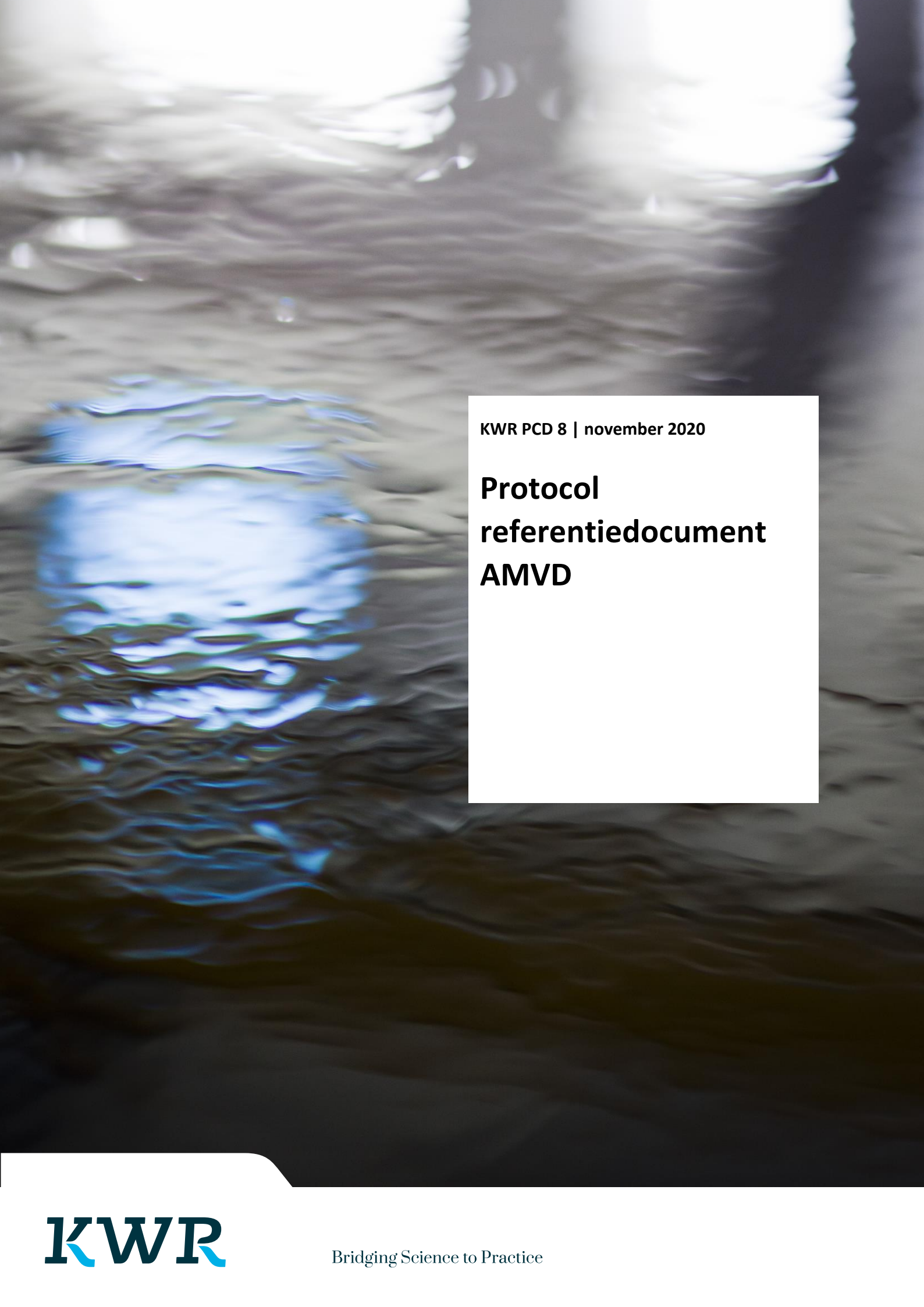




KWR PCD 8 | november 2020

**Protocol
referentiedocument
AMVD**

Rapport

Protocol referentiedocument AMVD

KWR | PCD 8 | november 2020

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

dr.ir. P.W.M.H. (Patrick) Smeets

Jaar van publicatie
2021

Meer informatie
Patrick Smeets
T (030)60 69 585
E Patrick.Smeets@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

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



PCD 8 | november 2020 ©

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 opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. 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 KWR Water Research Institute dat doet ten aanzien van de rol van secretaris.

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. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op en zijn 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

Status

Op basis van de publiekrechtelijke regelgeving zijn drinkwaterbedrijven verplicht voor alle drinkwaterproductielocaties een risicoanalyse ten aanzien van microbiologische parameters ('Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater', AMVD) uit te voeren. Voor een uitgebreide introductie, achtergronden, doel, et cetera wordt verwezen naar hoofdstuk 1 'Inleiding'.

Deze praktijkcode beschrijft de procedures om op een gestructureerde en geborgde wijze literatuurgegevens te verzamelen en vast te leggen als referentie bij het opstellen van AMVD's. Daarnaast is ook beschreven hoe deze gegevens via een gebruikersinterface kunnen worden benaderd en hoe de vertaling van gegevens naar de AMVD moet plaatsvinden. Het is daarmee niet alleen een protocol voor de activiteiten die met het referentiedocument AMVD zijn gemoeid, maar ook een vastlegging van uitgangspunten en afwegingen bij het ontwikkelen van het referentiedocument AMVD. Daarbij dient deze praktijkcode als richtlijn voor het uitvoeren van de werkzaamheden.

De informatie over zuiveringsprocessen en procesmodellen in dit document geven de huidige stand van zaken weer. Met voortschrijden van wetenschappelijk onderzoek (en het verzamelen van informatie) kunnen inzichten wijzigen die tot een gewijzigde aanpak leiden. Het 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)' [7] verwijst naar het referentiedocument als basis voor gebruik van literatuurgegevens. De discussie over hoe deze literatuurgegevens in de AMVD moeten worden gebruikt, heeft plaatsgevonden binnen de WIR (Werkgroep Infectie Risico). Het is uiteindelijk ter beoordeling van ILT (onder advies van RIVM) of dit bij een specifieke situatie in een opgestelde AMVD wordt geaccepteerd. De gegevens in het referentiedocument en hoe deze toe te passen, kunnen in de loop der tijd veranderen en dat wordt in het referentiedocument zelf vastgelegd. Deze praktijkcode beschrijft hoe wijzigingen plaatsvinden en worden vastgelegd, maar wijzigt daarmee zelf niet. De hierin opgenomen voorbeelden zijn ter illustratie.

Editie

Dit is de tweede editie van deze praktijkcode. De eerste editie daarvan verscheen in 2017 [11]. Sinds 2018 (na het verschijnen van de eerste editie) zijn de inhoudelijke werkzaamheden aan het referentiedocument ondergebracht in het BTO-thema Biologische Veiligheid. In bijlage VII van deze praktijkcode zijn de werkzaamheden aan het referentiedocument (kort) beschreven. De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de eerste editie van deze praktijkcode zijn:

- De volledige tekst van PCD 8:2017 [11] kritisch tegen het licht gehouden;
- Verduidelijking van de relatie tussen de verplichtingen vanuit de wet- en regelgeving voor drinkwater, het 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)' [7], QMRAspot, het referentiedocument AMVD en de AMVD-rapportages van drinkwaterbedrijven;
- Uitbreiding met membraanfiltratie (RO, omgekeerde osmose) en ozon-desinfectie, mede op basis van onderzoek in de achterliggende jaren (beschrijving in bijlage VII);
- Uitbreiding van toegelichte begrippen;
- Aanvulling met gebruikershandleiding QMRAspot (bijlage VI);
- Aanvulling van de lijst met gebruikerswensen.

Begrippen en afkortingen

De in deze praktijkcode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende be- of omschrijving zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Daarin is ook de betekenis van gehanteerde afkortingen vastgelegd.

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.

(Drinkwater)bedrijf

Brabant Water

Dunea

Evides Waterbedrijf

KWR Water Research Institute

Oasen

Pidpa

PWN

Vitens

Waterbedrijf Groningen

Waternet

WMD Drinkwater

WML

Vertegenwoordiger(s)

Agata Donocik;

Aleksandra Knezev (HWL);

Leonie Marang;

Giovanni Sandrini;

Martin Meerkerk (secretaris);

Patrick Smeets;

Rosa Sjerps;

Koen Joris (agendalid);

John Boogaard;

Huib Schakenraad;

Anneke Roosma;

geen;

Fred van Schooten;

Gerhard Wubbels (WLN);

Falco van Driel (voorzitter).

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 17 december 2020.

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: Martin.Meerkerk@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Rapport	1
1 Inleiding	8
1.1 Analyse Microbiologisch Veiligheid Drinkwater (AMVD)	8
1.2 Referentiedocument AMVD	9
1.3 Achtergrond: literatuurwaarden en procesmodellen in de AMVD	11
1.4 Doel van deze praktijkcode	11
1.5 Vraagstelling voor het literatuuronderzoek	12
1.6 Informatiebehoefte	13
1.6.1 Publicatie	13
1.6.2 Procescondities	13
1.6.3 Watersamenstelling	14
1.6.4 Individuele metingen effectiviteit proces	14
1.6.5 Interpretatie van effectiviteit uit gehele dataset per experiment/studie	14
1.6.6 Constanten en variabelen voor procesmodellen	14
1.6.7 Vertaling naar de praktijk	15
1.7 Elementen van het referentiedocument AMVD	16
2 Vullen van de database van het referentiedocument	17
2.1 Basis voor het protocol	17
2.2 Review team	18
2.3 Conflicterende belangen	18
2.4 Gebruikte software en hulpmiddelen	19
2.5 Stappenplan	19
2.6 Stel proces-specifieke criteria	22
2.7 Definieer zoektermen	22
2.8 Identificeer studies (zoek)	22
2.8.1 Bestaande literatuurstudies	22
2.8.2 Wetenschappelijke literatuur-databases	23
2.8.3 Grijze literatuur	23
2.9 Samenvatting en titel	23
2.10 Volledige tekst verkrijgen	24
2.11 Tekst nagaan	24
2.12 Evalueer data	24
2.12.1 Beschrijving van methoden	25
2.12.2 Beschrijving van experimentcondities	25
2.12.3 Beschrijving van resultaten	25
2.13 Check rectificaties, updates en reviews	26
2.14 Extractie data, condities en informatie	26
2.15 Problemen identificeren	26
2.16 Problemen oplossen	26
2.17 Referentiedocument AMVD, Opbouw van de database	26
2.18 Evalueer hoeveelheid en kwaliteit data	27
2.19 Versiebeheer database	27

3	Gebruik van het referentiedocument	28
3.1	Beoogde toepassingen van het referentiedocument	28
3.2	Algemene aanpak voor gebruik van het referentiedocument in de AMVD	28
3.3	Referentiedocument in de context van de AMVD	29
3.4	Stappenplan	30
3.4.1	Vraagstelling vanuit praktijk	31
3.4.2	Combineren van data	32
3.4.3	Selectiecriteria	32
3.4.4	Resultaten van de selectie	33
3.4.5	Data-analyse, constanten procesmodel	34
3.4.6	Tekstuele toelichting bij raadplegen referentiedocument	35
3.4.7	Vertaling naar de praktijk	36
3.5	Versiebeheer	37
4	Literatuur, afkortingen en begrippen	38
4.1	Referentielijst	38
4.2	Afkortingen met de betekenis	38
4.3	Begrippen en bijbehorende omschrijvingen	39
4.4	Toelichting op begrippen	40
4.4.1	Conservatieve benadering en veiligheidsfactoren	40
4.4.2	Invloedsfactoren	40
4.4.3	Procesmodellen	40
4.4.4	Protocollen	40
4.4.5	Log-reductie (verwijdering en inactivatie)	41
4.4.6	Toepassingsgebied en randvoorwaarden	41
4.4.7	Werkingsprincipe	41
I	Parameters bodempassage, LZF en UV	42
II	Zoektermen en –resultaten	47
III	Voorbeeld: inclusie- of exclusiecriteria UV-desinfectie	48
IV	Gebruikerswensen	50
V	Toelichting per proces; voorbeeld UV-desinfectie	58
VI	Gebruikshandleiding en invoeren in QMRAspot	66
VII	Stand van zaken referentiedocument	70

1 Inleiding

1.1 Analyse Microbiologisch Veiligheid Drinkwater (AMVD)

Drinkwaterbedrijven zijn vanuit de wet- en regelgeving (Bijlage A van het Drinkwaterbesluit [1]) verplicht voor bepaalde drinkwaterproductielocaties een risicoanalyse uit te voeren zoals is omschreven in het ‘Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)’ [7]. Het richtsnoer stelt ten aanzien van oppervlaktewaterwinningen, inclusief infiltratie en oevergrondwater: *“De veiligheid van drinkwater dat geproduceerd wordt uit oppervlaktewater moet aantoonbaar worden gemaakt aan de hand van gegevens over de kwaliteit van de bron en de effectiviteit van de zuivering.”* Voor grondwater stelt het richtsnoer: *“...wordt voor grondwaterwinningen van het type ABK in eerste instantie de betrouwbaarheid van de winning bepaald. In tweede instantie wordt voor het geohydrologisch systeem van de winning een risicoanalyse uitgevoerd.”* Voor alle locaties wordt, eventueel gezamenlijk, een AMVD rapportage opgesteld die, indien nodig een kwantitatieve microbiologische risicoanalyse (QMRA) omvat.

Voor de kwantitatieve microbiologische risicoanalyse in de AMVD wordt voor oppervlaktewater de concentratie pathogenen in ruwwater bepaald. Voor grondwater betreft dit pathogenen in de (theoretische) verontreinigingsbron. Vervolgens wordt op basis van de effectiviteit van zuiveringsprocessen inclusief bodempassage, berekend hoe laag de concentratie aan pathogenen in drinkwater is en wordt daaruit afgeleid of het infectierisico voldoet aan het Drinkwaterbesluit. Voor deze berekening wordt veelal gebruik gemaakt van QMRAspot, een software tool die is ontwikkeld door het RIVM [15]. De effectiviteit van de zuivering wordt in principe bepaald door indicatororganismen voor en na zuiveringsstappen te meten. Vanwege lage concentraties indicatororganismen, zeker verderop in de zuivering, geven deze metingen vaak onvoldoende uitsluitsel over de effectiviteit van de zuivering. In die gevallen kan onder andere gebruik worden gemaakt van kennis in de wetenschappelijke literatuur over de effectiviteit van zuiveringsprocessen. Deze kennis is echter niet eenduidig en er komt continu nieuwe kennis bij. De vergaring van deze kennis en vertaling naar de AMVD dient daarom zorgvuldig te gebeuren.

In de Werkgroep Infectie Risico (WIR) is de invulling van de AMVD door de drinkwaterbedrijven, KWR en RIVM (die de AMVD's beoordeelt) besproken, om tot een advies te komen aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Dit heeft in 2019 geleid tot het ‘Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)’ [7], waarin is omschreven hoe de risicoanalyse moet worden uitgevoerd. Het is niet bekend of de WIR ook in de toekomst actief blijft om ontwikkelingen en ervaringen met de AMVD uit te wisselen.

Samengevat zijn de drinkwaterbedrijven verplicht om een risicoanalyse uit te voeren voor bepaalde drinkwaterproductielocaties. Het genoemde Richtsnoer omschrijft welke stappen daarvoor nodig zijn, zowel voor grondwater als voor oppervlaktewater. Wanneer daarbij een kwantitatieve risicoanalyse moet worden uitgevoerd, wordt doorgaans QMRAspot gebruikt voor de berekeningen. De daarvoor benodigde informatie wordt verkregen door metingen in de praktijk, uit proefonderzoek en/of uit de literatuur. Het Referentiedocument AMVD bevat voor de opgenomen zuiveringsprocessen een overzicht van de huidige kennis over de reductie van micro-organismen in de literatuur. Het Richtsnoer AMVD geeft aan dat het Referentiedocument AMVD kan worden gebruikt als basis voor literatuurwaarden in een kwantitatieve risicoanalyse. De drinkwaterbedrijven leggen hun bevindingen, inclusief indien van toepassing een kwantitatieve risicoanalyse, vast in AMVD rapportages die aan ILT worden voorgelegd.

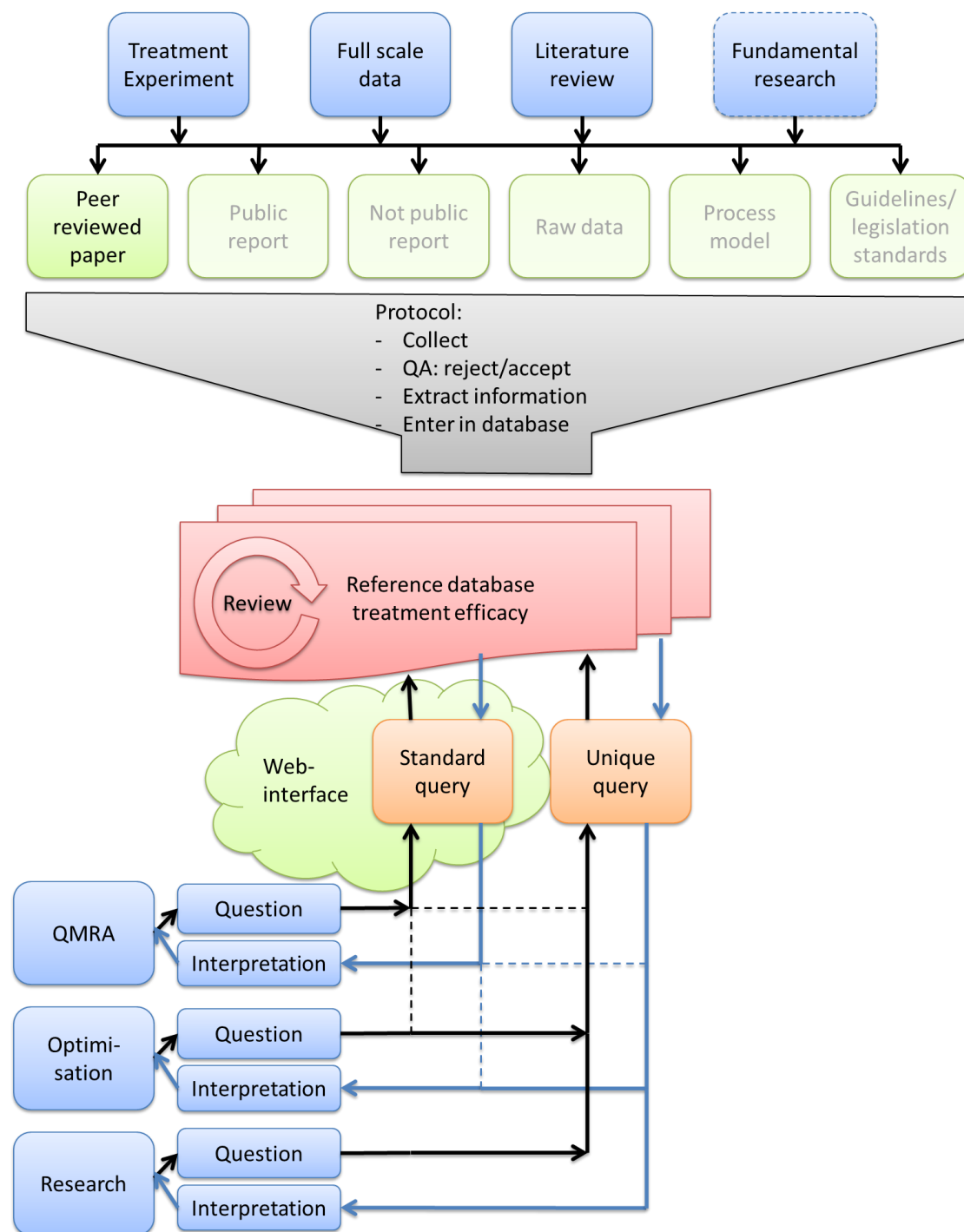
Opmerking

Er bestaan ook andere QMRA tools die literatuurinformatie verzamelen en/of het infectierisico kunnen berekenen

zoals de AquaNES QMRA tool. De geschiktheid van die tools is niet door de WIR of RIVM getoetst en gebruik daarvan wordt mogelijk niet door ILT geaccepteerd.

1.2 Referentiedocument AMVD

In de WIR is uitgesproken dat er behoefte is aan een referentiedocument waarin de kennis over effectiviteit van zuivering is vastgelegd en de interpretatie voor toepassing in de AMVD is beschreven. Dit was in 2013 de aanleiding om te starten met het ontwikkelen van het referentiedocument AMVD. Op basis van dit document kunnen de drinkwaterbedrijven waar nodig de gegevens op uniforme en onderbouwde wijze toepassen in de AMVD en ontstaat geen discussie met ILT of RIVM over individuele gevallen. Het 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)' [7] verwijst naar dit referentiedocument als basis voor gebruik van literatuurgegevens. *Figuur 1* geeft schematisch weer hoe het 'referentiedocument' (met onderliggende database) is opgebouwd en dient te worden gebruikt.



Figuur 1 Schematische weergave van de opbouw en het gebruik van het 'referentiedocument'.

In 2013 is het ontwikkelen van het referentiedocument gestart vanuit het Platform Bedrijfsvoering. Deze praktijkcode is binnen dat kader ontwikkeld en wordt daarin ook onderhouden. Het referentiedocument AMVD bestaat uit een aantal elementen beschreven onder 1.7. Sinds 2018 is het werk aan de andere elementen van het referentiedocument onder gebracht in het BTO-thema Biologische Veiligheid. Daarbij dient deze praktijkcode als richtlijn voor het uitvoeren van de werkzaamheden, zoals het aanvullen van het referentiedocument met nieuwe literatuurgegevens. De voortgang van het ontwikkelen van het referentiedocument is samengevat in Stand van zaken referentiedocumentVII.

1.3 Achtergrond: literatuurwaarden en procesmodellen in de AMVD

In 2013 en 2014 zijn de ervaringen van de drinkwaterbedrijven met de AMVD geïnventariseerd [9]. Daaruit bleek dat bij vrijwel iedere AMVD gebruik wordt gemaakt van informatie uit literatuur om de effectiviteit van de zuivering goed te kunnen beschrijven. Zowel procesmodellen (log-reductie op basis van procescondities) als kentallen (log-reductie op basis van alleen procestype) uit de literatuur worden gebruikt om de efficiëntie van een proces in een locatie-specifieke AMVD te schatten. De hoeveelheid relevante en dus gebruikte literatuur hiervoor is beperkt en keuzes voor de meest geschikte referenties en selecties van parameterwaarden (variabelen en constanten in procesmodellen) worden per AMVD voor een drinkwaterproductielocatie gemaakt. De gekozen literatuur en aanpak kunnen de bepaling van de effectiviteit met meerdere logeenheden beïnvloeden en dat kan bepalend zijn voor het al dan niet voldoen aan de grenswaarde voor het infectierisico. Daarmee kunnen substantiële kosten en andere belangen gemoeid zijn. Het algemene principe van de AMVD is om volksgezondheid en publieke kosten in balans te brengen. Het uitgaan van ‘worst case’ of ‘conservatieve’ aannamen sluit daar niet altijd bij aan. Er moet juist gebruik worden gemaakt van de beste beschikbare kennis om deze afweging goed te maken. De drinkwaterbedrijven hebben behoefte aan een objectieve basis voor deze discussies waarbij de (wetenschappelijke) kwaliteit en volledigheid beter geborgd zijn dan in de huidige situatie. Voorliggende praktijkcode is bedoeld om de kwaliteit van deze kennis te borgen. De wijze waarop gegevens worden gezocht en geselecteerd, zijn hierin uitgewerkt.

Volledigheid van gegevens vormt een uitdaging, omdat publicaties vaak niet alle relevante gegevens bevatten. Bij literatuur over procesmodellen kunnen parameters worden gebruikt die weer uit een andere publicatie zijn overgenomen. Die oorspronkelijke publicatie wordt mogelijk niet gevonden met de gebruikte zoektermen. Bijvoorbeeld de afstervingsnelheid in grondwater die van belang is voor bodempassage, maar mogelijk in een ander kader is onderzocht en gepubliceerd. De scope van publicaties en zoektermen moet voldoende worden uitgebreid om dergelijke parameters voldoende te karakteriseren. Zo zal bijvoorbeeld naast ‘soil passage’, ‘underground filtration’ et cetera ook op termen als ‘inactivation in soil’ moeten worden gezocht.

Anderzijds kan het combineren van gegevens uit verschillende onderzoeken of onderzoeksvelden leiden tot combinaties die niet relevant zijn voor drinkwater. ‘Worst case’ parameters voor een procesmodel voor UV-desinfectie vanuit afvalwaterbehandeling bijvoorbeeld zijn mogelijk niet relevant voor drinkwater. Bij de berekening van de log-reductie met parameterwaarden uit verschillende publicaties kunnen fouten ontstaan. Daarom geeft het referentiedocument de waargenomen log-reductie door het proces weer, en niet de berekende. Voor bodempassage wordt dus niet alleen informatie over afstervingsconstanten en hechtingsparameters verzameld, maar ook de totale reductie van organismen over een onderzochte afstand met bijbehorende condities. Door de ‘ruwe’ onderzoeksresultaten te verzamelen, kunnen deze worden vergeleken met andere onderzoeken, onafhankelijk van de interpretatie door de individuele onderzoeker. Ook geeft dit inzicht of onderzoek op relevante schaal (laboratorium versus full-scale) is uitgevoerd. Het doel daarbij is om een zo volledig mogelijk overzicht te geven van de stand van kennis.

1.4 Doel van deze praktijkcode

Doel van de praktijkcode is om eenduidig vast te leggen hoe informatie voor het referentiedocument wordt gezocht, beoordeeld, geselecteerd en geanalyseerd. De keuzes daarin hangen samen met de beoogde toepassing en de beschikbare middelen. Deze worden daarom ook besproken. Daarnaast wordt beschreven hoe het referentiedocument kan worden geraadpleegd en hoe de resultaten in de AMVD kunnen worden toegepast. Deze vertaling naar de AMVD kan in de toekomst wijzigen door nieuwe inzichten. Eventuele wijzigingen leiden niet noodzakelijk tot aanpassing van voorliggende praktijkcode. In de praktijkcode is beschreven hoe dergelijke wijzigingen worden geïmplementeerd en vastgelegd.

In de praktijkcode worden op voorhand methoden en randvoorwaarden vastgelegd als basis voor het literatuuronderzoek en de extractie van gegevens. Er wordt gestreefd naar een eenduidige benadering, maar ervaring leert dat iedere gebruikte studie tot nieuwe vragen of discussiepunten kan leiden. Daarom wordt ook de filosofie en beredenering achter de aanpak toegelicht, zodat steeds in de geest van de praktijkcode kan worden gehandeld. Ook worden voorbeelden opgenomen ter illustratie en voor discussie bij het opstellen daarvan.

Aan de hand van de praktijkcode moet iedereen het literatuuronderzoek en de extractie van gegevens op dezelfde wijze kunnen uitvoeren en zou dit tot hetzelfde resultaat moeten leiden. Daarmee wordt transparantie en wetenschappelijke verantwoording geborgd.

1.5 Vraagstelling voor het literatuuronderzoek

Hoe effectief is een zuiveringsproces voor de verwijdering of inactivatie van pathogene micro-organismen:

- Onder (locatie-)specifieke condities?
- Onder invloed van afwijkende condities (procesmodel)?
- Onder variabele condities?
- En wat is de onzekerheid in gegevens voor een bepaalde locatie?
- Met het oog op toepassing voor de AMVD?

Het is bij risicomodellering van belang dat alle wetenschappelijke kennis wordt samengebracht [6]. Tabel 1 [2] geeft een aantal belangrijke criteria wanneer een 'scientific review' (een literatuuronderzoek) nodig is. Voor het referentiedocument AMVD kan hierover het volgende worden opgemerkt:

- Parameters:
 - Identificeer parameters die locatie-specifieke invloed hebben op het zuiveringsproces, maar ook parameters die kunnen worden beïnvloed door het proces. Dit betreft waterkwaliteit, bedrijfsvoering en model parameters.
 - Focus op parameters die een belangrijke, centrale invloed hebben op het zuiveringsproces.
- Het referentiedocument moet in ieder geval de condities omvatten die relevant zijn voor de (Nederlandse) drinkwatersituatie.
- Beschouw de mogelijke spreiding van een parameter in relatie tot de consequenties voor de zuiveringseffectiviteit.
- Onderzoekers kunnen verschillende belangen hebben bij het opnemen en interpreteren van onderzoeksresultaten in het referentiedocument. Deze belangen moeten transparant zijn.

Tabel 1 Criteria om mogelijke vragen voor een systematisch literatuuronderzoek in de context van risicomodellering te identificeren [2] (overgenomen uit [4]).

Criterion	Explanation	Example
1a: Anticipated local effect in the model	Magnitude and direction of direct impact of the parameter in the model	The toxic effects or the fate of a chemical or test substance in the human body may show considerable interindividual variability. Factors such as genetic polymorphisms or other factors that may affect the toxicokinetics and/or toxicodynamics for a given chemical substance could be investigated using SR
1b: Anticipated structural effect in the model	Position of the parameter in the model may be central (many pathways are involved) or marginal (few pathways are involved)	Various pathways apply for assessing the risk associated with import of commodity x . Testing of x for hazard h at import is common to all pathways. The diagnostic sensitivity of the test is structurally the most important model parameter, for which a SR may be appropriate
2. Intersubjectivity	Variability among preliminary expert opinions about the parameter	High degree of variability in the interpretation of available (published) evidence may indicate the need for SR
3. Plausible parameter space	Width of plausible ranges for parameters, when assessed on the background of their use in the model	Storage temperature of a food commodity may be more variable compared to certain intrinsic factors (e.g., salt contents, water activity, pH), indicating the need to estimate storage temperature with broad evidence basis, by performing a SR
4. Sensitivity to interests	Stakeholders may have interests related to the parameters of the model	Interests could be citation of own work, anchoring on previous opinion, adherence to pessimistic scenarios out of a precautionary principle or issues, which are captured by the declaration of interest. A SR may be appropriate for those parameters for which there is an interest

1.6 Informatiebehoefte

1.6.1 Publicatie

Alle gegevens in het referentiedocument moeten kunnen worden herleid naar de bron, de publicatie waaruit ze zijn overgenomen. In het referentiedocument worden voldoende gegevens opgenomen om een publicatie uniek te identificeren. Selectie kan niet op alle details van de publicaties plaatsvinden, omdat invoeren hiervan veel tijd kost, terwijl die selecties zelden of nooit zullen worden gemaakt. Ook kunnen de publicaties zelf niet worden opgenomen in verband met auteursrechten.

1.6.2 Procescondities

Procescondities zijn de parameters die beschrijven onder welke condities experimenten of studies zijn uitgevoerd, zoals temperatuur, debiet en dosis. Welke procescondities relevant zijn, is afhankelijk van het proces. Daarnaast kunnen verschillende studies de nadruk op verschillende aspecten leggen. Als gevolg daarvan zijn doorgaans niet alle (mogelijk relevante) parameters in alle studies omschreven. Uitgangspunt is dat een auteur van een studie alle beschreven parameters relevant vindt voor het onderzochte proces. In Bijlage I is een overzicht opgenomen van parameters die voor drie processen in publicaties worden genoemd. Dit overzicht is getoetst aan de kennis van de drinkwaterbedrijven over relevante parameters. In het geval in de toekomst 'nieuwe' relevante parameters zouden worden geïdentificeerd, vraagt dit om een uitbreiding van de database. Het toevoegen van het parameterveld in de database, de query's en eventuele 'calculated fields' is relatief eenvoudig. Het nagaan of de nieuwe parameters ook bij oudere studies waren gerapporteerd, zal meer tijd vergen. In I is als voorbeeld weergegeven welke informatie minimaal beschikbaar moet zijn voor een aantal processen, en welke informatie aanvullend wordt verzameld. Deze lijst kan veranderen met nieuwe inzichten.

Daar waar procescondities niet zijn vermeld, worden deze niet ingevuld in de database. Soms worden procescondities niet exact gekwantificeerd (bijvoorbeeld 'kamertemperatuur' of 'lage belasting'). In die gevallen zal naast de gerapporteerde conditie (tekst) ook een geïnterpreteerde kwantitatieve waarde worden ingevoerd, met in de toelichting dat deze waarde een interpretatie door de lezer is, zodat hierop kan worden geselecteerd. Een aantal procescondities wordt afgeleid, zoals UV-dosis of CT-waarde bij desinfectie. De afleiding of berekening kan verschillen tussen publicaties, wat wordt toegelicht in de opmerkingen in de database. In I is ook aangegeven welke parameters aan elkaar zijn gerelateerd.

1.6.3 Watersamenstelling

De watersamenstelling kan de effectiviteit van een proces sterk beïnvloeden. Er wordt onderscheid gemaakt naar verschillende typen water zoals 'laboratorium' (extreem schoon water, eventueel met enkele toevoegingen), drinkwater, grondwater, oppervlaktewater, gezuiverd afvalwater, rioolwater et cetera. Daarnaast worden doorgaans algemene kenmerken zoals pH, troebelheid en geleidbaarheid gerapporteerd. Verder kunnen proces-specifieke parameters worden opgenomen, zoals UV-transmissie bij UV-desinfectie. Ook hier vormt het uitgangspunt dat de auteur alle gerapporteerde parameters relevant acht en dat deze worden opgenomen in de database conform Bijlage II.

1.6.4 Individuele metingen effectiviteit proces

Resultaten van experimenten worden beschreven op het niveau van reductie (verwijdering of inactivatie van het organisme) per experiment (of concentratie in en concentratie uit). Daarmee wordt inzichtelijk hoe sterk de resultaten variëren. Een verder detailniveau zoals individuele tellingen of monsters (bij meerdere monsters binnen één experiment) zijn niet praktisch op te nemen. Interpretatie van dergelijke detailgegevens is uniek per experiment en hangt sterk samen met de opzet, en is daarom niet mogelijk binnen het kader van het referentiedocument AMVD.

1.6.5 Interpretatie van effectiviteit uit gehele dataset per experiment/studie

Regelmatig worden de individuele experimenten of metingen samengebracht om meer algemene conclusies te trekken. Ook bij praktijkmetingen voor AMVD's worden metingen gecombineerd en bewerkt tot één kansverdelingsfunctie (PDF) om de effectiviteit van een zuivering te bepalen. Stochastische interpretatie van de gegevens is nodig om de effectiviteit zo goed mogelijk te schatten, rekening houdend met variaties, meetfouten en onzekerheden. Vermenging van ruwe en geïnterpreteerde gegevens in de database moet worden voorkomen, omdat anders misinterpretatie kan ontstaan en gegevens dubbel kunnen meetellen in de uiteindelijke parameter (zowel individuele meetpunten als de totale afgeleide parameter).

1.6.6 Constanten en variabelen voor procesmodellen

Voor veel zuiveringsprocessen zijn procesmodellen ontwikkeld om bevindingen te kunnen vertalen naar andere procescondities. Voorbeelden zijn procesmodellen voor chemische inactivatie, UV-desinfectie, bodempassage en langzame-zandfiltratie. Een procesmodel bevat meerdere parameters, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen constanten en variabelen. Constanten zijn parameters die niet veranderen bij verschillende procescondities. Natuurkundige constanten zijn 'universeel' en zijn gelijk voor alle processen en organismen. Sommige 'constanten' zoals viscositeit moeten wel worden omgerekend naar verschillende temperaturen. Daarnaast zijn er specifieke constanten die betrekking hebben op een proces of organisme. Een inactivatieconstante is bijvoorbeeld specifiek voor een combinatie van organisme en desinfectiemiddel en is ook temperatuurafhankelijk. Door inactivatie bij verschillende condities (dosis, contacttijd, temperatuur) te bepalen, worden deze specifieke constanten geschat. Daarbij moet rekening worden gehouden met een aantal complicerende factoren:

- Er bestaan meerdere procesmodellen voor één proces, variërend van eenvoudig (CT) tot complex (CFD).
- Specifieke constanten worden vaak onder ideale (laboratorium)condities bepaald en moeten vervolgens onder praktijkcondities worden toegepast.

- Specifieke constanten zijn vaak niet onafhankelijk
Een afwijking van de een leidt tot een afwijking van de ander (bijvoorbeeld afstervingscoëfficiënt en hechtingscoëfficiënt bij bodempassage).
- Specifieke 'constanten' kunnen afhankelijk zijn van onbekende factoren, zoals (sub)soort of type micro-organisme, analysemethode en/of watercondities.
- Verschillende studies kunnen elkaar (sterk) tegenspreken.
- Vaak worden verschillende studies samengebracht om specifieke constanten te bepalen, met de kans op het dubbel opnemen van dezelfde experimentele basisgegevens.
- Processen bestaan vaak uit deelprocessen (bijvoorbeeld afsterving en hechting bij bodempassage).
Soms worden specifieke constanten in aparte studies per deelproces onderzocht (of uit literatuur), waardoor de directe koppeling met het beschreven onderzoek ontbreekt.
- Condities bij het proefonderzoek wijken af van de praktijk, zodat (ver) moet worden geëxtrapoleerd.

Constanten in een procesmodel worden afgeleid uit series van meetresultaten. Zo wordt bijvoorbeeld de UV-inactivatieconstante k afgeleid uit een serie metingen bij verschillende dosis. In het referentiedocument worden deze constanten afgeleid uit alle gegevens en gepresenteerd aan de gebruiker.

In het referentiedocument worden uitsluitend de modellen toegepast zoals die in Nederlandse AMVD's zijn of worden toegepast na overleg met RIVM. Afwijkende modellen worden niet opgenomen in het referentiedocument, omdat dit het referentiedocument complexer (en dus duurder) maakt, terwijl de modellen voor de AMVD niet mogen worden toegepast. De onderliggende database kan wel worden gebruikt voor onderzoek om andere modellen te toetsen en eventueel tot acceptatie door de WIR en ILT te komen.

1.6.7 Vertaling naar de praktijk

Uiteindelijk moet de informatie uit het referentiedocument worden toegepast voor de schatting van de effectiviteit in de praktijk. De praktijk wijkt op een aantal punten af van de experimenten die in het referentiedocument zijn opgenomen:

- Variërende condities en waterkwaliteit inclusief -matrix, deels beïnvloedt door bedrijfsvoering (procesbesturing).
- Onnauwkeurigheid bij het bepalen van procescondities, met name voor het totale behandelde volume water (bijvoorbeeld menging).
- Een mengsel van natuurlijke micro-organismen, daardoor zijn exacte soort/stam en status (gehecht, beschadigd) niet bekend.
- Veroudering, vervuiling, verstoring en dergelijke van de processen.
- De optimale uitvoering en combinatie van zuiveringsprocessen volgens het referentiedocument niet optimaal hoeft te zijn in de praktijk vanwege belangenafwegingen op kwantitatieve (infectierisico, andere verontreinigingen, kosten, milieubelasting) en kwalitatieve (voorzorgsprincipe, consumentenvertrouwen, bedrijfsfilosofie, historie) aspecten.

Het referentiedocument levert in de eerste plaats de gemeenschappelijke kennisbasis om de vertaling naar de praktijk te maken en voor de AMVD de afgesproken selecties van data. In deze praktijkcode is aangegeven hoe de effectiviteit onder specifieke condities wordt vertaald naar de praktijk voor de toepassing in de AMVD. Er wordt geen protocol opgesteld voor de wijze waarop de lokale condities moeten worden vertaald naar log-reductie in de AMVD. Dat laatste is afhankelijk van de situatie en benodigde nauwkeurigheid. Het kan voldoende zijn te stellen dat op basis van instellingen in de sturing en bewaking van processen minimaal aan bepaalde condities is voldaan en daarmee een bepaalde reductie wordt bereikt. In andere gevallen kan het zinvol zijn om uitgebreid de reductie door het jaar heen te modelleren op basis van variabele condities. Waar mogelijk zal worden verwezen naar bestaande richtlijnen hiervoor op het niveau van proces. Per proces wordt een toelichting opgesteld waarin wordt ingegaan op de te maken selecties en de vertaling naar de AMVD. Deze toelichtingen worden bij herzieningen van

een proces in het referentiedocument ook bijgewerkt naar de laatste inzichten en maken daarom geen deel uit van deze praktijkcode. In Bijlage V is een voorbeeld van een toelichting opgenomen. In Bijlage VI, en in iedere toelichting, is ook beschreven hoe resultaten uit het referentiedocument in QMRAspot kunnen worden ingevoerd. Aanvullende wensen ten aanzien van de vertaling naar de AMVD worden bijgehouden in de wensenlijst waarvan in Bijlage IV de huidige versie is opgenomen.

1.7 Elementen van het referentiedocument AMVD

In de volgende hoofdstukken wordt uiteengezet hoe het bovenstaande wordt gerealiseerd. KWR ontwikkelt, beheert en onderhoudt de elementen van het referentiedocument vanuit projecten in onderzoeksprogramma's zoals Praktijkrichtlijnen en BTO. De voortgang van het ontwikkelen, onderhouden en updaten van het referentiedocument is daarmee afhankelijk van projecten die daarbinnen worden uitgevoerd. Besluitvorming over uit te voeren activiteiten vindt op reguliere wijze binnen de programma's en projecten plaats. Het referentiedocument bevat meerdere elementen, te weten:

- Voorliggende praktijkcode 'Protocol referentiedocument AMVD'.
- Database met gegevens over reductie door processen.
- Webtool: een gebruikersinterface (web-based), waarmee gebruikers de database kunnen raadplegen en resultaten krijgen die voor de AMVD kunnen worden gebruikt.
- Registratie van literatuuronderzoek (gebruikte termen, resultaten, selectie inclusie/exclusie).
- Registratie van verbeterpunten en gebruikerswensen.
- Toelichtende teksten per proces die bij de resultaten van de gebruikersinterface worden gevoegd, inclusief:
 - Standaardinstellingen voor data-selectie per proces, zoals overeengekomen in de WIR.
 - Toelichting hoe de resultaten uit het referentiedocument kunnen worden toegepast in de AMVD, met name in QMRAspot.

2 Vullen van de database van het referentiedocument

2.1 Basis voor het protocol

Het opstellen van het referentiedocument AMVD moet voldoen aan eisen die worden gesteld aan een 'Systematic Review' (in Nederlands vertaald als literatuuronderzoek) om een voldoende wetenschappelijk onderbouwing te garanderen. Voor het opstellen van het protocol is gebruik gemaakt van 'EFSA Systematic review methodology and food and feed safety risk assessment' [2] en voorbeeld protocollen op <http://www.environmentalevidence.org/> en <http://www.thecochranelibrary.com/>.

Ook is gekeken naar andere voorbeelden, zoals 'Quality assessment tool for quantitative studies':

<http://www.ehph.ca/tools.html>. Dergelijke checklists zijn toegespitst op medische onderzoeken en moeten daarom worden aangepast voor het referentiedocument.

De volgende tabel (uit [2]) geeft weer welke onderdelen een protocol moet omvatten. De genoemde elementen komen ook terug in voorliggend protocol voor het referentiedocument.

Tabel 2 Onderdelen die een protocol voor wetenschappelijk literatuuronderzoek moet bevatten [2].

Areas covered in the protocol		Description
Background		Conceptual framework relevant to the review question; reasons for doing the review
Review question, objective and inclusion criteria		Clear definition of the review question and objective; pre-definition of criteria for study inclusion or exclusion (section 3.1.1.1)
Methods for	• searching for research studies (section 3.2)	Development of a preliminary search strategy (i.e. combination of search terms) and identification of information sources that will be searched; decisions about language restrictions, publication status and software for managing the references); in reviews of one year or more duration (or in rapidly evolving fields), indication for repeating the searches towards the end of the process
	• selecting the studies (section 3.3)	Explanation of the process by which decisions on study selection will be made (i.e. how many experts will screen titles, abstracts and full texts; expertise of the reviewers; whether the examination of the studies will be done independently by the reviewers; how potential disagreements on study eligibility will be solved; and whether the assessment will be blinded or unmasked)
	• collecting the data from the included studies	Description of the information that will be collected from included studies; details of any tools for recording the data (e.g. data forms and software); the procedure for data collection, including the number of

(section 3.4)	reviewers involved and how any discrepancies will be resolved; specification if authors of primary studies will be contacted to provide missing or additional data; if foreign language papers are to be included, specification of translation arrangements
• assessing the methodological quality of the included studies (section 3.5)	Description of the method of study appraisal, including examples of the specific quality assessment criteria; details of how the study appraisal is to be used, e.g. if the results will inform sensitivity analyses; the process for conducting the appraisal of study quality (the number of reviewers involved and how any disagreements will be resolved); if resources are limited, decisions about potential simplifications of the quality assessment tools
• synthesising the data from the included studies (section 3.6)	Explanation of the strategy for data synthesis (although it is difficult to anticipate all the statistical issues that may arise, as analyses will depend on what data are available); how heterogeneity will be explored and quantified; under what circumstances a meta-analysis would be considered appropriate and whether a fixed or random-effects model or both would be used; if appropriate, the approach to narrative synthesis; the outcomes of interest and what effect measures will be used; any planned subgroup or sensitivity analyses or investigation of publication bias

2.2 Review team

De rol van het review team is te zorgen dat een evenwichtige en uniforme identificatie, selectie en extractie van gegevens plaatsvindt. Daarom vinden onderlinge checks plaats. Afhankelijk van de omvang van het onderzoek wordt de omvang van een review team bepaald. Voor het referentiedocument wordt met een intern KWR-team en een extern team gewerkt.

Het interne team bestond in de periode 2014 – 2020 uit een teamleider (Patrick Smeets), onderzoekers (Kimberly Learbuch, Nikki van Bel en Alex Hockin) en een kwaliteitsborger (Gertjan Medema). De teamleider is verantwoordelijk voor het review en stelt het review-protocol op. De onderzoeker doorloopt alle publicaties om daar de gegevens uit te extraheren. Bij discussiepunten wordt dit besproken met de teamleider, waarop de besloten aanpak wordt vastgelegd in de database (opmerkingen) en waar nodig wordt geadresseerd in het protocol. Een steekproef van minimaal vier artikelen per zuiveringstechniek wordt besproken met de kwaliteitsborger. Hiervan mogen er twee worden voorgesteld door de onderzoeker vanwege specifieke aspecten. De andere twee worden willekeurig gekozen.

Het externe team bestaat uit vertegenwoordigers van KWR (Patrick Smeets), RIVM (Jack Schijven) en waar nodig experts van de drinkwaterbedrijven (specifiek per onderwerp). Binnen dit team worden keuzes in detail besproken. Dit betreft zowel het zoeken als het selecteren en invoeren van studies.

Van 2018 – 2020 is nauw samengewerkt met Karl Linden van University of Colorado in Boulder en Joe Brown van Georgia Institute of Technology die een gelijksoortig literatuuronderzoek uitvoerden in het kader van de herziening van de Drinking Water Guidelines van de WHO. Ook in dat kader is besproken hoe literatuurgegevens het beste kunnen worden geïnterpreteerd. Deze kennis wordt ook gebruikt bij het verder ontwikkelen van het referentiedocument.

2.3 Conflicterende belangen

Er kan sprake zijn van conflicterende belangen bij het verzamelen en interpreteren van gegevens, bijvoorbeeld in het geval:

- Personen uit het team betrokken zijn geweest bij een studie.
- De uitkomst van een studie grote consequenties heeft voor de praktijk.
- Aanbevelingen voor nader onderzoek volgen.

In principe is beoordeling door een niet-betrokken expert wenselijk. Binnen de scope van het referentiedocument kan het voorkomen dat alle teamleden (intern en extern) zijn betrokken bij de studie, bijvoorbeeld bij het onderzoek langzame-zandfiltratie [4]. Wetenschappelijke peer review die reeds heeft plaatsgevonden, is daarbij een vorm van onafhankelijke toets. Ervaring leert dat deze toets niet altijd op voldoende detailniveau wordt uitgevoerd of dat expertise ontbreekt (dit blijkt bijvoorbeeld uit latere rectificaties van formules of berekeningen). In een aantal gevallen is de externe expertise op een onderwerp mogelijk beperkt, waardoor een onafhankelijke toets problematisch wordt. Betrokkenheid wordt geïdentificeerd in de database op basis van de namen van auteurs. Waar nodig kan door middel van een query de betrokkenheid bij resultaten worden geïdentificeerd en besproken. Dit is ook noodzakelijk in het kader van wetenschappelijke transparantie over mogelijke 'Conflict of interest' (zie bijvoorbeeld <https://blink.ucsd.edu/sponsor/coi/index.html>). Betrokkenheid is overigens geen probleem, vaak onvermijdelijk en zelfs een voordeel, maar transparantie is wel belangrijk.

2.4 Gebruikte software en hulpmiddelen

Literatuuronderzoek wordt uitgevoerd met diverse databases en zoekmachines (Science Direct, Scopus, PubMed, Google Scholar en andere) om wetenschappelijke literatuur te zoeken. Dit wordt nader beschreven in dit hoofdstuk.

Zoekresultaten in literatuurdatabases worden opgeslagen in Endnote format. Van daaruit worden zoekresultaten geëxporteerd naar andere toepassingen.

Zoekresultaten worden geordend in Microsoft Excel® en daarbij wordt ook de reden voor inclusie of exclusie bijgehouden. Dit en de volgende stappen vinden plaats in het Engels om internationale samenwerking en toetsing mogelijk te maken.

Opmerking

Er is geen koppeling naar het referentiedocument voorzien waarmee een gebruiker kan nagaan of een publicatie is overwogen en waarom het is afgewezen (exclusie). Publicaties die zijn geaccepteerd (inclusie) staan in het referentiedocument.

De data wordt verzameld in tabellen in Microsoft Excel®. Voor de webtool worden deze tabellen automatisch omgezet in een relationele database. Vervolgens wordt een aantal checks uitgevoerd op correctheid van data en eventuele dubbelingen.

Python wordt gebruikt voor de data-analyse van de gegevens in het referentiedocument. Dit is open source software, die is geïntegreerd in de web-based gebruikersinterface voor het raadplegen van de database. De toepassing draait 'op de achtergrond' en gebruikers behoeven deze daarom niet te installeren.

2.5 Stappenplan

Figuur 2 geeft het stappenplan weer voor het literatuuronderzoek dat nodig is om een 'volledig' referentiedocument te verkrijgen. Er zijn echter al meerdere literatuurstudies uitgevoerd naar de effectiviteit van zuiveringsprocessen. Deze studies vormen de basis bij aanvang van het project om snel de meest relevante gegevens te verzamelen. Daarbij wordt een backtracking benadering toegepast om de meest oorspronkelijke data te identificeren en dubbelingen te voorkomen:

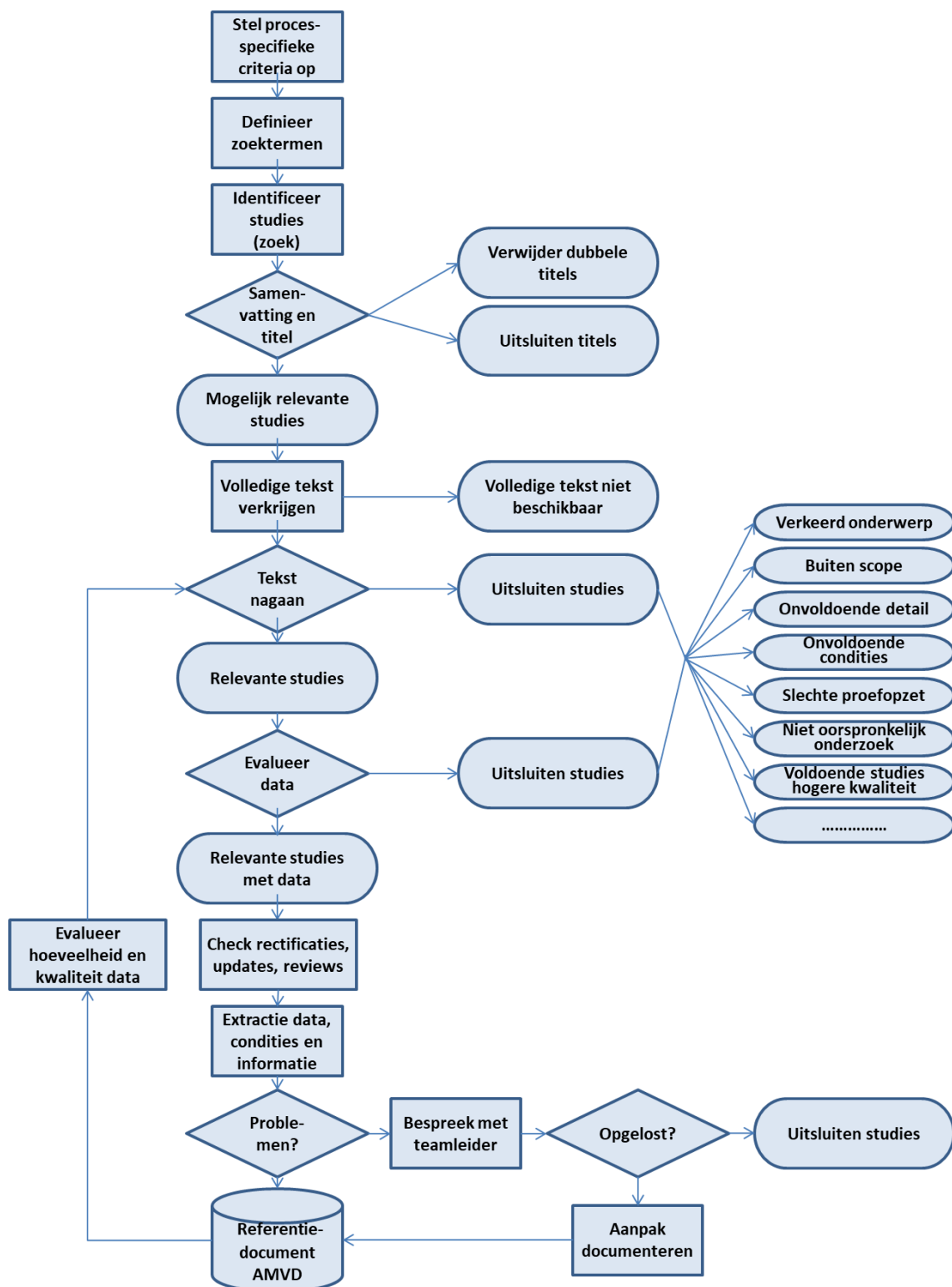
- Start bij het meest recente literatuuroverzicht (of aanpak in een AMVD).
- Stel van daaruit een boom op met gebruikte bronnen (citaties) en maak daarbij onderscheid tussen originele gegevens en overgenomen/bewerkte gegevens.

- Beoordeel welke de meest 'zuivere' databron is (soms geeft bewerking een verbeterde databron!).
- Check of er (zuivere) databronnen ontbreken door literatuuronderzoek.
- Voer uitsluitend de meest zuivere databron in, in de database.

Vervolgens wordt in een tweede stadium Figuur 2 volledig doorlopen voor recente wetenschappelijke literatuur (ná de bovenstaande literatuurstudies). In een later stadium kan worden onderzocht of aanvullende gegevensbronnen van voldoende kwaliteit zijn om te worden opgenomen, bijvoorbeeld:

- Grijze literatuur (zie § 2.8.3).
- AMVD-gegevens en -rapporten (aan te leveren door bedrijven).
- Oude wetenschappelijke literatuur (check of er studies zijn gemist bij bovenstaande studies).

Zie Bijlage VII voor de uitgevoerde werkzaamheden en de huidige stand van zaken. Het proces van interne en externe kwaliteitscontrole is niet in het schema opgenomen.



Figuur 2 Stappenplan voor de identificatie en selectie van data.

Het is mogelijk dat meerdere publicaties verwijzen naar één studie of dat meerdere studies worden beschreven in één publicatie. Het risico bestaat dat één set metingen meerdere malen wordt opgenomen en daardoor een onevenredige invloed krijgt op de resultaten. De gegevens worden daarom gerapporteerd onder de 'meest originele' publicatie, waarbij koppelingen met andere publicaties wel worden vastgelegd. Daarmee worden dubbele gegevens voorkomen. In het geval er een rectificatie van gegevens heeft plaatsgevonden in een latere studie, wordt de eerdere studie afgewezen (exclusie). Wanneer latere publicaties de gegevens beïnvloeden (bijvoorbeeld

gecorrigeerde meetresultaten naar aanleiding van nieuwe inzichten in de methode), worden deze doorgevoerd in de originele dataset met een vermelding bij de opmerkingen.

In de volgende paragrafen worden de stappen uit *Figuur 2* verder uitgewerkt en toegelicht.

2.6 Stel proces-specifieke criteria

De zoekcriteria voor de selectie zijn deels generiek en deels specifiek voor ieder zuiveringsproces. Op procesniveau wordt het mechanisme van verwijdering/inactivatie, de gebruikte materialen en technieken, het bereik van procescondities relevant voor de praktijk van de Nederlandse drinkwatervoorziening en worden eventueel beschouwde procesmodellen beschreven. Dit biedt een basis voor het stellen van criteria voor zoeken en beoordelen. De bestaande literatuurstudies van Hijnen [3, 12] en LeChevallier [13] geven een basis voor het stellen van criteria. Een studie moet minimaal het organisme en individuele bepalingen van de effectiviteit van een proces bevatten. In Bijlage II is voor de geselecteerde processen aangegeven welke gegevens minimaal beschikbaar moeten zijn voor inclusie in het referentiedocument. Voor een aantal parameters geldt dat deze 'uitwisselbaar' zijn, omdat de een uit de andere kan worden berekend, bijvoorbeeld C_t versus de combinatie van concentratie en verblijftijd.

2.7 Definieer zoektermen

Het definiëren van zoektermen kan lastig zijn. Processen kunnen verschillende namen hebben of de nadruk van een onderzoek ligt op een deelproces, waardoor het hoofdproces niet meer wordt herkend. In II zijn voorbeelden opgenomen van zoekopdrachten en het aantal resultaten dat daarmee wordt verkregen. Toegepaste zoektermen en resultaten worden bijgehouden in een apart overzicht. Later kunnen de zoektermen opnieuw worden gebruikt voor een update of andere zoektermen op basis van nieuwe inzichten. Algemene richtlijnen voor zoektermen zijn:

- Ga uit van meest directe zoektermen (pathogen + process + water).
- Noem zowel de individuele pathogenen en indicatororganismen als algemene termen zoals 'pathogen'.
- Noem alternatieve namen van processen en deelprocessen.
- Loop referentielijsten van relevante publicaties na op alternatieve zoektermen.
- Sluit ongewenste resultaten uit, bijvoorbeeld publicaties van vóór de vorige literatuurstudie.

2.8 Identificeer studies (zoek)

In deze stap wordt getracht om alle studies die mogelijk relevante gegevens bevatten te identificeren. Dit resulteert in lijsten bibliografische beschrijvingen van publicaties: minimaal auteur, titel en jaartal, maar vaak ook blad, editie, pagina's of uitgever en samenvatting (abstract). Deze gegevens zijn doorgaans vrij beschikbaar. Er wordt op verschillende manieren gezocht om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de aanwezige informatie:

- Referenties uit bestaande literatuurstudies;
- Wetenschappelijke literatuur-databases;
- Grijze literatuur.

Bij vergelijking van zoekresultaten van CU Boulder met die van KWR werd duidelijk dat ondanks het gebruik van vrijwel dezelfde zoektermen, databases en procedures er toch aanzienlijke verschillen kunnen zijn tussen de gevonden referenties. Het definiëren van de juiste zoektermen heeft daarom extra aandacht.

2.8.1 Bestaande literatuurstudies

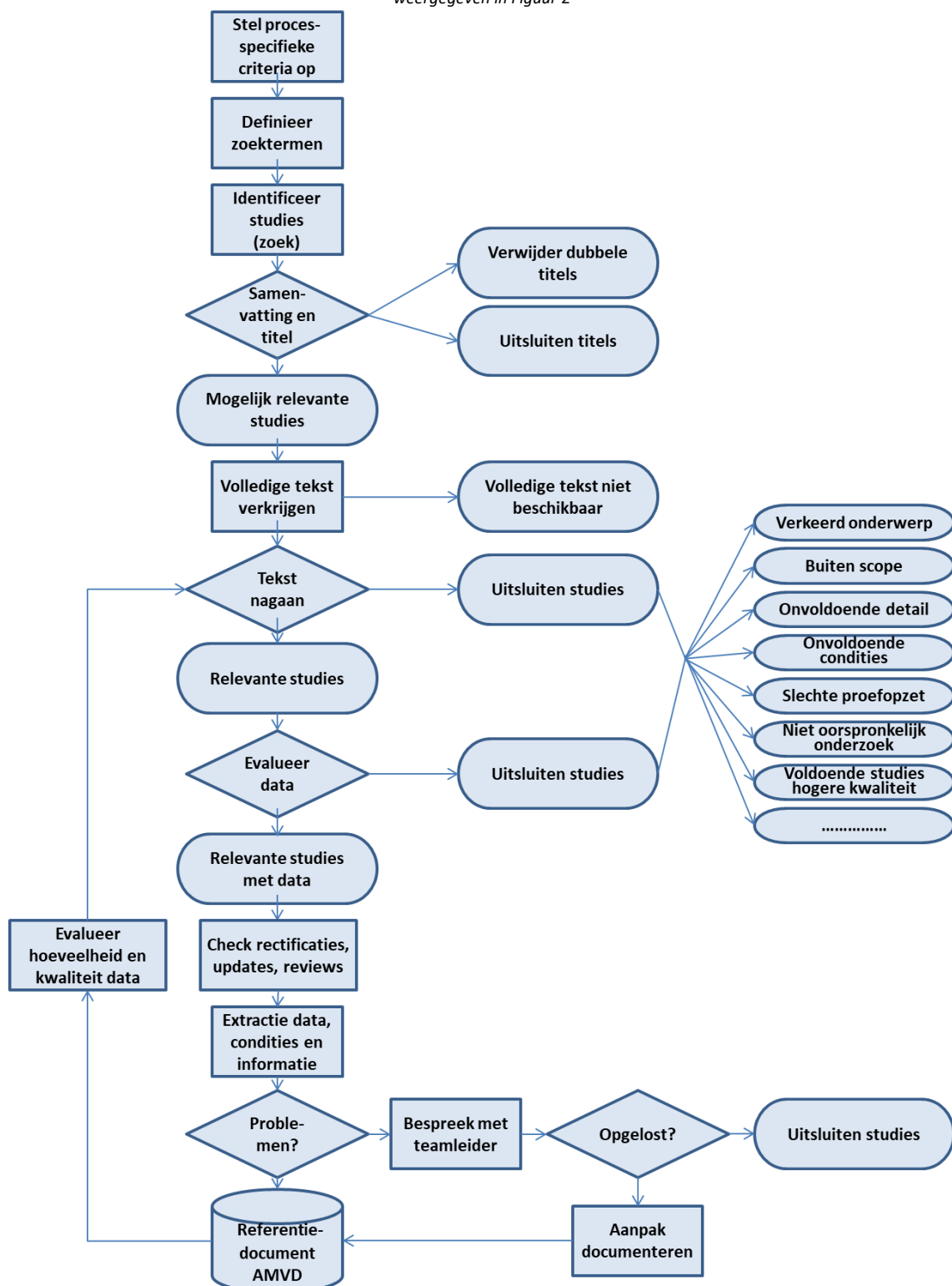
Startpunten voor het literatuuronderzoek voor het referentiedocument zijn de uitgebreide literatuurstudies over de effectiviteit van processen: [3], [12] en [13]. De oorspronkelijke studies die in deze literatuurstudies zijn opgenomen, worden opgezocht om de gegevens er conform deze praktijkcode uit te extraheren. In principe kan in

de toekomst voor iedere relevante publicatie de literatuurlijst worden gecheckt op nog onbekende publicaties. Dit is echter zeer bewerkelijk en moeilijk te automatiseren. Uitsluitend in specifieke gevallen (wanneer er bij bestudering van een publicatie nog onbekende onderliggende publicaties blijken te zijn) zal dit worden gedaan.

2.8.2 Wetenschappelijke literatuur-databases

Wetenschappelijke literatuur-databases zoals Science Direct, Scopus en PubMed worden doorzocht aan de hand van zoektermen op de van zoektermen op de betreffende processen. De resultaten worden gedocumenteerd en verwerkt zoals is weergegeven in Figuur 2

weergegeven in Figuur 2



Figuur 2 Stappenplan voor de identificatie en selectie van data.

. Literatuur die in deze publicaties wordt genoemd, wordt aan de lijst toegevoegd (als die ontbrak) en wordt ook verwerkt. Eerst worden daarbij referenties van na de eerdergenoemde review artikelen verwerkt en vervolgens ook oudere artikelen. De verwachting is immers dat alle relevante oude artikelen reeds in de reviews zijn genoemd. Daarna kunnen ook proefschriften en bijdragen aan conferenties zoals proceedings, papers en posters worden gescreend. Uitgangspunt is dat goede onderzoeken tot peer-reviewed wetenschappelijke publicaties leiden die bij de reguliere zoekacties in de databases al zijn geïdentificeerd. Bij een hoge kwaliteit kunnen de proefschriften,

proceedings en posters zelf worden opgenomen indien een uiteindelijke peer-reviewed publicatie ontbreekt. Voor proefschriften en congressen kan gebruik worden gemaakt van zoekmachines zoals Google en eventueel Index to Theses and Proquest Dissertations and Theses <http://www.proquest.com/> en <http://thomsonreuters.com/conference-proceedings-citation-index/> (betaald).

2.8.3 Grijze literatuur

Grijze literatuur omvat onderzoek dat niet in wetenschappelijke bladen of als boek is gepubliceerd. Deze literatuur heeft doorgaans geen reguliere peer-review ondergaan en de kwaliteit is daarom minder goed geborgd. In de projectgroep is besproken dat goede grijze literatuur vaak wel tot een wetenschappelijke publicatie heeft geleid, maar niet altijd. Daarom is besloten geen grijze literatuur op te nemen in de eerste versie van het referentiedocument, maar is dit wel als wens opgenomen in Bijlage IV. Grijze literatuur kan ook helpen om relevante publicaties te vinden en kan dan worden gebruikt als ingang voor het literatuuronderzoek. Voorbeelden van grijze literatuur en zoekmogelijkheden zijn:

- BTO-rapporten (publiek beschikbaar).
- Onderzoeksrapporten door instanties of instituten (al dan niet publiek beschikbaar).
- Onderzoeksrapporten drinkwaterbedrijven.
- EU-project rapporten, boeken.
- Kennisnetwerk KWR (USEPA, CAMRA, Canadian water network).
- IWA WaterWiki.
- Worldcat (zoekmachine voor bibliotheken wereldwijd).
- Studies in andere talen dan Engels of Nederlands worden vooralsnog niet opgenomen, wel kan worden nagegaan of er een Engelstalige publicatie uit is verschenen.

2.9 Samenvatting en titel

Een eerste selectie van studies vindt plaats op basis van de titel en eventueel het abstract. Dubbelingen worden verwijderd. Studies die op basis van de criteria niet relevant blijken, worden in een lijst van afgekeurde studies geplaatst met de opmerking dat die niet relevant zijn. De overgebleven lijst is de lijst met ‘**Mogelijk relevante studies**’. Voor de screening wordt een formulier ontwikkeld voor acceptatie/afwijzing. Dit formulier kan later ook als invoerformulier in de database zelf worden opgenomen. De volgende, algemene eisen worden altijd gevolgd:

- Proces wordt toegepast op water (niet fruitsappen, oppervlakken, ...).
- Procesvorm/uitvoering komt overeen met de praktijk van de Nederlandse drinkwatervoorziening.
- Organismen zijn relevant voor de praktijk van de drinkwatervoorziening, als pathogeen of indicator (geen voedingsmiddelen bacteriën).
- De condities zijn representatief voor drinkwater.
- Proces is afzonderlijk doorgemeten, niet in combinatie met een ander proces.
- Geen huishoud-waterbehandeling, wel proefinstallaties voor drinkwaterbereiding.

Vaak zijn in artikelen specifieke zaken aan de orde waarvoor niet op voorhand is gesteld of dit tot exclusie leidt. In dat geval beslist het review team hierover. In Bijlage III zijn voorbeelden opgenomen van eisen voor inclusie of exclusie voor UV-desinfectie, op basis van gevonden resultaten en discussies in het review team. Deze zijn deels in het Engels vanwege de verschillende, ook buitenlandse, onderzoekers die hieraan hebben meegewerkt.

2.10 Volledige tekst verkrijgen

Van de mogelijk interessante studies wordt getracht de volledige tekst te verkrijgen:

- Openbaar beschikbaar via internet.
- Via Science Direct lidmaatschap KWR (artikelen).
- Opzoeken in archief artikelen KWR.

- Bestellen via bibliotheek KWR (kunnen kosten aan verbonden zijn).
- Opvragen bij auteur (met deadline).
- Via netwerk (drinkwaterbedrijven, universiteiten).

Studies waarvan niet de volledige tekst kon worden verkregen, worden in een lijst van afgekeurde studies geplaatst met de opmerking dat volledige tekst niet kon worden verkregen.

Opmerking

In verband met rechten of vertrouwelijkheid kan het voorkomen dat door KWR verkregen studies niet met derden mogen worden gedeeld. Het is daarom ook niet mogelijk om alle publicaties via de database beschikbaar te maken.

2.11 Tekst nagaan

De tekst wordt gescreend op geschiktheid voor het referentiedocument. De tekst wordt daarbij weliswaar niet volledig gelezen, maar wel wordt onderzocht of aan de volgende criteria wordt voldaan:

- Criteria voor titel, trefwoorden en samenvatting (zie § 2.9) worden opnieuw getoetst, maar nu voor de gehele tekst.
- Meetgegevens zijn in voldoende detail opgenomen.
- Experimentcondities zijn in voldoende detail opgenomen.
- Experimenten zijn adequaat opgezet om het betreffende aspect te onderzoeken.
- Het onderzoek is origineel (niet hergebruik van eerdere gegevens).
- De studie is van voldoende hoog niveau in vergelijking met andere studies.

Studies die niet aan de criteria voldoen, worden in de lijst met afgewezen projecten geplaatst met de hoofdreden voor afwijzing (trefwoorden op basis van bovenstaande criteria) en eventueel een toelichting. De geaccepteerde studies vormen de lijst '[Relevante studies](#)'. Uit het bovenstaande blijkt dat er regelmatig een waardeoordeel moet worden geveld over een studie en dat dit ook afhankelijk is van de kwaliteit van andere studies. Deze beoordelingen zijn subjectief, maar onvermijdelijk om resultaten te kunnen boeken. Door de beslissingen goed te documenteren, zijn deze transparant en kunnen die door derden worden getoetst. In III zijn voorbeelden opgenomen van criteria voor UV-desinfectie.

2.12 Evalueer data

De data in de studies wordt vervolgens in meer detail getoetst. Uit ervaring en het voortraject volgt een aantal regelmatig voorkomende aspecten rond beoordeling van de kwaliteit. Deze voorbeelden worden in de volgende paragrafen gebruikt om de algemene benadering te illustreren. Ieder geval zal uniek zijn en de beoordeling zal daarom vaak 'in de geest van' moeten plaatsvinden. Afgewezen studies worden weer op de lijst gezet met een toelichting. Geaccepteerde studies komen op de lijst '[Relevante studies met data](#)'. In deze fase zal het totaal aantal beschikbare studies van invloed zijn op het al dan niet accepteren. Als er weinig studies zijn, zullen de eisen ten aanzien van kwaliteit minder streng zijn, omdat er eenvoudigweg minder kennis is over het proces. Bij revisies van het referentiedocument kan een studie die sterk afwijkt van nieuwere studies bij heroverweging een te lage kwaliteit blijken te hebben. Het is dan mogelijk studies van de ene naar de andere lijst te verplaatsen op basis van voortschrijdend inzicht.

2.12.1 Beschrijving van methoden

Voor het juist interpreteren van resultaten en gegevens moet duidelijk zijn hoe de experimenten en metingen zijn uitgevoerd. Dit is omschreven in methoden. Regelmatig zijn de methoden omschrijvingen onvolledig of niet eenduidig of lijken zij niet overeen te komen met gerapporteerde resultaten. Bijvoorbeeld een monstervolume bij de beschrijving van de monsterneming wijkt af van monstervolume analysemethode (voorbeeld [14]: 20 l

monstervolume voor virussen, maar virusanalyse omschrijft concentreren van 200 l. Het is onduidelijk of dan 1/10 van het geconcentreerde monster is gebruikt voor de analyse).

Bij het constateren van onduidelijkheden in de methoden worden de volgende stappen ondernomen:

- Zoeken naar studies waarin naar het onderzoek wordt verwezen en nagaan of daarin verduidelijking wordt gegeven.
- Contact opnemen met auteurs voor verduidelijking (bij onderzoek van maximaal 10 jaar oud).
- Eigen interpretatie
Uit gerapporteerde waarden wordt de benadering van de auteur afgeleid (indien mogelijk) en als leidend aangehouden. Als die onvoldoende duidelijk is, worden gegevens niet opgenomen.
- Onduidelijkheden worden vastgelegd in de database, zodat de interpretatie transparant is.
- Het accepteren of afwijzen van gegevens is afhankelijk van diverse factoren zoals het aantal beschikbare studies, de mate van invloed van onduidelijkheid op de resultaten et cetera.

2.12.2 Beschrijving van experimentcondities

Conditie moeten voldoende nauwkeurig zijn beschreven om een relatie tussen condities en effectiviteit te kunnen leggen. Bijvoorbeeld een verblijftijd van ‘enkele dagen’ is onvoldoende kwantitatief om de condities bij bodempassage te relateren aan de gemeten verwijdering. Anderzijds is de omschrijving ‘kamertemperatuur’ voldoende bij UV-desinfectie, omdat het proces onafhankelijk is van de temperatuur. In Bijlage II is aangegeven welke experimentcondities minimaal moeten worden gerapporteerd en welke aanvullende informatie is gewenst. De condities moeten eenduidig kunnen worden gerelateerd aan de gemeten effectiviteit van het proces, dus voor iedere individuele gemeten reductie van micro-organismen moeten de procescondities duidelijk zijn. In sommige gevallen kan de onderzoeker op basis van communicatie met de auteur of andere informatie een relevante parameter aanvullen. Als gegevens niet ‘Reported’ zijn, dan wordt dat in de database aangegeven met ‘Personal Communication’ of ‘Interpreted’.

2.12.3 Beschrijving van resultaten

Het resultaat van een experiment is de reductie van de concentratie micro-organismen door verwijdering en/of inactivatie. Hiervoor geldt dat duidelijk moet zijn hoe deze is bepaald en dat de kwaliteit van deze bepaling voldoende gedocumenteerd is. Vaak zijn individuele analyses voor en na de zuivering met elkaar vergeleken of zijn concentraties voor en na de zuivering met duplo's bepaald. Indien mogelijk worden alle individuele bepalingen van de effectiviteit opgenomen in het referentiedocument, zodat van daaruit de betrouwbaarheidsintervallen kunnen worden bepaald. Wanneer uitsluitend kentallen zoals gemiddelde en percentielen worden gerapporteerd, wordt alleen het gemiddelde opgenomen. Vaak kunnen resultaten slechts worden afgelezen uit een grafiek, waarbij rekening moet worden gehouden met een verdeling op logschaal. Daarbij worden dan zowel de effectiviteit als de procescondities (of in ieder geval de relevante conditie) afgelezen. In het geval resultaten niet eenduidig aan de condities kunnen worden gerelateerd, kunnen de gegevens niet worden opgenomen.

2.13 Check rectificaties, updates en reviews

Voor alle opgenomen publicaties wordt gecontroleerd of er rectificaties zijn van de gegevens. Als dit het geval is, wordt de oorspronkelijke studie verworpen en de reden voor exclusie vermeld in de referentietabel van het literatuuronderzoek. Het is ook mogelijk dat een eerdere studie wordt uitgebreid of wordt opgenomen in een review met nieuwe meetgegevens of informatie. Ook dan worden de verworpen en gebruikte gegevens vastgelegd in de referentietabel van het literatuuronderzoek.

2.14 Extractie data, condities en informatie

Gegevens worden door degene die inventariseert, overgenomen uit de publicatie. Daarbij wordt getracht zoveel mogelijk velden uit de database te vullen. De database maakt gebruik van SI-eenheden. Gegevens die in een afwijkende eenheid zijn gerapporteerd, worden zonder verdere vermelding omgerekend naar de eenheden in de database. Vaak wordt bijvoorbeeld de verwijdering uitgedrukt in procent-verwijdering in plaats van logeenheden-verwijdering.

Bij onduidelijkheden wordt de procedure gevolgd zoals die is aangegeven in § **Error! Reference source not found.**. Daarbij worden in de database ook opmerkingen opgenomen over hoe eventuele onduidelijkheden zijn aangepakt.

2.15 Problemen identificeren

Bij het uitwerken van gegevens uit een studie komen vaak vragen op, bijvoorbeeld over inclusie of exclusie. Deze vragen worden met de teamleider besproken. De resultaten worden gedocumenteerd, waarbij wordt gerefereerd aan de betreffende publicatie. Dit leidt doorgaans tot algemene richtlijnen voor inclusie/exclusie of de wijze van interpretatie. Indien nodig wordt de kwaliteitsborger hierbij betrokken.

2.16 Problemen oplossen

Zeer specifieke beslissingen rond het interpreteren van gegevens in studies worden gedocumenteerd als opmerkingen in de database. Dit kan er eventueel toe leiden dat (een deel van) de gegevens alsnog wordt/worden afgekeurd. In III zijn voorbeelden opgenomen van afwegingen of een studie wel of niet moet worden opgenomen. Door deze beslissingen vast te leggen, kan dit uniform worden toegepast op alle publicaties en is de werkwijze transparant.

2.17 Referentiedocument AMVD, Opbouw van de database

Gegevens worden ingevoerd in tabellen in MS Excel. Dit blijkt in de praktijk praktischer en flexibeler dan het direct invoeren in databases. Deze tabellen worden wel omgezet in een database. Het doel van de database is alle kwantitatieve gegevens in de literatuur eenduidig, traceerbaar en doorzoekbaar vast te leggen. De gegevens in de database zijn genormaliseerd tot de derde normaalvorm, wat inhoudt dat:

- Gegevens zijn opgesplitst, zodat die eenduidig en doorzoekbaar zijn.
- Er geen zich herhalende groepen in de tabellen zitten.
- Alle informatie op een regel een onderlinge relatie heeft.
- Regels unieke combinaties bevatten.

Daarmee wordt de omvang van de database beperkt en worden conflicten en fouten voorkomen. Ieder gegeven komt slechts eenmalig voor in de database en relaties tussen gegevens zijn eenduidig. Voor ieder proces wordt een separate database gemaakt.

2.18 Evalueer hoeveelheid en kwaliteit data

Naarmate er meer studies worden gedaan naar een proces, verbetert vaak ook de kwaliteit van de studies (door meer kennis ontstaat een beter ontwerp van onderzoek). Bij een update van het referentiedocument moet worden overwogen of reeds opgenomen gegevens nog steeds van voldoende kwaliteit zijn. Dit is met name relevant wanneer de studie sterk afwijkt van andere, betere studies. Dit wordt inzichtelijk gemaakt bij de data-analyse bij het raadplegen van het referentiedocument in hoofdstuk 3. Bij de gevoeligheidsanalyse kan ook worden onderzocht of een enkele studie sterk afwijkt van andere studies. Dergelijke studies kunnen dan opnieuw worden beoordeeld tegen het licht van de andere studies en op basis daarvan worden behouden of verwijderd. Een

regelmatige geplande evaluatie van de kwaliteit van studies zou te veel tijd kosten wanneer er geen aanleiding toe is.

2.19 Versiebeheer database

Regelmatig zullen de gegevens in de database worden aangevuld met nieuwe studies. Het is belangrijk dat bij het gebruik van de database duidelijk is welke versie is gebruikt, bijvoorbeeld bij het toepassen in de AMVD. Bij invoeren van gegevens wordt ook bijgehouden wie wanneer welke gegevens heeft ingevoerd. Dit biedt meteen een versie-datum die bij het rapporteren van de resultaten zal worden gerapporteerd. In uitzonderlijke gevallen kunnen reeds ingevoerde 'oude' gegevens worden aangepast of verwijderd. Deze wijzigingen worden expliciet geregistreerd, zodat altijd kan worden bepaald welke gegevens deel uitmaakten van de analyse op het moment dat deze werd uitgevoerd. Het aanvullen van de database (en onderhouden van de webtool) is een doorlopend proces dat onder andere via BTO-projecten wordt uitgevoerd. Minimaal eens per vijf jaar moet herijking plaatsvinden om te bepalen of actualisatie van onderdelen van het referentiedocument nodig is. Zowel het versiebeheer als de herijking betreffen naast de database ook de andere onderdelen van het referentiedocument zoals genoemd onder § 1.7.

3 Gebruik van het referentiedocument

3.1 Beoogde toepassingen van het referentiedocument

Het primaire doel van het referentiedocument is het kwantificeren van de effectiviteit van zuiveringsstappen voor de verwijdering van (pathogene) micro-organismen in de AMVD die niet door middel van metingen in de praktijk kunnen worden bepaald. Het referentiedocument vormt een uniform, transparant, kwantitatief overzicht van de huidige wetenschappelijke kennis over de effectiviteit van zuiveringsprocessen voor de verwijdering van (pathogene) micro-organismen. In dit hoofdstuk wordt een algemene aanpak hiervoor gegeven, zodat iedere gebruiker de gegevens op dezelfde manier kan toepassen. Deze aanpak is vervolgens uitgewerkt voor specifieke zuiveringsprocessen. In IV zijn de gebruikerswensen opgenomen, waarbij is aangegeven welke zaken prioriteit hebben bij de implementatie van de gebruikersinterface.

In overleg met de projectgroep kunnen gegevens uit de database direct beschikbaar worden gesteld voor andere doeleinden. Hierbij wordt gedacht aan de volgende mogelijke toepassingen:

- Het toetsen van de (gemeten) effectiviteit van eigen processen ten opzichte van vergelijkbare systemen, om mogelijkheden tot optimalisatie te identificeren.
- Voor keuze tussen/ontwerp van nieuwe zuiveringssystemen.
- Voor operationele toepassing, bijvoorbeeld procesinstellingen.
- Het bepalen van de (on)zekerheid over de bepaalde effectiviteit.
- Identificeren van onderzoeksbehoefte.
- Kennisbasis voor andere onderzoeken.
- Identificeren van werkingsprincipes, ontwikkelen van nieuwe of aangepaste procesmodellen.

3.2 Algemene aanpak voor gebruik van het referentiedocument in de AMVD

KWR en RIVM hebben gezamenlijk een aantal vragen opgesteld die met de aanpak voor interpretatie en toepassing van het referentiedocument in de AMVD moeten worden beantwoord:

- Wat is het toepassingsgebied, de condities, waaronder het referentiedocument toepasbaar is?
- Hoe moet je 'interpoleren' tussen condities en meetwaarden?
- Mag je 'extrapoleren' vanuit condities en meetwaarden?
- Zijn alle 'werkingsprincipes' van het proces bekend?
- Zijn alle invloedsfactoren op de effectiviteit bekend?
- Hoe vertaal je laboratorium-bevindingen naar praktijksituaties?
- Welk procesmodel kies je?
- Hoe toets je de toepasbaarheid van een model?
- Hoe bepaal je de mate van (on)zekerheid over de effectiviteit en hoe pas je die toe in de AMVD?
- Hoe voorkom je overschatting van de effectiviteit zonder te voorzichtig te zijn?
- Wat als je 'doelorganisme' (indexpathogeen) niet is gemeten of niet alle organismen uit de groep?
- Wat is de 'kwaliteit' van een studie of meetgegevens? Zijn alle meetgegevens gelijkwaardig?
- Zijn gemeten afwijkingen van een 'procesmodel' het gevolg van meetonnauwkeurigheid, variatie of onverklaarde invloedsfactoren?
- Hoe ga je om met kwalitatieve informatie in studies (theorie over werkingsprincipe, procesmodellen)?
- Hoe ga je om met verschillende microbiologische analysetechnieken in studies en praktijk (kweek, PCR, infectiviteit, preparatie met enzymen, DNA-schade, ...)?

- Welke parameters, nauwkeurigheid en frequentie van data uit de praktijk heb je nodig om referentiedocument in AMVD te mogen toepassen?
- Hoe 'up to date' moet het referentiedocument zijn?

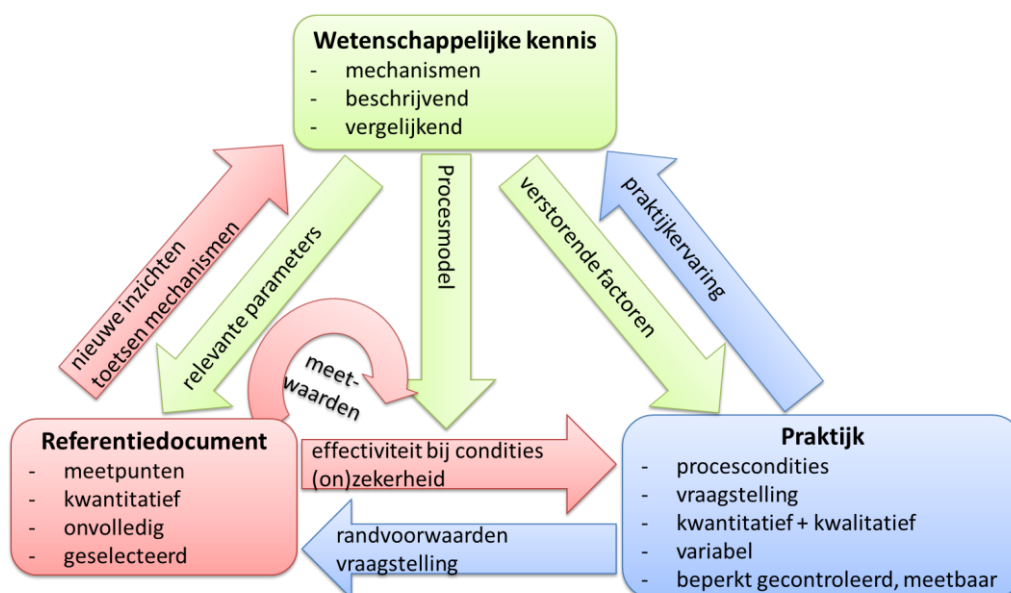
Daarnaast zijn algemene uitgangspunten voor de aanpak geformuleerd:

- Keuzes moeten expliciet, transparant en onderbouwd zijn.
- AMVD is beslissingsondersteunend voor afwegingen tussen bijvoorbeeld kosten, milieu-impact en risico's, dus niet een 'worst case' benadering.
- Kennis is altijd onvolledig, modellen wijken altijd af van de werkelijkheid; doel is voldoende zekerheid te verkrijgen in relatie tot de beslissing.
- De aanpak moet zodanig uniform zijn dat ieder die hem toepast dezelfde resultaten krijgt.
- De aanpak moet voldoende flexibel zijn om nieuwe processen en inzichten te accommoderen.

Het toepassen van het referentiedocument in de AMVD is niet zondermeer eenduidig. Er zijn veel punten waarop subjectiviteit of 'expert judgement' nodig zal zijn om toepassing mogelijk te maken. Om de discussie te verhelderen, wordt het referentiedocument eerst in de context van de AMVD geplaatst. Daarmee wordt duidelijk waarom keuzes nodig zijn en waardoor deze worden bepaald. Dit leidt tot een stappenplan voor het bepalen van de effectiviteit van een zuiveringsproces in de AMVD. Uiteindelijk wordt een toelichting gegeven op de diverse begrippen die een rol spelen.

3.3 Referentiedocument in de context van de AMVD

Het referentiedocument zelf is alleen een verzameling van gegevens. Voor de interpretatie en toepassing ervan worden deze gegevens in de context van de AMVD geplaatst. Dit is schematisch weergegeven in *Figuur 3*, die hierna kort wordt toegelicht.



Figuur 3 Referentiedocument in de context van de wetenschappelijke kennis en de praktijk rond de AMVD.

Met de 'wetenschappelijke kennis' over zuiveringsprocessen worden de inzichten verkregen in de wijze waarop een proces werkt en hoe die werking wordt beïnvloed door factoren zoals waterkwaliteit, micro-organisme en procescondities. Dit heeft een beschrijvend karakter, vaak gebaseerd op vergelijking of relatieve waarnemingen. Deze kennis wordt (in combinatie met randvoorwaarden uit de praktijk) gebruikt om te bepalen welke kwantitatieve gegevens in het referentiedocument moeten worden opgenomen. In het referentiedocument wordt

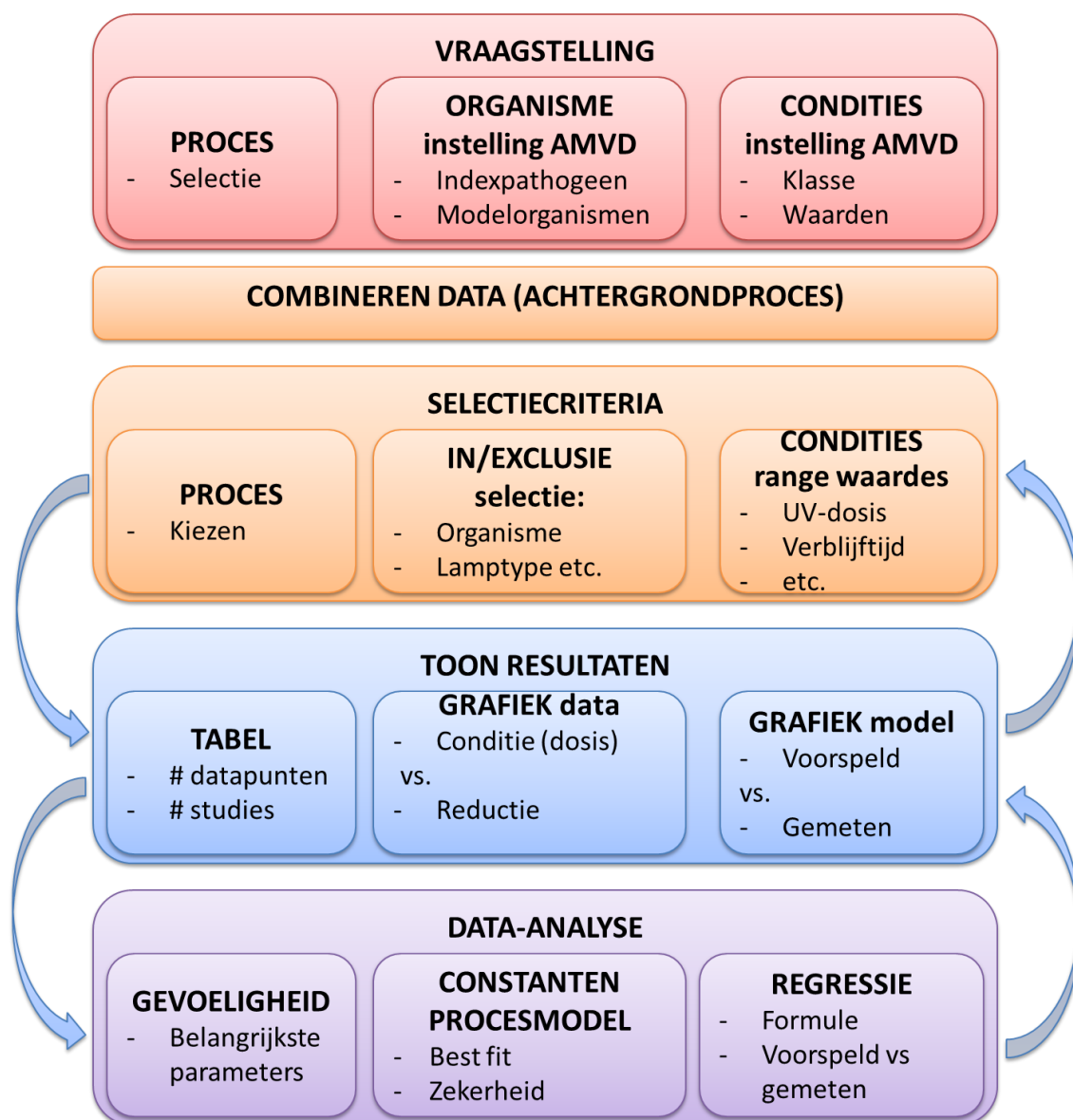
de gemeten reductie van micro-organismen gekoppeld aan relevante parameters (vanuit het mechanisme) die meetbaar zijn in de praktijk. Procesmodellen leggen een kwantitatieve relatie tussen deze gegevens, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen variabelen (bijvoorbeeld procescondities) en constanten (bijvoorbeeld afstervingsnelheid van een organisme). Het referentiedocument onderbouwt de schatting van de constanten. Tegelijkertijd kunnen de gegevens in het referentiedocument worden gebruikt om het model te toetsen of tot nieuwe inzichten te komen. Het model kan (met de constanten uit het referentiedocument) ook worden gebruikt om in de praktijk de effectiviteit te schatten (zie subparagraaf 3.4.7). Wetenschappelijke kennis die niet kwantitatief in een model kan worden vvat, worden 'complicerende factoren' genoemd. Deze bepalen deels de randvoorwaarden waaronder een model of gemeten effectiviteit mag worden toegepast. Deze informatie wordt wel overgenomen uit geselecteerde publicaties met gegevens in een memo-veld, maar is niet goed doorzoekbaar. Er wordt ook niet gericht gezocht op deze informatie, omdat dit een ander protocol en andere zoekcriteria vereist. Belangrijke informatie wordt handmatig samengevat en wordt gerapporteerd met de resultaten uit het referentiedocument (zie subparagraaf 3.4.6).

De praktijk van de (Nederlandse) drinkwatervoorziening is bepalend voor de procescondities die worden beschouwd en opgenomen in het referentiedocument. Daaronder vallen technologische keuzes (zoals type UV-lamp), waterkwaliteit (zoals temperatuur tussen 0 en 30 °C) en gebruikelijke procescondities (zoals langzame-zandfiltratie met een snelheid tussen 0,1 en 0,6 m/h). Daarmee wordt voorkomen dat 'zinloze' gegevens worden opgenomen. Bij implementatie van afwijkende technieken of condities in de praktijk zal het referentiedocument moeten worden bijgewerkt. Daarnaast komt de vraagstelling vanuit de praktijk, bijvoorbeeld 'Wat is de inactivatie van enterovirussen bij een gevalideerde dosis van 40 mJ/cm²?'. De vraagstelling bepaalt mede welke gegevens uit de database relevant zijn.

Daarbij is er een wisselwerking tussen de vraag en de aanwezige informatie in het referentiedocument. Hoewel alle kwantitatieve kennis is samengebracht, zijn niet alle condities en organismen onderzocht. Bovendien zijn selectiecriteria toegepast. Op basis van deze beperkte informatie moet een zo goed mogelijke keuze worden gemaakt. Dit leidt tot keuzes voor instellingen en selectie van gegevens, bijvoorbeeld 'Alle organismen die representatief (kunnen) zijn voor enterovirussen moeten worden beschouwd, omdat niet alle soorten enterovirussen zijn onderzocht en alleen condities rond 40 mJ/cm² zijn relevant.' De opzet van de gebruikersinterface van het referentiedocument maakt het mogelijk om de inactivatie te schatten inclusief de zekerheid daarover, op basis van een selectie van data, eventueel met gebruik van een procesmodel. Voor de AMVD zijn deze selecties vastgelegd als 'standaardinstellingen'. De gebruiker kan de criteria voor dataselectie aanpassen om de gevoeligheid van de schatting voor de selectiecriteria te onderzoeken.

3.4 Stappenplan

Het stappenplan beschrijft hoe eenduidig en transparant de informatie uit het referentiedocument kan worden gebruikt om een schatting van de effectiviteit te verkrijgen. *Figuur 4* geeft het stappenplan weer. Iedere stap wordt vervolgens toegelicht. Dit vormt de basis voor het definiëren van de gebruikerswensen in IV, waarin de interface voor het referentiedocument vanuit het oogpunt van de gebruiker wordt omschreven. Dit vormde de basis voor het programmeren van de gebruikersinterface. Nieuwe gebruikerswensen worden bijgehouden in het overzicht verbeterpunten zoals genoemd onder § 1.7.



Figuur 4 Stappenplan voor het bepalen van de effectiviteit van een proces in de praktijk op basis van het referentiedocument.

3.4.1 Vraagstelling vanuit praktijk

De basis vraagstelling vanuit de praktijk is: 'Wat is de effectiviteit van mijn proces voor de verwijdering van dit pathogene micro-organisme?' Deze vraag kan voortkomen uit het opstellen van de AMVD, maar ook bij het ontwerp van een installatie of bij de besturing. Het antwoord geeft dan de effectiviteit voor één situatie bij een specifieke combinatie van condities. In de praktijk zal het proces onder verschillende condities moeten functioneren. De vraagstelling heeft daarom een relatie met de wijze waarop het proces wordt bedreven of ontworpen. De vraag kan daarom in de volgende vormen worden gesteld:

- Wat is de effectiviteit onder deze specifieke condities?
- Wat zijn de meest ongunstige niet-instelbare condities in de praktijksituatie?
 - Welke procesinstellingen moet ik dan hanteren om de gewenste effectiviteit te bereiken?
- Wat zijn de waarden van de modelconstanten bij een gekozen procesmodel?
 - Onder welke condities en met welk bereik zijn deze constanten toepasbaar?
- Wat is de empirische relatie tussen condities en effectiviteit?
- Voor alle bovenstaande vragen: wat is de zekerheid van deze schatting?

Binnen het referentiedocument kunnen instrumenten worden ontwikkeld om bovenstaande vragen te beantwoorden. Met behulp van query's (zoekopdrachten) worden gegevens gecombineerd en geselecteerd. Vervolgens worden data-analysmethoden toegepast op de geselecteerde data om bovenstaande vragen te beantwoorden (subparagraaf 3.4.5). Bij de uitwerking van het referentiedocument wordt vooralsnog uitgegaan van één gekozen procesmodel, maar in principe zouden ook alternatieve procesmodellen kunnen worden getoetst.

3.4.2 Combineren van data

Het referentiedocument is opgezet als een relationele database. Daarbij zijn gegevens opgeslagen in meerdere tabellen die onderling zijn gerelateerd. Door deze 'normalisatie' worden fouten voorkomen en wordt data efficiënt opgeslagen. Om de gegevens te kunnen gebruiken, worden deze gecombineerd met behulp van 'join queries'. In principe wordt hiermee één grote tabel samengesteld, waarin per rij één gemeten log-reductie staat met alle informatie die daarbij bekend is (organisme, publicatie, condities). Dit proces vindt plaats op de achtergrond, buiten beeld voor de gebruiker. De gebruiker kan wel selectiecriteria aangeven, waarmee de samengestelde tabel wordt beperkt tot alleen de voor de gebruiker relevante informatie.

3.4.3 Selectiecriteria

Bij het opstellen van het referentiedocument is bepaald welke condities relevant zijn om op te nemen. Het referentiedocument geeft dus een lijst met condities die voor de praktijk kunnen worden bepaald of geschat. Naast meetbare, kwantitatieve condities kunnen dit ook details zijn over gebruikte technieken en materialen, bijvoorbeeld type UV-lamp. In de standaardinstellingen AMVD zijn voor de processen de relevante condities opgenomen. Voor de parameters kan een exacte waarde, een bereik of een ander criterium worden opgegeven. Hoe specifieker de condities, hoe minder gegevens beschikbaar zullen zijn. De keuzes zullen daarom steeds situatie-specifiek zijn en afhankelijk van de hoeveelheid gegevens (die in de tijd zal toenemen). Het referentiedocument maakt het mogelijk om deze keuzes expliciet vast te leggen en geeft daarmee een transparante onderbouwing van een schatting. Figuur 5 geeft een voorbeeld hoe deze selectie in de gebruikersinterface kan worden gemaakt. Voorbeelden van selecties met steeds meer beperkende eisen zijn (opmerking: selectie op watertype is niet getrapt, maar kan handmatig worden gedaan):

- Alle bacteriofagen en virussen:
 - Somatische colifagen:
 - Somatische colifagen T7.
- Alle UV-doses:
 - UV-desinfectie van 20 tot 100 mJ/cm²:
 - Lagedruk lamp (monochromatisch).
- Alle watertypen:
 - Drinkwater.

De keuzes in het kader van de AMVD zullen door de WIR of in overleg met RIVM worden vastgelegd als standaardinstellingen, die periodiek kunnen worden herzien als daartoe aanleiding zou zijn. De standaardinstellingen voor UV-desinfectie zoals deze door de projectgroep zijn voorgesteld, zijn als voorbeeld opgenomen in V. Deze standaardinstellingen worden als separate documenten per proces beheerd en voorzien van een versienummer. In de gebruikersinterface is het mogelijk om automatisch de standaardinstellingen te kiezen.

Naarmate de selectie specifieker wordt, zal de hoeveelheid studies en gegevens afnemen. Daarmee kan de zekerheid schijnbaar toenemen, omdat er te weinig gegevens zijn om de onzekerheid te schatten. Gebruikers moeten daarom waken voor te kleine selecties. Het is niet mogelijk om aan te geven hoeveel gegevens of referenties nodig zijn voor een betrouwbaar en eenduidig resultaat. Ervaring leert dat vanaf circa vijf referenties een redelijk duidelijk beeld ontstaat van de effectiviteit, maar dit is ook afhankelijk van de specifieke studiecondities en resultaten. De keuzes voor de standaardinstellingen (selecties) worden afgewogen door de belanghebbenden in het kader van de AMVD (de WIR), rekening houdend met randvoorwaarden zoals benodigde verwijdering dan wel

inactivatie, bedrijfsspecifieke risicoafweging, kosten en praktische inpasbaarheid. Door de selecties te variëren, krijgt de gebruiker inzicht in de invloed die de keuzes op de uitkomst hebben en zo een gevoeligheidsanalyse doen. Voor ieder proces wordt een geautomatiseerde gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarmee belangrijke parameters worden geïdentificeerd (zie subparagraaf 3.4.5). Deze resultaten kunnen worden beschouwd als een advies welke parameters in ieder geval moeten worden betrokken bij het bepalen van de effectiviteit.

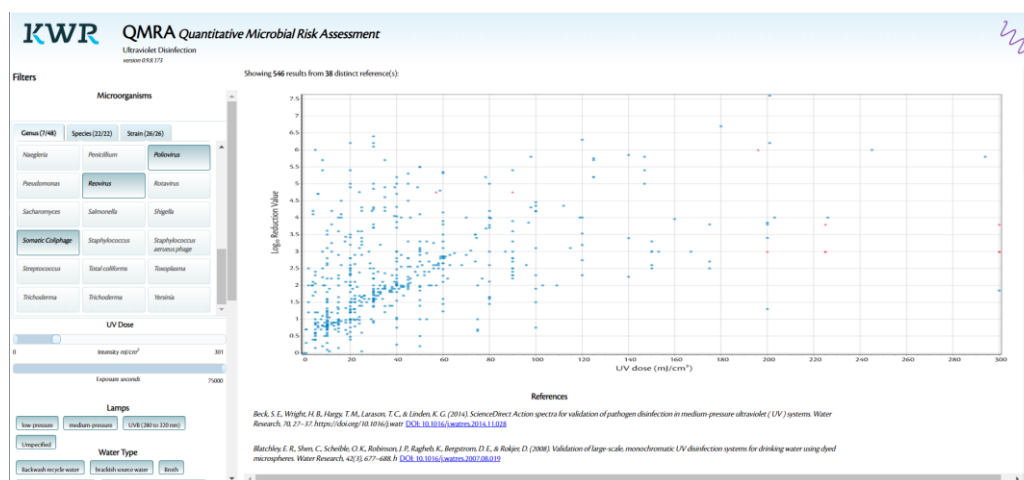
3.4.4 Resultaten van de selectie

Op basis van de selectie kan het referentiedocument resultaten op verschillende manieren weergeven:

- grafiek (parameter versus log-reductie);
- voorspelde (procesmodel) versus waargenomen reductie;
- kenmerken van de geselecteerde data:
 - aantal waarnemingen;
 - aantal publicaties.
- Referentielijst van de betreffende studies met hyperlink naar de publicatie zelf (opmerking: de publicaties zelf zijn vaak niet vrij beschikbaar, maar kunnen tegen betaling worden aangevraagd).

Wanneer een bereik wordt opgegeven voor een parameter die volgens een procesmodel is gecorreleerd aan de effectiviteit (bijvoorbeeld UV-dosis) zal het referentiedocument een schatting van de constanten in het model geven, zodat de effectiviteit over het bereik kan worden bepaald.

De volgende figuren geven een beeld van de schermen waarmee de database kan worden benaderd en de informatie wordt teruggegeven. In Figuur 5 staat links het selectiescherm. De gebruiker kan daarin selecties maken uit klasse-parameters via drop-down-menu's. Hierin is een hiërarchie aangebracht, dus bij de keuze voor *Cryptosporidium* kan vervolgens in de onderliggende tabbladen alleen uit soorten *Cryptosporidium* worden gekozen. De exacte velden die hierin worden opgenomen, worden afgestemd met de drinkwaterbedrijven en omschreven in de 'user stories'. Daarnaast kan ook op kwantitatieve parameters worden geselecteerd. De totale range in de database wordt automatisch weergegeven en de gebruiker kan hieruit een selectie maken door middel van schuifbalken. Daaronder worden de kentallen van de selectie samengevat, zodat de gebruiker een indruk krijgt hoe de selectie de hoeveelheid beschikbare data beïnvloedt. Aan de rechterzijde worden in een grafiek alle relevante gegevens weergegeven, zodat de gebruiker kan zien welke data werkelijk aanwezig is. De referentielijst toont alleen de referenties die bij de geselecteerde data horen.

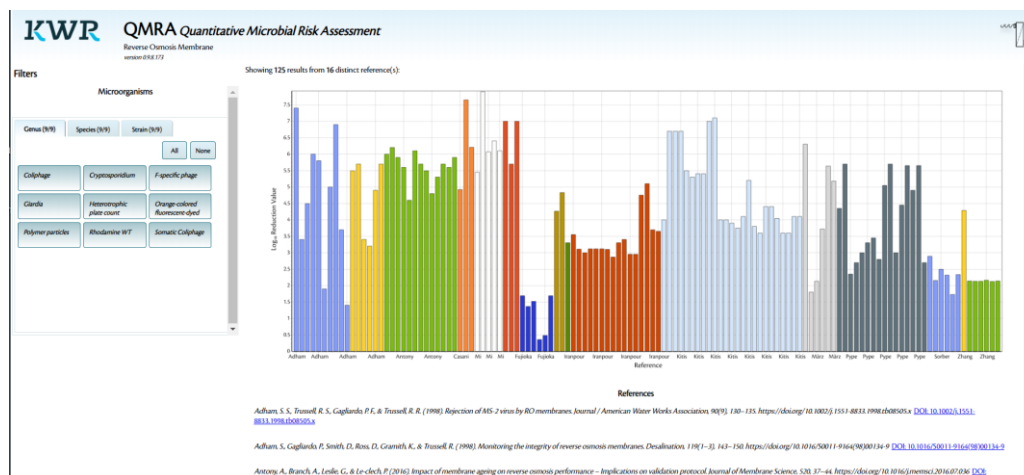


Figuur 5 Voorbeeld van een selectiescherm met relationele parameter met weergave van geselecteerde gegevens voor de log-reductie door UV-desinfectie als functie van de UV-dosis.

In de grafiek (Figuur 5) worden de geselecteerde gegevens weergegeven waarbij het teken aangeeft of het een werkelijk gemeten log-reductie betreft (●) of een groter-dan (▲) of kleiner-dan (▼) waarde. Voor processen

waarbij de log-reductie sterk is gerelateerd aan een specifieke parameter (zoals dosis bij UV-desinfectie) kan ook een grafiek van het procesmodel worden weergegeven.

Voor sommige processen zoals omgekeerde osmose is er geen parameter die een sterke relatie heeft met de log-verwijdering. In dat geval wordt de log-verwijdering weergegeven als staafdiagram met verwijzing naar de verschillende studies (zie *Figuur 6*).



Figuur 6 Voorbeeld van een selectiescherm met grafiek-weergave van gegevens zonder een relationele parameter voor log-reductie van micro-organismen en surrogaten door RO-membraanfiltratie.

3.4.5 Data-analyse, constanten procesmodel

Het referentiedocument kan worden gebruikt om de constanten van een procesmodel te bepalen op basis van de geselecteerde gegevens. Daarbij wordt ook de zekerheid rond de constanten geschat. Het procesmodel en de waarden van de constanten worden weergegeven bij de resultaten **Error! Reference source not found.** De resulterende grafiek met zekerheidsgrenzen wordt weergegeven met de geselecteerde data zodat beide kunnen worden vergeleken. Ook wordt de met het procesmodel voorspelde versus de waargenomen verwijdering weergegeven. Met het procesmodel kunnen de reductie en zekerheidsmarges voor een conditie worden berekend, uitgedrukt als gemiddelde en 95-percentiel. Bij uitvoering van de AMVD kan deze spreiding worden gebruikt. QMRAspot biedt de mogelijkheid de parameters van de bèta-verdeling te kiezen op basis van het gemiddelde en 95-percentiel van de reductie. In VI is toegelicht hoe dit kan worden gedaan, inclusief een voorbeeld.

Aandachtspunt daarbij is dat bij weinig gegevens de zekerheid groot kan lijken, omdat vanuit de gegevens zelf weinig onzekerheid blijkt. Daarom is het aantal studies en meetpunten altijd relevant. Daarnaast zijn de randvoorwaarden waarbinnen de relaties geldig zijn relevant. Enerzijds worden deze uit de gegevens afgeleid, bijvoorbeeld de minimale en maximale geteste dosis, de maximaal aangetoonde effectiviteit of het optreden van een 'schouder' (een hogere dosis leidt niet tot verdere inactivatie). Anderzijds kunnen er randvoorwaarden gelden voor parameters die in de experimenten niet relevant waren, maar in de praktijk wel. Zo zijn UV-transmissie en troebelheid bij een 'collimated beam experiment' voor UV-desinfectie nauwelijks relevant, maar in de praktijk wel. Vanuit de gegevens in het referentiedocument kunnen hiervoor daarom geen randvoorwaarden worden afgeleid. Zie ook de discussie over 'complicerende factoren' in § 3.3. In de tekstuele toelichting bij de resultaten worden wel de bekende randvoorwaarden en complicerende factoren opgenomen (zie subparagraaf 3.4.6).

3.4.6 Tekstuele toelichting bij raadplegen referentiedocument

Bij het genereren van resultaten uit de database zal de nadruk liggen op kwantitatieve informatie. Bij de literatuurstudie zijn echter uitgangspunten gehanteerd en is kennis opgedaan, die niet in de kwantitatieve database

kan worden vervat. Op procesniveau zal daarom een beknopte tekstuele toelichting worden opgesteld, waarin in ieder geval de volgende aspecten aan de orde komen:

- beschrijving van het proces;
- werkingsprincipe van het proces;
- toegepast procesmodel;
- selectiecriteria die zijn toegepast specifiek voor dit proces;
- kwalitatieve inzichten uit publicaties, bijvoorbeeld complicerende factoren;
- protocollen en richtlijnen voor vertaling naar de praktijk.

Invloedsfactoren vallen soms buiten de testcondities, bijvoorbeeld troebelheid van water bij UV-desinfectie. Studies die een specifiek organisme onderzoeken, gaan uit van helder water. Er zijn ook studies die specifiek het effect van troebelheid onderzoeken, maar niet voor ieder organisme en mogelijk ook niet onder optimale testcondities. Dergelijke studies geven wel randvoorwaarden voor de toepasbaarheid van het UV-protocol, maar komen mogelijk niet door de selectie voor het referentiedocument. In de tekstuele toelichting zal daarom naar andere overzichtsartikelen worden verwezen. De volledigheid van deze additionele informatie valt echter niet onder de borging van deze praktijkcode.

Vanuit de tekstuele toelichting kan ook worden verwezen naar (online) rekenmodellen die kunnen worden gebruikt voor het modelleren van de effectiviteit van het proces. Dit vindt alleen plaats wanneer dat model in lijn is met de bevindingen vanuit het referentiedocument, bijvoorbeeld de gebruikte model-constanten. Het model voor langzame-zandfiltratie van RIVM (zie Bijlage VII) is een voorbeeld daarvan.

In *Figuur 7* zijn voorbeelden opgenomen van het soort informatie dat in de tekstuele toelichtingen in de 'Watershare QMRA treatment calculator' voorkomt. Dit kan een basis vormen voor het referentiedocument. Als implementatieprotocol kan worden verwezen naar 'US EPA ultraviolet disinfection guidance manual' [5]. Ook de motivatie voor de gemaakte keuzes kan worden bijgevoegd als tekstuele toelichting (zie voorbeeld voor UV-desinfectie in **Error! Reference source not found.**).

Model (Hijnen et al., 2007)

$^{10}\log\left(\frac{N_t}{N}\right) = -k * Fluence$ where Off-set fluence = 0, k is the exponential inactivation constant and Fluence (mJ/cm²; UV fluence rate (mW/cm²) * contact time (seconds)).
When the off-set fluence > 0 than the equation is as follows with b as the intercept

$$^{10}\log\left(\frac{N_t}{N}\right) = -k * Fluence - b$$

		Environmental more resistant than seeded	Maya, C. (2003). Water Sci. Technol.: Wat. Supply, 3: 285-291
		Particle association higher resistance thermotolerant coliforms	Qualls, R.G. (1983b). J. Water Pollut. Control. Fed. 55: 1280-1285. Havelaar, A.H. (1987). Ozone Sci. And Eng. 9: 353-368. Örmeci, B. (2002). Wat. Sci. Technol.: Water Suplly 2: 403-410.
		Photo Repair E. coli, Y. enterocolitica, S. typhi, V. cholera	Bernhard, H. (1994). GWF Wasser-Abwasser 135: 677-689. Sommer, R.(2000a). J. Food Prot. 63: 1015-1020. Zimmer, J.L. (2002). Appl. Environ. Microbiol. 68: 3293-3299.
		Photo Repair Legionella pneumophila	Knudson, G.B. (1985). Appl. Environ. Microbiol. 49: 975-980. Oguma, K. (2004). Water Research 38 (11), 2757-2763.
Process conditions		Fluence assessment: calculations lower than measured	Sommer, R. (2000b). Wasser Berlin, IOA, October 23-26, 2000. Hijnen, W.A.M. (2004b). Water Sci. Technol.: Wat. Supply, 4: 54-61.
		Fluence assessment: lower effects in continous flow systems	Matiny, H. (1990). Zbl. Hyg. 190: 380-394. Schoenen, D. (1991). Zbl. Hyg. 191: 396-405. Bernhard, H. (1994). GWF Wasser-Abwasser 135: 677-689.
Critical Conditions			
Negative	Underdosing	Lower with low coagulant dose	Dugan, N.R., (2001). Journal of the AWWA, 93(12):64-76.
	Filtercycle	Lower at end of filtercycle	Harrington, G.W. (2003). Journ. AWWA, 95(12):95-104.
		Lower at start up	Patania, N.L. (1995). Denver, Colo.: Awwa Research Foundation and American Water Works Association.
Positive	Pre-oxidation	Higher with pre-chlorination	Payment, P. (1993). Appl. Environ. Microbiol. 59(8): 2418-2424. Cornwell, D.A. (2001). Jour. AWWA April, 2001: 153-162.

Figuur 7 Voorbeelden van tekstuele informatie bij een proces.

3.4.7 Vertaling naar de praktijk

Het doel van het referentiedocument is een eenduidige kennisbasis over de effectiviteit van zuiveringsprocessen. Bovenstaande stappen leiden tot een wetenschappelijke onderbouwing van die effectiviteit. Een volgende stap is de vertaling hiervan naar de praktijksituatie. Deze vertaaltap maakt geen deel uit van het referentiedocument, omdat op basis van de situatie een verschillende aanpak kan worden gekozen. Het ontwerpen en bedrijven van zuiveringsinstallaties vindt plaats op verschillende gronden, bijvoorbeeld vanwege bedrijfscultuur, doel van de toepassing en kosten. Een eenvoudig bedreven installatie voor UV-desinfectie kan bijvoorbeeld worden ontworpen om altijd een minimale dosis te handhaven zonder in te spelen op veranderingen in waterkwaliteit of debiet. Een zeer geavanceerde installatie zal echter de UV-dosis (ballast) continu aanpassen aan de condities (bijvoorbeeld op basis van CFD-modellering) om energie te besparen. Een drinkwaterbedrijf kan ervoor kiezen om op basis van de minimaal gerealiseerde dosis de gemiddelde reductie en de onzekerheid daaromheen te gebruiken, bijvoorbeeld door deze als bèta-verdeling in QMRAspot in te voeren. In principe leidt dit tot een onderschatting van de reductie. Als alternatief kan de werkelijk gerealiseerde (variabele) dosis worden gebruikt om voor ieder meetmoment de reductie te bepalen. Vervolgens kan deze variabele reductie weer worden vertaald naar een bèta-verdeling van

effectiviteit om te gebruiken in QMRAspot. Deze laatste aanpak is bewerkelijker en is voor een nauwkeurig beheerst proces zoals UV-desinfectie wellicht niet interessant. De reductie door een proces als langzame-zandfiltratie zal echter variëren met de watertemperatuur en de tweede aanpak zal wel relevant zijn voor dit proces.

Bij bodempassage hebben modellering van de grondwaterstroming en aannames over de samenstelling van de bodem grote invloed op de geschatte verwijdering van pathogenen. De nauwkeurigheid waarmee deze worden bepaald en de complexiteit van de berekeningen zullen dan afhangen van het belang van die nauwkeurigheid voor de risicoschatting. Vanuit het referentiedocument kan daarom niet worden vastgelegd hoe de vertaling naar de praktijk moet plaatsvinden. Het referentiedocument geeft alleen de beste schatting van de effectiviteit, gegeven de randvoorwaarden en procescondities op basis van de stand van wetenschappelijke kennis. Bedrijven zullen zelf afwegen hoe dit te vertalen naar de praktijk. Zo werkt RIVM aan de ontwikkeling van QMRWell om de kwetsbaarheid van winningen te bepalen, maar geven de drinkwaterbedrijven in de WIR er de voorkeur aan met eigen grondwatermodellen de stroombanen te berekenen. In de tekstuele toelichting zal worden verwezen naar bestaande protocollen of richtlijnen voor implementatie in de praktijk.

3.5 Versiebeheer

De gebruikersinterface is voorzien van automatisch versiebeheer, zodat altijd kan worden teruggegrepen op een oude versie. Versies kunnen onderling verschillen door aanpassing van de functionaliteit of het oplossen van fouten (bugs), wat in principe geen invloed heeft op de resultaten van een analyse. Door de resultaten voor de standaardinstellingen AMVD te vergelijken, wordt dit gecontroleerd. Ook is het mogelijk dat op basis van nieuwe inzichten het procesmodel, de methode voor parameterschatting of de regressieanalyse worden aangepast. Deze kunnen wel invloed hebben op de conclusies uit de data-analyse. Dit vindt altijd plaats in overleg met de begeleidende projectgroep. Dergelijke grote aanpassingen worden gemarkeerd in het versiebeheer. De gebruikte versie wordt altijd weergegeven bij de rapportage. Gebruikers maken altijd gebruik van de laatste versie, omdat alleen die toegankelijk is via de web-interface.

4 Literatuur, afkortingen en begrippen

4.1 Referentielijst

1. Staatsblad (2011): Drinkwaterbesluit van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011 (oorspronkelijke editie) vigerend vanaf 1 juli 2018: Drinkwaterbesluit
2. European Food Safety Authority (2010): 'Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making', EFSA Journal 2010; 8(6):1637. [90 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1637. Available online: www.efsa.europa.eu
3. Hijnen, W. A.M., Beerendonk, E.F., and Medema, G.J. (2006): 'Inactivation Credit of UV Radiation for Viruses, Bacteria and Protozoan (Oo)Cysts in Water: A Review', Water Res 40, no. 1 (2006): 3-22
4. Schijven, J.F., Berg, H.H.J.L. van den, Colin, M., Dullemont, Y., Hijnen, W.A.M., Magic-Knezev, A., Oorthuizen, W.A., Wubbels, G. (2013): 'A mathematical model for removal of human pathogenic viruses and bacteria by slow sand filtration under variable operational conditions', Water Research, 2013: 47(7), 2592-2602, Corrections
5. USEPA Journal (2003): 'Ultraviolet Disinfection Guidance Manual', EPA-815-D-03-007
6. Sluijs, J.P. van der, Craye, M., Funtowicz, S., Klopogge, P., Ravetz, J., Risbey, J., Fermi, V.E., Campus, C. (2005): 'Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: the NUSAP system', Risk Analysis 25, pp. 481-92
7. Rutjes, S., en anderen (2019): 'Richtsnoer Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD)', Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Inspectie Leefomgeving en Transport
8. Watershare QMRA treatment calculator <http://www.watershare.eu/tool/qmra-treatment-calculator/>, accessed November 2014
9. Smeets, P. (2014): 'Inventarisatie analyses microbiologische veiligheid drinkwater (AMVD)', rapport BTO 2014.008, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
10. Wetsteyn, F.J., en anderen (2005): 'Inspectierichtlijn analyse microbiologische veiligheid drinkwater', artikelcode 5318, VROM-Inspectie, Haarlem
11. Smeets, P. (2017): 'Protocol referentiedocument AMVD', praktijkcode PCD 8:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
12. Hijnen, W.A.M., and Medema, G.J. (2010): 'Elimination of Micro-Organisms by Water Treatment Processes', KWR Watercycle Research Institute Series, IWA Publishing, London
13. LeChevallier, M., and Au, K.K. (2004): 'Water Treatment and Pathogen Control Process; Efficiency in Achieving Safe Drinking Water', edited by WHO, IWA publishing, London
14. Slade, J.S. (1978): 'Enteroviruses in slow sand filtered water', J. Inst. Water Eng. Sci., 32, 530 – 536
15. WHO (ed.) (2011): 'Guidelines for Drinking Water Quality', fourth edition, World Health Organization, Geneva, Switzerland
16. Schijven, J.F., Teunis, P.F., Rutjes, S.A., Bouwknecht, M. and Roda Husman, A.M. de (2011): 'QMRAspot: a tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water', Water Research 45 (17), 5564 – 5576
17. Schijven, J.F., Hassanizadeh, S.M. and Roda Husman, A.M. de (2010): 'Vulnerability of unconfined aquifers to virus contamination', Water Research 44 (4), 1170 – 1181
18. Hornstra, L.M. (2020): 'Natuurlijke virussen om de verwijdering van virussen door zuiveringsprocessen te bepalen', rapport BTO 2020.009, p. 33, KWR Water Research Institute, Nieuwegein

4.2 Afkortingen met de betekenis

AMVD Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater

BTO BedrijfsTakOnderzoek, het onderzoek dat KWR Water Research Institute in opdracht van de gezamenlijke Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse waterbedrijf De Watergroep uitvoert

CAMRA Center for Advancing Microbial Risk Assessment (<http://camra.msu.edu/>)

CFD Computational Fluid Dynamics (programmeertechniek om stroming en processen te modelleren)

CT Concentratie maal tijd, een maat voor mate van blootstelling aan chemische desinfectie

GDWQ Guidelines for Drinking Water Quality [15]

ILT Inspectie Leefomgeving en Transport

LRV Log Reduction Value

PDF Probability Density Function

QMRA Quantitative Microbial Risk Assessment (kwantitatieve microbiologische risicoanalyse)

QMRAspot naam van RIVM software [16]

QMRARwell naam van RIVM software [17]

RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

USEPA United States Environmental Protection Agency

WHO World Health Organization, de wereldgezondheidsorganisatie van de Verenigde Naties (VN)

WIR Werkgroep Infectie Risico (voorheen Werkgroep Inspectierichtlijn Risicoanalyse)

4.3 Begrippen en bijbehorende omschrijvingen

Database

De database van het Referentiedocument AMVD omvat de gegevens over effectiviteit van zuiveringsprocessen die uit de literatuur zijn verkregen, zoals log-verwijdering, betreffend micro-organisme, watersamenstelling en procescondities.

Grijze literatuur

Onderzoek dat niet in wetenschappelijke bladen of als boek is gepubliceerd. Deze literatuur heeft doorgaans geen reguliere peer-review ondergaan en de kwaliteit is daarom minder goed geborgd.

Referentiedocument

Het referentiedocument is de verzamelterm voor dit protocol, de database, de webtool en de diverse andere elementen benoemd in §1.7 waarmee op een geborgde wijze kennis over de effectiviteit van zuiveringsprocessen uit de literatuur wordt verzameld en vastgelegd.

Watershare QMRA treatment calculator

Watershare QMRA treatment calculator is een webtool die als voorloper van de webtool van het referentiedocument is ontwikkeld binnen Watershare op basis van Hijnen en Medema [12].

Webtool

Webtool is een website die kan worden gebruikt om de informatie in het referentiedocument te benaderen. Log-reductie gegevens uit de database worden in een grafiek weergegeven, waarbij selecties uit micro-organismen en procescondities kunnen worden gemaakt die volgens de gebruiker van toepassing zijn. De functionaliteit is beschreven in § 3.4

Zuivere databron

Zuivere databron is het wetenschappelijke artikel waarin de gegevens zijn opgenomen zonder dat deze verder zijn aangepast of verwerkt in latere citaties. Indien in een artikel eerder werk wordt geciteerd voor de gegevens, dan wordt het oorspronkelijke artikel opgezocht.

4.4 Toelichting op begrippen

4.4.1 Conservatieve benadering en veiligheidsfactoren

Doel van het referentiedocument is de werkelijke reductie van pathogenen zo goed mogelijk te schatten. Overschatting van de reductie moet worden voorkomen, maar een 'worst case' benadering is niet gewenst. Bij toepassing van waarden uit het document kan een expliciete 'veiligheidsfactor' worden toegepast op de beste schatting van de effectiviteit. Het referentiedocument geeft echter geen suggestie voor veiligheidsfactoren. Vaak zijn gegevens niet bekend voor alle organismen of condities en worden gegevens gegroepeerd om toch de effectiviteit zo goed mogelijk te kunnen schatten. Het werkingsprincipe is daarbij leidend. Alleen organismen of condities die op basis van eigenschappen in relatie tot het werkingsprincipe vergelijkbaar zijn, mogen als groep worden benaderd. Daarmee wordt voorkomen dat 'te conservatieve' of 'worst case' waarden worden gekozen. Doel is waarden zo specifiek mogelijk toe te kennen.

4.4.2 Invloedsfactoren

Voor ieder werkingsprincipe zijn mogelijke invloedsfactoren benoemd in de literatuur. De meest relevante invloedsfactoren zijn doorgaans bekend en worden gerapporteerd in alle studies. Bij het ontwerp van het referentiedocument (de database) zijn per proces de relevante invloedsfactoren geselecteerd door de projectgroep. Eventuele toevoegingen op basis van nieuwe inzichten zullen ook bij de projectgroep worden getoetst. Voor toepassing in de AMVD wordt per werkingsprincipe aangegeven welke invloedsfactoren relevant, niet relevant, of niet bekend zijn. Onderlinge verbanden tussen invloedsfactoren worden geïdentificeerd (bijvoorbeeld verblijftijd wordt bepaald door debiet en volume, terwijl stroomsnelheid wordt bepaald door debiet en oppervlakte).

Voor de praktijk wordt voor iedere invloedsfactor aangegeven wat gangbare waarden zijn, of deze meetbaar is (of berekend uit metingen), en met welke frequentie dit in de praktijk plaatsvindt. Voor toepassing in de AMVD moeten in de praktijk de waarden van de meetbare invloedsfactoren (bijvoorbeeld temperatuur, pH, flow) kunnen worden bepaald. Dit kunnen ook afgeleiden zijn van meerdere factoren, zoals contacttijd (debiet en volume) of UV-dosis (UV-intensiteit, UV-transmissie, debiet, stromingspatroon).

4.4.3 Procesmodellen

Voor veel zuiveringsprocessen zijn procesmodellen ontwikkeld waarmee op basis van invloedsfactoren de effectiviteit van een proces kan worden berekend. Daarbij worden procescondities doorgaans opgenomen als variabele parameter, terwijl de eigenschappen van organismen worden vervat in een 'constante'. Deze procesmodellen worden gebaseerd op het werkingsprincipe, op 'empirische' waarnemingen of op een combinatie van beiden. Het model voor langzame zandfiltratie is bijvoorbeeld gebaseerd op de colloïd-filtratie theorie (werkingsprincipe) en op leeftijd van de schmutzdecke (effectiviteit afhankelijk van leeftijd en temperatuur). Procesmodellen kunnen 'absoluut' of 'relatief' worden toegepast. Met absolute toepassing wordt bedoeld dat invloedsfactoren worden ingevuld en dat daaruit de reductie van organismen wordt berekend. Met relatieve toepassing wordt bedoeld dat vanuit een bekende situatie de verandering in effectiviteit wordt berekend door een verandering van invloedsfactoren, bijvoorbeeld het effect van een 10% lagere filtratiesnelheid.

4.4.4 Protocollen

Voor sommige processen zoals UV-desinfectie, zijn eenduidige protocollen opgesteld voor de vertaling van een procesmodel naar een praktijkinstallatie. Daarin worden schaafeffecten, hydraulische aspecten, besturing,

bewaking met procedures en validatie geborgd. In het referentiedocument worden de gegevens verzameld die nodig zijn om het protocol toe te passen.

4.4.5 Log-reductie (verwijdering en inactivatie)

Zuivering kan de concentratie micro-organismen in water op twee manieren reduceren. Bij verwijdering wordt een organisme fysiek uit het water verwijderd, bijvoorbeeld door bezinking, membraanfiltratie of hechting in een zandfilter of de ondergrond. Bij inactivatie wordt het organisme beschadigd zodat het niet meer kan reproduceren. Dit kan betekenen dat het organisme dood is (bijvoorbeeld bij chemische desinfectie), of dat het zodanig is aangetast dat reproductie niet meer mogelijk is (bijvoorbeeld beschadiging van DNA door UV-desinfectie). De term 'reductie' omvat beide principes. Deze wordt vaak uitgedrukt in logeenheden, bijvoorbeeld 99% verwijdering is 2 log-reductie.

4.4.6 Toepassingsgebied en randvoorwaarden

De effectiviteit van processen is in studies vastgesteld onder specifieke condities, waarbij vaak één of meerdere condities zijn gevarieerd. De condities in de praktijksituatie komen nooit exact overeen met de experimentele condities, ook wanneer alleen wordt gekeken naar de invloedsfactoren. Enerzijds wijken de procescondities af, anderzijds betreft het 'natuurlijke' organismen van een andere oorsprong en met een andere voorgeschiedenis dan de geteste organismen.

4.4.7 Werkingsprincipe

Het werkingsprincipe van een zuiveringsproces voor de reductie van micro-organismen is de manier waarop organismen worden verwijderd of geïnactiveerd. Bij membraanfiltratie met omgekeerde osmose (RO) is het werkingsprincipe zeefwerking. Organismen passen niet door de poriën van het membraan en worden afgevoerd met het concentraat. Vaak is er sprake van meerdere werkingsprincipes bij één proces. Bij langzame zandfiltratie is het belangrijkste werkingsprincipe hechting van een organisme aan het zand en vervolgens afsterving. Andere processen zoals predatie en zeefwerking dragen echter ook bij aan de reductie van micro-organismen. Hoewel veel werkingsprincipes van processen doorgaans bekend zijn, kunnen er ook onbekende werkingsprincipes zijn. Het werkingsprincipe is van belang om meetgegevens te kunnen vertalen naar andere organismen of condities zonder dat hiervoor nieuwe experimenten nodig zijn.

Op basis van het werkingsprincipe kunnen invloedsfactoren worden geïdentificeerd. Dit kunnen procescondities, waterkwaliteit of eigenschappen van organismen zijn. Het identificeren van invloedsfactoren is van belang bij het vullen en toepassen van het referentiedocument. Wanneer bekend is welke (proces)condities de effectiviteit bepalen kunnen de condities rond de meetgegevens in het referentiedocument worden vergeleken met de praktijkcondities. Wanneer de eigenschappen van een organisme die bepalend zijn voor de effectiviteit van een proces bekend zijn, kunnen organismen worden ingedeeld in 'groepen' met overeenkomende eigenschappen. De keuze van werkingsprincipes wordt gemaakt door de projectgroep referentiedocument AMVD (drinkwaterbedrijven, laboratoria, RIVM en KWR) gebaseerd op de algemene consensus in de literatuur.

Criteria bij de keuze voor werkingsprincipes zijn:

- bewijs voor het werkingsprincipe in meerdere studies;
- voldoende kwantitatieve informatie over relevante invloedsfactoren;
- relevant voor de Nederlandse condities;
- significante invloed op de schatting van de effectiviteit.

I Parameters bodempassage, LZF en UV

X	= relevant
XX	= vereist
X 1	= parameters met overeenkomend nummer kunnen uit elkaar worden berekend, vereist
R	= selecteerbaar als kwantitatieve range
S	= selecteerbaar als klasse-parameter
-	= niet selecteerbaar

Beschrijving van gegevens in het referentiedocument AMVD Sep 2016

Veldnaam in database	Bodem	LZF	UV	Toelichting	Selectie
ReductionID	X	X	X	Unieke identificatiecode voor iedere individuele meting van verwijdering	-
sign	XX	XX	XX	gelijk, kleiner dan of groter dan (voor iedere kwantitatieve waarde waar dit speelt)	-
log-reduction	XX	XX	XX	log- verwijdering zoals gerapporteerd. Bij voorkeur uit tabel, eventueel uit grafiek aflezen	-
ExperimentconditionsID	X	X	X	Unieke code per experimentele conditie	-
start_date	X	X	X	startdatum van het experiment	-
end_date	X	X	X	einddatum van het experiment	-
infiltration type	XX			type infiltratie (oever, duin, diep, ...)	S
grain_size_mm	XX	XX		korrelgrootte zoals opgegeven in de studie. Vaak de d50, maar kan ook afwijken	R
porosity	XX	XX		porositeit	-
flow_velocity_m/days	X1	X1		stroomsnelheid in meter per dag. Let op, dit is de Darcy snelheid, niet de poriestroomsnelheid	R
travel_distance_m	X1			afgelegde afstand door de bodem	R
travel_time	X1	X1		reistijd door de bodem	R
depth	X			diepte waarop de experimenten zijn uitgevoerd (vooral nog niet relevant voor effectiviteit)	-
filer bed depth_m		XX		beddikte van een langzaam zandfilter	R
schmutzdecke_age		XX		tijd sinds het schrapen van een langzaam zandfilter	R
fluence_rate_mW/cm2			X2	Intensiteit van het UV licht bij collimated beam tests	-
exposure_time_s			X2	tijdsduur van UV bestraling	R
UV_dose_mJ/cm2			XX2	UV fluence/dosis, is intensiteit maal tijd	R
exposure distance			X	blootstellingslengte bij een doorstroomreactor	-
lamp			XX	type UV lamp (middendruk, lagedruk)	S
wattage_lamp_kW			X	het wattage dat door de lamp kan worden geleverd	-
CB/CF			XX	collimated beam of doorstroom opstelling (vooral nog alleen CB opgenomen)	-

Water quality							
water_type	XX	XX	XX	XX	XX	soort water (oppervlaktewater, grondwater, ...)	S
Temperature_°C	XX	XX	XX	XX	XX	temperatuur in de bodem, doorgaans wordt de temperatuur van het onttrokken water gerapporteerd	R
pH	X	X	X	X	X	pH (doorgaans van het onttrokken water)	R
turbidity_NTU	X	X	X	X	X	Troebelheid	-
conductivity_µS	X	X	X	X	X	Geleidbaarheid	R
Oxygen	X					Wordt kwalitatief voor het hele traject benoemd hoewel exacte condities gedurende traject kunnen veranderen	R
UV-Transmission %					X 3	UV transmissie, relatie met UV extinctie	-
UV-extinction					X 3	UV extinctie, relatie met UV transmissie	-
Redox	X					Redox-potentiaal	R
O2class	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
NO3	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
SO4	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Ca2+	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
NH4	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
PO4	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Feox	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Alox	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Mnox	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
CaCO3	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
DOC	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
% BOM	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
% C-org	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
CEC-1	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
CEC-best	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Silt	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Clay	X					Geochemische conditie, invloed wordt momenteel onderzocht	-
Cin	X	X	X	X	X	Concentratie micro-organismen in het geïnfiltreerde water	-
Cout	X	X	X	X	X	Concentratie micro-organismen in het onttrokken water	-

OrganismID	X	X	X	X	Unieke identificatiecode voor het onderzochte organisme	-
type	XX	XX	XX	XX	Soort organisme (virus, bacterie, parasiet)	S
variant	X	X	X	X	nadere aanduiding zoals status (sporen)	S
group/genus	XX	XX	XX	XX	Aanduiding organisme (Cryptosporidium)	S
species/subtype	X	X	X	X	Soort of subtype organisme (parvum)	S
strain	X	X	X	X	stam (IOWA)	S
ATCC code	X	X	X	X	code van cultuur	-
size	X	X	X	X	grootte van het organisme in nm zoals gerapporteerd in de studie	-
MethodOfAnalysisID	X	X	X	X	Unieke identificatiecode voor een toegepaste analysetechniek	-
Organism	X	X	X	X	Aanduiding van de microbiologische parameter die wordt gemeten (coliformen, E. coli)	-
Method	X	X	X	X	Methodenaam indien deze bestaat (RT-PCR)	-
Norm	X	X	X	X	Code van de norm voor de methode, indien deze bestaat	-
Method of confirmation	X	X	X	X	Methode waarmee een eventuele bevestiging is uitgevoerd (PCR voor E. coli)	-
Cell line	X	X	X	X	Gebruikte cellijn bij infectiviteitstest (virussen)	-
Medium	X	X	X	X	Gebruikte medium bij kweektesten	-
Reference	X	X	X	X	Referentie waarin de methode is beschreven wanneer daarnaar wordt verwezen	-
LocationID	X	X	X	X	Unieke code per onderzoekslocatie	-
GIS_x	X	X	X	X	x-coördinaat proeflocatie voor GIS weergave	-
GIS_y	X	X	X	X	y-coördinaat proeflocatie voor GIS weergave	-
GIS_z	X	X	X	X	z-coördinaat proeflocatie voor GIS weergave	-
location_name	X	X	X	X	naam van de proeflocatie	-
country	X	X	X	X	land van de proeflocatie	-
city	X	X	X	X	stad van de proeflocatie	-

ModelID	X	X	X	X	Unieke code per procesmodel waarvoor parameters zijn opgenomen in Reduction tabel	-
ModelName	X	X	X	X	Naam van het model (colloid-filtration)	-
Equation	X	X	X	X	Wiskundige beschrijving van het model	-
Reference	X	X	X	X	Referentie waarin het model is beschreven wanneer daarnaar wordt verwezen	-
ReferenceID	X	X	X	X	Unieke code per publicatie	-
Author 1	X	X	X	X	Naam eerste auteur	-
Year_pub	X	X	X	X	Jaar van publicatie	-
Type	X	X	X	X	Peer reviewed journal, report, BTO	-
Full_reference	X	X	X	X	Vollledige citatie van publicatie	-
Hyperlink	X	X	X	X	Link naar het artikel	-
inactivation_coefficient_free	X	X	X	X	modelparameter: inactivatiecoëfficiënt in de studie bepaald, of toegepast om andere modelparameters te bepalen	-
inactivation_coefficient_attached	X	X	X	X	modelparameter: inactivatiecoëfficiënt in de studie bepaald, of toegepast om andere modelparameters te bepalen	-
attachment_rate_coefficient	X	X	X	X	modelparameter	-
detachment_rate_coefficient	X	X	X	X	modelparameter	-
collision efficiency	X	X	X	X	modelparameter: botsingsefficiëntie die uit deze studie volgt	-
sticking efficiency	X	X	X	X	modelparameter: hechtingsefficiëntie die uit deze studie volgt	-
inactivation_coefficient_UV				X	modelparameter: inactivatiecoëfficiënt door UV zoals die in de studie is bepaald	R
EntryDate	X	X	X	X	Datum invoer in database	-
By	X	X	X	X	Persoon die data heeft ingevoerd	-
Which_project	X	X	X	X	Project waaronder data verzameling en invoer heeft plaatsgevonden	-
Remarks	X	X	X	X	Opmerkingen	-

II Zoektermen en –resultaten

Datumzoekopdracht	Zoekmachine	Zoekopdracht	Searched fields	Aantal papers to taal	After removing doubles	Initial search	
						Included	Excluded
21-apr-15	ScienceDirect	UV disinfection AND drinking water AND virus	Complete tekst	959	921		
22-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(water) AND tak(virus)	title, abstract, keywords	24	23		
22-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(water) AND tak(bacteria)	title, abstract, keywords	103	94		
22-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(water) AND tak(protocols)	title, abstract, keywords	13	5	3	1
22-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(water) AND tak(spores)	title, abstract, keywords	21	10	5	5
23-apr-15	ScienceDirect	tak(UV radiation) AND tak(water) AND tak(spores)	title, abstract, keywords	14	6	3	3
23-apr-15	ScienceDirect	tak(UV radiation) AND tak(water) AND tak(spores) OR title, abstract, keywords	title, abstract, keywords	68	33	4	29
23-apr-15	Pubmed	UV disinfection AND virus	title, abstract, keywords	148	137	38	68
24-apr-15	KWR bibliotheek data	ultraviolet	title, abstract, keywords	9	9	2	7
24-apr-15	KWR bibliotheek data	UV disinfection AND bacteria	title, abstract, keywords	25	20	3	17
24-apr-15	Pubmed	UV disinfection AND protozoa		462	346	125	218
28-apr-15	Pubmed	UV disinfection AND spores		42	18	14	3
28-apr-15	Pubmed	UV radiation AND spores AND water		88	16	10	6
28-apr-15	Pubmed	UV radiation AND spores AND water		84	37	20	16
28-apr-15	ScienceDirect/Scopus	Alle papers die Hijnen, 2006 citeren		347	163	117	39
28-apr-15	Pubmed	Alle papers die Hijnen, 2006 citeren		33	12	2	10
28-apr-15	ScienceDirect	Recommended articles for Hijnen, 2006		66	20	4	16
29-apr-15	KWR bibliotheek data	bacteria	title, abstract, keywords	71	58	1	57
29-apr-15	KWR bibliotheek data	protozoa	title, abstract, keywords	22	12	0	12
30-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(bacillus subtilis) OR tak(t	title, abstract, keywords	159	55	16	39
1-mei-15	Pubmed	UV disinfection AND bacillus subtilis OR adenovirus OR clostridium perfringens OR acanthamoeba OR calicivirus OR rotavirus OR coxsackie virus OR streptococcus faecalis OR					
4-mei-15	IWA Publishing Online	UV AND virus	abstract		9		
4-mei-15	IWA Publishing Online	UV AND bacteria	abstract		75		
4-mei-15	IWA Publishing Online	UV AND protozoa	abstract		8		
4-mei-15	IWA Publishing Online	UV AND spore	abstract		6		

III Voorbeeld: inclusie- of exclusiecriteria UV-desinfectie

1. **Reviews en hoofdstukken** van boeken
 - inclusie, wel wordt voorkomen dat datasets meerdere keren voorkomen in de uiteindelijke database wat tot vertekening van de resultaten kan leiden. Hiervoor worden de oorspronkelijke studies gebruikt, tenzij uit review blijkt dat herziening/herberekening van eerdere meetgegevens heeft plaatsgevonden (als bijvoorbeeld blijkt dat de UV-lamp sterker of minder sterk straalde dan toen werd gedacht). Verder wordt verkregen 'metakennis' opgenomen in tekstuele toelichting bij processen.
- 2.
3. **Combinatie van UV-behandeling** met een andere voor- of nabehandeling (bijvoorbeeld chloor)
 - exclusie als tussen de verschillende stappen niet het effect wordt gemeten van de individuele stappen. Je kan het effect van elke desinfectiestap dan niet isoleren.
4. Alle varianten die **niet direct UV-bestraling** zijn (solar UV radiation, visible light, UV-LED, pulsed UV, wide-UV, UV-A, UV-B)
 - exclusie, off-topic. Niet het proces waar we in geïnteresseerd zijn en de toegediende hoeveelheid UV kan niet duidelijk bepaald worden.
- 5.
6. UV-apparaten bij de consument thuis ('**point-of-use**')
 - exclusie, te weinig informatie/data over het apparaat/metingen.
7. Testen van verschillen in **UV-golflengte** (andere nm) of **aggregaten van organismen**
 - inclusie, alleen de 254 nm waardes, omdat die direct als lagedruk-lampen kunnen worden geïnterpreteerd, de overige golflengtes zijn wel relevant voor middendruk-lampen, maar te complex om in de systematiek op te nemen. Aggregaten en filtratie als extra opmerking in de 'comments' vermelden.
8. **Photocatalytic activity** of coated surfaces (bijvoorbeeld TiO₂) in combinatie met UV
 - inclusie van de UV-only controls; omdat de coating het desinfecterende effect van UV kan versterken en het soms ook om een ander werkingsmechanisme gaat, wordt dat niet meegenomen in onze database.
- 9.
10. **Resistente strains** van virussen en bacteriën (bijvoorbeeld antibiotica-resistentie)
 - inclusie, onwaarschijnlijk dat het effect van resistentiegenen invloed heeft op het gedrag van het organisme ten opzichte van UV-bestraling.
11. Onderzoeken naar micro-organismen in **biofilms**
 - exclusie, omdat dat een milieu op zich is, een eigen soort omgeving waarop UV een andere invloed zal hebben dan in wanneer de organismen in water zitten.
12. Organismen die **niet in het (drink)watermilieu** voorkomen
 - exclusie, niet relevant.
13. Micro-organismen in water die **niet de mens infecteren**
 - inclusie, geen goede reden voor exclusie. Ze zijn niet infectieus voor mensen, maar worden wel vaak als indicatororganisme gebruikt (bijvoorbeeld MS2, *E. coli*).

14. Organismen in **PBS** (Phosphate Buffered Saline, een standaard type laboratoriumwater)

- inclusie, weinig verschil met drinkwater of afvalwater.

15. Organismen in **melk/kokoswater/vruchtensap/etc.**

- exclusie, te veel verschil met drinkwater of afvalwater, bijvoorbeeld te troebel.

IV Gebruikerswensen

Doel en functionele eisen

In deze bijlage zijn de wensen en eisen van de projectgroep bij de start van het project in 2014 vertaald in ‘user stories’ waarin de concrete handelingen worden omschreven om zo tot een functioneel ontwerp voor de gebruikersinterface te komen. Bij het gebruik van het referentiedocument kunnen nieuwe wensen blijken, deze worden verzameld als onderdeel van het referentiedocument. Bij een herziening of update van het document zal vervolgens worden bepaald of en hoe aan deze wensen kan worden voldaan. Daarvoor wordt dezelfde werkwijze gevolgd als bij de aanvang van het project en zoals in deze bijlage is beschreven. Keuzes daarin worden bepaald door het project waarbinnen de aanpassing plaatsvindt.

Aan iedere functionaliteit zijn kosten verbonden. Daarom wordt onderscheid gemaakt tussen ‘must haves’ en ‘nice to haves’. De must haves zijn essentieel voor de primaire functie van het referentiedocument zoals is omschreven in deze praktijkcode. Deze functionaliteit wordt sowieso geïmplementeerd. De nice to haves zijn aanvullende functionaliteiten die bijvoorbeeld het gebruiksgemak vergroten, de visualisering mooier maken of nader onderzoek mogelijk maken. Deze worden in principe (nog) niet geïmplementeerd, tenzij de meerkosten gering zijn. Eventueel kunnen zij later worden toegevoegd wanneer enige ervaring is opgedaan. Door deze nu al te benoemen kan bij het programmeren van de basis al rekening worden gehouden met mogelijke toekomstige wensen. Voor de verschillende processen wordt zo veel mogelijk dezelfde aanpak en functionaliteit opgenomen. Daarbij wordt ‘reductie’ van pathogenen gebruikt om zowel inactivatie/afdoeding als verwijdering te benoemen, uitgedrukt in logaritmische eenheden. **Rode** taken zijn nog niet uitgevoerd, **groene** taken zijn gereed.

De volgende rollen zijn gedefinieerd:

- **Eigenaar referentiedocument**
Drinkwaterbedrijven deelnemend aan het Platform Bedrijfsvoering, geen specifieke gebruikerseisen.
- **Gebruiker**
Doorgaans de persoon van het drinkwaterbedrijf die de AMVD uitvoert. Selecteert de relevante data uit en krijgt daarmee een verdeling van de geschatte log-reductie voor een proces onder specifieke condities/ontwerpkenmerken. Processen waarvoor een procesmodel is ontwikkeld worden de modelparameters weergegeven. Daarnaast worden de parameters van het multi-regressie model weergegeven, ook indien er geen procesmodel is. De gebruiker kan met deze parameters de reductie onder specifieke condities berekenen buiten de tool om. De gebruiker kan de standaardinstellingen voor de AMVD gebruiken, maar kan ook andere selecties maken om meer inzicht te krijgen.
- **Onderzoekers**
Nader onderzoek op basis van de gegevens zal niet via de tool plaatsvinden, maar direct op de gegevens in de database. De eigenaar van het referentiedocument bepaalt of een onderzoeker toegang krijgt tot de database.
- **Database beheerder/invoerder**
KWR beheert de database voor de eigenaar. Dit vindt niet plaats via de tool, maar direct op de database.

#	User story	Taken en tijdsinschatting per taak (afstemmen met programmeur)	Tijd totaal (u)
Must-have's			
1	Als gebruiker wil ik het programma via internet (gebruikelijke browsers) kunnen benaderen, zonder installatie van software (java, silverlight) op mijn computer binnen de beveiligde kantooromgeving van de drinkwaterbedrijven (firewall, virusscanner).	Maken web-interface	
2	Als gebruiker wil ik de UV-dosis uitgezet zien tegen de gemeten log reductie. De getallen groter dan of kleiner dan wil ik kunnen zien met aparte symbolen. Als gebruiker wil ik het aantal datapunten en het aantal studies zien in de database. Dit is de standaard 'view'.	- Grafiek genereren van geselecteerde data (X=dosis, Y=log reductie) - Symbool data in grafiek op basis van teken (=, <, >) - Aantal datapunten in de selectie weergeven als getal - Aantal studies in de selectie weergeven als getal - Assen automatisch aanpassen aan selectie	
3	UV: Als gebruiker wil ik meerdere van klasse-parameter één of meer waarden kunnen selecteren waarvoor ik de UV-dosis uitgezet zie tegen de log reductie. Dit wil ik doen d.m.v. een uitrollijst met tick-box. Na selectie wil ik live een update zien van de standaard 'view'. Dit betreft: - micro-organisme op type - micro-organisme op genus - micro-organisme op species - micro-organisme op strain - UV-lamp type - Watertype	- Bepaal welke klassen mogelijk zijn binnen de overige klasse- en kwantitatieve selecties - Radiobutton widgets (opties: alle mogelijke klasse-parameters binnen overige restricties) - Tick-box selectie - Update standaard grafiek	

4	UV: Als gebruiker wil ik met een tick box kunnen aangeven dat ik op kwantitatieve parameters wil selecteren. Bij aanvinken slider vervallen meteen de parameters waarvoor deze waarde niet bekend is. Met een slider wil ik een range (minimum en maximum waarde) kunnen opgeven. De default range wordt bepaald uit alle waarden die binnen de selectie (op andere parameters) mogelijk zijn. Na het verschuiven van de minimum of maximum slider wil ik live een update zien van de 'view'. Dit betreft: • UV-dosis • Blootstellingstijd (NB deze is op dit moment voor 25% bekend)	• Bepaal welke waarden van de parameter mogelijk zijn binnen de overige selecties • Slider widgets (opties: alle mogelijke organismen binnen overige restricties) • Minimum en maximum slider-knop • Update standaard grafiek	
5	Als gebruiker wil ik de parameters die de reductie het beste voorspellen en de onzekerheid rond die parameters op basis van de selectie zien voor het procesmodel. Indien de rekentijd lang is dit alleen uitvoeren nadat op een knop 'calculate' is gedrukt.	• Het procesmodel wordt voorgeprogrammeerd • Parameter-optimalisatie routine op basis van geselecteerde data, zowel meest waarschijnlijk als standaarddeviatie • Weergave van resultaat parameter optimalisatie	
6	Als gebruiker wil ik een lijn-grafiek zien van de voorspelde reductie in de standaardgrafiek inclusief lijnen die de onzekerheid aangeven	• Punten berekenen die in de grafiekweergave passen • Lijngrafiek tekenen	
8	Als gebruiker wil ik inzicht hebben in de betrouwbaarheid van de voorspelde log reductie (story 5). Daartoe wil ik een visualisatie tussen (x) gemeten en (y) voorspelde log reductie. In deze plot wil ik de datapunten zien die gebruikt zijn om het model op te trainen. Met daarin aparte symbolen voor kleiner dan of groter dan metingen.	• Reken voor iedere gemeten reductie de voorspelde reductie • Maak een nieuwe puntengrafiek X-as=voorspelde waarde, Y-as=gemeten waarde	
9	Als gebruiker wil ik inzicht in de invloed van alle opgenomen variabelen op basis van een multi-regressie analyse. Hiervoor wil ik een staafdiagram met de relatieve invloed van elke parameter op de modeluitkomsten.	•	

10	Als gebruiker wil ik op basis van mijn invoer weten wat de betrouwbaarheid van de voorspelde reductie (story 5) is.	•	
11	Als gebruiker wil ik een enkele UV-dosis opgeven en daarvoor een voorspelde log reductie (op basis van de selectie) plus een bandbreedte (onzekerheidsmarge) terugkrijgen van het model.	•	
12	Als gebruiker wil ik een referentielijst van alle literatuur waaruit de geselecteerde data afkomstig is zodat ik deze als verantwoording kan toevoegen.	•	
13	Als gebruiker wil ik de tool in het Engels kunnen bedienen, en ook de gegevens in Engelse taal ontvangen.	•	
14	Als gebruiker wil ik een grafiek als plaatje kunnen exporteren.	•	
15	Alle resultaten die door de tool worden opgeleverd zijn voorzien van een versienummer voor de tool en data en een datum	•	
16	Als gebruiker wil ik de volgende output krijgen in een tekstbestand: - De ingestelde selectiecriteria (voorgeschreven voor AMVD) - De resulterende literatuurreferenties binnen de selectie - Aantal referenties en meetpunten - De resulterende formule en parameterwaarde - De resulterende basisgrafiek (meetpunten en model-lijn) - De resulterende modelgrafiek (gemodelleerd versus gemeten)	•	
17	LZF: Als gebruiker wil ik meerdere van klasse-parameter één of meer waarden kunnen selecteren waarvoor ik de verblijftijd uitgezet zie tegen de log reductie. Dit wil ik doen d.m.v. een uitrollijst met tick-box. Na selectie wil ik live een update zien van de standaard 'view'. Dit betreft: • micro-organisme op type • micro-organisme op genus • micro-organisme op species • micro-organisme op strain	•	

	• Watertype		
18	LZF: Als gebruiker wil ik met een tick box kunnen aangeven dat ik op kwantitatieve parameters wil selecteren. Bij aanvinken slider vervallen meteen de parameters waarvoor deze waarde niet bekend is. Met een slider wil ik een range (minimum en maximum waarde) kunnen opgeven. De default range wordt bepaald uit alle waardes die binnen de selectie (op andere parameters) mogelijk zijn. Na het verschuiven van de minimum of maximum slider wil ik live een update zien van de 'view'. Dit betreft: • Beddikte • Filtratiesnelheid • Verblijftijd • Korreldiameter (d50) • Temperatuur • Schmutzdecke leeftijd	•	
19	Bodempassage: Als gebruiker wil ik meerdere van klasse-parameter één of meer waarden kunnen selecteren waarvoor ik de verblijftijd uitgezet zie tegen de log reductie. Dit wil ik doen d.m.v. een uitrollijst met tick-box. Na selectie wil ik live een update zien van de standaard 'view'. Dit betreft: • micro-organisme op type • micro-organisme op genus • micro-organisme op species • micro-organisme op strain • Infiltratietype	•	
20	Bodempassage: Als gebruiker wil ik met een tick box kunnen aangeven dat ik op kwantitatieve parameters wil selecteren. Bij aanvinken slider vervallen meteen de parameters waarvoor deze waarde niet bekend is. Met een slider wil ik een range (minimum- en maximumwaarde) kunnen opgeven. De default range wordt bepaald uit alle waardes die binnen de selectie (op andere parameters) mogelijk zijn. Na het verschuiven van de minimum of maximum slider wil ik live een update zien van de 'view'. Dit betreft: • Afstand • Stroomsnelheid • Verblijftijd • Korreldiameter (d50) • Temperatuur	•	

	• Inactivatiecoëfficiënt • pH • Redoxpotential		
Nice to have's			
21	Als producteigenaar wil ik dat het programma en de uitvoer professionaliteit uitstraalt en dat het voor gebruikers duidelijk is dat dit een KWR-Platform bedrijfsvoering product is.	• Ontwikkelen icoon in KWR-huisstijl • Vertalen van grafiek-kleuren naar KWR-huisstijl, indien voldoende duidelijk	
22	Als beheerder wil ik datum en versienummer van de tool kunnen aanpassen wanneer een update van de software of de data (jaarlijks) heeft plaatsgevonden. Dit betekent aparte versienummers voor database en software..	•	
23	Als beheerder wil ik updates kunnen uitbrengen aan het programma en aan de database, zonder dat dit tot een vervelende ervaring voor de gebruikers leidt (dataverlies, omslachtige proces).	• In principe afgedekt door internettoegang	
24	Voor de verschillende gebruikerstypes wil ik een aparte login, waarin verschillende mogelijkheden voor de gebruiker in de tool zijn.	•	
25	Als AMVD ontwerper wil ik ook andere klasse-parameters kunnen toevoegen als selectiecriterium (met mogelijkheden als story 3)	• Selectie maken uit alle relevante klasse parameters in de database (relevante parameters moeten wel bekend zijn)	
26	Als AMVD ontwerper wil ik ook andere kwantitatieve parameters kunnen toevoegen als selectiecriterium (met mogelijkheden als story 4)	• Selectie maken uit alle relevante kwantitatieve parameters in de database (relevante parameters moeten wel gemarkeerd zijn)	
27	Als gebruiker wil ik zelf een formule kunnen opgeven om door de datapunten te plotten.	•	
28	Als gebruiker wil ik een best fit kunnen maken van de parameters in de opgegeven formule bij story 24.	•	

29	Als gebruiker wil ik over de datapunten in de grafiek kunnen bewegen met de muis, waarop extra informatie verschijnt over het datapunt (type lamp, water matrix, temperatuur, UV-dosis, log reductie, literatuurverwijzing)	•	
30	Grafieken wil ik als gegevensbestand exporteren zodat ik grafieken in andere software kan aanpassen.	•	
31	Als gebruiker wil ik een taal voor de interface kunnen kiezen	•	
32	Als gebruiker wil ik ingestelde selecties kunnen opslaan	•	
33	Als gebruiker wil ik variabele procescondities uploaden (MS Excel) en dan terug krijgen welke parameterwaarden ik in QMRAspot moet invoeren voor de AMVD	•	
34	Als gebruiker wil ik kunnen bepalen welke parameter op de X-as wordt weergegeven	•	
35	Als gebruiker wil ik in één grafiek onderscheid kunnen maken tussen selecties, bijvoorbeeld een micro-organisme in een andere kleur weergeven, of een publicatie, zodat in een grafiek verschillen kunnen worden vergeleken	•	
36	Veel categorieën zoals watertype omvatten veel unieke typen. Als gebruiker wil ik op verschillende detailniveaus selecties kunnen maken. Daarvoor moeten op basis van expert judgement eerst indeling gemaakt worden op hoofdtype	•	
37	Als gebruiker wil ik individuele studies binnen een selectie kunnen uit of aanzetten voor weergave in de grafiek en berekenen van parameters.	•	
38	Als gebruiker wil ik in de tool contactgegevens vinden voor hulp bij gebruik, problemen of suggesties	•	
39	Als gebruiker wil ik dat ook grijze literatuur, met name BTO resultaten, in de tool worden opgenomen met een optie om alleen peer reviewed gegevens te selecteren (waarmee grijze literatuur dus niet wordt geselecteerd)	•	

40	Als gebruiker wil ik bij niet parameter afhankelijke processen (bijvoorbeeld RO membraanfiltratie) meer informatie over verschillen in condities tussen de gerapporteerde waarden.	•	
----	--	---	--

V Toelichting per proces; voorbeeld UV-desinfectie

Standard settings for statutory QMRA in the Netherlands (AMVD)

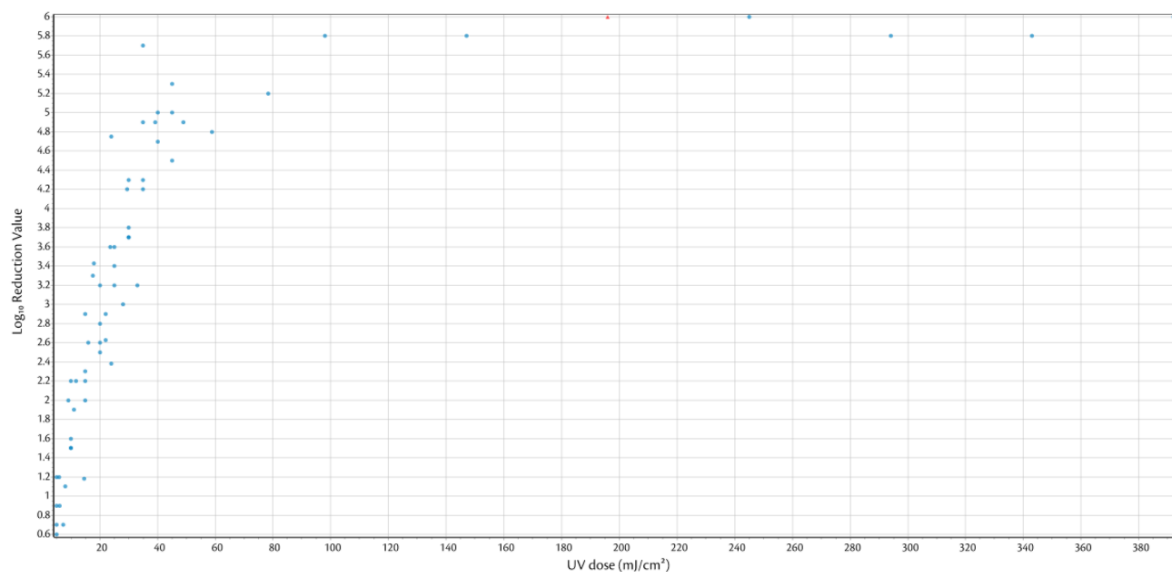
Proces	UV desinfectie	Versie	2.1
Naam webtool	Ultra Violet disinfection	Datum	22-09-2020
		Status	Concept

Introductie UV-desinfectie

UV desinfectie is een fysisch desinfectie proces waarbij de mate van desinfectie door diverse factoren wordt bepaald:

- de gevoeligheid van het organisme voor UV licht
- de golflengte van het UV licht
- de intensiteit van het UV licht
- de blootstellingsduur
- de praktijk:
 - hydraulische condities (verdeling straling en stromingspatroon)
 - UV-transmissie van het water (opgeloste stoffen)
 - Troebelheid van het water
 - UV-dosis of UV-fluence (intensiteit UV licht * tijd) die volgt uit de intensiteit van het UV licht, de plaatsing van de lampen, het stromingspatroon (verblijftijd en afstand tot de lamp van een 'waterdeeltje') en de UV-transmissie van het water

Het organisme, de UV-dosis en lamptype zijn de belangrijkste condities die bij desinfectie-experimenten worden onderzocht. Deze worden in de tool weergegeven met de UV-dosis (mJ/cm^2) op de X-as en de log-reductie op de Y-as. In het algemeen leidt een hogere UV-dosis tot meer inactivatie, maar vlakkt deze toename af bij hogere UV-dosis. Figuur V.1 geeft een voorbeeld voor de inactivatie van poliovirus. Daarin is dit effect duidelijk zichtbaar.



Figuur V.8 Voorbeeld log-reductie van poliovirus door UV-desinfectie.

Toelichting webtool referentiedocument UV-desinfectie

In het referentiedocument zijn alle log-reducties uit peer-reviewed literatuur opgenomen waarvoor de UV-dosis in een collimated beam opstelling is bepaald. Bij deze experimenten wordt de UV-dosis nauwkeurig bepaald, zodat werkelijk de eigenschappen van het organisme worden bepaald zonder invloed van de constructie van de UV reactor of de water-matrix. Bij vertaling naar de praktijk dient rekening te worden gehouden met de eigenschappen van de reactor zoals hieronder wordt toegelicht. Overige condities zoals lamptype en watertype zijn ook opgenomen indien in referenties vermeld. Dit is echter niet altijd het geval. In de webtool kunnen de volgende selecties worden gemaakt:

- micro-organisme op niveau (NB door de wijze van rapporteren is dit niet altijd taxonomisch correct):
 - type (20/08/2020 nog niet beschikbaar)
 - genus
 - species
 - strain
- UV-dosis range
- Blootstellingsduur range
- Lamptype
- Watertype

De geselecteerde gegevens geven in de grafiek een eerste indruk van de mate van inactivatie die kan worden bereikt. Door met de muis op een punt te wijzen krijgt u informatie over dat specifieke punt (de UV-dosis, log verwijdering en betreffende publicatie). Op basis van de selectie worden automatisch de parameters van het procesmodel bepaald zodat ook voor andere condities de inactivatie kan worden geschat (zie onder *Procesmodel*). De resultaten worden boven de grafiek weergegeven.

Boven de grafiek is weergegeven hoeveel gegevens (log-reducties) er zijn geselecteerd en uit hoeveel referenties deze afkomstig zijn. Naarmate de selectie specifieker wordt zal het aantal gegevens en daarmee de kennisbasis voor conclusies afnemen. Dit geeft inzicht in de mate van kennis over de inactivatie bij specifieke condities. Het is niet mogelijk om aan te geven hoeveel gegevens of referenties nodig zijn voor een betrouwbaar en eenduidig resultaat. Ervaring leert dat vanaf circa 5 referenties een redelijk duidelijk beeld ontstaat van de effectiviteit, maar dit is ook afhankelijk van de specifieke resultaten.

Onder de grafiek zijn de referenties opgenomen waar de geselecteerde gegevens uit afkomstig zijn. Deze bevatten een link (DOI) waarmee u de originele publicatie kunt opzoeken bij de uitgever. Een schijnbaar afwijkende studie kan uit de selectie worden gehaald door deze uit te vinken (20/08/2020 nog niet beschikbaar).

Via de knop "Export.." kunt u de resultaten exporteren in een pdf bestand (20/08/2020 nog niet beschikbaar). Deze omvatten:

- de gemaakte selecties
- de grafiek met gegevens
- het procesmodel met gefitte parameters
- deze toelichting inclusief:
 - belangrijke factoren die de effectiviteit beïnvloeden
 - richtlijnen voor het implementeren van het zuiveringsproces
 - de standaardselecties in het referentiedocument om reductie van indexpathogenen te bepalen voor de AMVD
 - hoe de gevonden reductie van indexpathogenen kunnen worden gebruikt in de AMVD
 - hoe de gevonden reductie in te voeren in QMRAspot.

Procesmodel

Er zijn meerdere procesmodellen ontwikkeld voor UV-desinfectie. Voor het referentiedocument wordt een eenvoudig inactivatiemodel gebruikt, omdat de vereiste informatie voor meer complexe modellen niet in alle publicaties wordt gegeven. Door de modelparameters voor verschillende organismen te vergelijken ontstaat inzicht in de onderlinge verschillen in gevoeligheid voor UV-desinfectie tussen de diverse organismen. Het model gaat uit van 'ideale condities' waarbij alle organismen aan dezelfde UV-desinfectie worden blootgesteld (propstroom- of batch-condities). Voor de vertaling naar de praktijk wordt aanbevolen om een gevalideerde reactor te gebruiken waarvoor de RED (reduction equivalent dose) bekend is. (zie 'Vertaling naar de praktijk'). Het model is beschreven in Hijnen et al. (2006). De waarde van k wordt berekend uit de geselecteerde gegevens inclusief de onzekerheid over die waarde.

$$10\log(N_0/N) = \min(k_{UV} \cdot D_{UV}; MIC_{\max})$$

k_{UV} = inactivatieconstante

D_{UV} = UV dosis (mJ/cm²)

$MIC_{\max}$ = bovengrens UV inactivatie

Hijnen, W.A., Beerendonk, E.F. and Medema, G.J. (2006) Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: a review. Water Res 40(1), 3-22.

Standaard selecties voor de AMVD

Onderstaande selecties worden voorgesteld voor het bepalen van de reductie van de diverse indexpathogenen in de AMVD. Voor de parameters kan een exacte waarde, een bereik of een ander criterium worden opgegeven. Een aantal selecties is afhankelijk van de specifieke situatie waarvoor de AMVD wordt opgesteld en dient door de gebruiker te worden gekozen. Hiervoor is aangegeven hoe groot de spreiding (range) van de selectie mag zijn. Hoe specifieker de condities, hoe minder gegevens beschikbaar zullen zijn. De keuzes zullen daarom steeds situatie-specifiek zijn en afhankelijk van de hoeveelheid gegevens.

Data selection			
Index pathogen	Cryptosporidium	Species	Strain
Type	Parasite		
Genus	Cryptosporidium	ALL	ALL
Lamp	ALL		
Water type	Backwash recycle water; drinking water, laboratory water		

UV dose	>1 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	

Results			
k_{UV}	0.953	± 0.06	
MIC_{max}	3.47	± 0.10	
Remarks: Old tests using excystation of <i>Cryptosporidium</i> as analysis method underestimated the effect of UV on <i>Cryptosporidium</i> infectivity, therefore excystation data is excluded. Exposure time is rarely reported, excluding long exposure times doesn't exclude these data.			

Data selection			
Index pathogen	enterovirus	Species	Strain
Type	Virus Phage		
Genus	<i>Calicivirus</i> canine, <i>Calicivirus</i> feline <i>Coliphage</i> MS2 <i>Coliphage</i> Q β <i>Coxsackievirus</i> B5 <i>Echovirus</i> 1 <i>Echovirus</i> 11 <i>Hepatitisvirus</i> A <i>Poliovirus</i> <i>Poliovirus</i> 1	ALL	ALL
Lamp	ALL		
Water type	Backwash recycle water; drinking water, Broth, laboratory water, ground water, surface water, tap water, secondary effluent		
UV dose	>1 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Results			
k_{UV}	0.088	± 0.004	
MIC_{max}	3.37	± 0.11	
Remarks: The index pathogen enterovirus consists of single stranded RNA viruses (ssRNA). Only ssRNA viruses and phages are selected to represent Enterovirus inactivation. Since UV affects mostly the genetic material (RNA or DNA), dsRNA, ssDNA and dsDNA may be more resistant to UV. This is known for Adenoviruses (dsDNA). Exposure time is rarely reported, excluding long exposure times doesn't exclude these data.			

Data selection			
Index pathogen	Giardia	Species	Strain
Type	Parasite		
Genus	Giardia	ALL	ALL
Lamp	ALL		
Water type	drinking water; filtered and treated wastewater;		

UV dose	>0 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Results			
k _{UV}	0.256	± 0.05	
MIC _{max}	3.06	± 0.28	
Remarks: Giardia muris appears to be more persistent than Giardia lamblia. Since the Giardia species isn't determined in environmental samples, both are included in the assessment. The model parameters thus represent the uncertainty due to this lack of information Exposure time is rarely reported, excluding long exposure times doesn't exclude these data.			

Data selection			
Index pathogen	Campylobacter	Species	Strain
Type	Bacteria		
Genus	Campylobacter Escherichia	ALL Coli	ALL ALL
Lamp	ALL		
Water type	laboratory water, secondary effluent		
UV dose	>0 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Results			
k _{UV}	0.539	± 0.018	
MIC _{max}	6.08	± 0.50	
Remarks E. coli is included in the selection since it is more persistent than Campylobacter, which is used as an index pathogen for bacterial pathogens. This is therefore a conservative approach to estimate treatment effect. Exposure time is rarely reported, excluding long exposure times doesn't exclude these data.			

GENERAL FINDINGS FROM REVIEWS:

Hijnen et al. 2006

Aspects reducing inactivation

Micro-organisms

Environmental more resistant than seeded
Bacteria and bacterial spores

Maya, C. (2003). Water Sci. Technol.: Wat. Supply, 3: 285-291
Mamane-Gravetz, H. (2005a). J. Appl. Microbiol. 98: 351-363
Hijnen, W.A.M. (2004b). Water Sci. Technol.: Wat. Supply, 4: 54-61.

Watercare, (2002). Disinfection review report Water Care Services Ltd. New Zealand

Gehr, R. (1996). Water Qual. Res. J. Can. 31: 263-281

Photo Repair Legionella pneumophila

Knudson, G.B. (1985). Appl. Environ. Microbiol. 49: 975-980.
Oguma, K. (2004). Water Research 38 (11), 2757-2763.

Photo Repair E. coli, Y. enterocolitica, S. typhi,
V. cholera

Bernhard, H. (1994). GWF Wasser-Abwasser 135: 677-689.
Sommer, R. (2000a). J. Food Prot. 63: 1015-1020.

Zimmer, J.L. (2002). Appl. Environ. Microbiol. 68: 3293-3299.

Particle association higher resistance thermotolerant coliforms	Qualls, R.G. (1983b). J. Water Pollut. Control. Fed. 55: 1280-1285. Havelaar, A.H. (1987). Ozone Sci. And Eng. 9: 353-368. Örmeci, B. (2002). Wat. Sci. Technol.: Water Supply 2: 403-410.
<i>Process conditions</i>	
Fluence assessment: lower effects in continuous flow systems	Matiny, H. (1990). Zbl. Hyg. 190: 380-394. Schoenen, D. (1991). Zbl. Hyg. 191: 396-405. Bernhard, H. (1994). GWF Wasser-Abwasser 135: 677-689.
Fluence assessment: calculations lower than measured	Sommer, R. (2000b). Wasser Berlin, IOA, October 23-26, 2000. Hijnen, W.A.M. (2004b). Water Sci. Technol.: Wat. Supply, 4: 54-61.
Aspects increasing inactivation	
<i>Micro-organisms</i>	
No effect environmental spp.	Slade J.S. (1986). Wat. Sci. Technol. 18: 115-123
viruses/bacteriophages	Watercare, (2002). Disinfection review report Water Care Services Ltd. New Zealand Simpson, D. (2003). Wat. Sci. Technol. 47: 37-43. Jacangelo, J.G. (2004). Wat. Sci. Technol. 47: 193-198. Watercare, (2002). Disinfection review report Water Care Services Ltd. New Zealand
Lower resistance Adenovirus env.	Zimmer, J.L. (2002). Appl. Environ. Microbiol. 68: 3293-3299.
No Photo repair E. coli after PC light	Oguma, K. (2004). Water Research 38 (11), 2757-2763.
No photo/dark repair Cryptosporidium	Morita, S. (2002). Appl. Environ. Microbiol. 68: 5387-5393. Shin, G. (2001). Appl. Environ. Microbiol. 67: 3029-3092. Zimmer, J.L. (2003). Water Research 37: 3517-3523.

TOELICHTING IN HET KADER VAN DE AMVD

Randvoorwaarden

- UV-installatie is gevalideerd volgens Önorm of vergelijkbaar:
 - Merkblatt DIN 5873 Österreichisches Normungsinstitut (ÖNORM)
 - USEPA Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule (2006)
 - Merkblatt W294 1-3 der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW)
- Sturing van de installatie dient de zogenaamde REF dosis te waarborgen (reduction equivalent fluence)
- Sturing corrigeert automatisch voor:
 - Debiet (contacttijd)
 - UV-extinctie water
 - Lampintensiteit en veroudering d.m.v. een UV sensor
- Troebelheid <5 NTU

Opmerkingen

De werking van de UV-installatie is afhankelijk van goed onderhoud. Aanslag op UV lampen, kwartsbuizen, de reactorwand of de UV-sensor kunnen de werking beïnvloeden. Bij het vervangen van materialen zoals de

UV-lamp lamp, de kwartsbuis of de sensor moet worden gecontroleerd of het resulterende UV-spectrum voldoende overeenkomt met die waarbij de installatie is gevalideerd.

Voor een aantal organismen is bekend dat zij onder invloed van licht beschadigd DNA deels kunnen herstellen (zie referenties hieronder). Voor drinkwatertoepassingen geldt doorgaans dat het water donker wordt opgeslagen en gedistribueerd en dit effect daarom niet speelt.

Photo Repair *E. coli*, *Y. enterocolitica*, *S. typhi*, *V. cholera*:

- Bernhard, H. (1994). GWF Wasser-Abwasser 135: 677-689.
- Sommer, R. (2000a). J. Food Prot. 63: 1015-1020.
- Zimmer, J.L. (2002). Appl. Environ. Microbiol. 68: 3293-3299.

Photo Repair *Legionella pneumophila*:

- Knudson, G.B. (1985). Appl. Environ. Microbiol. 49: 975-980.
- Oguma, K. (2004). Water Research 38 (11), 2757-2763.

Middendruklampen geven een UV-spectrum met verschillende golflengtes waardoor de inactivatie kan verschillen van die bij lage druk lampen bij gelijke dosis gemeten bij 254 nm. Dit verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door korte golflengtes. De USEPA Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule (2006) staat een correctiefactor toe om de desinfectiecapaciteit van lagedruk-lampen om te rekenen naar middendruk-lampen. Echter, in de praktijk dringen deze golflengtes nauwelijks door in water door de hoge extinctie en wordt nauwelijks meer inactivatie bereikt. Voor Nederland wordt daarom geen correctiefactor voor vertaling lagedruk naar middendruk toegepast. Voor de selecties in de het referentiedocument is voor de indexpathogenen besloten om zowel lage- als middendruk lampen te selecteren, omdat deze voor de betreffende pathogenen en hun indicatororganismen weinig verschil blijken te maken en de grotere hoeveelheid gegevens een betrouwbaarder schatting van de inactivatie mogelijk maakt. Voor organismen waarbij het type lamp wel een belangrijk verschil maakt, zoals adenovirussen, wordt aanbevolen om alleen lagedruk lampen te selecteren, of nader te bepalen of middendruk lampen in de praktijk tot meer inactivatie leiden.

VI Gebruikshandleiding en invoeren in QMRAspot

De webtool voor het referentiedocument kan via de volgende link worden geopend. De tool zal worden toegevoegd aan de Watershare website, maar blijft vrij beschikbaar, ook voor niet Watershare leden. Het password is bedoeld om bij te kunnen houden wie de tool gebruiken.

[http://beta.tools.watershare.eu/qmra/\\$/](http://beta.tools.watershare.eu/qmra/$/)

Login: qmra

Password: kwr123

Startscherf

In het startscherf kan de gewenste zuiveringstechnologie worden gekozen. Op het moment van schrijven zijn beschikbaar:

- UV-desinfectie
- ozon-desinfectie
- RO membraanfiltratie (omgekeerde osmose)
- bodempassage

De gebruiker kan zelf organismen en procescondities uit- of aan zetten door er op te klikken, waarbij standaard alle selecties aan staan. Vervolgens kunnen micro-organismen ook op een lager detail-niveau worden gekozen. Als alternatief kan onder het tabblad "Select by Index Pathogen" de betreffende indexpathogeen worden gekozen, waarbij vervolgens de afgesproken keuzes voor de AMVD automatisch aan worden gezet.

Bij zuiveringstechnologieën waarvoor een procesmodel is opgenomen wordt boven de grafiek de vergelijking weergegeven van het procesmodel. De parameters van het procesmodel worden berekend op basis van de geselecteerde gegevens. Door met de muis op een punt te wijzen krijgt u informatie over dat specifieke punt (log-verwijdering, debetreffende publicatie en eventuele aanvullende informatie). Via de link in de publicatielijst onder de grafiek kunt u de originele publicatie opzoeken.

Via de knop "Export" kunt u de resultaten exporteren in een pdf-bestand. Bij deze resultaten zit ook een toelichting op het proces, belangrijke factoren die de effectiviteit beïnvloeden, richtlijnen voor het implementeren van het zuiveringsproces, de standaardinstellingen voor de AMVD en hoe de resultaten te gebruiken in de AMVD.

Invoeren in QMRAspot

Voor het uitvoeren van de risicoanalyse in de AMVD kan QMRAspot worden gebruikt. Effectiviteit uit de literatuur kan daarin onder het tabblad 'Treatment' worden ingevoerd als parameters van een Bèta-verdeling met de parameters α en β . Het referentiedocument geeft, na selectie van de voorgeschreven organismen en condities, een vergelijking voor de inactivatie van de indexpathogeen (20/08/2020 nog niet beschikbaar), bijvoorbeeld:

Fit: $\log \text{ inactivation} = \min(k \times \text{dose}, MIC_{max}) = \min(0.088 (\pm 0.004) \times \text{dose (mJ/cm}^2), 3.37 (\pm 0.11))$

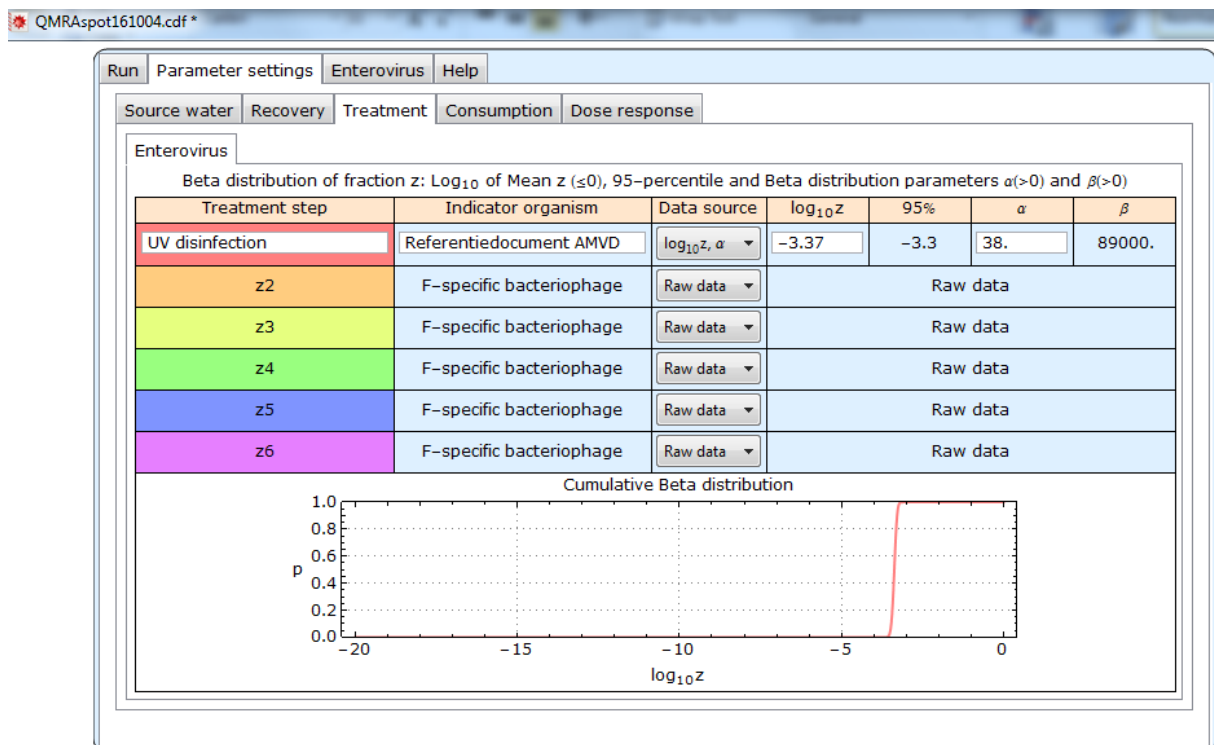
Door de in de praktijk toegepaste (en gevalideerde) UV dosis in te voeren kan de effectiviteit op basis van de literatuur worden bepaald. Stel dat de dosis 40 mJ/cm² bedraagt dan volgt voor de verwachte inactivatie:

$\log \text{ inactivation} = \min(0.088 \times 40, 3.37) = \min(3.52, 3.37) = 3.37$

Rekening houdend met de onzekerheid kan ook de meest ongunstige schatting (95 percentiel) van de inactivatie worden bepaald:

$$\log \text{ inactivation} = \min((0.088 - 0.004) \times 40, 3.37 - 0.11) = \min(3.36, 3.26) = 3.26$$

In QMRAspot kan voor de betreffende zuiveringsstap “log₁₀z, α” worden gekozen. Onder “log₁₀z” vult men de log-verwijdering in als -3.37 (let op het min teken). Vervolgens kan met ‘trial and error’ een waarde voor α worden ingevuld zodanig dat het 95 percentiel (95%) overeen komt met -3.26, in dit geval bij een waarde van circa 38 (NB. het 95 percentiel is met één decimaal weergegeven in QMRAspot zodat de schatting van α niet exact kan worden gemaakt). Dit resulteert in onderstaand voorbeeld.



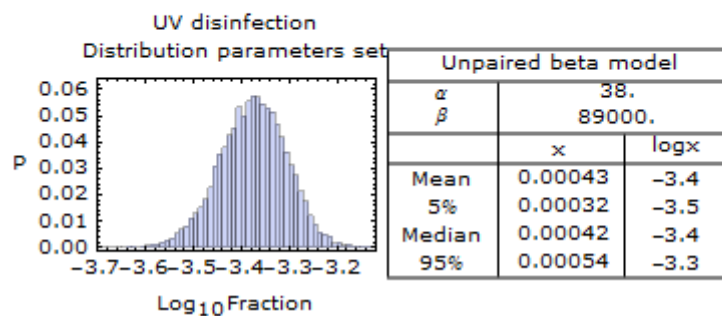
Figuur V.2 Screenshot van handmatige invoer van effectiviteit zuivering in QMRAspot.

In de QMRAspot rapportage resulteert dit in onderstaande beschrijving van de effectiviteit:

z1

Referentiedocument AMVD-UV disinfection

Histogram of Monte Carlo samplings of treatment distribution



Figuur V.3 Voorbeeld van handmatig ingevoerde reductie van pathogeen in rapportage van QMRAspot.

Ozon-desinfectie

De effectiviteit van ozon-desinfectie volgt het zogenaamde CT-concept. De bereikte desinfectie is gerelateerd aan

het product van concentratie ozon en contacttijd. Daarnaast verloopt desinfectie bij een hogere temperatuur sneller en kan de pH van enige invloed zijn. De concentratie ozon neemt eerst snel af na dosering en vervolgens meer geleidelijk. In de praktijk is vaak geen ozon meer meetbaar na de contactkelders. Het bepalen van de CT in de praktijk, en ook bij experimenten, is lastig. Dit blijkt ook uit de verzamelde gegevens in het referentiedocument. Binnen een studie worden vaak goede verbanden aangetoond, maar tussen studies zijn soms grote verschillen zichtbaar waarvan wordt vermoed dat het nauwkeurig bepalen van de CT de oorzaak is. In de webtool wordt de desinfectie versus CT getoond, waarbij de kleur van de punten in de grafiek de temperatuur weergeeft.

Het Chick-Watson model is toegepast om de desinfectie te beschrijven. De inactivatieconstante daarin is temperatuurafhankelijk, wat met een Arrhenius-vergelijking kan worden omschreven. Uit de geselecteerde gegevens worden de parameters voor zowel de Arrhenius-vergelijking als het Chick-Watson model afgeleid. Door de verschillen tussen studies zijn de resultaten echter vaak niet consistent. Soms wordt bijvoorbeeld een lagere inactivatieconstante gevonden bij een hogere temperatuur. Hierdoor verloopt dit deel van de webtool niet goed, hiervoor moet nog een oplossing worden gezocht. De webtool kan worden gebruikt door de (minimale en gemiddelde) inactivatie bij de toegepaste CT en temperatuur in de praktijk af te lezen in de grafiek. Deze waarden kunnen op dezelfde manier in QMRAspot worden ingevoerd als bij UV-desinfectie.

RO-membraanfiltratie

Voor membraanfiltratie kon geen relatie worden gelegd tussen parameters en log-verwijdering. De ‘molecular cut-off’ waarde is een veelgebruikte maat voor de dichtheid van een RO-membraan, maar is in vrijwel geen enkele publicatie opgenomen. Het referentiedocument geeft daarom slechts een overzicht van log-verwijdering per publicatie. Opvallend is dat bij veel membranen de gemeten log-verwijdering beperkt is, terwijl op basis van theorie wordt verwacht dat alle micro-organismen worden verwijderd. Mogelijke oorzaken hiervan zijn:

- fouten bij het experiment waardoor monsters besmet raakten;
- lekkage langs andere onderdelen dan het membraan zelf, zoals afdichtingen en verbindingen.

Op basis van deze gegevens kan niet een log-verwijdering voor de AMVD worden afgeleid. Het overzicht van de studies maakt duidelijk dat validatie en verificatie van de log-verwijdering van het specifieke, in de praktijk gebruikte membraan met inbegrip van de opstelling nodig is. Binnen het BTO-AMVD project is daarom een methode ontwikkeld waarmee met van nature aanwezige virussen een zeer hoge verwijdering kan worden vastgesteld met een klein monstervolume. Nadere informatie hierover is te vinden in BTO-rapport *Natuurlijke virussen om de verwijdering van virussen door zuiveringsprocessen te bepalen* (BTO 2020.009) [18].

Bodempassage

Verwijdering van micro-organismen door bodempassage is een complex proces waarbij zeefwerking, hechting en afsterving een rol spelen. Veel factoren bepalen daarom de log-reductie door bodempassage waaronder de grootte van het organisme, reisafstand, stroomsnelheid, diameter zandkorrels, temperatuur, zuurstofgehalte/redox-omstandigheden en aanwezigheid van organisch materiaal in de bodem. De gegevens in het referentiedocument geven de verwijdering weer versus de reisafstand door de bodem. Doorgaans wordt het filtratiemodel van Tufenkji gebruikt om log-reductie te voorspellen. Hierin zit een aantal parameters, maar de voorspelling wordt vooral bepaald door de hechtingsefficiëntie. Deze is locatiespecifiek en niet eenvoudig te meten of bepalen. Op dit moment kan het referentiedocument deze parameter nog niet schatten uit de gegevens. Wel kan het referentiedocument worden gebruikt om resultaten van modelstudies te toetsen aan realistische waarden.

Langzame-zandfiltratie

Voor het zuiveringsproces langzame-zandfiltratie is een hyperlink opgenomen naar het model dat bij RIVM hiervoor is ontwikkeld. De laatste versie van het model voor langzame-zandfiltratie van RIVM is de testversie van 9 mei 2017. Bedrijven kunnen de testversie van het model downloaden en stand-alone gebruiken op een eigen computer (net als QMRAspot). Medio 2020 was er nog geen online tool beschikbaar.

Het model gaat uit van een modelparameter ‘hechtingsefficiëntie’ die per zuiveringslocatie verschilt en sterk de log-verwijdering bepaalt. Het is tot nu toe niet mogelijk gebleken om op basis van lokale condities deze hechtingsefficiëntie te voorspellen. De aanpak volgens het referentiedocument, dat uitgaat van voorspelling van de log-verwijdering op basis van meetbare parameters, zou daarom niet kunnen worden toegepast voor dit proces in de AMVD.

Feedback op de webtool

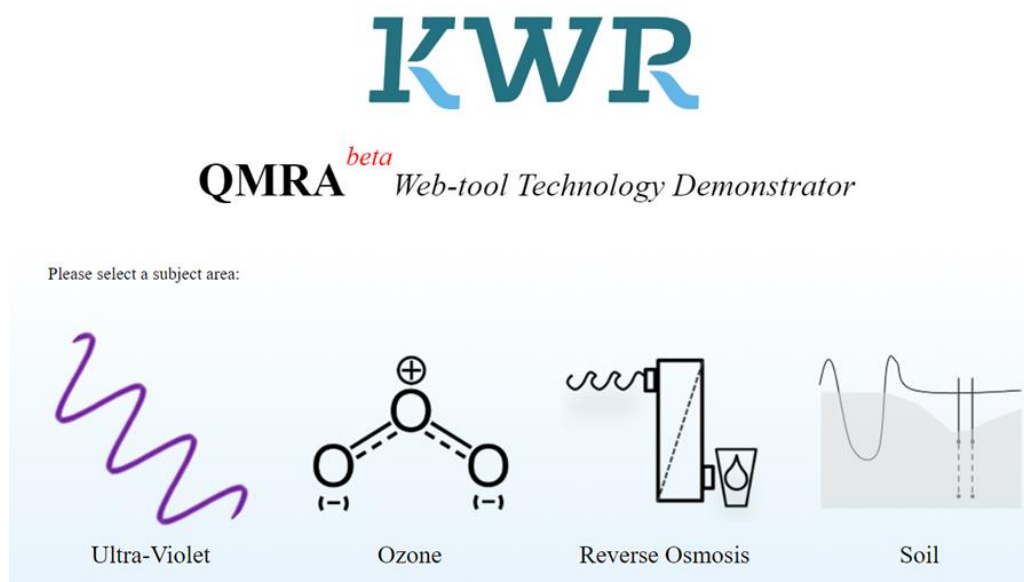
De webtool is uitvoerig getest. Toch kan het voorkomen dat er fouten (bugs) optreden bij gebruikers. Wij doen u het verzoek fouten door te geven en daarbij te vermelden hoe deze fout tot stand komt. Wilt u daarbij ook beschrijven hoe wij het optreden van de fout kunnen reproduceren?

Daarnaast kunnen er vanuit de gebruiker ideeën voor verbetering of verduidelijking zijn. Ook die verzoeken wij u door te geven zodat wij die in de toekomst kunnen implementeren. Probeer daarbij zo specifiek mogelijk te zijn.

VII Stand van zaken referentiedocument

Activiteiten in de periode 2018 – 2020

Nadat in 2017 PCD 8 'Protocol Referentiedocument AMVD' is afgerond, vastgesteld en gepubliceerd, zijn er diverse activiteiten geweest rond de kennis over de effectiviteit van zuiveringsprocessen voor het verwijderen of inactiveren van pathogenen en andere micro-organismen. Binnen het BTO-thema Biologische Veiligheid is in 2018 het project 'AMVD-onderzoek 1' gestart, met daarin het ontwikkelen van een basis voor ozon-desinfectie en onderhoud van het referentiedocument. De basis voor ozon-desinfectie is gelegd en deze tool is nu beschikbaar. In het kader van onderhoud is ook het literatuuronderzoek voor UV-desinfectie uitgebreid en afgerond. In 2019 is het project 'AMVD-onderzoek 2' gestart, waarin de verdere ontwikkeling van bodempassage en een basis voor membraanfiltratie is opgenomen. Beide processen zijn nu ook beschikbaar in de webtool. Technisch is de opbouw van de databases en implementatie in de webtool gewijzigd om het toevoegen van nieuwe processen te vereenvoudigen.



Figuur VII.1 Screenshot van startscherm Referentiedocument webtool.

Voor een viertal processen zijn webtools ontwikkeld om de data te analyseren. Figuur VII.1 toont het startscherm met de huidige beschikbare tools. De tools kunnen worden gebruikt door in te loggen met behulp van onderstaande gegevens. Ook is de tool gepresenteerd op het IWA Water Reuse congres in Berlijn in 2019, waarvan de presentatie beschikbaar is via de hieronder opgenomen hyperlink.

Inloggegevens Referentiedocument

[http://beta.tools.watershare.eu/qmra/\\$/](http://beta.tools.watershare.eu/qmra/$/)

User name: WHO

Password: WHO123

Presentation at IWA Water Reuse 2019 Berlin.

Rolling literature review treatment efficacy for QMRA

<https://library.kwrwater.nl/publication/59750350/>

Langzame-zandfiltratie, RIVM-model

Bij het opstellen van de eerste editie van het referentiedocument in 2017 is destijds afgesproken om voor de zuiveringsstap langzame-zandfiltratie een hyperlink op te nemen naar het model dat bij RIVM hiervoor in ontwikkeling was. De laatste versie van dat model voor langzame-zandfiltratie van RIVM is de testversie van 9 mei 2017. Bedrijven kunnen de testversie van het model opvragen bij RIVM en standalone gebruiken op een eigen computer (net als QMRAspot). Tot op heden is er nog geen online tool beschikbaar.

Voor het referentiedocument zijn wel de gegevens verzameld voor langzame-zandfiltratie (zie Tabel 3), maar deze zijn nog niet omgezet in een webtool. Dit viel buiten de BTO-projecten rond het referentiedocument. Mogelijk wordt dit in een nieuw BTO-project opgenomen.

Samenwerking in verband met WHO-richtlijnen

In 2018 is contact gelegd met Karl Linden van de University of Colorado in Boulder (UCB) in de Verenigde Staten. Zijn onderzoeksgroep is met een gelijksoortig project bezig voor de WHO (Wereldgezondheidsorganisatie) in verband met het updaten van tabellen 7.7 en 7.8 van haar drinkwaterrichtlijnen (Guidelines for Drinking Water Quality, GDWQ). Daarbij is besloten om samen te werken, zodat dubbel werk werd voorkomen en ook inzichten kunnen worden gedeeld. Inmiddels zijn de literatuuronderzoeken en de dataextractie vrijwel afgerond en werkt men in de VS aan het vertalen van de gegevens naar de tabellen in de WHO-GDWQ. Hiervoor wordt samen gewerkt met Joe Brown van 'Georgia Tech' (Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA), die ook bij het werk voor de WHO is betrokken.

Global Water Pathogen Project

Daarnaast heeft KWR meegewerkt aan het Global Water Pathogen Project, waarin wetenschappers wereldwijd hebben samengewerkt om kennis over pathogenen in water bij elkaar te brengen. Dit omvat ook hun verwijdering of inactivatie door zuiveringsprocessen. De resultaten van het project zijn beschikbaar op www.waterpathogens.org. Daarbij is vooral kwalitatieve kennis omschreven, die kan worden gebruikt voor de toelichtingen bij de zuiveringsprocessen in het referentiedocument.

AquaNES project

Binnen het EU-project AquaNES is een QMRA-tool ontwikkeld voor alternatieve bronnen en alternatieve vormen van water(her)gebruik. Uitgangspunt daarvoor zijn gegevens die al zijn geconsolideerd tot tabellen met concentraties en reductie van pathogenen, zoals die in de WHO-GDWQ. In deze tool zijn ook afvalwater- en hergebruik-processen opgenomen. Deze zijn mogelijk nu al interessant voor gebruikers van het referentiedocument. Een koppeling tussen deze tool en het referentiedocument zou in de toekomst mogelijk van meerwaarde zijn. In dit kader is ook de verwijdering van pathogenen door helofytenfilters (constructed wetlands) onderzocht als afstudeerproject.

AquaNES QMRA-tool

Tool: <https://tinyurl.com/AquaNES-QMRA>

Workshop IWA Water Reuse 2019 Berlin: <https://library.kwrwater.nl/publication/59750843/>

Verzamelde literatuurgegevens

Door samenwerking met UCB, GTU en AquaNES zijn naast het werk in het BTO veel gegevens beschikbaar gekomen over diverse zuiveringsprocessen. Tabel 3 geeft een overzicht van de stand van zaken en welk instituut het betreffende proces heeft onderzocht. De kolom 'References' daarin betreft het aantal publicaties waaruit data is overgenomen. Dit is een fractie van het totaal aantal publicaties dat is onderzocht op geschiktheid. LRV's zijn log reduction values oftewel individuele waarden van log-reducties. Voor UV betekende dit een verdubbeling van het aantal LRV's ten opzichte van 2017.

Tabel 3 Overzicht van verzamelde 'log reduction values' (LRV) door KWR en UCB.

Process	References	LRVs	Leading
Coagulation-sedimentation	51	491	UCB
Rapid Sand Filtration	9	In progress	UCB
Chlorination	78	1677	UCB
Infiltration/bank filtration	45	209	KWR
UV-disinfection	234	2457	KWR
Ozonation	61	1700	KWR
Slow sand filtration	7	282	KWR
MF, UF, NF membranes	37	In progress	UCB
Reverse Osmosis	16	125	KWR
Household treatment systems (13 technologies)	351	8512	UCB
Constructed wetlands	28	429	KWR