschrijving en beoordeling’ van de Regeling wordt dat eigenlijk herhaald: *‘Onder chemicaliën vallen ook de daaruit samengestelde producten, inclusief biociden als bedoeld in de Biocidenverordening (EU) 528/2012. Op de biociden zijn de artikelen 12 tot en met 17 van hoofdstuk 4 van de regeling van toepassing.’*

Vooralsnog zijn Kiwa Nederland en het ‘Kiwa Water Mark’ de enige door de Nederlandse overheid erkende certificatie-instelling respectievelijk erkende kwaliteitsverklaring (voor het Kiwa Water Mark, zie ook [hier](#)).

Conclusies

Op grond van het bovenstaande kan voor de Nederlandse drinkwatersector het volgende worden geconcludeerd:

- Volgens de [Europese Biocidenverordening](#) mogen biociden in Nederland uitsluitend worden verhandeld en gebruikt als ze zijn toegelaten.
- De toelating en registratie van gewasbeschermingsmiddelen en biociden is gedelegeerd aan het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb).
- Biociden mogen uitsluitend worden toegepast overeenkomstig de voorschriften die bij een Ctgb-toelating zijn vastgesteld.
- Biociden mogen bij de productie en distributie van drinkwater niet worden toegepast, tenzij:
 - deze daarvoor zijn toegelaten door het Ctgb, en
 - de toegepaste biociden zodanig snel afbreken dat ze niet meer in het drinkwater aanwezig zijn op het punt waar het drinkwater wordt gebruikt, of
 - wordt gewaarborgd dat het behandelde water niet wordt geconsumeerd, of
 - er sprake is van situaties waarin het onvermijdelijk is om vanwege de microbiologische veiligheid het te drinken water met biociden te behandelen.
- Het gebruik van biociden moet worden gemeld:
 - bij de Minister: twee weken vooraf in normale situaties;
 - bij de inspecteur: direct in het geval van noodsituaties, dat wil zeggen bij dreigend of bestaand gevaar voor de volksgezondheid door microbiologische verontreiniging van het drinkwater.
- Biociden ten behoeve van drinkwatertoepassingen dienen niet alleen te beschikken over een Ctgb-toelating voor de desinfectie van leidingen en reservoirs voor drinkwater en/of voor de desinfectie van drinkwater, maar ook over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling te beschikken.
- Kiwa Nederland en het ‘Kiwa Water Mark’ zijn vooralsnog de enige door de Nederlandse overheid erkende certificatie-instelling respectievelijk kwaliteitsverklaring.

Specifiek voor de Nederlandse drinkwatersector

In de [oorspronkelijke editie van de Regeling](#) stond expliciet dat voor de beoordeling van chemicaliën de Europese normen die in CEN-verband zijn opgesteld als ‘grondslag’ dienen, zie § 3.1 ‘Inleiding’ in Bijlage A ‘Productomschrijving en beoordeling’ daarvan: *‘Als grondslag voor de beoordeling van chemicaliën gelden de normen die in CEN-verband zijn opgesteld (EN 878 tot EN 15030) en omgezet in een NEN-EN. Afhankelijk van de toepassing van het product zijn voor de zuiverheidseisen of de maximaal toelaatbare concentraties in de uitloogtest de voorwaarden die zijn vermeld in bijlage D, paragraaf 2.5, van toepassing. Dit betekent dat de verontreinigingen in de chemicaliën die zijn genoemd in het Drinkwaterbesluit voor ten hoogste 10% van de grenswaarde genoemd in het Drinkwaterbesluit mogen bijdragen tot de concentratie in het drink- of warmtapwater. Verder geldt dat de blootstelling via drink- of warm tapwater aan verontreinigingen die niet zijn genoemd in het Drinkwaterbesluit voor ten hoogste 10% mag bijdragen aan de totale blootstelling van de betreffende verontreiniging.’* Deze passage komt

in de vigerende editie van de Regeling niet meer voor. Bij enkele chemicaliën in hoofdstuk 3 van Bijlage A 'Productomschrijving en beoordeling' van de Regeling komt het begrip 'grondslag' nog voor. Er wordt daarin voor diverse chemicaliën (maar niet voor alle) wel expliciet verwezen naar van toepassing zijnde Europese normen. De navolgende drie desinfectiemiddelen worden op enige wijze ingezet bij de drinkwatervoorziening in Nederland.

Ozon

Tot 1 september 2013 was het in situ bereide ozon expliciet uitgezonderd van de werking van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Met de inwerkingtreding van de Europese Biocidenverordening [65] met ingang van 1 september 2013 is aan die uitzonderingspositie een einde gekomen.

Behalve een Ctgb-toelating is voor het in situ gegenereerde ozon ook een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling [3] noodzakelijk. Ozon blijkt daarin niet voor te komen en dat ondanks het feit dat er voor deze stof de Europese norm NEN-EN 1278 'Chemicaliën voor de behandeling van water bestemd voor menselijke consumptie – Ozon' is. Dit moet worden meegenomen bij het actualiseren van genoemde Regeling.

Natriumhypochloriet

Natriumhypochloriet kende sinds 1997 een ambtshalve toelating met het toelatingsnummer '38N' (zie Staatscourant 1997, nummer 250, zie [stcrt-1997-250-p10-SC12119.pdf \(officiëlebekendmakingen.nl\)](https://www.officiële-bekendmakingen.nl/stcrt-1997-250-p10-SC12119.pdf)). Die toelating omvatte onder meer de toepassing van desinfectiemiddel bij en door drinkwaterbedrijven, en dan zowel voor het desinfecteren van oppervlakken als voor 'waterdesinfectie'. Op grond van het 'N-nummer' mocht certificatie-instelling Kiwa Nederland aanvragen voor een Kiwa Water Mark op dergelijke middelen in behandeling nemen en na goed gevolg certificeren. Als gevolg van gewijzigde wet- en regelgeving (van de Bestrijdingsmiddelenwet van 1962 naar de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden van 2007 en vervolgens naar de Europese Biocidenverordening [26] is de ambtshalve toelating niet meer van kracht. Ook voor natriumhypochloriet is nu een Ctgb-toelating en een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling vereist. Natriumhypochloriet is te vinden in onderdeel 3.6.1 van Bijlage A 'Productomschrijving en beoordeling' van die Regeling. In dat onderdeel wordt de relevante Europese norm genoemd (NEN-EN 901), wordt de maximale dosering aangegeven (32 mg NaOCl per liter te behandelen water) en zijn de van toepassing zijnde zuiverheidseisen voor diverse zware metalen opgenomen.

Chloordioxide

Het in situ bereide chloordioxide komt op dit moment helemaal niet voor in de Regeling, ondanks het feit dat het binnen de Nederlandse drinkwatervoorziening werd en wordt toegepast voor nadesinfectie en het feit dat daarvoor een Europese norm is: NEN-EN 12671 'Chemicaliën voor de behandeling van water bestemd voor menselijke consumptie – Ter plaatse geproduceerde chloordioxide'. Ook dit is een punt van aandacht bij het actualiseren van de Regeling.

Opmerking ten aanzien van waterstofperoxide

Ook de stof waterstofperoxide wordt in Nederland ingezet ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Het gaat daarbij om de inzet bij het UV/peroxide-proces ten behoeve van de omzetting van organische microverontreinigingen. De stof is daarbij (dus) niet bedoeld als biocide, zodat een Ctgb-toelating niet is vereist.

Toepassingen

De Biocidenverordening onderscheidt in bijlage V 'Soorten biociden en de omschrijving ervan als bedoeld in Artikel 2, lid 1' vier hoofdgroepen van biociden, die op hun beurt weer zijn onderscheiden in totaal 22 productsoorten. Het gaat om de volgende vier hoofdgroepen:

- Hoofdgroep 1 'Desinfecteermiddelen';
- Hoofdgroep 2 'Conserveermiddelen';
- Hoofdgroep 3 'Plaagbestrijdingsmiddelen';
- Hoofdgroep 4 'Andere biociden'.

Voor drinkwater zijn de laatste twee productsoorten (in Nederland aangeduid als ‘producttypen’ (‘PT’)) van Hoofdgroep 1 van belang:

- PT 4 (ook aangeduid als ‘PT04’) ‘Voeding en diervoeders’: *‘Producten voor desinfectie van uitrusting, houders, eet- en drinkgerei, oppervlakken of pijpleidingen bij de productie, het vervoer, de opslag of consumptie van voedingsmiddelen, voeder of dranken (met inbegrip van drinkwater) voor mens en dier.’*
Dit zijn biociden voor de desinfectie van leidingen, reservoirs en installaties voor drinkwater.
- PT 5 (ook aangeduid als ‘PT05’) ‘Drinkwater’: *‘Producten voor het desinfecteren van drinkwater (voor mens en dier).’*

Dergelijke biociden zijn bedoeld voor de desinfectie van het drinkwater zelf.

Verder wordt binnen de Hoofdgroep 1 gewezen op de toepassing PT 2 of PT02 ‘Desinfecteermiddelen en algiciden die niet rechtstreeks op mens of dier worden gebruikt’: *Producten voor desinfectie van oppervlakken, materialen, uitrusting en meubilair die niet worden gebruikt voor rechtstreekse aanraking met voedingsmiddelen of diervoeders. Die producten worden onder meer op de volgende gebieden gebruikt: zwembaden, aquaria, badwater en ander water; luchtverversingssystemen; muren en vloeren in particuliere, openbare en industriële ruimten en andere ruimten waar beroepsactiviteiten worden uitgevoerd.’* Het gaat voor de drinkwatervoorziening om Ctgb-toegelaten biociden voor het desinfecteren van gereedschap, materieel en uitrusting.

De groepen PT 4 en PT 5 omvatten producten zoals die zijn omschreven in lid 1 van [Artikel 18](#) van de Regeling (zie boven). Biociden ten behoeve van het desinfecteren van reservoirs en/of leidingen voor drinkwater (oppervlakken) dienen dus te beschikken over een Ctgb-toelating volgens groep PT 4. In het geval een biocide continu aan drinkwater wordt gedoseerd, is er sprake van een toepassing volgens groep PT 5.

Het onderscheid is dus herkenbaar aan de manier van toepassen. Als er (continue) dosering van een product aan het drinkwater plaatsvindt terwijl de leiding nog gewoon in gebruik is, is er sprake van een PT 5-toepassing aangezien er een kwaliteitsverandering van het drinkwater wordt bewerkstelligd. Als een leiding wordt afgesloten, desinfectiemiddel wordt toegevoegd en vervolgens na een bepaalde inwerktijd de leiding wordt leeggemaakt, nagespoeld en weer wordt vrijgegeven, is er sprake van een PT 4-toepassing. Het naspoelen met drinkwater is ook vereist volgens de Regeling.

Het blijkt echter niet voldoende te zijn als een biocide over een toelating met PT-4- en/of PT-5-toepassing beschikt. In het ‘wettelijk gebruiksvoorschrift’ van een Ctgb-toegelaten product dient/dienen de precieze drinkwatertoepassing(en) binnen een toelating expliciet te zijn vastgelegd. Richting Ctgb zijn in dat verband de volgende suggesties aan de hand gedaan met betrekking tot de te hanteren standaardteksten:

- PT 4: ‘Desinfectie van reservoirs, drinkwaterleidingen en drinkwaterinstallaties. Na de desinfectie dient een systeem voor ingebruikneming grondig met drinkwater te worden nagespoeld.’
- PT 5:
 - ‘Continue dosering aan het door het drinkwaterbedrijf te distribueren drinkwater als zogeheten nadesinfectie in de reguliere bedrijfsvoering’ (eventueel refereren aan lid 1 van [Artikel 20](#) ‘Voorwaarden voor gebruik biociden bij drinkwaterproductie en -distributie’ van de Drinkwaterregeling [35]);
 - ‘Continue dosering aan het door het drinkwaterbedrijf te distribueren drinkwater als zogeheten noodchloring bij calamiteiten of bij microbiologische verontreiniging in het leidingnet’ (eventueel refereren aan lid 3 van [Artikel 20](#) ‘Voorwaarden voor gebruik biociden bij drinkwaterproductie en -distributie’ van de Drinkwaterregeling [35]);
 - ‘Continue dosering aan (voorgezuiverd) ruwwater in de reguliere bedrijfsvoering in verband met ongewenste neveneffecten zoals aangroei aan de leidingwand (de zogeheten transportchloring)’.

§ 2.4 van de praktijkcode [PCD 1-4](#) [8] heeft als titel ‘Hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen’ en heeft betrekking op leidingen voor drinkwater. Volgens Bijlage II ‘Voorbeeld van een beslisboom’ uit dat document is desinfectie de laatste stap in dat proces. Primair gebeurt het hygiënisch betrouwbaar maken door middel van ‘schoonmaken’ (= spuien met water, spuien met water/lucht en ‘proppen’). De desinfectie van drinkwaterreservoirs is beschreven in de praktijkcode [PCD 4](#) [7].

Toegelaten producten

De door het Ctgb toegelaten producten zijn te vinden op de website (<https://www.ctgb.nl/>) en dan het onderdeel 'Toelatingendatabank' (<https://toelatingen.ctgb.nl/>). Deze webpagina biedt diverse (uitgebreide) filters voor het zoeken van toegelaten producten. De zoekfunctie levert een overzicht van handelsproducten met een Ctgb-toelating op, die aan de vooraf ingevoerde criteria voldoen. Bij ieder handelsproduct behoort een dossier en elk dossier kan worden geopend. Daarin is informatie over het betreffende product te vinden. Via 'Downloaden' is er inzicht in het 'actuele gebruiksvoorschrift' inclusief een precieze omschrijving van de toepassing(en).

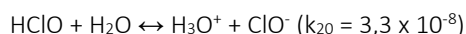
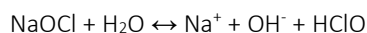
VI Theoretische en praktische aspecten van desinfectiemiddelen

Het desinfecteren van leidingen en hulpstukken na reparatie en bij nieuwe aanleg gebeurt met een natriumhypochloriet-oplossing of met waterstofperoxide.

In het onderstaande worden de chemische achtergronden en de motivatie voor de voorgestelde concentratie van de natriumhypochloriet-oplossing en waterstofperoxide toegelicht. Daarna wordt nog kort ingegaan op afvalstromen waarin deze chemicaliën aanwezig zijn.

Natriumhypochloriet-oplossing

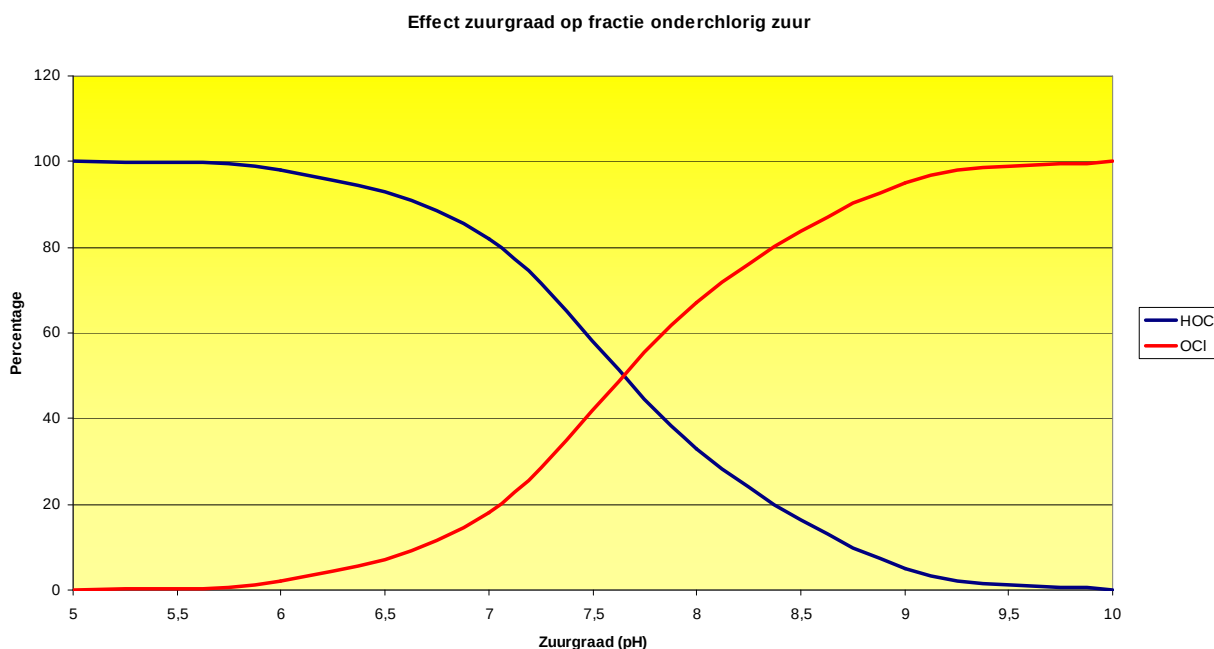
De werkzame bestanddelen van een natriumhypochloriet-oplossing zijn HClO (onderchlorigzuur) en ClO⁻ (hypochloriet). In een natriumhypochloriet-oplossing stellen zich de volgende evenwichten in:



Onderchlorigzuur is slechts zwak gedissocieerd. Natriumhydroxide daarentegen is volledig gedissocieerd. Als gevolg hiervan zal bij extra toevoegen van natriumhypochloriet de pH stijgen. Dit wordt nog eens versterkt doordat de leverancier vaak extra OH⁻ aan het product toevoegt om de houdbaarheid te vergroten. Onderchlorigzuur is namelijk instabiel en ontleedt onder de vorming van zuurstof en zoutzuur. Het hypochloriet-ion is veel stabiel: indien er veel hypochloriet aanwezig is, zal het product langer houdbaar zijn.

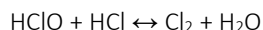
De verhouding tussen onderchlorigzuur en hypochloriet hangt af van de pH. Zoals uit Figuur V.1 blijkt, neemt bij hogere pH de hoeveelheid hypochloriet toe en de hoeveelheid onderchlorigzuur af.

Als de pH stijgt bij een toenemende dosering van natriumhypochloriet zal de verhouding hypochloriet-onderchlorigzuur steeds groter worden. Omdat het desinfecterende vermogen van hypochloriet veel lager is dan dat van onderchlorigzuur, zal het desinfecterende vermogen veel minder toenemen dan wordt verwacht bij een hogere dosering.



Figuur VI.1 Dissociatie van onderchlorigzuur als functie van de pH (8).

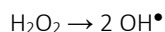
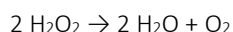
Een mogelijkheid om de pH laag te houden, is het toevoegen van zuur. In dat geval kan echter het gevaarlijke chloorgas worden gevormd via de reactie:



Voor een aantal drinkwatertypen is de relatie tussen de toegevoegde hoeveelheid chloor en de resulterende pH bepaald. De uiteindelijke zuurgraad bij elke dosering hangt af van de 'begin-pH' en de buffercapaciteit (bicarbonaatconcentratie) van het water. Bij de geadviseerde concentratie van 20 mg Cl_2/l is uitgegaan van de minimaal benodigde hoeveelheid desinfectiemiddel en de noodzaak de pH-stijging als gevolg van de dosering zo klein mogelijk te houden.

Oplossingen van waterstofperoxide

De desinfecterende werking van waterstofperoxide is gebaseerd op de afgifte van vrije hydroxylradicalen:



De verontreinigingen worden door de vrije hydroxylradicalen afgebroken, waarbij water als restproduct achterblijft. De vrije hydroxylradicalen hebben zowel een oxiderende als een desinfecterende werking.

Afvalwater

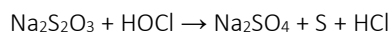
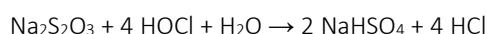
Afvalwater dat vrijkomt bij het schoonmaken (en desinfecteren) van middelen voor opslag, transport en distributie van drinkwater (reservoirs en leidingen) valt sinds 1 juli 2011 [34] onder het 'Besluit lozen buiten inrichtingen' [28]. Voor een uitgebreide beschrijving van de regelgeving op het gebied van het lozen van dit afvalwater wordt verwezen naar bijlage VII 'Regelgeving lozen afvalwater' van praktijkcode PCD 4 [7]. Een en ander kan als volgt worden samengevat.

Lozen op of in de bodem, op het oppervlaktewater of in een hemelwaterstelsel is toegestaan, als er geen desinfectiemiddelen of andere chemicaliën zijn toegevoegd en als het geen overlast veroorzaakt. Als dat in redelijkheid niet mogelijk is, mag dat in een vuilwaterriool. Dat is echter minder gewenst vanwege de verminderde werking van de zuivering bij de toevoeging van een relatief grote hoeveelheid schoon water.

Als desinfectiemiddelen zijn gebruikt, is overleg met het bevoegd gezag noodzakelijk om de meest geschikte oplossing voor het lozen te vinden. Het bevoegd gezag kan lozen met geringe concentraties chemicaliën bij maatwerkvoorschrift toestaan als het belang van de bescherming van het milieu zich daartegen niet verzet.

Chloorhoudend afvalwater

Gezien de hierboven beschreven vigerende regelgeving moet chloorhoudend afvalwater worden geneutraliseerd, voordat het wordt geloosd. Neutraliseren kan met natriumthiosulfaat, natriumbisulfiet en waterstofperoxide. Natriumthiosulfaat reageert op verschillende manieren met vrij chloor, afhankelijk van de pH [27]:

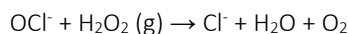


De hoeveelheid natriumthiosulfaat die nodig is voor neutralisatie van vrij chloor varieert eveneens met de pH als gevolg van de verschillende reacties. Bij een pH van 8 is 1,9 mg natriumthiosulfaat per mg vrij chloor nodig op basis van stoichiometrische berekening [27]. In de Nederlandse drinkwaterpraktijk wordt een overmaat gedoseerd en is een verhouding van 3,5 mg technisch natriumthiosulfaat per mg werkzaam chloor gebruikelijk (informatie rekenmethode PWN).

Indien na werkzaamheden een zuiveringsonderdeel met een volume V is gereinigd en wordt gedesinfecteerd door het onderdeel met chloorhoudend water op te vullen waarbij de eindconcentratie vrij chloor in het water x mg/l bedraagt, kan de voor neutralisatie benodigde hoeveelheid natriumbisulfiet worden berekend volgens:

$$\text{Hoeveelheid toe voegen natriumbisulfiet als vaste stof} = x * V * (3,5/1.000) \quad [\text{kg}]$$

In de AWWA 'Guidance manual for disposal of chlorinated water' waaraan hierboven is gerefereerd, wordt de optie van neutralisatie met waterstofperoxide niet genoemd. Bij neutralisatie van chloor met waterstofperoxide reageert waterstofperoxide met hypochloriet:



Op basis van de stoichiometrische verhouding is per mg vrij chloor 0,66 mg waterstofperoxide noodzakelijk. In de praktijk wordt een overdosering toegepast.

De reactie tussen waterstofperoxide en hypochloriet vindt zo snel plaats, dat geen andere organische of anorganische stof(fen) met hypochloriet kunnen reageren. Na de reactie vervalt het resterende waterstofperoxide tot water en zuurstof.

Afvalwater met waterstofperoxide

Waterstofperoxide ontleeft in water en zuurstof, en hoeft daarom niet te worden geneutraliseerd.

Desinfectiemiddelen op basis van waterstofperoxide kunnen wel zilver of andere stabilisatoren bevatten, zodat overleg met het bevoegd gezag wordt aanbevolen.

VII In deze praktijkcode genoemde beoordelingsrichtlijnen

Kiwa Nederland B.V. (2017): 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor zand en grind voor de drinkwaterproductie', Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K240](#), versie 5, 8 september 2017, Rijswijk.

Kiwa Nederland B.V. (2012): 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor het appliceren van coatingsystemen ten behoeve van drinkwatertoepassingen', Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K746](#), versie 2, 1 februari 2012, Rijswijk.

Kiwa Nederland B.V. (2018): 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa-procescertificaat voor coatinggeschiktheid van te bekleden metalen producten', Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K758](#), versie 3, 23 oktober 2018, Rijswijk.

Kiwa Nederland B.V. (2018): 'Beoordelingsrichtlijn kwaliteit leveringsketen chemicaliën drinkwatervoorziening voor het Kiwa procescertificaat voor het transport van drinkwaterchemicaliën, aan te duiden als het Kiwa ATD', Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K15001](#), versie 2, 26 september 2018, Rijswijk.

Kiwa Nederland B.V. (2020): 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwaterwatertoepassingen', Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K19004](#), versie 3, 10 maart 2020, Rijswijk.

VIII In deze praktijkcode genoemde normen

NEN-EN 901:2013: 'Chemicaliën voor behandeling van water bestemd voor menselijke consumptie – Natriumhypochloriet', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2013, Delft.

NEN 1006:2015/A1:2018: 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2018, Delft.

NEN-EN 1278:2010: 'Chemicaliën voor de behandeling van water bestemd voor menselijke consumptie – Ozon', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 april 2010, Delft.

NEN-ISO 5667-5:2007: 'Water – Monsterneming – Deel 5: Richtlijn voor monsterneming van drinkwater van waterproductiebedrijven en pijpleiding-distributiesystemen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 mei 2007, Delft.

NEN 7393:2019: 'Water – Bepaling van het totale gehalte aan adenosinetrifosfaat (ATP)', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2019, Delft.

NEN-EN-ISO 7899-2:2000: 'Water – Detectie en telling van enterococci – Deel 2: Membraanfiltratiemethode', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2000, Delft.

NEN-EN-ISO 9308-1:2014: 'Water – Telling van *Escherichia coli* en bacteriën van de coligroep – Deel 1: Methode met membraanfiltratie voor water met een lage achtergrondconcentratie aan bacteriën', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 oktober 2014, Delft.

NEN-EN-ISO 9308-2:2014: 'Water – Telling van *Escherichia coli* en bacteriën van de coligroep – Deel 2: "Meest waarschijnlijke aantal" methode', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 april 2014, Delft.

NEN-EN-ISO 10705-2:2001: 'Water – Detectie en telling van bacteriofagen – Deel 2: Telling van somatische colifagen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2001, Delft.

NEN-EN 12671:2016: 'Chemicaliën voor de behandeling van water bestemd voor menselijke consumptie – Ter plaatse geproduceerde chloordioxide', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2016, Delft.

NEN-EN-ISO 16140-6:2019: 'Microbiologie van de voedselketen – Validatie van methoden – Deel 6: Protocol voor de validatie van alternatieve (eigendomsrechtelijke) microbiologische bevestigings- en typeringsmethoden', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2019, Delft.

NEN-EN-ISO/IEC 17025:2018: 'Algemene eisen voor de competentie van test- en kalibratielaboratoria', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2018, Delft.

NEN-EN-ISO 19458:2007: 'Water – Monsterneming voor microbiologisch onderzoek', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2007, Delft.

IX Leerdoelen hygiënisch werken (algemeen)

Wateropleidingen biedt twee verschillende cursussen aan op het vlak van hygiënisch werken, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de productie en de distributie van drinkwater. De cursussen volgen qua leerdoelen en de daarop gebaseerde lesstof de informatie die is opgenomen in de diverse praktijkcodes. Beide cursussen starten met een algemeen deel (algemeen: praktijkcode PCD 1-1) dat dezelfde lesstof behandelt. Daarna volgt een specifiek deel, dat gericht is op de productie (winning: praktijkcode PCD 1-2, zuivering: praktijkcode PCD 1-3 en opslag: praktijkcodes PCD 1-4 en PCD 4) of op de distributie (transport en distributie: praktijkcode PCD 1-4) van drinkwater. De leerdoelen van het algemene deel (A) zijn:

- A1: Kan de betekenis van hygiënisch betrouwbaar drinkwater voor de volksgezondheid beschrijven.
- A2: Kan benoemen welke wettelijke regelingen geldig zijn om een goede drinkwaterkwaliteit te waarborgen.
- A3: Kan benoemen welke hygiënecodes/praktijkcodes er beschikbaar zijn en waar deze voor gelden.
- A4: Kan beschrijven welke verontreinigingen in het drinkwater kunnen voorkomen.
- A5: Kan het onderscheid tussen virussen, bacteriën, eencelligen en ongewervelde dieren uitleggen.
- A6: Kan enkele water-gerelateerde ziekten noemen, veroorzaakt door virussen, bacteriën of protozoa.
- A7: Kan beschrijven wat indicatororganismen zijn en de belangrijkste twee noemen.
- A8: Kan de betekenis van het koloniegetal bij 22°C uitleggen.
- A9: Kan de vier veiligheidspijlers voor het voorkomen van verontreinigingen opsommen.
- A10: Kan de regels ten aanzien van persoonlijke en algemene hygiëne beschrijven.
- A11: Kan enkele besmettelijke ziekten noemen waarvoor de medewerker een meldingsplicht heeft.
- A12: Kan beschrijven hoe de waterkwaliteit wordt beoordeeld en op basis van welk parameters.

De leerdoelen die specifiek betrekking hebben op de productie (P) of de distributie (D) van drinkwater zullen worden meegenomen bij de herziening van de desbetreffende praktijkcodes: PCD 1-2 en PCD 1-3 respectievelijk PCD 1-4.