



PCD 8:2017 | Januari 2017

**Protocol
referentiedocument
AMVD**

Protocol referentiedocument AMVD

KWR | PCD 8:2017 | Januari 2017

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

Dr.ir. P. Smeets

Jaar van publicatie
2017

Meer informatie

Patrick Smeets
T (030) 60 69 584
E Patrick.Smeets@kwrwater.nl

KWR
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

T 030 60 69 511
F 030 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



Watercycle
Research
Institute

PCD 8:2017 | Januari 2017 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag 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, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

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 efficiency 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 handelwijze' 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 Praktijkrichtlijnen, 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 Watercycle 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 Watercycle 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 Watercycle Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkrichtlijnen. 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 Praktijkrichtlijnen.

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op 'Watnet', het KWR-intranet voor de drinkwaterbedrijven.

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

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

Protocol referentiedocument AMVD

Editie

Dit is de eerste editie van deze praktijkcode.

Status

Dit protocol 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 (Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater). 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 document is tot stand gekomen gedurende een project in drie fasen in de periode 2014 tot en met 2016. Het is daarmee niet alleen een protocol voor de activiteiten die met het referentiedocument AMVD gemoeid zijn, maar ook een vastlegging van uitgangspunten en afwegingen gedurende dat project.

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. Dat geldt ook voor hoe de resultaten in de AMVD moeten worden gebruikt. De discussie daarover vindt plaats binnen de WIR (Werkgroep Infectie Risico) en is uiteindelijk ter beoordeling van ILT (onder advies van RIVM). Eventuele wijzigingen leiden niet noodzakelijk tot aanpassing van voorliggend protocol. Wel is in het protocol beschreven hoe dergelijke wijzigingen worden geïmplementeerd en vastgelegd.

Begrippen en afkortingen

De in deze Hygiënecode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende be- of omschrijving zijn opgenomen in bijlage I. 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.

Drinkwaterbedrijf of –laboratorium

Aqualab Zuid
Brabant Water
Dunea
Evides

Het Waterlaboratorium
KWR Watercycle Research Institute

Oasen
PWN
RIVM
Vitens
Waterbedrijf Groningen
Waternet
WLN
WMD
WML

Vertegenwoordiger(s)

Leo Keltjens;
Agata Donocik (agendalid);
Wim Oorthuizen (agendalid);
Trudy Suylen (tot en met 2015);
Eveline Sack (2016);
Eric Penders;
Patrick Smeets;
Martin Meerkerk (secretaris)
Harrie Timmer (voorzitter);
John Boogaard;
Jack Schijven;
Geo Bakker;
geen (via WLN);
Fred van Schooten;
Gerhard Wubbels
geen (via WLN);
Alwin Hubeek.

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkrichtlijnen in de vergadering van 26 januari 2017.

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 Watercycle Research Institute:

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

Inhoud

1	Inleiding	8
1.1	Project referentiedocument AMVD	8
1.2	Achtergrond: Literatuurwaarden en procesmodellen in de AMVD	10
1.3	Doel van dit protocol	10
1.4	Vraagstelling voor het literatuuronderzoek	11
1.5	Informatiebehoefte	12
1.6	Elementen van het referentiedocument AMVD	15
2	Vullen van het referentiedocument	16
2.1	Basis voor het protocol	16
2.2	Review team	17
2.3	Conflicterende belangen	17
2.4	Gebruikte software en hulpmiddelen	18
2.5	Stappenplan	18
2.6	Set process specific criteria	20
2.7	Define search terms	21
2.8	Identify studies (search)	21
2.9	Abstract and title screening	22
2.10	Obtain full tekst	23
2.11	Full tekst screening	23
2.12	Assess data in study	24
2.13	Check rectifications, updates, reviews	25
2.14	Extract data, conditions and information	25
2.15	Identify issues	26
2.16	Resolve issues	26
2.17	Reference document AMVD, Opbouw van de database	26
2.18	Evaluate quality versus quantity	26
2.19	Versiebeheer database	26
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	30
3.4	Stappenplan	31
	Constanten procesmodel	36
	Gevoeligheidsanalyse en regressiemodel	36
3.5	Versiebeheer	39
4	Literatuur	41

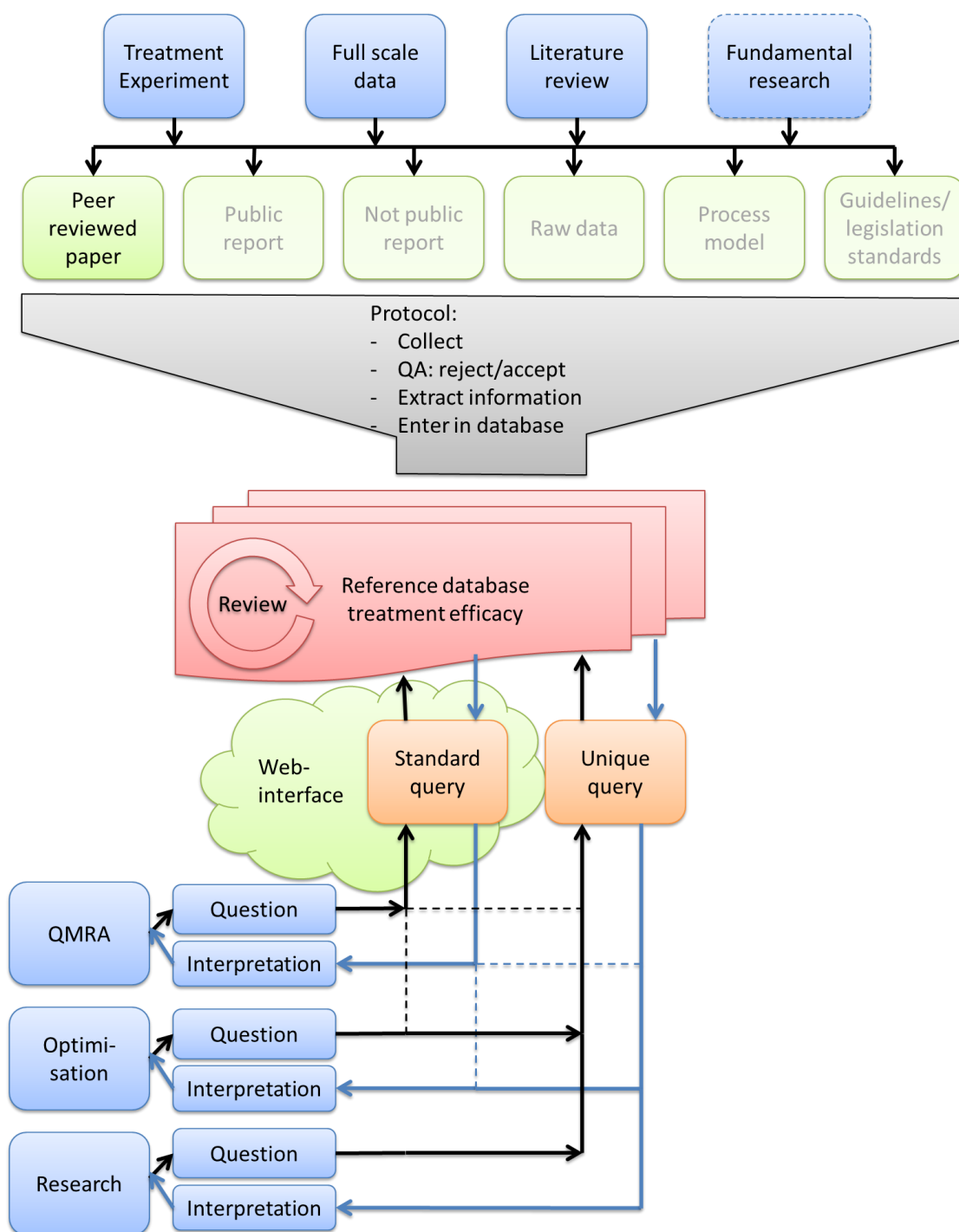
Bijlage I Afkortingen en begrippen met beschrijvingen	42
Afkortingen	42
Conservatieve benadering en veiligheidsfactoren	42
Invloedsfactoren	42
Procesmodellen	42
Protocollen	43
Log-reductie (verwijdering en inactivatie)	43
Toepassingsgebied en randvoorwaarden	43
Weringsprincipe	43
 Bijlage II Parameters Bodempassage, LZF en UV	 45
 Bijlage III Zoektermen en -resultaten	 50
 Bijlage IV Inclusie of exclusie criteria UV-desinfectie	 51
 Bijlage V Gebruikerswensen	 54
Doel en functionele eisen	54
 Bijlage VI Standaardinstellingen AMVD; UV desinfectie	 62
 Bijlage VII Motivatie UV-lamp keuze	 66

1 Inleiding

1.1 Project referentiedocument AMVD

Drinkwaterbedrijven zijn vanuit de wet- en regelgeving verplicht een Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater (AMVD) uit te voeren voor alle locaties waar oppervlaktewater wordt gebruikt. Voor de kwantitatieve microbiologische risicoanalyse in de AMVD wordt de concentratie pathogenen in ruwwater bepaald. Vervolgens wordt op basis van de effectiviteit van zuiveringsprocessen berekend hoeveel pathogenen in het drinkwater aanwezig kunnen zijn en wordt daaruit het infectierisico afgeleid. De effectiviteit van de zuivering wordt in principe bepaald door indicatororganismen voor en na zuiveringsstappen te meten. Vaak geven deze metingen echter onvoldoende uitsluitsel over de effectiviteit van de zuivering. In die gevallen kan onder andere gebruik worden gemaakt van wetenschappelijke kennis over de effectiviteit van processen. Deze kennis is echter niet eenduidig en er komt continu nieuwe kennis bij. De vertaling naar de AMVD dient daarom zorgvuldig te gebeuren.

In de Werkgroep Infectie Risico (WIR) wordt de invulling van de AMVD door de drinkwaterbedrijven besproken met Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) en RIVM (die de AMVD's beoordeelt). (NB de WIR is van 2012 tot 2015 niet actief geweest, op het moment van schrijven, december 2016, is de WIR actief met het omvormen van de inspectierichtlijn AMVD 5318 tot een leidraad waarin ook aanpassingen worden opgenomen op basis van ervaringen). 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. 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. Figuur 1 geeft schematisch weer hoe de database wordt opgebouwd en gebruikt.



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

In 2013 is in het project Voortraject referentiedocument AMVD een projectplan opgesteld (KWR 2013.092) om tot een referentiedocument te komen. Het Platform Bedrijfsvoering heeft opdracht gegeven voor uitvoering van de eerste stappen van het projectplan. In 2014, 2015 en 2016 zijn achtereenvolgens fase 1, 2 en 3 van het project uitgevoerd. Voorliggend document is het *Protocol referentiedocument AMVD*. Volgens het projectplan zou het protocol alleen het verzamelen van gegevens betreffen, wat is beschreven in Hoofdstuk 2. Lopende het project bleek er behoefte te bestaan aan één protocol waarin zowel het

verzamelen van gegevens als het raadplegen van de gegevens wordt beschreven. Dit heeft vorm gekregen in Hoofdstuk 3.

1.2 Achtergrond: Literatuurwaarden en procesmodellen in de AMVD

In 2013 en 2014 zijn de ervaringen van de drinkwaterbedrijven met de AMVD geïnventariseerd (BTO 2014.008). Daaruit blijkt dat bij iedere AMVD gebruik moet worden gemaakt van informatie uit literatuur om de effectiviteit van zuivering goed te kunnen beschrijven. Vervolgens wordt getoetst of de zuivering voldoende effectief is om aan de grenswaarde voor het infectierisico te voldoen. Dit betreft zowel procesmodellen als kentallen voor de efficiëntie van een proces (log-reductie). De hoeveelheid relevante en gebruikte literatuur hiervoor is beperkt en keuzes voor de meest geschikte referenties en selecties van parameterwaarden (variabelen en constanten in procesmodellen) worden per AMVD gemaakt. De keuzes kunnen de bepaling van de effectiviteit met meerdere logeenheden beïnvloeden en zijn vaak bepalend voor het al dan niet voldoen aan de grenswaarde voor het risico. 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 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. Voorliggend protocol 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 procesmodellen elementen kunnen bevatten die niet alleen in combinatie met het betreffende proces worden onderzocht, zoals de afstervingsnelheid in grondwater. De onderzoeken naar het effect van bodempassage en naar afstervingsnelheid kunnen apart gepubliceerd zijn. De scope van publicaties en zoektermen moet voldoende worden uitgebreid om dergelijke parameters volledig te karakteriseren. Zo zal bijvoorbeeld naast 'soil passage; underground filtration; etc.' ook op termen als 'inactivation in soil' moeten worden gezocht.

Anderzijds kan het combineren van gegevens uit verschillende onderzoeksvelden leiden tot combinaties die niet relevant zijn voor drinkwater. Bijvoorbeeld 'worst case' parameters voor een procesmodel voor UV desinfectie vanuit afvalwaterbehandeling zijn mogelijk niet relevant voor drinkwater. Naast bepaling van individuele parameters van een procesmodel moet het daarom ook mogelijk zijn om een overzicht te verkrijgen van effectiviteit van het totale proces. Voor bodempassage moet dus niet alleen informatie over afstervingsconstanten en hechtingsparameters worden verzameld, maar ook de totale reductie van organismen over een onderzochte afstand met bijbehorende conditie. Door de 'ruwe' onderzoeksresultaten te verzamelen, kunnen deze, onafhankelijk van de interpretatie door de individuele onderzoeker, worden vergeleken met andere onderzoeken. Ook geeft dit inzicht of onderzoek op relevante schaal (laboratorium versus full-scale) is uitgevoerd. Doel is daarbij een volledig overzicht van de stand van kennis, dus van alle literatuur, te geven.

1.3 Doel van dit protocol

Doel van het protocol 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. Dit laatste wordt besproken door de WIR, die een advies uitbrengt aan ILT. Deze vertaling naar de

AMVD kan in de toekomst wijzigen door nieuwe inzichten. Eventuele wijzigingen leiden niet noodzakelijk tot aanpassing van voorliggend protocol. In het protocol is beschreven hoe dergelijke wijzigingen worden geïmplementeerd en vastgelegd.

In het protocol worden op voorhand methoden en randvoorwaarden vastgelegd als basis voor de werkzaamheden en om bias in de studie te voorkomen en acceptatie door betrokken partijen te stimuleren. 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 het protocol kan worden gehandeld. Ook worden voorbeelden opgenomen ter illustratie en voor discussie bij het opstellen van het protocol zelf.

Aan de hand van het protocol moet iedereen het onderzoek op dezelfde wijze kunnen uitvoeren en zou dit tot hetzelfde resultaat moeten leiden. Daarmee wordt transparantie en wetenschappelijke verantwoording geborgd. Het protocol kan eventueel aan een onafhankelijke organisatie worden aangeboden ter toetsing (bijvoorbeeld CEE <http://www.environmentalevidence.org/>) waardoor de aanpak een nog meer geborgde status krijgt. Het protocol moet dan in het Engels worden opgesteld. De projectgroep heeft er voor gekozen het protocol in het Nederlands op te stellen.

1.4 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 (Van der Sluijs et al., 2005). Tabel 1 (EFSA 2011) geeft een aantal belangrijke criteria wanneer een 'scientific review' (een literatuuronderzoek) nodig is. Voor het referentiedocument AMVD kan hierover worden opgemerkt:

- 1a Identificeer parameters die locatiespecifieke invloed hebben op het zuiveringsproces, maar ook parameters die kunnen worden beïnvloed door het proces.
- 1b Focus op parameters die een belangrijke, centrale invloed hebben op het zuiveringsproces.
- 2 Het referentiedocument moet een gemeenschappelijke basis vormen voor het kwantificeren van de zuiveringseffectiviteit.
- 3 Beschouw de mogelijke spreiding van een parameter in relatie tot de consequenties voor de zuiveringseffectiviteit.
- 4 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 (EFSA 2011, adapted from Van der Sluijs et al. 2005).

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 <i>x</i> . Testing of <i>x</i> for hazard <i>h</i> 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

1.5 Informatiebehoefte

1.5.1 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.

1.5.2 Procescondities

Procescondities zijn de parameters die beschrijven onder welke condities proeven 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 II is een overzicht opgenomen van parameters die voor drie processen in publicaties worden genoemd. Dit overzicht is getoetst aan de kennis van de waterbedrijven over relevante parameters. Indien in de toekomst 'nieuwe' relevante parameters worden geïdentificeerd vraagt dit een uitbreiding van de database. Het toevoegen van het parameterveld in de

database, de queries en eventuele calculated fields is relatief eenvoudig. Het nagaan of de nieuwe parameters ook bij oudere studies waren gerapporteerd zal meer tijd vergen.

Daar waar procescondities niet vermeld zijn worden deze niet ingevuld in de database. Soms worden procescondities niet exact gekwantificeerd ("kamertemperatuur" "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 fluence of CT waarde bij desinfectie. De afleiding of berekening kan verschillen tussen publicaties, wat wordt toegelicht in de opmerkingen in de database.

1.5.3 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 etc. Daarnaast worden doorgaans algemene kenmerken zoals pH, troebelheid en geleidbaarheid gerapporteerd. Daarnaast 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.

1.5.4 Individuele metingen effectiviteit proces

Resultaten van experimenten worden op het niveau van reductie (verwijdering of inactivatie van het organisme) per experiment beschreven (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.

1.5.5 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 de AMVDs 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). Bevindingen over effectiviteit van een proces uit een AMVD zullen daarom worden opgenomen als deze zijn gepubliceerd, niet als ruwe meetgegevens.

1.5.6 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, Computational Fluid Dynamics).
- Specifieke constanten worden vaak onder ideale (laboratorium)condities bepaald, en moeten vervolgens in 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, watercondities.
- Verschillende studies kunnen elkaar sterk tegenspreken.
- Vaak worden verschillende studies samengebracht om specifieke constanten te bepalen, met risico op 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, bijvoorbeeld de UV-inactivatieconstante k wordt afgeleid uit een serie metingen bij verschillende fluence. 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.

1.5.7 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, deels beïnvloed 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 dit protocol is aangegeven hoe de effectiviteit onder specifieke condities wordt afgeleid voor de AMVD. Er wordt geen protocol opgesteld voor hoe 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. De gewenste (en haalbare) mogelijkheden hiervoor zijn beschreven in Bijlage V.

1.6 Elementen van het referentiedocument AMVD

In de volgende hoofdstukken wordt uiteengezet hoe het bovenstaande wordt gerealiseerd. Het referentiedocument bevat meerdere elementen, te weten:

- Voorliggend protocol referentiedocument AMVD;
- Database met gegevens over reductie door processen;
- Gebruikersinterface (web-based) waarmee gebruikers de database kunnen raadplegen en resultaten krijgen die voor de AMVD kunnen worden gebruikt;
- Toelichtende teksten per proces die bij de resultaten van de gebruikersinterface worden gevoegd;
- Standaardinstellingen voor data-selectie per proces zoals overeengekomen in de WIR;
- Registratie van literatuuronderzoek (gebruikte termen, resultaten, selectie inclusie-exclusie);
- Koppeltabel literatuur waarin opnieuw gebruikte data wordt geïdentificeerd (bijvoorbeeld bij reviews).

2 Vullen van het referentiedocument

2.1 Basis voor het protocol

Het opstellen van het referentiedocument AMVD moet voldoen aan eisen die gesteld worden 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* (EFSA 2010) 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 EFSA 2010) 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 (EFSA 2010).

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 tot 2017 uit een teamleider (Patrick Smeets), onderzoekers (Kimberly Learbuch, Nikki van Bel) 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 teamleider waarop de besloten aanpak wordt vastgelegd in de database (opmerkingen) en waar nodig worden geadresseerd in het protocol. Een steekproef van minimaal 4 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.

Het projectteam toetst op algemene voortgang en invulling van het project.

2.3 Conflicterende belangen

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

- Wanneer personen uit het team betrokken zijn geweest bij een studie;
- Uitkomst van een studie grote consequenties heeft voor de praktijk;
- Wanneer aanbevelingen voor nader onderzoek volgen.

In principe is beoordeling door een niet-betrokken expert wenselijk. Echter binnen de scope van het referentiedocument kan het voorkomen dat alle teamleden (intern en extern) betrokken zijn bij de studie, zoals bijvoorbeeld bij het onderzoek langzame zandfiltratie. Wetenschappelijke peer review die reeds heeft plaatsgevonden is daarbij een vorm van onafhankelijke toets. Ervaring leert echter 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 <http://ethics.ucsd.edu/UC/topics/conflicts.htm>). Betrokkenheid is overigens geen probleem, vaak onvermijdelijk en zelfs een voordeel, maar transparantie is wel belangrijk.

2.4 Gebruikte software en hulpmiddelen

Literatuuronderzoek vindt plaats met Internet Explorer en maakt gebruik van diverse hulpmiddelen (Science Direct, Scopus, PubMed, Google Scholar en andere) om wetenschappelijke literatuur te zoeken. Dit wordt nader beschreven in dit Hoofdstuk.

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

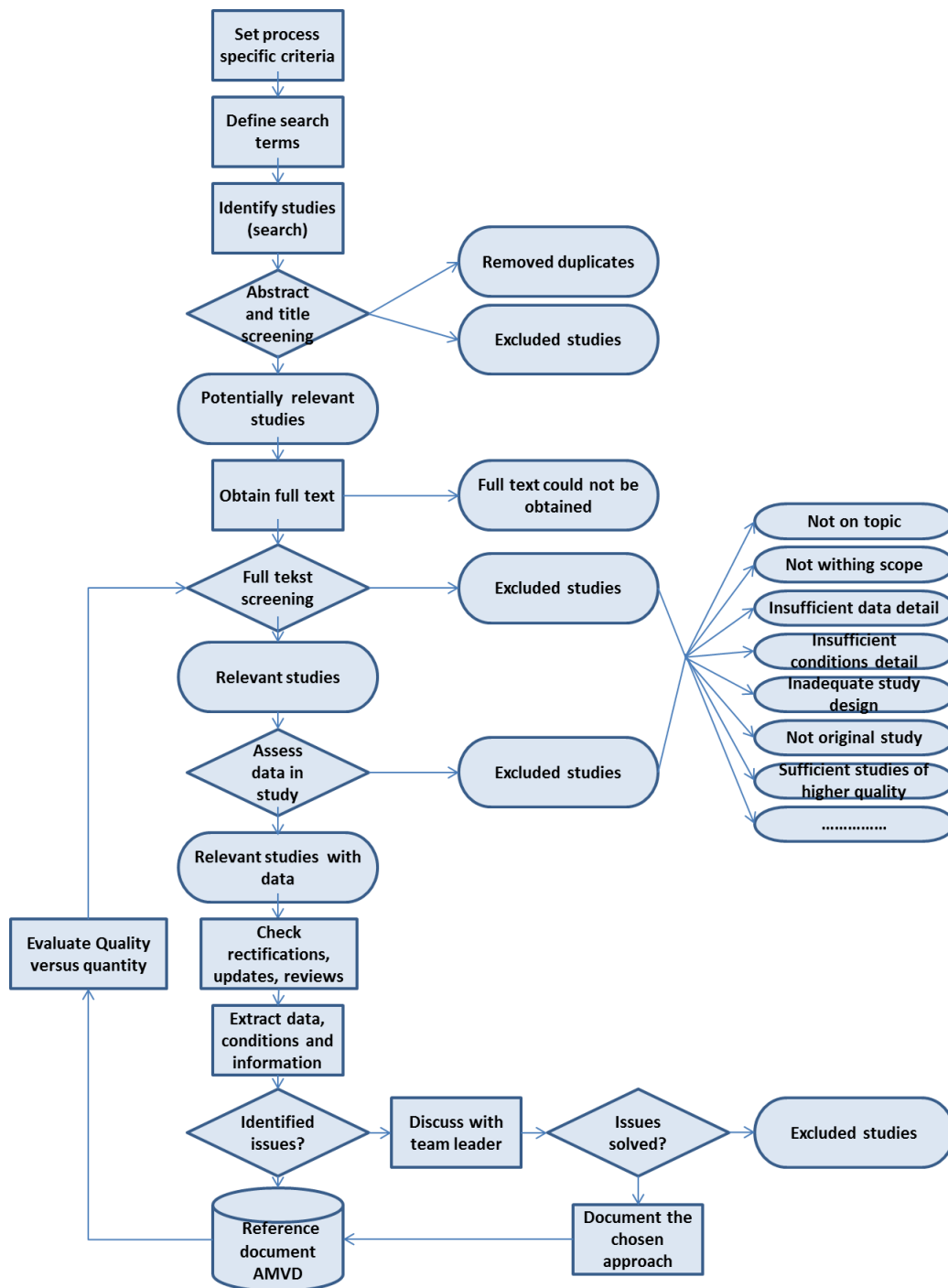
Zoekresultaten worden geordend in Microsoft Excel® en hierin wordt ook de reden voor inclusie of exclusie bijgehouden. Dit en de volgende stappen vinden plaats in het Engels om internationale samenwerking en toetsing mogelijk te maken. (N.B. Er is geen koppeling naar het referentiedocument voorzien waarmee een gebruiker kan nagaan of een publicatie is overwogen en waarom het is afgewezen (exclusie). Publicaties die geaccepteerd zijn (inclusie) staan in het referentiedocument).

De database is opgezet in Microsoft Access®, maar is omgezet in SQL server voor integratie met de gebruikersinterface (tool). Het opzetten en aanpassen van de database in MS Access® is relatief eenvoudig en inzichtelijk, maar is op termijn gevoeliger voor fouten, en werkt minder goed samen met andere toepassingen dan SQL server.

Python wordt gebruikt voor weergave en 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 hoeven deze daarom niet te installeren.

2.5 Stappenplan

In Figuur 2 is het stappenplan voor de aanpak van het vullen van het referentiedocument schematisch weergegeven. Bij de stap "identify studies (search)" zal een getrapte aanpak worden gehanteerd. Eerst worden de studies die gebruikt zijn in de recente reviews van Hijnen en LeChevallier opgenomen. Daarna zal een volledig onderzoek worden uitgevoerd waarbij het protocol wordt gevolgd. De volledigheid van dit onderzoek zal samenhangen met het beschikbare budget. Het proces van interne en externe kwaliteitscontrole is niet in het schema opgenomen.



Figuur 2 Process scheme of data identification and selection.

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), maak 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 alleen 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:

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

Regelmatig verwijzen studies naar data uit eerdere studies, waardoor het risico bestaat dat één set metingen meerdere malen wordt opgenomen en daardoor een onevenredige invloed krijgt op de resultaten. Deze samenhang van tussen studies wordt bijgehouden in een relatietabel zodat meerdere studies kunnen worden gekoppeld. De oorsprong van gegevens kan dan via een 'referentieboom' worden weergegeven. Ook verschillende interpretaties van dezelfde gegevens worden hiermee inzichtelijk.

De studie/het experiment omvat de 'unieke' gegevens die van belang zijn voor het overzicht. Het is mogelijk dat meerdere publicaties verwijzen naar één studie of dat meerdere studies worden beschreven in één publicatie. De gegevens worden gerapporteerd onder de 'meest originele' publicatie, waarbij koppelingen met andere publicaties wel worden vastgelegd. Daarmee wordt dubbel van gegevens voorkomen. 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 in verder uitgewerkt en toegelicht.

2.6 Set process specific 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, de range van procescondities relevant voor Nederlandse drinkwaterpraktijk en eventueel beschouwde procesmodellen beschreven. Dit biedt een basis voor het stellen van criteria voor zoeken en beoordelen. De bestaande literatuurstudies van Hijnen en LeChevallier 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 Ct versus de combinatie van concentratie en verblijftijd.

2.7 Define search terms

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 Bijlage III zijn voorbeelden opgenomen van zoekopdrachten en het aantal resultaten dat daarmee wordt verkregen. Toegepaste zoektermen en resultaten worden bijgehouden in een apart overzicht. Laten 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 Identify studies (search)

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.

2.8.1 Bestaande literatuurstudies

Startpunten voor het literatuuronderzoek voor het referentiedocument zijn de uitgebreide literatuurstudies over de effectiviteit van processen:

- Hijnen, W. A., E. F. Beerendonk, and G. J. Medema. "Inactivation Credit of Uv Radiation for Viruses, Bacteria and Protozoan (Oo)Cysts in Water: A Review." *Water Res* 40, no. 1 (2006): 3-22.
- Hijnen, W.A.M., and G.J. Medema. *Elimination of Micro-Organisms by Water Treatment Processes* Kwr Water Cycle Research Institute Series. London: IWA Publishing, 2010.
- LeChevallier, M. , and K.K. Au, eds. *Water Treatment and Pathogen Control Process; Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. Edited by WHO. London, UK.: IWA publishing, 2004

De oorspronkelijke studies die in deze literatuurstudies zijn opgenomen worden opgezocht om de gegevens er conform het protocol referentiedocument AMVD 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. Alleen 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 betreffende processen. De resultaten worden gedocumenteerd en verwerkt zoals weergegeven in Figuur 2. 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 zullen 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 geïdentificeerd zijn. 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. Daarom is besloten geen grijze literatuur op te nemen in het referentiedocument. Soms kan grijze literatuur wel helpen om relevante publicaties te vinden en kan dan worden gebruikt als ingang voor het literatuuronderzoek. Voorbeelden van grijze literatuur 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);
- Internet (Google, IWA WaterWiki);
- Zeer uitgebreide bibliotheek : <http://www.worldcat.org/> ;
- 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 Abstract and title screening

Een eerste selectie van studies vindt plaats op basis van de titel en eventueel het abstract. Dubbelingen worden verwijderd. Studies die niet relevant blijken, op basis van de criteria, worden in een lijst van afgekeurde studies geplaatst met de opmerking dat zij niet relevant

zijn. De overgebleven lijst is de lijst met 'Potentially relevant studies'. Voor de screening wordt een formulier ontwikkeld voor acceptatie/afwijzing. Dit formulier kan later ook als invoerformulier in de database zelf worden opgenomen. In Bijlage IV zijn voorbeelden opgenomen van eisen voor inclusie of exclusie voor UV desinfectie op basis van gevonden resultaten en discussies in het review team. In het algemeen kunnen de volgende eisen worden gesteld:

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

2.10 Obtain full tekst

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 (waterbedrijven, 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 Full tekst screening

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

- Criteria voor titel, keywords en abstract worden opnieuw getoetst;
- 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 hoofdrede voor afwijzing (trefwoorden op basis van bovenstaande criteria) en eventueel een toelichting. De geaccepteerde studies vormen de lijst 'Relevant studies'. Uit 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 wel transparant en kunnen zij door derden worden getoetst. In Bijlage IV zijn voorbeelden opgenomen van criteria voor UV desinfectie.

2.12 Assess data in study

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 hier gebruikt om de algemene benadering te illustreren. Ieder geval zal uniek zijn en beoordeling zal daarom vaak 'in de geest van' moeten plaatsvinden. Afgewezen studies worden weer op de lijst gezet met toelichting. Geaccepteerde studies komen op de lijst 'Relevant studies with 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 aan 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 beschrijving monstername wijkt af van monstervolume analysemethode (Voorbeeld Slade 1978: 20 liter monstervolume voor virussen, maar virusanalyse omschrijft concentreren van 200 liter. Het is onduidelijk of dan 1/10 van het geconcentreerde monster is gebruikt voor de analyse)

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

- Zoeken naar studies waarin naar het onderzoek wordt verwezen en nagaan of daar 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 etc.

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 gewenst is. 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. Vaak zijn individuele analyses voor en na zuivering met elkaar vergeleken, of zijn concentraties voor en na 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 alleen kentallen zoals gemiddelde en percentielen gerapporteerd worden, wordt alleen het gemiddelde opgenomen. Vaak kunnen resultaten alleen worden afgelezen uit een grafiek, waarbij rekening moet worden gehouden met een verdeling op logschaal. Daarbij wordt dan zowel de effectiviteit als de procescondities (of in ieder geval de relevante conditie) afgelezen. Wanneer resultaten niet eenduidig aan de condities kunnen worden gerelateerd kunnen de gegevens niet worden opgenomen.

2.13 Check rectifications, updates, reviews

Voor alle opgenomen publicaties wordt gecontroleerd of er rectificaties zijn van de gegevens. Indien dit het geval is wordt de koppeling tussen de referenties van de publicatie en de rectificatie opgenomen in de koppelingstabel met de reden van koppeling (rectificatie, update, review). Het is ook mogelijk dat een eerdere studie wordt uitgebreid of wordt opgenomen in een review met nieuwe meetgegevens of informatie. Ook dan wordt de koppeling en reden vastgelegd in de tabel.

2.14 Extract data, conditions and information

Gegevens worden door de inventarist 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 aangegeven in paragraaf 2.16. Daarbij worden ook opmerkingen opgenomen in de database over hoe eventuele onduidelijkheden zijn aangepakt.

2.15 Identify issues

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 gerefereerd wordt naar 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 Resolve issues

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 worden afgekeurd.

2.17 Reference document AMVD, Opbouw van de database

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 opgesplitst zijn zodat zij eenduidig en doorzoekbaar zijn (atomic);
- Er geen zich herhalende groepen in de tabellen zitten;
- Alle informatie op een regel een relatie met elkaar heeft;
- Regels unieke combinaties bevatten.

Daarmee worden de omvang van de database en de invoerwerkzaamheden 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 Evaluate quality versus quantity

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.

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 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 op dit gebied. 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 Bijlage V 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 gemeten is, 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?

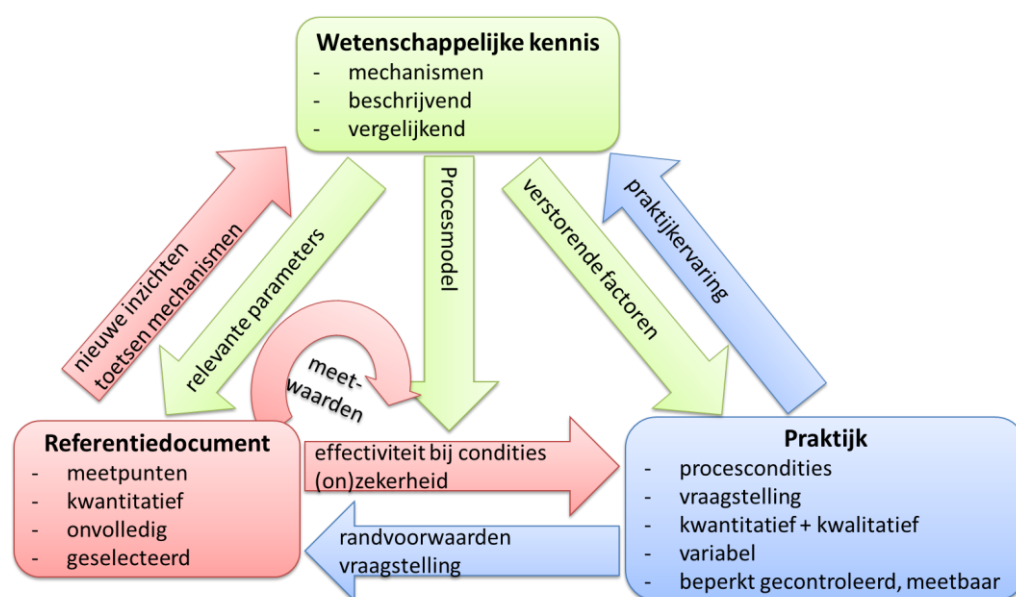
Daarnaast zijn algemene uitgangspunten voor de aanpak geformuleerd:

- 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 worden de diverse begrippen die een rol spelen toegelicht.

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 hier 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 in hoe een proces werkt en hoe dat wordt beïnvloed door factoren zoals waterkwaliteit, micro-organisme en procescondities verkregen. Dit heeft een beschrijvend karakter, vaak gebaseerd op vergelijking of relatieve waarnemingen. Deze kennis wordt, in combinatie met de praktijk-randvoorwaarden, gebruikt om te bepalen welke kwantitatieve gegevens in het referentiedocument moeten worden opgenomen. In het referentiedocument wordt 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 Paragraaf 3.4.7). Wetenschappelijke kennis die niet kwantitatief in een model kan worden verrat, 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

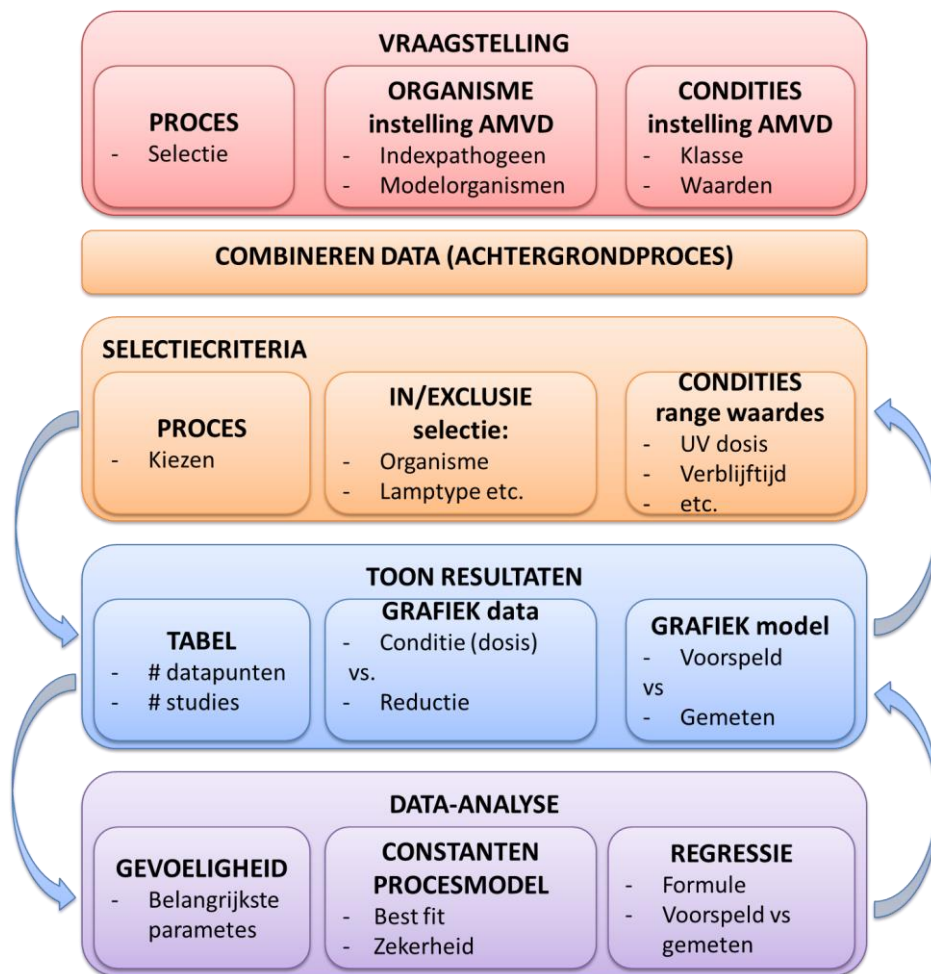
goed doorzoekbaar. Er wordt ook niet gericht gezocht op deze informatie omdat dit een ander protocol en zoekcriteria vereist. Belangrijke informatie wordt handmatig samengevat en wordt gerapporteerd met de resultaten uit het referentiedocument (zie Paragraaf 3.4.6).

De (Nederlandse) drinkwaterpraktijk 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 tussen 0,1 en 0,6 m/uur). 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 fluence 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 Bijlage V waarin de interface voor het referentiedocument vanuit het oogpunt van de gebruiker wordt omschreven. Dit vormt de basis voor het programmeren van de gebruikersinterface.



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 hoe 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 worden instrumenten ontwikkeld om bovenstaande vragen te beantwoorden. Met behulp van queries (zoekopdrachten) worden gegevens gecombineerd en geselecteerd. Vervolgens worden data-analyse methoden toegepast op de geselecteerde data om bovenstaande vragen te beantwoorden (Paragraaf 3.4.5). Bij de uitwerking van het referentiedocument wordt vooralsnog uit gegaan van één gekozen procesmodel, maar in principe zouden ook alternatieve procesmodellen getoetst kunnen worden.

3.4.2 Combineren van data

Het referentiedocument is opgezet als een relationele database. Daarbij zijn gegevens opgeslagen in meerdere tabellen die onderling gerelateerd zijn. Door deze 'normalisatie' worden fouten voorkomen en wordt data efficiënt opgeslagen. Om de gegevens te kunnen gebruiken worden deze gecombineerd met behulp van zogenaamde 'join queries'. In principe wordt hiermee één grote tabel samengesteld waarin per rij één gemeten log-reductie staat en 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 worden opgegeven, een bereik of een andere criterium. Hoe specifiek 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 4 geeft een voorbeeld hoe deze selectie in de gebruikersinterface kan worden gemaakt. Voorbeelden van selecties met steeds meer beperkende eisen zijn:

- Alle bacteriofagen en virussen
 - Single stranded RNA fagen en virussen
 - MS2 fagen
 - Enterovirussen
 - Enterovirus met specifieke bepaling
- UV-desinfectie van 20 tot 100 mJ/cm²
 - Middendruklampen (Polychromatisch)
 - Philips XXXX lamp

- Alle bodemsoorten
 - Alleen zandbodem
 - Alleen korreldiameter d50 van 0.3-0.5 mm
 - Alleen zandbodem met ijzeroxidegehalte 900-1000 mg/kg

De keuzes in het kader van de AMVD zullen door de WIR worden vastgelegd als standaardinstellingen welke periodiek kunnen worden herzien indien daartoe aanleiding is. De standaardinstellingen voor UV-desinfectie zoals deze door de projectgroep zijn voorgesteld zijn opgenomen in Bijlage VI. Deze standaardinstellingen worden als separate documenten per proces beheerd en voorzien van versienummer. In de gebruikersinterface is het mogelijk om automatisch de standaardinstellingen te kiezen.

Naarmate de selectie specifiekere 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. 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/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 iedere proces wordt een geautomatiseerde gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarmee belangrijke parameters worden geïdentificeerd (zie paragraaf 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

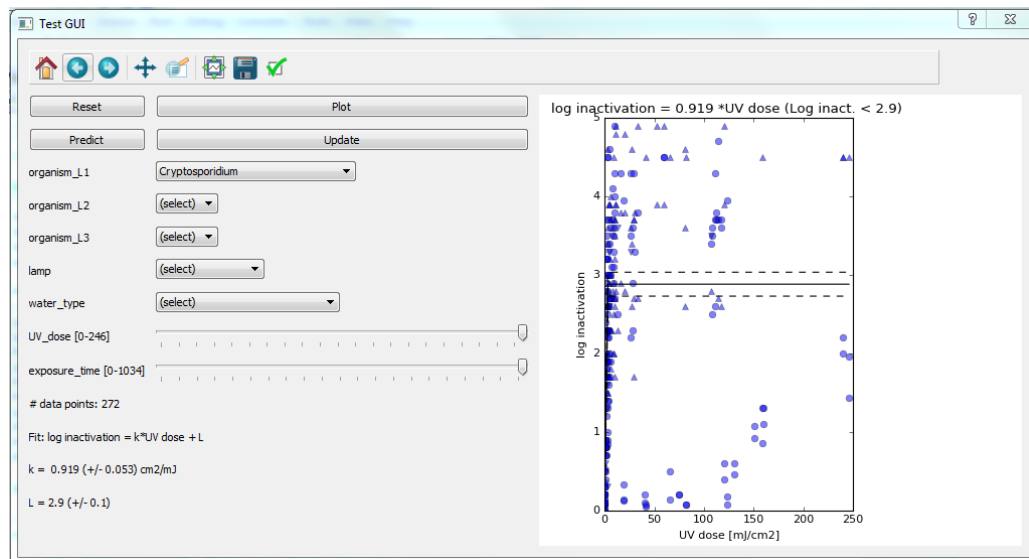
Op basis van de selectie kan het referentiedocument resultaten op verschillende manieren weergeven:

- Grafiek (parameter versus log-reductie);
- Voorspelde (procesmodel) versus waargenomen reductie;
- Kenmerken van de geselecteerde data:
 - Aantal waarnemingen;
 - Aantal publicaties.

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

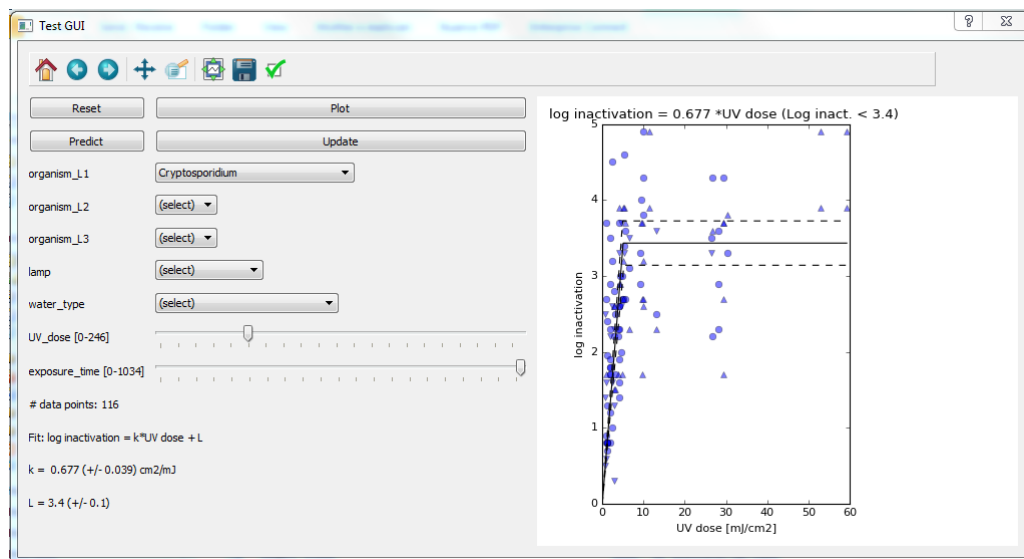
De volgende figuren geven een beeld van de schermen waarmee de database kan worden benaderd en de informatie wordt teruggegeven. Hierop vinden nog aanpassingen plaats op basis van feedback uit de projectgroep. In Figuur 5 staat links het selectiescherm. De gebruiker kan daarin selecties maken uit klasse-parameters via drop down menu's. Hierin is

een hiërarchie aangebracht van boven naar beneden, dus bij de keuze voor *Cryptosporidium* kan vervolgens alleen uit *Cryptosporidium* soorten worden gekozen. De exacte velden die hierin worden opgenomen worden afgestemd met de waterbedrijven 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 wordt in een grafiek alle relevante gegevens weergegeven zodat de gebruiker kan zien welke data werkelijk aanwezig is.



Figuur 5 Voorbeeld van een selectie-scherm met weergave van gegevens.

Voor processen waarbij de log-reductie sterk gerelateerd is aan een specifieke parameter, zoals dosis bij UV desinfectie, wordt ook een grafiek van het procesmodel weergegeven (Figuur 6). In de grafiek worden alleen de geselecteerde gegevens weergegeven waarbij het teken aangeeft of het een werkelijk gemeten log-reductie betreft (●) of een groter-dan (▲) of kleiner-dan (▼) waarde.



Figuur 6 Voorbeeld van een selectie-scherm met relationele grafiek-weergave van gegevens.

3.4.5 Data-analyse

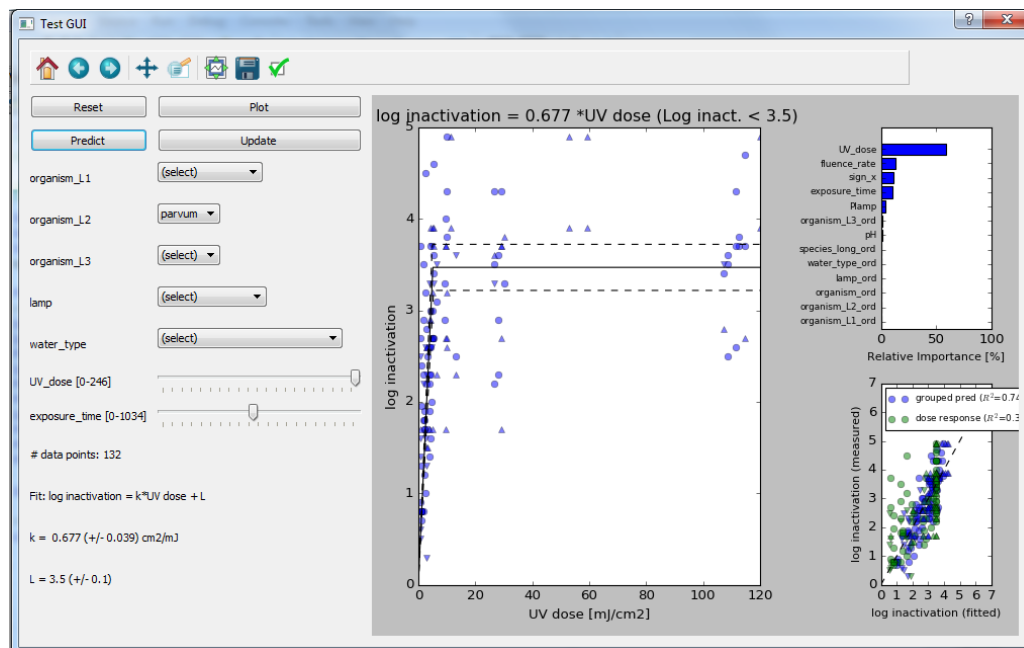
Constanten procesmodel

Het referentiedocument gaat uit van een procesmodel waarvoor de constanten worden bepaald 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 (Figuur 7). 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 Beta-verdeling te kiezen op basis van het gemiddelde en 95-percentiel van de reductie.

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 Paragraaf 3.3. In de tekstuele toelichting bij de resultaten worden wel de bekende randvoorwaarden en complicerende factoren opgenomen (zie paragraaf 3.4.6).

Gevoeligheidsanalyse en regressiemodel

Naast het procesmodel kan een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd op de geselecteerde data die resulteert in een regressiemodel. Dit laat zien welke verbanden tussen condities en effectiviteit kunnen worden afgeleid uit alle gegevens in de database. De gevoeligheidsanalyse voor alle data (niet alleen de selectie) geeft aan welke variabelen de grootste invloed hebben op de effectiviteit van het proces. De resultaten worden weergegeven als een balken-diagram (Figuur 7). Daarnaast wordt het afgeleide multi-regressie model weergegeven. In een tweede grafiek wordt de voorspelde log-reductie versus de waargenomen log-reductie weergegeven om de nauwkeurigheid van het model te illustreren.



Figuur 7 Voorbeeld van een data-analyse scherm met gevoeligheidsanalyse, voorspeld versus gemeten en model grafiek-weergave van gegevens van gefit model en multi-regressie model.

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;
- Toegepaste 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.

Vanuit de tekstuele toelichting kan er ook worden verwezen naar (on-line) 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. Voor langzame zandfiltratie is een dergelijk model in ontwikkeling en zal beschikbaar worden gemaakt door RIVM.

In Figuur 8 zijn voorbeelden opgenomen van het soort informatie dat in de tekstuele toelichtingen in de Watershare QMRA treatment calculator is opgenomen. Dit kan een basis vormen voor het referentiedocument. Als implementatieprotocol kan worden verwezen naar *US EPA ultraviolet disinfection guidance manual (USEPA 2003)*. Ook de motivatie voor de gemaakte keuzes kan worden bijgevoegd als tekstuele toelichting (zie Bijlage VII).

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/cm^2 ; UV fluence rate (mW/cm^2) * 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 8 Voorbeelden van tekstuele informatie bij een proces.

3.4.7 Vertaling naar de praktijk

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 toepassing en kosten. Een eenvoudig bedreven UV-desinfectie installatie kan bijvoorbeeld worden ontworpen om altijd een minimale dosis te handhaven zonder in te spelen op veranderingen in waterkwaliteit of debiet. Een zeer geavanceerde UV installatie zal echter de UV dosis (ballast) continu aanpassen aan de condities, bijvoorbeeld op basis van CFD modellering, om energie te besparen. Een waterbedrijf kan ervoor kiezen om op basis van de minimaal gerealiseerde dosis de gemiddelde reductie en de onzekerheid daaromheen te gebruiken, bij voorbeeld door deze als Beta-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 Beta verdeling van effectiviteit om te gebruiken in QMRAspot. Deze laatste aanpak is bewerklijker 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. 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 teruggerepen 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

European Food Safety Authority; 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

Hijnen, W. A., Beerendonk, E. F., & 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.

Schijven JF*, Berg, HHJL van den, Colin M, Dullemont Y, Hijnen WAM, Magic-Knezev A, Oorthuizen WA, Wubbels G, 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.

USEPA, J. (2003). Ultraviolet Disinfection Guidance Manual: EPA-815-D-03-007.

Van der Sluijs JP, Craye M, Funtowicz S, Klopogge P, Ravetz J, Risbey J, Fermi VE, Campus C,

2005. Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: the NUSAP system. *Risk Analysis* 25, pp. 481-92.

Watershare QMRA treatment calculator <http://www.watershare.eu/tool/qmra-treatment-calculator/> , accessed November 2014

Bijlage I Afkortingen en begrippen met beschrijvingen

Afkortingen

AMVD Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater

WIR Werkgroep Infectie Risico (voorheen Werkgroep Inspectierichtlijn Risicoanalyse)

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.

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 fluence (UV intensiteit, UV transmissie, debiet, stromingspatroon).

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 colloid-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.

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.

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.

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.

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.

Bijlage II 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)	-
filter-bed depth_m		XX		beddikte van een langzaam zandfilter	R
schnutzdecke_age		XX		tijd sinds het schrappen 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, lage druk)	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	soort water (oppervlaktewater, grondwater, ...)	S
Temperature_°C	XX	XX	XX	X	temperatuur in de bodem, doorgaans wordt de temperatuur van het onttrokken water gerapporteerd	R
pH	X	X	X	X	pH (doorgaans van het onttrokken water)	R
turbidity_NTU	X	X	X	X	Troebelheid	-
conductivity_µS	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	Concentratie micro-organismen in het geïnfilteerde water	-
Cout	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	-
Author1	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	Volledige 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	X	X	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	-

Bijlage III Zoektermen en –resultaten

Datum zoekopdracht	Zoekmachine	Zoekopdracht	Searched fields	Aantal papers to taal	After removing doubles	Included	Excluded	Review
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(bacter)	title, abstract, keywords	103		94		
22-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(water) AND tak(protozo)	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	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	virus	title, abstract, keywords	25		20	3	17
24-apr-15	PubMed	UV disinfection AND bacteria		462		346	125	218
28-apr-15	PubMed	UV disinfection AND protozoa		42		18	14	3
28-apr-15	PubMed	UV disinfection AND spores		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	59
28-apr-15	ScienceDirect	Recommended articles for Hijnen, 2006		33		12	2	10
29-apr-15	KWR bibliotheek data	bacteria	title, abstract, keywords	66		20	4	16
29-apr-15	KWR bibliotheek data	protozoa	title, abstract, keywords	71		58	1	57
30-apr-15	ScienceDirect	tak(UV disinfection) AND tak(bacillus subtilis) OR tak	title, abstract, keywords	22		12	0	12
30-apr-15	ScienceDirect	UV disinfection AND bacillus subtilis OR adenovirus OR clostridium perfringens OR scaphthomoeba OR calicivirus OR rotavirus OR coxsackievirus OR streptococcus faecalis OR	title, abstract, keywords	159		55	16	39
1-mei-15	PubMed	abstract	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		

Bijlage IV Inclusie of exclusie criteria UV-desinfectie

Criteria titel, abstract en keywords: inclusie/exclusie eisen:

- **Combinatie van UV-behandeling** met een andere voor- of nabehandeling (bv. Chloor)
 - o exclusie als tussen de verschillende stappen niet het effect gemeten wordt van de individuele stappen. Je kan het effect van elke desinfectiestap dan niet isoleren.
- **Resistente strains van** virussen en bacteriën (bv antibiotica-resistentie)
 - o inclusie, onwaarschijnlijk dat het effect van resistentiegenen invloed heeft op het gedrag van het organisme t.o.v. UV-bestraling.
- **Reviews en hoofdstukken** van boeken
 - o 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 bv blijkt dat de UV lamp sterker of minder sterk straalde dan toen werd gedacht). Verder wordt verkregen 'metakennis' opgenomen in tekstuele toelichting bij processen.
- Alle varianten die **niet direct UV bestraling** zijn (solar UV radiation, visible light, UV-LED, pulsed UV, wide-UV, UV-A, UV-B)
 - o exclusie, off-topic. Niet het proces waar we in geïnteresseerd zijn en de toegediende hoeveelheid UV kan niet duidelijk bepaald worden.
- **Photocatalytic activity** of coated surfaces (bv TiO_2) in combinatie met UV
 - o 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 wordt in onze database.
- Onderzoeken naar micro-organismen in **biofilms**
 - o 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.
- Organismen die **niet in het (drink)watermilieu** voorkomen
 - o exclusie, niet relevant
- Micro-organismen in water die **niet de mens infecteren**
 - o Inclusie, geen goede reden voor exclusie. Ze zijn niet infectieus voor mensen, maar worden wel vaak als indicatororganisme gebruikt (bv MS2, E.coli)
- Organismen in **PBS**
 - o inclusie, weinig verschil met drinkwater of afvalwater
- Organismen in **melk/kokoswater/vruchtensap/etc**

- exclusie, te veel verschil met drinkwater of afvalwater, bv te troebel
- UV-apparaten bij de consument thuis ('point-of-use')
 - exclusie, te weinig informatie/data over het apparaat/metingen
- Testen van verschillen in **UV-golflengte** (andere nm) of **aggregaten van organismen** waardoor de deeltjesgrootten verschillen en er gefilterd worden
 - inclusie, alleen de 254 nm waardes omdat die direct als lage druk lampen kunnen worden geïnterpreteerd, de overige golflengtes zijn wel relevant voor middendruklampen, maar te complex om in de systematiek op te nemen. Aggregaten en filtratie als extra opmerking in de comments vermelden.

Criteria artikel: inclusie/exclusie eisen o.b.v. kwaliteit, informatie in artikel

(based on Hijnen en Medema, 2010, Elimination of micro-organisms by drinking water treatment processes)

- Are the collected data reliable?
 - Assessment of inactivation using generally accepted:
 - microbial culturing (solid media or tissue)
 - animal infectivity methods
 - qPCR also acceptable?
 - Yes, with membrane-penetrating chemicals
 - No, without the chemicals
- Are the process conditions of the study available with enough details?
 - Clear description of assessment of dose or UV-fluence and which is based on either:
 - proper assessment of UV sensor measurements
 - fluence calculations and/or
 - Reduction Equivalent Fluence (REF) assessment with biodosimetry.
- Are the experimental conditions of the study available with enough details?
 - Proper description and quality of the:
 - microbiological data,
 - quality assurance and reproducibility of the experimental data
 - availability and quality of the technical and experimental conditions
- Is it an original study?

Exclusiecategorieën in Excel-tabel:

- Off-topic
- Insufficient inactivation data detail
- Insufficient UV details
- Insufficient experimental details
- Multiple inadequate details
- Inadequate study design
- Not original study
- Sufficient studies of higher quality
- Not applicable to drinking water
- **Extra opmerkingen voor invoeren gegevens in de database**
- Alle punten uit een grafiek/tabel in de database zetten als unieke entry. Dus van één meetpunt alle duplo's/triplo's in de database zetten.
- Wim Hijnen heeft voor zijn artikel uit 2006, een vermenigvuldigingsfactor gebruikt om te bepalen hoe vaak bepaalde waarden meetellen (afhankelijk van proefopzet, schaal van de proefopstelling). Dit nu niet gedaan. De gegevens van de artikelen van Wim wel in de database opnemen, maar zonder de vermenigvuldigingsfactor om scheve verhoudingen te

voorkomen. In gesprek met Wim vertelde hij dat hij de berekeningen met en zonder die vermenigvuldigingsfactor had gedaan en dat de factor maar een klein effect had op het eindresultaat.

- Wim Hijnen heeft voor zijn artikel niet altijd **alle datapunten** uit de artikelen over genomen. In de database wél alle punten invoeren, ook die Wim niet heeft gedaan.
- Geen minimale of maximale **hoeveelheid vloeistof**. Maar het mag niet te diep zijn. Dan meet je UV transmissie of hoe goed de vloeistof wordt geroerd i.p.v. UV desinfectie.
- **Kamertemperatuur** = 20-22°C, rekenen met 21°C.
- Als niet alle gegevens bekend zijn, de **kolommen leeg laten (NULL)**. Behalve als het essentiële informatie is, dan exclusie op basis van 'insufficient data/experimental info/UV details'.
- Waardes die je uit **tabellen** overneemt niet afronden.
- **Laboratory water** is een brede categorie: MQ, PBS, demi-water
- **Grafieken** zo goed mogelijk aflezen, zet wel bij de comments dat de gegevens uit een grafiek komen. Aangezien dit een mogelijke bron is van onzorgvuldigheden.
- Wanneer de resultaten van **dierexperimenten** (Giardia en Cryptosporidium) niet in het artikel zijn omgerekend naar log reductie, dit zelf doen en in comments zetten.
- Soms onduidelijk of er een low of medium pressure **lamp** is gebruikt. Als het niet indirect te vinden is (b.v. fabrikant en type van de lamp), vermelden in de comments.
- Bij artikelen met meerdere **auteurs** uit verschillende instituten, landen of steden, de gegevens van de eerste auteur opnemen in de database.
- UV-papers zijn te verdelen in de volgende **onderzoeksonderwerpen**: ontwikkelen/validatie nieuw meetmethoden van UV desinfectie, effect van andere UV bronnen en golflengtes, effect van de watermatrix, effect op RNA/DNA/capside, photo/dark repair, photocatalyse met b.v. TiO₂.
- Wij houden de **Önorm/DVGW-norm** aan: meten van de UV dosis m.b.v. dosimeter of REF/biodosimetry. Uitgangspunt van het referentiedocument/database is dat alle geïnccludeerde papers aan deze eisen voldoen.
- Include papers alleen als het CB is met duidelijke parameters, of als het een CF-proefopstelling is die via REF/biodosimetry gecalibreerd is zodat je zeker weet wat de UV-dosis is. Uiteindelijk is dus alles direct of indirect (biodosimetry, gedrag van indicatororganisme op UV bepaald met CB-test) gemeten met CB.
- Als je geen concentratie micro-organismen 'in' en 'out' hebt, dan in=100 en out= aflezen m.b.v. percentage survival → aangeven bij comments

Bijlage V Gebruikerswensen

Doel en functionele eisen

In het concept Protocol referentiedocument AMVD is in Hoofdstuk 3 het gebruik van het referentiedocument toegelicht. In deze bijlage worden deze wensen en eisen vertaald in 'user stories' waarin de concrete handelingen worden omschreven om zo tot een functioneel ontwerp voor de gebruikersinterface te komen. 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 omschreven in het protocol. 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:** Waterbedrijven deelnemend aan platformgroep bedrijfsvoering, geen specifieke gebruikerseisen,
- **Gebruiker:** Doorgaans de persoon van het waterbedrijf 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:	- Bepaal welke klassen mogelijk zijn binnen de overige klasse- en kwantitatieve selecties - Radiobutton widgets (opties: alle mogelijke klasse-	

	• micro-organisme op type • micro-organisme op genus • micro-organisme op species • micro-organisme op strain • UV lamp type • Watertype	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 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: • UV dosis • Blootstellingstijd (NB deze is op dit moment voor 25% bekend)	• Bepaal welke waardes 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 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: • Afstand • Stroomsnelheid • Verblijftijd • Korreldiameter (d50) • Temperatuur • Inactivatiecoëfficiënt • pH • Redoxpotentiaal	•	
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 selectie criterium (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 selectie criterium (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	•	

Bijlage VI Standaardinstellingen AMVD; UV desinfectie

Standaardinstellingen Referentiedocument AMVD

Zuiveringsproces	UV desinfectie	Versie	0.2
		Datum	14-9-2016
		Status	Concept

Procesmodel

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

k_{UV} = inactivatieconstante

D_{UV} = UV dosis (mJ/cm²)

MIC_{max} = bovengrens UV inactivatie

Selectie data			
Index pathogen	Cryptosporidium	Species/subtype	Strain
Type+variant	Parasite-oocysts		
Group/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	
Resultaat			
k_{UV}	0.67	± 0.039	
MIC_{max}	3.5	± 0.1	
Opmerkingen:			
Een sterk afwijkende studie liet veel minder inactivatie zien. Deze studie is beoordeeld als te afwijkend en vervalt bij de analyse door de Exposure Time te beperken. (NB Voor deze studie is geen ET gerapporteerd).			

Selectie data			
---------------	--	--	--

Index pathogen	enterovirus	Species/subtype	Strain
Type+variant	Virus Phage		
Group/Genus	ALL EXCEPT adenovirus	ALL	ALL
Lamp	ALL		
Water type	Backwash recycle water; drinking water, broth, laboratory water, ground water, surface water, tap water		
UV dose	>1 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Resultaat			
k _{UV}	0.051	± 0.002	
MIC _{max}	4.8	± 0.4	
Opmerkingen: Voor de AMVD worden enterovirussen als indexpathogeen beschouwd. Deze groep wordt benaderd door alle enkelstrengs RNA virussen te selecteren voor het bepalen van de k_{UV}. Adenovirussen (dubbelstrengs DNA) zijn minder gevoelig voor UV desinfectie en worden niet gezien als vergelijkbaar met enterovirussen.			

Selectie data			
Index pathogen	Giardia	Species/subtype	Strain
Type+variant	Parasite-cysts		
Group/Genus	Giardia	ALL	ALL
Lamp	ALL		
Water type	drinking water		
UV dose	>0 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Resultaat			
k _{UV}	0.150	± 0.103	

MIC _{max}	0.9	± 0.2	
Opmerkingen: Twee sterk verschillende 'inactivatie-lijnen' resulteren uit deze selectie, en huidige resultaat is een 'gemiddelde' hiervan. Nader onderzoek en afstemming in WIR aanbevolen.			

Selectie data			
Index pathogen	Campylobacter	Species/subtype	Strain
Type+variant	Bacteria		
Group/Genus	Campylobacter	ALL	ALL
	Escherichia	Coli	ALL
Lamp	ALL		
Water type	laboratory water		
UV dose	>0 -500<	mJ/cm ²	
Exposure time	>0-10<	s	
Resultaat			
k _{UV}	0.517	± 0.018	
MIC _{max}	6.1	± 0.5	
Opmerkingen: E. coli is uitgebreider onderzocht en persistenter dan Campylobacter, daarom wordt E. coli hier als maatgevend gekozen. Gecombineerde analyse moet nog worden uitgevoerd			

Randvoorwaarden praktijkinstallatie

- 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 UVlamp, 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.

Bijlage VII Motivatie UV-lamp keuze

Van: Patrick Smeets

Datum: 5 september 2016

Middendruklampen stralen naast 254 nm ook andere golflengtes UV licht uit. Deze kunnen ook effect hebben op micro-organismen, niet zozeer op het DNA maar wel op andere onderdelen van de cel (of het virus). In principe is de inactivatie hoger dan de gevalideerde waarde, die is gebaseerd op de gemeten UV intensiteit bij 254 nm. In de USEPA UV disinfection manual wordt daarom gerekend met een "action spectra correction factor" van enkele procenten tot 32 procent. Vraag is of we daar bij de interpretatie van de gegevens in het referentiedocument ook rekening mee moeten houden. Bram Martijn (PWN) heeft zich daarin verdiept in verband met het mogelijk plaatsen van nieuwe UV reactoren bij PWN. Zijn bevinding is dat het op een juiste manier van een dergelijke correctiefactor afhankelijk is van de reactorconfiguratie en watersamenstelling. Dit maakt het geheel nogal complex. In het algemeen zijn het vooral de kortere golflengtes die tot extra inactivatie leiden, maar deze worden ook sneller door het water geabsorbeerd (een lagere UV transmissie bij kortere golflengtes). In praktijkinstallaties levert het toepassen van een correctie daarom weinig op, zeker in verhouding tot andere onzekerheden en variaties. Negeren van het verschil in gevoeligheid leidt dan tot een kleine onderschatting van de inactivatie bij gebruik van middendruk i.p.v. lage druk lampen.

Een ander aspect is dat bij een validatie van een reactor met middendruklampen met indicatororganisme A moet worden gecorrigeerd wanneer pathogeen B een ander actie spectrum heeft (bepaald in een collimated beam experiment waarin de UV transmissie van water geen rol speelt). Daarbij is echter ook de vraag in hoeverre de andere golflengtes in de praktijk echt een rol spelen.

Bij bovenstaande aspecten moet worden bedacht dat deze eigenschappen in een beperkt aantal experimenten zijn bepaald met specifieke organismen en condities. De relaties zijn dus nogal onzeker. Besloten is om voor de AMVD geen correctiefactor te gebruiken voor het verschil tussen middendruk en lage druk lampen. Gegevens worden wel geregistreerd in het referentiedocument zodat deze in de toekomst kunnen worden gebruikt om deze aspecten nader te onderzoeken.