

Nota betreffende de beoordeling van milieu- en volksgezondheidsrisico's bij het lozen van klinische spoelvlloeistoffen op het riool

Inleiding

Achtergrond.

Tijdens bepaalde operaties in de operatiekamer (OK) van een ziekenhuis wordt spoelvlloeistof gebruikt. Dit is meestal een fysiologische zoutoplossing (0,9% NaCl) waaraan nog andere chemicaliën kunnen zijn toegevoegd, zoals adrenaline of glycine. Deze spoelvlloeistof¹ kan bij afzuigen uit het operatiegebied ook een kleine hoeveelheid bloed (maximaal 2%) bevatten. Omdat bloed besmet kan zijn met ziekteverwekkende micro-organismen, wordt de afgezogen spoelvlloeistof nu opgevangen, bijvoorbeeld in een container met absorptiekorrels. Deze containers worden vervolgens als vast afval via Specifiek Ziekenhuisafval (SZA) UN3291 afgevoerd voor directe verbranding (Euralcode EU180103).

Er bestaan ook systemen waarmee OK spoelvlloeistoffen op het riool geloosd kunnen worden, nadat ze eerst in een container behorende bij het systeem zijn opgevangen. Deze systemen worden, voor zover bekend, nog niet toegepast in Nederland, maar wel in andere Europese landen, zoals Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. Bij de toepassing van systemen die lozen op het riool is er uitsluitend sprake van lozing van vlloeistoffen, al dan niet verontreinigd met chemicaliën en ziekteverwekkende micro-organismen. De containers worden na lediging schoongemaakt om weer gebruikt te kunnen worden bij een volgende operatie.

Vanuit milieutechnisch perspectief lijkt het lozen van deze vlloeistof op het riool gunstiger dan deze afvalstroom te transporteren en verbranden, maar de directe lozing op het riool moet ook veilig voor mens en milieu zijn. In deze nota wordt ingegaan de chemische en microbiologische veiligheidsaspecten (voor mens en milieu) van het direct lozen van OK spoelvlloeistof op het riool.

Vraagstelling.

Kunnen spoelvlloeistoffen uit de operatiekamer (die bijvoorbeeld worden opgevangen in de Neptune3 van de firma Stryker) vanuit milieu- en volksgezondheidsperspectief veilig, zonder verdere maatregelen, worden afgevoerd via het riool?

Het gaat het dan om de volgende vragen:

- Kunnen er micro-organismen in af te voeren spoelvlloeistof zitten die gevaarlijk kunnen zijn voor de mens wanneer deze via het riool worden afgevoerd?
- Geven de stoffen die zijn toegevoegd aan spoelvlloeistoffen een humaan- of milieurisico (aquatisch leven) wanneer deze via het riool worden afgevoerd.

Opmerking: gebruik van dergelijke systemen moet juridisch zijn toegestaan. Er zal in deze nota echter niet worden ingegaan op de juridische status van deze wijze van het afvoeren van dit afval.

¹ Spoelvlloeistof kan bij opvang ook verontreinigd zijn met geringe hoeveelheden feces of urine. Dit wordt buiten beschouwing gelaten van de risico-beoordeling omdat feces en urine sowieso in het riool terechtkomen.

Plan van aanpak.

Of er een risico bestaat voor milieu en volksgezondheid is afhankelijk van de eventuele aanwezigheid van een gevaar, van de ernst van dat gevaar en van de mate van blootstelling van mens en milieu aan het gevaar.

risico = ernst van een gevaar x kans op blootstelling aan dat gevaar.

Bij een operatie wordt spoelvloeistof gebruikt waarin zich chemische gevaren kunnen bevinden en waarin zich na gebruik ook microbiologische gevaren kunnen bevinden. Er zal daarom eerst een analyse gemaakt worden van de mogelijk aanwezige gevaren in OK gebruikte spoelvloeistof. Aanwezige gevaren kunnen na lozing een risico betekenen voor mens en milieu. Daarbij zal een eventueel aanwezig chemisch gevaar na lozing verdund (en eventueel afgebroken) worden, maar de absolute hoeveelheid die geloosd is, zal niet toenemen. De mate van blootstelling aan een chemisch gevaar kan dan ook op basis van die verdunning (en eventuele afbraak) berekend worden. De mate van blootstelling aan een microbiologisch gevaar na lozing van operatievloeistof op het riool is echter niet eenvoudig te berekenen. Dit komt o.a. omdat aantallen micro-organismen na lozing niet alleen kunnen afnemen, maar door groei ook kunnen toenemen.

Voor zowel chemische als microbiologische gevaren geldt bovendien dat niet bekend is op welke wijze een persoon uiteindelijk aan eventueel aanwezige gevaren wordt blootgesteld. Daarom wordt in deze nota het risico op relatieve wijze geschat. Dat betekent in dit geval dat de mate van besmetting van het rioolwater met gevaar X vanuit een OK zal worden vergeleken met de mate van besmetting van het rioolwater met gevaar X dat vanuit een andere bron wordt geloosd op het riool. Op deze wijze hoeft geen rekening gehouden te worden met afbraak, groei of afsterving in rioolwater (die is niet afhankelijk van de bron) of van de uiteindelijke blootstellingsroute van mens of milieu.

Wettelijke kaders

Afvalstoffen.

Op dit moment worden vloeistoffen in de OK opgevangen in zuigpotten. De pot met opgevangen vloeistof wordt dan niet beschouwd als afvalwater maar als afval. Op de verwerking van afvalstoffen is in Nederland de Europese Kaderrichtlijn afvalstoffen (2008/98/EG) van toepassing. Vanuit (o.a.) deze richtlijn dient elk EU-land een plan te hebben waarin het beleidskader voor het verwerken van afval wordt beschreven. In Nederland is dat op dit moment het Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP) 3. In Deel E van het LAP3 wordt het beleid bij verwerking van afval per sector beschreven in zogeheten sectorplannen. Er bestaan 85 sectorplannen en de verwerking van afval van gezondheidszorg bij mens of dier valt onder sectorplan 19. Conform LAP3 moet dit afval (Euralcode 180103) worden verbrand in een speciaal toegewezen afvalverbrandingsinstallatie.

Afvalwater.

Indien OK spoelvloeistof niet wordt opgevangen in een container, maar als vloeistof wordt geloosd op het riool, dan is er sprake van afvalwater. De wetgeving voor watergerelateerde onderwerpen is verdeeld over verschillende wetten. Een overzicht van de wetgeving die van toepassing is op afval (-water) is te vinden op de overheidswebsite van infomil: [Wetgeving - Kenniscentrum InfoMil](#). Lozingen van afvalwater zijn in principe algemeen geregeld. De regels voor de meeste directe en

indirecte lozingen staan in drie algemene maatregelen van bestuur (AMvB's). Namelijk [het Activiteitenbesluit](#), [het Besluit lozing afvalwater huishoudens](#) en [het Besluit lozen buiten inrichtingen](#). Lozingen vanuit een inrichting worden in beginsel met het Activiteitenbesluit geregeld. Met ingang van 1 januari 2016 vallen de meeste ziekenhuizen en medisch-specialistische instellingen onder het Activiteitenbesluit. In categorie 23.1 onderdeel C van bijlage I bij het Besluit omgevingsrecht worden ziekenhuizen benoemd als inrichting, maar voor ziekenhuizen geldt geen vergunningplicht op grond van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). Binnen ziekenhuizen kunnen echter activiteiten worden uitgevoerd waarvoor wel een omgevingsvergunning nodig is. Dit betreft onder andere het werken met genetisch gemodificeerde organismen, of het werken met biologische agentia klasse 3 en 4. In het algemeen geldt dat het afvalwater uit het ziekenhuis huishoudelijk afvalwater is en dat lozing naar een vuilwaterriool is toegestaan.

Risico beoordeling

Chemisch.

De Stryker Neptune is een van de apparaten die spoelvlloeistoffen (afval-vloeistoffen) tijdens operaties kan opvangen. Afgezogen spoelvlloeistof bestaat voor maximaal 2% aan bloed. Dit betekent dat $\geq 98\%$ van de spoelvlloeistof zijn oorsprong kent uit het gebruik van chemicaliën en water. Als spoelvlloeistof wordt meestal een fysiologische zout oplossing (0,9% natriumchloride) toegepast, bij sommige operaties kan incidenteel een glycine-oplossing gebruikt worden (LUMC, 2021). Ook adrenaline kan in de spoelvlloeistof terecht komen, dit wordt bijvoorbeeld gebruikt bij orthopedische kijkoperaties aan de schouder om de bloeding in het gewricht te beperken (de schouder kan niet bloedleeg gemaakt worden) (Beliën, 2000; OLVG, 2021). Daarnaast kunnen door het schoonmaken van het opvangapparaat ook nog andere stoffen eindigen in de spoelvlloeistof. De Stryker Neptune is ook in staat om chirurgische rook af te vangen, deze stoffen worden opgevangen in een ULPA-rookfilter en komen niet in de spoelvlloeistof terecht². In

Tabel 1 is een overzicht weergegeven van de chemische stoffen die in de spoelvlloeistof terecht kunnen komen. Geen van de stoffen is momenteel geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stof (ZZS), dit zijn stoffen waarvan de stoffeigenschappen dermate schadelijk zijn dat emissies van deze stoffen beperkt moeten worden, dus ook richting het riool.

Tabel 1: Overzicht van de chemische stoffen die aanwezig kunnen zijn in de spoelvlloeistof. Geen van de stoffen is momenteel geclassificeerd als ZZS (Zeer Zorgwekkende Stof), dit geldt ook voor de stoffen die voorkomen in de Neptune docking agent (Tabel 3).

Chemische stof	Cas-nummer	Toepassing in de operatiekamer	Concentratie in spoelvlloeistof (%) ^a	Selectie andere toepassingen
Natriumchloride	7647-14-5	Spoelvlloeistof	0,9	Keukenzout Medicijnen Strooizout

² Persoonlijke communicatie Stryker (12-08-2021)

Glycine	56-40-6	Spoelvlloeistof	1,5	Medicijnen Diervoeding Cosmetica
Adrenaline	51-43-4	Vaatvernauwer	0,033	Medicijnen
Neptune docking agent	-	Schoonmaakmiddel /desinfectiemiddel	0,06	-

^a: Concentraties zijn afkomstig uit de rapportages van KWR en LUMC (Smeets en Paraskevopoulos 2020; LUMC, 2021). De concentratie adrenaline gegeven door LUMC (0,033%) wijkt iets af van de waarde van KWR (0,03%).

Een Neptune spoelapparaat kan in totaal 24 liter per operatie opvangen. De hoeveelheid opgevangen spoelvlloeistof is echter lager, deze varieert tussen 1,5 en 15 liter afhankelijk van het type operatie (Smeets en Paraskevopoulos, 2020). Niet bij elke operatie worden er spoelvlloeistoffen toegepast, 'vooral bij urologische, gynaecologische, gastro-enterologische en arthroscopische ingrepen wordt veel gespoeld' (OKO, 2016). Voor het Leiden Universitair Medisch Centrum (LUMC) is berekend dat er zo'n 50.000 liter per jaar aan spoelvlloeistoffen wordt gebruikt. In totaal telde Nederland in 2019 zo'n 304³ ziekenhuislocaties. Een snelle berekening levert een geschat totaal van 15.200.000 liter, oftewel 15.200 m³, aan spoelvlloeistof op per jaar. Het geschatte totaal aan spoelvlloeistoffen van alle ziekenhuizen gezamenlijk is circa 6% van het totaal aan afvalwater van enkel het LUMC (225.000 m³/jaar) (LUMC,2021). De lozing spoelvlloeistof van het LUMC betreft ongeveer 0,02% van het totaal aan afvalwater wat door het ziekenhuis geloosd wordt. Het betreft dus een relatief kleine afvalwaterstroom. Dat neemt niet weg dat sommige stoffen ook in hele lage concentraties al risico's kunnen opleveren voor mens en milieu, maar ook problemen kunnen opleveren voor een ontvangende rioolwaterzuivering. Onderstaand worden de verschillende chemische stoffen daarom kort besproken. In eerste instantie wordt beoordeeld of de lozing van operatievlloeistoffen een significante bijdrage oplevert van de chemische stoffen in het milieu ten opzichte van andere lozingen. Indien dit een kleine bijdrage betreft, dan is het toegevoegd risico, los van het feit of er wel of geen risico is, klein. Indien de bijdrage wel significant is, dan wordt er bepaald of de lozing risico's oplevert voor mens en milieu.

Natriumchloride

Natriumchloride, beter bekend als keukenzout, kent een breed aantal toepassingen. Het wordt onder andere door mensen opgenomen door inname van voedingsmiddelen en medicijnen. Natrium en chloride komen via de uitscheiding van urine maar ook menstruatiebloedingen al in de riolering terecht. Als spoelvlloeistof wordt een fysische zoutoplossing van 0,9% natriumchloride (9 g/L) toegepast, gelijk aan het zoutgehalte in het menselijk bloed. De oplossing die wordt toegepast bij operaties levert een kleine bijdrage aan de totale lozing van zout door het menselijk lichaam. De lozing van natriumchloride levert hiermee geen (additioneel) risico voor mens en milieu op.

Glycine

³ Bron: <https://www.zorgkaartnederland.nl/> . Andere bronnen vermelden een aantal van 245 ([Ziekenhuiszorg | Cijfers & Context | Aanbod | Volksgezondheidszorg.info](#) Geraadpleegd: 29-07-2021.)

Glycine is een spoelmiddel dat incidenteel bij urologie wordt toegepast als alternatief voor de natriumchloride oplossing. Het wordt onder andere nog gebruikt voor operaties waarbij een deel van de prostaat wordt verwijderd (Sitsen en Vasbinder, 2011). Het gebruik betreft een 1,5% glycine oplossing. Het gebruik verschilt per ziekenhuis, bij het OLVG ziekenhuis wordt helemaal geen glycine oplossing toegepast.⁴ Glycine is een niet-essentieel aminozuur voor mensen en kent daarnaast meerdere toepassingen, bijvoorbeeld in cosmetica en medicijnen. Daarnaast krijgt de mens ook glycine binnen via voedingsmiddelen. Glycine wordt via de urine uitgescheiden als hippuurzuur, het conjugaat van glycine en benzoëzuur (Beyoğlu en Idle, 2012). Glycine wordt in lichaam-, haar-, en huidverzorgingsproducten toegepast. Via deze toepassingen zal glycine deels door het lichaam opgenomen worden maar een deel zal ook verloren gaan naar de omgeving, bijvoorbeeld door het wassen van handen, lichaam en haar. De hoeveelheid glycine geloosd met operatievloeistoffen zal beperkt zijn ten opzichte van de verwachte lozingen via deze andere gebuiken. Daarnaast is glycine biologisch goed afbreekbaar en bij relatief hoge concentraties pas ecotoxisch (>220 mg/L) (ECHA, 2021), de lozing op het riool zal daarom geen risico's opleveren.

Adrenaline

Adrenaline is een hormoon en neurotransmitter dat van nature aangemaakt wordt door de mens. Het wordt voornamelijk aangemaakt in zogenaamde noodsituaties waarbij het menselijk lichaam snel en actief moet kunnen reageren. Een toename in aanmaak vindt bijvoorbeeld plaats tijdens stressvolle periodes, maar ook tijdens het sporten. Adrenaline kan ook als medicijn worden toegediend bij bijvoorbeeld levensbedreigende allergieën. Adrenaline wordt geproduceerd in de bijnier en wordt vrijgegeven in de bloedbaan. Het menselijk lichaam breekt adrenaline daarna snel af in metafrines, deze afbraakproducten worden voornamelijk in bloed en urine aangetroffen (NVPG, 2021).

In ziekenhuizen wordt adrenaline nog toegepast bij orthopedische kijkoperaties aan de schouder. Net als voor glycine verschilt het gebruik per ziekenhuis, het OLVG gebruikt bijvoorbeeld geen adrenaline meer voor deze operaties.² Om te bepalen of spoelvoeistoffen een significante bijdrage leveren aan de lozing van adrenaline op de riolering, is de lozing vergeleken met twee andere bronnen van adrenaline: 1) de lozing van menselijke urine en 2) de lozing van menstratiebloed.

De referentiewaarde voor urine is 4-20 µg adrenaline/24 uur (Ziekenhuis Oost-Limburg, 2021). Door de gemiddelde waarde te vermenigvuldigen met het aantal mensen in Nederland (~17.500.000) en de hoeveelheid dagen in een jaar (365 dagen), kan de jaarlijkse hoeveelheid adrenaline geloosd met urine geschat worden. Voor bloed is de referentiewaarde circa 2,2-36,6 ng adrenaline/liter (Maastricht UMC+, 2021). Door de gemiddelde waarde te vermenigvuldigen met de hoeveelheid geloosd menstratiebloed per jaar (225.750 liter, zie de sectie 'microbiologisch risicobeoordeling'), kan de jaarlijkse hoeveelheid adrenaline geloosd met bloedverlies geschat worden. De concentratie adrenaline in spoelvoeistof (1cc adrenaline op 3 liter water (LUMC, 2021) oftewel 0,033% = ~330 mg/liter) is beduidend hoger dan in urine en bloed. Deze waarde wordt vermenigvuldigd met het totaal aan spoelvoeistof om de lozing via spoelvoeistoffen te schatten.

Een snelle berekening toont aan dat de hoeveelheid adrenaline geloosd via spoelvoeistof vele malen hoger is dan via urine en bloed (Tabel 2). Relatief gezien betreft het dus een significante lozing.

⁴ Persoonlijke communicatie Talitha Hoppe – Onze Lieve Vrouwe Gasthuis, 25 Augustus 2021.

Tabel 2: Lozing van adrenaline via verschillende media op de riolering.

Medium	Gemiddelde concentratie adrenaline per medium	Aantal personen (#)	Hoeveelheid geloosd per jaar (L/jaar)	Hoeveelheid adrenaline geloosd via medium (kg/jaar)
Urine	12 µg/24 uur per persoon	17.500.000	-	76,6
Bloed	19,4 ng/liter	-	225.750 ^a	<0,001
Spoelvoestof	330 mg/liter	-	15.200.000	5016

^a: op basis van de hoeveelheid menstruatiebloed, zie sectie 'Microbiologisch risicobeoordeling'

De vervolgvraag is of de lozing van adrenaline risico's oplevert. Uit studies blijkt dat adrenaline als hormoon acteert bij aquatische organismen. In *Mytilus coruscus*, een mosselsoort uit oost-Azië, werd bij concentraties van 0,18 mg/L in water al een versnelling waargenomen op de metamorfose van larven (Yang et al., 2014). Tot de hoogst geteste concentratie (18 mg/L) werden geen effecten op mortaliteit aangetoond gedurende de testperiode van 72 uur. Bij *Pimephales promelas*, de Amerikaanse dikkop-elrit, werden bij concentraties van 100 mg/L in water effecten aangetoond op de embryogenese, terwijl dit voor *Xenopus laevis*, de klauwkikker, 120 mg/L betrof (Daston et al., 2019). Voor volwassen *Xenopus laevis* werd tot de hoogste testconcentratie (600 mg/L) geen mortaliteit waargenomen terwijl bij de *Pimephales promelas* mortaliteit optrad bij 400 mg/L. Ook bij *Daphnia pulex*, een watervlooiensoort, is bekend dat er effecten kunnen optreden; bij relatief hoge concentraties (~23 mg/L) versnelt adrenaline de harstslag (Bekker en Krijgsman, 1951).

Als adrenaline op het riool geloosd wordt, dan zal de concentratie in grote mate verdunnen. Op basis van de chemische structuurformule wordt verwacht dat adrenaline goed biologisch afbreekbaar (readily biodegradable) is (Epi Suite, 2021). De geloosde concentraties in het effluent (uitgaande water) van rioolwaterzuiveringen zullen daarom naar verwachting een stuk lager zijn dan de concentraties geloosd op de riolering. Indien aangenomen wordt dat 95% van het adrenaline afkomstig van spoelvoestoffen afgebroken wordt in de rioolwaterzuivering⁵, 0,01% van het totaal aan afvalwater afkomstig is van spoelvoestof⁶, en er een verdunning van 10 plaats vindt bij lozing in oppervlaktewater, dan resulteert dit in een concentratie van 0,165 µg/L in het oppervlaktewater. Een snelle zoektocht leverde geen meetgegevens van adrenaline in Nederlandse waterzuiveringen op om de huidige concentraties in het effluent te beoordelen. Uit bovenstaande toxiciteitsgegevens blijkt dat bij 180 µg/L er hormoon-verstorende effecten optreden. De berekende concentratie is een factor 1000 lager dan deze concentratie. Mogelijk vinden negatieve effecten ook bij lagere concentraties plaats, bijvoorbeeld bij langdurige blootstelling of bij blootstelling door andere organismen. Bij normstelling worden alle informatie en onzekerheden uitgebreid meegenomen om een veilige concentratie voor oppervlaktewater te bepalen. Dit is in het huidige onderzoek niet

⁵ Op basis van het feit dat de stof goed afbreekbaar (readily biodegradable) is.

⁶ Het aandeel kan verschillen per rioolwaterzuivering. In totaal wordt er 1.900.000.000 m³ afvalwater gezuiverd per jaar ([Waterschappen zuiveren 1,9 mld kuub rioolwater in 2017 \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/nl-nl/indicatoren/1900000000)). De lozing van spoelvoestoffen betreft gemiddeld 0,0008% van het totaal.

mogelijk, normstelling betreft een intensieve activiteit. Momenteel kan daarom niet vastgesteld worden of directe lozing van de adrenaline op de riolering risico's oplevert voor het milieu.

Let op dat bij bovenstaande berekeningen een aantal aannames gedaan is. Mogelijk is de concentratie adrenaline die via de rioolwaterzuivering in het oppervlaktewater terecht komt hoger dan wel lager. Een aantal aspecten (de lijst is niet uitputtend) die meespelen zijn:

- Er zijn geen gegevens die duiden welke concentraties adrenaline momenteel al via rioolwaterzuiveringen geloosd worden
- Er wordt (zover bekend) enkel adrenaline gebruikt bij orthopedische kijkoperaties aan de schouder, en dit gebeurt niet (meer) op elke ziekenhuislocatie. Een deel van de adrenaline zal daarnaast omgezet worden in het lichaam van de patiënt. De hoeveelheden geloosd adrenaline zullen naar verwachting lager zijn omdat 1) niet al het spoelvoeistof adrenaline zal bevatten en 2) de concentraties lager kunnen zijn dan de toegepaste doses
- Er wordt gerekend met een totaal van 50.000 liter spoelvoeistof per ziekenhuislocatie. Er zal variatie zitten tussen de hoeveelheden spoelvoeistof geproduceerd per locatie, op sommige van de 304 locaties wordt mogelijk geen enkel spoelvoeistof geproduceerd. De 50.000 liter is mogelijk een overschatting dan wel onderschatting
- Het is onduidelijk in hoeverre adrenaline afgebroken in de rioolwaterzuivering wordt voordat het geloosd wordt met het effluent

Neptune Docking agent

Het schoonmaak- en desinfectiemiddel dat door Stryker aanbevolen wordt om de Neptune mee schoon te maken is Neptune Docking agent. Dit schoonmaakmiddel bevat een divers aantal chemische stoffen, waarvan het overzicht is weergegeven in Tabel 3. Geen van de stoffen is geclassificeerd als ZZS (Zeer Zorgwekkende Stof).

Tabel 3: Samenstelling Neptune Docking agent (Stryker, 2014).

Chemische stof	Cas-nummer	Concentratie product (%)	Selectie andere toepassingen ^a
Natriumdodecylsulfaat	151-21-3	<15	Schoonmaakmiddelen Cosmetica
Alcohol ethoxylaten	-	<10	
Alcoholen, C12-14-secundair, geëthoxyleerd	84133-50-6	<6,5	Schoonmaakmiddelen Inktpatronen
Antischuimmiddelen	-	<0,5	

Diammonium EDTA	20824-56-0	<0,5	Ontkalkingsmiddelen Cosmetica Schoonmaakmiddelen
Polyethyleen glycol	25322-68-3	<0,4	Cosmetica Medicijnen Schoonmaakmiddelen
Ammoniumhydroxide (ammonia)	1336-21-6	0,1	Schoonmaakmiddelen
Geurstoffen	-	<0,2	
Kleurstoffen	-	<0,01	

^a: Voor stoffen zonder CAS-nummer zijn geen andere toepassingen benoemd omdat het onduidelijk is welke stoffen er precies zijn toegepast.

Van de stoffen die identificeerbaar zijn op basis van het CAS-nummer, betreft het allen stoffen die ook in andere schoonmaakmiddelen toegepast worden en daarnaast ook breder toegepast worden in bijvoorbeeld cosmetica en medicijnen. Van de stoffen zonder CAS-nummer is het ook bekend dat deze brede toepassingen kennen in consumentenproducten. Het verbruik aan schoonmaakmiddel is circa 10 liter per jaar per apparaat⁷. Ondanks dat het niet gegarandeerd is dat alle eigenaren van de Neptune dit schoonmaakmiddel gebruiken, wordt verwacht dat de meesten wel dit schoonmaakmiddel gebruiken

Volgens de rapportage van KWR bestaat spoelvoeistof gemiddeld uit circa 0,06% schoonmaakmiddel. Dit betreft een relatief klein percentage. Op basis van het brede gebruik van deze stoffen in andere consumentenproducten, is de lozing van spoelvoeistof naar grote waarschijnlijkheid een relatief kleine bijdrage en levert dit geen (additioneel) risico op.

Microbiologisch risicobeoordeling: gevaren analyse.

Spoelvoeistof uit OK's kan vermengd raken met bloed. In bloed aanwezige ziekteverwekkers kunnen daarmee in spoelvoeistof terecht komen. Dit kunnen bacteriën en virussen zijn. Patiënten met een bacteriëmie (bacteriën in het bloed) worden echter behandeld met antibiotica en deze patiënten worden bij acute ziekteverschijnselen niet geopereerd, tenzij noodzakelijk. Patiënten die besmet zijn met gevaarlijke virussen zoals het LASSA en Ebola virus of de veroorzaker van hemorrhagische koorts zullen geen operaties ondergaan waarbij spoelvoeistof gebruikt wordt (pi, LUMC). Alleen bloed van patiënten met hepatitis B (HBV), hepatitis C (HCV) en/of HIV zou via spoelvoeistof in het riool terecht kunnen komen. De meest waarschijnlijke microbiologische gevaren die zich kunnen voordoen in bloed van patiënten zijn dus HBV, HCV en HIV.

⁷ Persoonlijke communicatie Stryker (12-08-2021)

Microbiologisch risicobeoordeling: blootstelling.

In bloed aanwezige HBV, HCV en HIV kunnen ook via andere routes in het rioolwater terechtkomen, zoals via menstruatiebloed, urine en feces. Daarom zullen de volgende routes zullen met elkaar worden vergeleken:

- Lozing van met bloed besmette spoelvoeistof vanuit een ziekenhuis OK
- Lozing van bloed bij menstruatie
- Lozing van ontlasting (feces en urine)

Route 1: Blootstelling aan virusdeeltjes via OK vloeistof

Virussen in het bloed kunnen in OK spoelvoeistof⁸ terechtkomen. In de onderstaande tabel wordt berekend hoeveel met HBV, HCV en HIV besmet bloed via OK spoelvoeistoffen in het riool terecht kan komen.

Tabel 4: Maximale lozingen van met HBV, HCV en HIV besmet bloed via spoelvoeistof op riool.

Spoelvoeistof verbruik (L) per ziekenhuis per jaar ⁹	50.000
Aantal ziekenhuizen en zelfstandige klinieken in NL ¹⁰	304
Jaarlijks verbruik spoelvoeistof in ziekenhuizen (L)	15.200.000
Maximaal fractie bloed in spoelvoeistof ¹	0,02
Maximale hoeveelheid bloed in spoelvoeistof (L)	304.000
Prevalentie HBV ¹¹	0,003
Prevalentie HCV ¹²	0,002
Prevalentie HIV ¹³	0,0014
Maximale hoeveelheid HBV ⁺ bloed via OK in NL per jaar op riool (L)	912
Maximale hoeveelheid HCV ⁺ bloed via OK in NL per jaar op riool (L)	608
Maximale hoeveelheid HIV ⁺ bloed via OK in NL per jaar op riool (L)	425

⁸ Mondspoelvoeistof dat met bloed besmet kan raken bij tandheelkundige behandelingen wordt vanwege de mogelijke aanwezigheid van amalgaam niet via het riool afgevoerd, maar apart opgevangen en afgevoerd.

⁹ Bron: p.i. LUMC

¹⁰ Bron: <https://www.zorgkaartnederland.nl/>

¹¹ Bron: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-b>

¹² Bron: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-c>

¹³ Bron: Sighem et al., 2020.

Opmerking: Patiënten met een acute HBV, HCV of HIV infectie worden bij voorkeur niet behandeld op een OK. Mocht dit wel het geval zijn, dan zal eventueel gebruikte spoelvlloeistof apart worden opgevangen in containers die vervolgens als vast afval worden afgevoerd. Dit laatste geldt ook voor spoelvlloeistof die gebruikt is bij behandeling van chronische HBV, HCV of HIV patiënten waarvan de status bekend was. Dus bij patiënten waarbij de aanwezigheid van HBV, HCV en HIV bekend is, zal spoelvlloeistof niet via het riool afgevoerd worden (p.i. LUMC).

Route 2: Blootstelling aan virusdeeltjes via menstruatiebloed.

In het onderstaande overzicht wordt ervan uitgegaan van een gemiddeld bloedverlies van 43 mL per periode¹⁴. Een groot deel van dit bloed zal worden opgevangen door verbandmiddelen, aangenomen is dat 10% van het menstruele bloedverlies in het riool terecht komt. De HBV en HCV prevalenties onder mannen en vrouwen wordt gelijk geacht, maar de HIV prevalentie onder vrouwen is lager dan onder mannen. Daarom is in onderstaande tabel niet de algemene HIV prevalentie opgenomen zoals bij OK vloestof, maar de HIV prevalentie onder vrouwen.

Tabel 5: Maximale lozingen van met HBV, HCV en HIV besmet bloed via menstruatiebloed op riool.

Inwoners in Nederland	17.500.000
Vrouwen in de leeftijdsklasse 12 - 50 jaar	4.375.000
Bloedverlies/periode (L)	0,043
Aantal perioden/jaar	12
Bloedverlies/jaar (L)	2.257.500
Bloedverlies afgevoerd via riool (L)	225.750
Prevalentie HBV ¹⁵	0,003
Prevalentie HCV ¹⁶	0,002
Prevalentie HIV bij vrouwen ¹⁷	0,00045
Totaal HBV+ besmet menstruatiebloed per jaar (L)	677
Totaal HCV+ besmet menstruatiebloed per jaar (L)	452
Totaal HIV+ besmet menstruatiebloed per jaar (L)	98

¹⁴ [Vaginaal bloedverlies | NHG-Richtlijnen](#)

¹⁵ Bron: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-b>

¹⁶ Bron: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-c>

Route 3: Blootstelling aan virusdeeltjes via ontlasting

Individueen die positief testen op HBV, HCV of HIV kunnen het virus ook uitscheiden via ander lichaamsvloeistoffen dan bloed, zoals bijvoorbeeld urine of feces. Ook via deze route uitgescheiden virusdeeltjes komen in afvalwater terecht.

Tabel 6: Maximale lozingen van met HBV, HCV en HIV besmette ontlasting op riool.

Dagelijkse productie van:

Urine pp (L) ¹⁸ :	1.400
Feces pp (L) ¹⁹ :	0,128
Inwoners in NL	17.500.000

Jaarlijkse hoeveelheid urine op riool (L)	8.820.000.000
---	---------------

Jaarlijkse hoeveelheid feces op riool (L)	806.400.000
---	-------------

Prevalentie HBV ²⁰	0,003
-------------------------------	-------

Prevalentie HCV ²¹	0,002
-------------------------------	-------

Prevalentie HIV ²²	0,0014
-------------------------------	--------

Jaarlijkse hoeveelheid HBV ⁺ feces op riool (L)	2.419.200
--	-----------

Jaarlijkse hoeveelheid HCV ⁺ feces op riool (L)	1.612.800
--	-----------

Jaarlijkse hoeveelheid HIV ⁺ feces op riool (L)	1.092.096
--	-----------

Jaarlijkse hoeveelheid HBV ⁺ urine op riool (L)	26.460.000
--	------------

Jaarlijkse hoeveelheid HCV ⁺ urine op riool (L)	17.640.000
--	------------

Jaarlijkse hoeveelheid HIV ⁺ urine op riool (L)	11.944.800
--	------------

¹⁸ [Urine - Wikipedia](#)

¹⁹ [Human feces - Wikipedia](#)

²⁰ Bron: <https://ci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-b>

²¹ Bron: <https://ci.rivm.nl/richtlijnen/hepatitis-c>

²² Bron: Sighem et al., 2020.

Relatieve risicoschatting: Blootstelling via OK-spoelvroelstof ten opzichte van blootstelling via menstrueel bloed.

In Nederland komt jaarlijks via OK spoelvroelstof een hoeveelheid bloed in het riool die in dezelfde orde van grote ligt als de hoeveelheid bloed die als gevolg van menstrueren op het riool geloosd wordt: zo'n 200.000 tot 300.000 L per jaar. Er is geen informatie gevonden die aangeeft dat de prevalentie van HBV en HCV onder mannen en vrouwen verschilt. Dus de blootstelling aan HBV en HCV via bloed in OK spoelvroelstof en blootstelling aan HBV en HCV via menstrueel bloed ligt in dezelfde orde van grootte. Alleen de blootstelling aan HIV via OK spoelvroelstof ligt ongeveer een factor 3 hoger ten opzichte van menstrueel bloed omdat de prevalentie van HIV onder vrouwen (0,00045) lager is dan onder de algemene bevolking (0,0014) die op een OK behandeld wordt.

Relatieve risicoschatting: Blootstelling via OK-vroelstof ten opzichte van blootstelling via ontlasting.

Virale deeltjes kunnen ook via ontlasting in het riool terecht komen. Jaarlijks wordt 8,6 miljard liter urine en 0,8 miljard liter feces op het riool geloosd. Dit overtreft de hoeveelheid bloed via OK-vroelstof (0,3 miljoen liter) vele malen. Het aantal virale deeltjes (HBV en HCV) in bloed, urine en feces verschilt en dat kan consequenties hebben voor de hoeveelheden virale deeltjes die in het rioolwater terecht komen. In de onderstaande tabel zijn de minimum en maximum waarden voor HBV en HCV in bloed, feces en urine vermeld die zijn gevonden in de literatuur. Er zijn geen gegevens gevonden over aantallen HIV deeltjes in feces en urine. Dit is voor de risico-beoordeling niet relevant omdat overdracht van HIV via urine en feces tot op heden niet is bewezen²³.

Tabel 7: Maximale lozingen van HBV en HCV deeltjes via OK spoelvroelstof en ontlasting op riool.

	min	max
HBV deeltjes in bloed ²⁴ (DNA kopieën per L)	6,3E+08	1,0E+12
HBV deeltjes in feces ²⁵	6,3E+05	2,5E+11
HBV deeltjes in urine ²⁶	2,0E+04	2,5E+08
HCV deeltjes in bloed ²⁷ (RNA kopieën per L)	2,0E+06	7,4E+09
HCV deeltjes in feces ²⁸	4,7E+06	1,6E+10
HCV deeltjes in urine ²⁹	1,0E+05	1,0E+07

²³ [Hivinfectie | LCI richtlijnen \(rivm.nl\)](#)

²⁴ Bron: Eijk et al., 2005; Komatsu et al., 2012; 2015

²⁵ Bron: Komatsu et al., 2015

²⁶ Bron: Eijk et al., 2005; Jain et al., 2018

²⁷ Bron: Pontisso et al., 1999; Beld et al., 2000

²⁸ Bron: Beld et al., 2000; Heidrich et al., 2016

²⁹ Bron: Lu et al., 2018

HBV deeltjes via OK vloeistof	5,8E+11	9,1E+14
HBV deeltjes via feces	1,5E+12	6,0E+17
HBV deeltjes via urine	5,6E+11	7,0E+15
HCV deeltjes via OK vloeistof	1,2E+09	4,5E+12
HCV deeltjes via feces	7,5E+12	2,5E+16
HCV deeltjes via urine	1,9E+12	1,9E+14

Uit de bovenstaande tabel kan worden opgemaakt dat verreweg de meeste HBV en HCV deeltjes waarschijnlijk via feces in het riool terecht kunnen komen. Daarbij moeten drie kanttekeningen gemaakt worden:

1. HBV en HCV deeltjes die worden aangetoond in feces en urine zijn niet of nauwelijks infectieus (Jain et al., 2018; Komatsu et al., 2015).
2. Eventueel geloosd bloed in OK spoelvloeistof wordt bij lozing op overig afvalwater van een ziekenhuis sterk verdund (ca. 225.000 x), en bij lozing van ziekenhuisafvalwater op riool nog verder.
3. Besmettingen met HBV, HCV en HIV treden vooral op bij bloed-bloed contact (LCI, RIVM), en niet via water-bloed contact.

Discussie en conclusie

Chemisch.

Uit de analyse blijkt dat er weinig chemische stoffen in spoelvloeistof voorkomen. In de meeste gevallen wordt natriumchloride toegepast en incidenteel bij sommige operaties nog een glycine oplossing. Deze stoffen leveren bij lozing van spoelvloeistof op de riolering geen risico's op mens en milieu. Dit geldt ook voor het schoonmaakmiddel Neptune Docking agent waarvan de restanten in de spoelvloeistof terecht kunnen komen. Deze stoffen worden ook in vele andere schoonmaakproducten en consumentenproducten toegepast. De bijdrage van spoelvloeistof op de lozing van deze stoffen is relatief klein en zal geen (additioneel) risico opleveren. Bij sommige operaties wordt ook het hormoon adrenaline toegediend tegen bloedverlies. Adrenaline kan door het gebruik in de spoelvloeistof terecht kan komen. Adrenaline wordt door het menselijk lichaam van nature aangemaakt en omgezet maar kan hormoon-verstorend werkend bij aquatische organismen. In vergelijking met de lozing van adrenaline via urine en bloed op de riolering, betreft de geschatte lozing via spoelvloeistoffen een significante bijdrage. De geschatte maximale concentratie van adrenaline in oppervlaktewater ligt echter een factor 1000 lager dan waarden waarvan bekend is dat zij een verstorend effect hebben in het milieu en ligt waarschijnlijk nog lager. Momenteel kan niet beoordeeld of langdurige lozing van en blootstelling aan adrenaline uit spoelvloeistof risico's oplevert voor aquatische organismen en daarmee het milieu. Bij normstelling worden informatie en onzekerheden uitgebreid meegenomen om een veilige

concentratie voor oppervlaktewater te bepalen. Een norm is momenteel echter niet beschikbaar voor adrenaline.

Microbiologisch.

De meest waarschijnlijke microbiologische gevaren die zich kunnen voordoen in bloed van patiënten op een OK zijn HBV, HCV en HIV. Deze virussen kunnen dus via lozing van OK vloeistoffen in het riool terechtkomen. In de bovenstaande berekeningen is steeds uitgegaan van de maximale hoeveelheid HBV/HCV/HIV besmet bloed die via OK spoelvloeistof in het riool terecht kan komen. Dat is een worst case scenario omdat in situaties waarin sprake is van een acute infectie met HBV/HCV/HIV of in situaties waarin de HBV/HCV/HIV status van de patiënt bekend is geen spoelvloeistof op het riool geloosd wordt.

Deze virussen kunnen ook via andere bronnen in het afvalwater terechtkomen, zoals door ontlasting. De grootste bijdrage aan lozingen op het riool van de genoemde virussen wordt daarbij geleverd door feces. Virusdeeltjes die in feces (en urine) kunnen worden aangetoond zijn echter niet of nauwelijks infectieus. Dat maakt bloed tot de meest waarschijnlijke bron van HBV, HCV en HIV in rioolwater.

Ook menstrueel bloed kan besmet zijn met HBV, HCV en HIV en in het rioolwater terechtkomen. De geschatte hoeveelheid menstrueel bloed die in het riool terechtkomt ligt in dezelfde orde van grootte als de hoeveelheid bloed die via OK spoelvloeistof in het riool terecht komt. De prevalentie van HBV en HCV onder mannen en vrouwen is niet verschillend, wat inhoudt dat via menstrueel bloed en OK spoelvloeistof evenveel HBV en HCV deeltjes in het riool terechtkomen. HIV komt echter onder vrouwen minder vaak voor dan onder mannen. Hierdoor levert OK-spoelvloeistof een grotere bijdrage aan mogelijke blootstelling aan HIV via rioolwater dan menstrueel bloed. Vanwege verdunning door lozing, instabiliteit van de virusdeeltjes in rioolwater en omdat humane besmettingen met HBV, HCV en HIV vooral het gevolg zijn van bloed-bloed contact, en niet van blootstelling via water, zal dit voor het uiteindelijke risico voor de mens op blootstelling aan pathogene ziekteverwekkers in bloed via rioolwater geen significante gevolgen hebben.

Advies

Aan de lozing van in spoelvloeistof aanwezige chemische gevaren lijkt geen acuut risico verbonden te zijn. Maar voor de lange termijn bestaat er onduidelijkheid over een eventueel effect van adrenaline. Mocht het lozen van spoelvloeistof direct op het riool worden toegestaan, dan wordt daarom aanbevolen om adrenaline in oppervlaktewater te monitoren en om een norm voor adrenaline in oppervlaktewater af te leiden. Omdat niet bij alle operaties waarbij spoelvloeistof wordt gebruikt adrenaline wordt toegevoegd aan de spoelvloeistof, zou ook kunnen worden aanbevolen om alleen spoelvloeistof zonder adrenaline direct te laten lozen. Spoelvloeistof met adrenaline kan dan via de huidige verwerkingsroute worden verwerkt.

In het algemeen kan OK spoelvloeistof vanuit microbiologisch perspectief zonder risico geloosd worden op het riool. Alleen OK spoelvloeistof die gebruikt wordt bij patiënten met een acute infectie dient, zoals in de huidige situatie al het geval is, opgevangen te worden in containers en afgevoerd te worden als infectieus materiaal.

Gebruikte informatiebronnen

- Bekker, JM, and BJ Krijgsman. 1951. Physiological investigations into the heart function of *Daphnia*. *The Journal of physiology*, 115(3), 249.
- Beld, M, R Sentjens, S Rebers, J Weel, P Wertheim-vanDillen, C Sol and R Boom. 2000. Detection and Quantitation of Hepatitis C Virus RNA in Feces of Chronically Infected Individuals. *Journal of Clinical Microbiology* 38: 3442–3444.
- Beliën, M. 2000. *Orthopedische chirurgie*. ISBN: 9035216717.
- Beyoğlu, D, and JR Idle. 2012. The glycine deportation system and its pharmacological consequences. *Pharmacology & therapeutics*, 135(2), 151-167.
- Daston, G P, JM Rogers, DJ Versteeg, TD Sabourin, D Baines, and SS Marsh. 1991. Interspecies comparisons of A/D ratios: A/D ratios are not constant across species. *Toxicological Sciences*, 17(4), 696-722.
- ECHA, 2021. Registratiedossier glycine. [Glycine - Registration Dossier - ECHA \(europa.eu\)](https://echa.europa.eu)
Geraadpleegd: 29-07-2021.
- Eijk, AA vander, HGM Niesters, BE Hansen, SD Pas, JH Richardus, M Mostert, HLA Janssen, SW Schalm and RA de Man. 2005. Paired, quantitative measurements of hepatitis B virus DNA in saliva, urine and serum of chronic hepatitis B patients. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 17:1173–1179.
- Heidrich, B, E Steinmann, I Plumeier, J Kirschner, L Sollik, S Ziegert, M Engelmann, P Lehmann, MP Manns, DH Pieper and H Wedemeyer. 2016. Frequent detection of HCV RNA and HCVcoreAg in stool of patients with chronic hepatitis C. *Journal of Clinical Virology* 80 (2016) 1–7
- Jain, S, Y-H Su, Y-P Su, S McCloud, R Xue, T-J Lee, S-C Lin, SY Lin, W Song, JD Steffen and C-T Hu. 2018. Characterization of the hepatitis B virus DNA detected in urine of chronic hepatitis B patients. *BMC Gastroenterology* 18: 40. Online available: <https://doi.org/10.1186/s12876-018-0767-1>
- Komatsu, H., A. Inui, T Sogo, A Tateno, R Shimokawa and T Fujisawa. 2012. Tears from children with chronic hepatitis B virus (HBV) infection are infectious vehicles of HBV transmission: experimental transmission of HBV by tears, using mice with chimeric human livers. *The Journal of infectious diseases*, 206(4), 478-485.
- Komatsu, H, A Inui, T Murano, T Tsunoda, T Sogo and T Fujisawa. 2015. Lack of infectivity of HBV in feces from patients with chronic hepatitis B virus infection, and infection using chimeric mice. *BMC Research Notes* 8:366. Online available: DOI 10.1186/s13104-015-1337-z.
- LUMC. 2021. OK spoelvlloeistof op riool verzoek 22 juli 21.
- Lu, T, Y Han, R Zhang, K Zhang, G Lin and J Li. 2018. Quantitative detection of hepatitis C virus RNA in urine of patients with chronic hepatitis C using a novel real-time PCR assay. *Journal of Medical Virology* 91:115-123. Online available: DOI: 10.1002/jmv.25280.
- Maastricht UMC+, 2021. Analyses Database Maastricht UMC+ Adrenaline (bloed). Maastricht UMC+ Diagnostiek en Advies. Laboratoria, Apotheek en Beeldvorming. [Adrenaline \(bloed\) | Diagnostiek en Advies \(mumc.nl\)](https://mumc.nl). Geraadpleegd: 02-08-2021.
- NVPG. 2021. [Hormonen - NVPG adrenaline noradrenaline dopamine catecholamines \(parangangliomen.nl\)](https://parangangliomen.nl).

OKO. 2016. OK OPERATIONEEL Magazine voor operatieassistenten en anesthesiemedwerkers Nr. 4 .
December 2016 Jaargang 11.

Pontisso, P, G Bellati, M Brunetto, L Chemello, G Colloredo, R Di Stefano, M Nicoletti, MG Rumi, MG Ruvoletto, R Soffredini, LM Valenza and G Colucci. 1999. Hepatitis C Virus RNA Profiles in Chronically Infected Individuals: Do They Relate to Disease Activity?. HEPATOLOGY 29, 585-589.

Sighem AI, FWNM Wit, A Boyd, C Smit, A Matser and P Reiss. 2020. Monitoring Report 2019. Human Immunodeficiency Virus (HIV) Infection in the Netherlands. Amsterdam: Stichting HIV Monitoring, 2020. Available online at www.hiv-monitoring.nl.

Sitsen, JMA, and E Vasbinder. 2011. *Geneeskundig jaarboek 2011*. E. C. Vasbinder (Ed.). Bohn Stafleu van Loghum.

Smeets, P and S Paraskevopoulos. 2020. Vloeistoffen uit operatiekamer afvoeren via riool. Beoordeling van de veiligheid. KWR rapport 2020-116. Nieuwegein, NL.

Stryker. 2014. Material Safety Data Sheet Neptune Docking Detergents. MSDS date created: 25 November, 2014.

Yang, J L, WS Li, X Liang, YF Li, YR Chen, WY Bao, and JL Li. 2014. Effects of adrenoceptor compounds on larval metamorphosis of the mussel *Mytilus coruscus*. *Aquaculture*, 426, 282-287.

Ziekenhuis Oost-Limburg. 2021. Catecholamines in Urine. [Catecholamines in urine | Ziekenhuis Oost-Limburg \(zol.be\)](https://www.zorgkaartnederland.nl/). Geraadpleegd: 02-08-2021.

<https://www.zorgkaartnederland.nl/>. Geraadpleegd: 02-08-2021.