

# *SARS-CoV-2 in stedelijk afvalwater*

## *Wat weten we tot nu toe?*

### Samenvatting

Delen (genfragmenten) van het coronavirus SARS-CoV-2 zijn in stedelijk afvalwater aangetroffen. Deze komen daar via verschillende routes in terecht. Ze worden uitgescheiden via de ontlasting en mogelijk urine, en ook andere afvalwaters zoals douchewater, waswater en schoonmaakwater kunnen deeltjes bevatten. De kans bestaat dat er ook intacte, en besmettelijke, SARS-CoV-2 virions in het afvalwater aanwezig zijn, maar voor zover nu bekend is dit nog niet aangetoond. SARS-CoV-2 is minder stabiel dan andere humane virussen in afvalwater. Om een volledig beeld te krijgen van het gedrag van SARS-CoV-2 in afvalwater, en de eventuele gezondheidsrisico's hiervan, is meer onderzoek nodig. Op basis van wat er nu bekend is, stellen de WHO, het RIVM en de Stowa dat de reguliere voorzorgsmaatregelen voor het werken met afvalwater volstaan.

### Inleiding

Het coronavirus SARS-Cov-2 houdt de gemoederen flink bezig. Omdat het een nieuw virus is, weten we er nog relatief weinig over. Er wordt op dit moment veel onderzoek gedaan; niet alleen hoe het kan worden bestreden, maar ook hoe het virus zich in verschillende milieus, waaronder afvalwater, gedraagt. De (vaak voorlopige) resultaten van dit soort onderzoek worden gepubliceerd in wetenschappelijke artikelen, en verspreid via nieuwsberichten en websites. Die informatie is niet voor iedereen even toegankelijk en overzichtelijk. Deze notitie heeft daarom als doel om de beschikbare informatie over het coronavirus in rioolwater op een beknopte, overzichtelijke, en toegankelijke manier samen te vatten. We zullen deze notitie updaten wanneer er nieuwe bevindingen beschikbaar komen.

### SARS-CoV-2

Het coronavirus SARS-CoV-2 (internationaal ook wel 2019-nCoV of Covid-19-virus genoemd) veroorzaakt de ziekte COVID-19. COVID-19 is voor het eerst waargenomen in december 2019 in Wuhan, China, en SARS-CoV-2 is in januari 2020 geïdentificeerd<sup>1</sup>. Het maakt deel uit van de zoönotische<sup>2</sup> coronavirussen. Coronavirussen zijn verantwoordelijk voor, en worden geassocieerd met, een groot

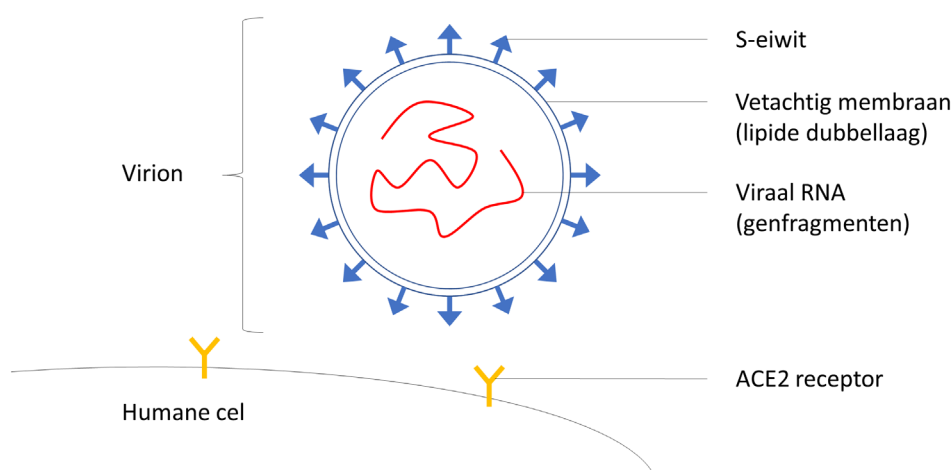
---

<sup>1</sup> Holmes, E., (6-1-2020). Novel 2019 coronavirus genome. Beschikbaar op: <http://virological.org/t/novel-2019-coronavirus-genome/319> (bezocht op 17-4-2020).

<sup>2</sup> Zoönotisch: Overdraagbaar van dieren op mensen.

percentage van veel voorkomende bovenste (bv verkoudheid)- en onderste (bv bronchiolitis) luchtweginfecties<sup>3,4</sup>. Voorbeelden hiervan zijn de HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63 en HKU1-nCoV varianten. De andere twee varianten, SARS-CoV en MERS-CoV, hebben ernstige klachten en hogere mortaliteit<sup>5,6,7,8</sup>. SARS-CoV-2 lijkt sterk (~80% van het genetisch materiaal) op het SARS-virus (SARS-CoV), dat in 2003 in Azië uitbrak<sup>9,10</sup>, en in mindere mate (~50% van het genetisch materiaal) op het MERS-CoV virus dat in 2012 in het Midden-Oosten uitbrak<sup>11</sup>. In vergelijking met SARS-CoV en MERS-CoV is SARS-CoV-2 besmettelijker, maar minder dodelijk<sup>6,7</sup>. COVID-19 is op dit moment een pandemie, wat inhoudt dat het een ziekte is die op wereldwijde schaal frequenter voorkomt dan normaal.

De belangrijkste manier waarop SARS-CoV-2 van mens tot mens wordt overgedragen is via het inademen van kleine druppeltjes in de lucht (verspreid door hoesten en niezen), of door met besmette handen in de mond, ogen en neus te wrijven<sup>5</sup>. Het ACE2 enzym is de receptor voor SARS-CoV-2, waardoor het virus met het S-(spike) eiwit zich aan de gastheercel kan binden, hierin opgenomen wordt en deze vervolgens besmet<sup>8,12,13</sup> (zie ook Figuur 1). De ACE2-receptoren komen onder andere voor in de slijmbekercellen en trilhaarcellen in de neus<sup>14</sup> en op de buitenkant (epitheel) van de ogen, het longoppervlak, slokdarm en mogelijk mondslijmvlies.



Figuur 1. Schematische versimpelde weergave van het SARS-CoV-2 virus en de humane receptor ACE2.

<sup>3</sup> Heymann, D.L., Shindo, N., (2020). COVID-19: what is next for public health? *The Lancet* 395(10224): 542-545. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30374-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30374-3)

<sup>4</sup> Hoek, L. van der, (2007). Human coronaviruses: What do they cause? *Antiviral therapy* 12(4ptB): 651-658. Beschikbaar op: <https://www.intmedpress.com/journals/avt/abstract.cfm?id=460&pid=88> (bezoekt op 17-4-2020).

<sup>5</sup> Guan, W., et al., (2020). Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *The New England Journal of Medicine* 1-3. DOI: [10.1056/NEJMoa2002032](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032)

<sup>6</sup> Huang, C., et al., (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet* 395(10223):497-506. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

<sup>7</sup> Meo, S.A., et al., (2020). Novel coronavirus 2019-nCoV: prevalence, biological and clinical characteristics comparison with SARS-CoV and MERS-CoV. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 24(4): 2012-2019. DOI: [10.26355/eurrev\\_202002\\_20379](https://doi.org/10.26355/eurrev_202002_20379)

<sup>8</sup> De Wit, E., et al., (2016). SARS and MERS: recent insights into emerging coronaviruses. *Nature* 14: 523-534. DOI: [10.1038/nrmicro.2016.81](https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.81)

<sup>9</sup> Chan, J.F.W., et al., (2020). A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet* 395(10223): 514-523. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9)

<sup>10</sup> Wang, D. et al., (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* 323(11):1061-1069. DOI: [10.1001/jama.2020.1585](https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585)

<sup>11</sup> Liu, J., et al., (2020). Overlapping and discrete aspects of the pathology and pathogenesis of the emerging human pathogenic coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and 2019-nCoV. *Journal of Medical Virology* 92(5): 491-494. DOI: [10.1002/jmv.25709](https://doi.org/10.1002/jmv.25709)

<sup>12</sup> Hoffmann, T.M. et al., (2020). SARS-CoV-2 Cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*. DOI: [10.1016/j.cell.2020.02.052](https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052) [published online ahead of print, 2020 Mar 4]

<sup>13</sup> Yeo, C., et al., (2020). Enteric involvement of coronaviruses: is faecal-oral transmission of SARS-CoV-2 possible? *The Lancet* 5(4): 335-337. DOI: [10.1016/S2468-1253\(20\)30048-0](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30048-0)

<sup>14</sup> Sungnak, W., et al., (2020). SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nature medicine*. DOI: [10.1038/s41591-020-0868-6](https://doi.org/10.1038/s41591-020-0868-6)

## SARS-CoV-2 in afvalwater

Omdat SARS-CoV-2 een nieuw virus is, is er nog niet veel bekend over de mogelijke besmettelijkheid van SARS-CoV-2 via contact met afvalwater. Vanwege de overeenkomsten tussen SARS-CoV en SARS-CoV-2, wordt gebruik gemaakt van ervaringen met, en kennis over, het SARS-CoV om risico's van SARS-CoV-2 in afvalwater in te schatten. Daarnaast wordt er nu volop onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van SARS-CoV-2 in ontlasting, urine en rioolwater.

### Aanwezigheid in feces en urine

Een deel van de Covid-19 patiënten krijgt diarree en buikklachten (2-10%)<sup>5,9,11,15,16</sup>. Er zijn genfragmenten van SARS-CoV-2 in feces<sup>5,9,15,17,18,19</sup> en (van één patiënt) in urine<sup>5</sup> van Covid-19 patiënten aangetroffen. Ook bij Covid-19 patiënten die geen diarree of buikklachten hebben gehad zijn genfragmenten in feces gevonden<sup>5,18</sup>. Feces van kinderen kunnen ook SARS-CoV-2 genfragmenten bevatten, zelfs als zij alleen milde klachten en geen diarree hebben gehad<sup>5,20</sup>. Andersom zijn er ook gevallen beschreven waar Covid-19 patiënten wel de veel voorkomende symptomen hadden, maar waarbij geen genfragmenten van SARS-CoV-2 in feces of urine zijn aangetroffen<sup>9</sup>. Op basis van de gevonden literatuur is het nu nog niet mogelijk om een correlatie vast te stellen tussen symptomen van Covid-19 patiënten en het aantreffen van SARS-CoV-2 genfragmenten in feces en urine.

De genfragmenten blijven in een aantal gevallen (circa 23%) ook in de feces aanwezig nadat er geen SARS-CoV-2 meer in de luchtwegen wordt aangetroffen<sup>10,17</sup>. Dit was ook bij feces van kinderen het geval<sup>20</sup>. Holshue et al (2020)<sup>21</sup>, Xiao et al (2020)<sup>17</sup> en Zhang et al (2020)<sup>18</sup> schrijven dat het hen gelukt is om onder laboratoriumomstandigheden een intact en besmettelijk SARS-CoV-2 virus uit feces te isoleren, hetgeen er op duidt dat er door besmette cellen in het maag-darmstelsel virions<sup>22</sup> worden geproduceerd. Echter schrijven Wolfel et al., (2020)<sup>19</sup> dat, ondanks de aanwezigheid van veel genfragmenten, het hen niet is gelukt om een besmettelijk SARS-CoV-2 virion uit feces of urine te isoleren. Zij concluderen dat virions mogelijk ook in het maag-darmstelsel geïnactiveerd kunnen worden.

### Aanwezigheid in afvalwater

Genfragmenten van SARS-CoV-2 zijn in het binnenkomende afvalwater bij een aantal RWZI's in Nederland aangetroffen<sup>23</sup>. Ook tijdens de SARS epidemie in 2003 zijn genfragmenten van SARS-Cov in het afvalwater gevonden<sup>24</sup>. De gen-fragmenten zijn niet gevonden in het effluent van de RWZI's<sup>23</sup>.

De genfragmenten zijn in het afvalwater aangetroffen voordat in Nederland COVID-19 officieel werd gerapporteerd. Het monitoren van rioolwater kan worden ingezet om de verspreiding van SARS-CoV-2 in Nederland te monitoren, en als 'early-warning system' dienen<sup>25</sup>.

<sup>15</sup> Chen, N., et al., (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet* (395):10223, 507-513. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)

<sup>16</sup> WHO, (2019). [Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19](https://www.who.int/publications/i/item/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19).

<sup>17</sup> Xiao, F. et al., (2020). Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology* 1:1-3. DOI: [10.1053/j.gastro.2020.02.055](https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.055)

<sup>18</sup> Zhang, J., et al., (2020). Fecal specimen diagnosis 2019 novel coronavirus-infected pneumonia. *Journal of Medical Virology*: 1-3. DOI: [10.1002/jmv.25742](https://doi.org/10.1002/jmv.25742)

<sup>19</sup> Wolfel, R., et al., (2020). Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature*. DOI: [10.1038/s41586-020-2196-x](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x)

<sup>20</sup> Zang et al., (2020). Detectable SARS-CoV-2 viral RNA in feces of three children during recovery period of COVID-19 pneumonia. *Journal of Medical Virology*: 1-3. DOI: [10.1002/jmv.25795](https://doi.org/10.1002/jmv.25795)

<sup>21</sup> Holshue, M.L. et al., (2020). First Case of 2019 Novel Coronavirus in the United States. *New England Medical Journal* 382; 10. DOI: [10.1056/NEJMoa2001191](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001191)

<sup>22</sup> Virion: een intact virusdeeltje, vrij buiten cellen

<sup>23</sup> KWR, 2020. Wat het riool vertelt over het coronavirus. Beschikbaar op: <https://www.kwrwater.nl/actueel/wat-het-riool-vertelt-over-het-coronavirus/> (geraadpleegd op 15-4-2020)

<sup>24</sup> Wang, X.W., et al., (2005). Concentration and detection of SARS coronavirus in sewage from Xiao Tang Shan hospital and the 309th Hospital of the Chinese People's Liberation Army. *Water Science & Technology* 52(8): 213-221. DOI: [10.2166/wst.2005.0266](https://doi.org/10.2166/wst.2005.0266)

<sup>25</sup> Medema, G., (2020). A technical perspective on COVID-19. Beschikbaar op: [https://iwa-network.org/press/covid-19-a-technical-perspective/?ct=t\(EMAIL\\_postwebinar-covid-professionals-nonmemb\)](https://iwa-network.org/press/covid-19-a-technical-perspective/?ct=t(EMAIL_postwebinar-covid-professionals-nonmemb)) (bezocht op 17-4-2020).

### Overleving in afvalwater

Hoewel SARS-CoV-2 enige tijd in water intact kan blijven, wordt het relatief zwakke virusomhulsel, een vetachtig membraan, sneller en makkelijker afgebroken dan veel andere virussen<sup>16,26</sup>. De overlevingskans van SARS-CoV-2 in afvalwater is dan ook kleiner dan die van de in Nederland aanwezige noro-, rota- en hepatitisvirussen, die een eiwit omhulsel hebben<sup>16,26</sup>.

Wang et al. (2005)<sup>24</sup> hebben onderzoek gedaan naar de besmettelijkheid van SARS-CoV in afvalwater van twee ziekenhuizen in China. 2 dagen nadat besmettelijke virions aan afvalwater (op 20°C) waren toegevoegd, waren deze niet meer besmettelijk. 9 tot 14 dagen later werden er ook geen genfragmenten van SARS-CoV gemeten. Temperatuur bleek hier een belangrijke invloed te hebben. SARS-CoV virions in afvalwater op 4°C waren tot 14 dagen na toevoeging nog besmettelijk. Dit effect van temperatuur op de afbraak van SARS-CoV en andere coronavirussen in water is ook in andere onderzoeken aangetoond<sup>26,27</sup>. De in het afvalwater aanwezige schoonmaakmiddelen en chemicaliën kunnen mogelijk ook een positieve invloed hebben op de afbraak van SARS-CoV-2 virions<sup>26</sup>.

### Aanwezigheid in slib

Gundy et al. (2008)<sup>26</sup> concluderen dat virions van coronavirussen, vanwege het vetachtig virusomhulsel, mogelijk relatief makkelijk aan zwevend stof en organisch materiaal in afvalwater binden. Zij zagen dat coronavirussen in ongefiltreerd ruw afvalwater langer intact bleven vergeleken met coronavirussen in afvalwater na de secundaire zuiveringsstap (90% minder zwevende stof). Mogelijk vindt er bescherming plaats tegen afbraak (predatie door micro-organismen, beschadiging van het virusomhulsel). Echter, door te binden aan zwevend stof en organisch materiaal kunnen de virussen ook door bezinking uit afvalwater verwijderd worden, en kunnen ze in de slib blijven van de RWZI terecht komen. Bibby en Peccia (2013)<sup>28</sup> hebben aangetoond dat het slib van RWZI's (genfragmenten van) een breed scala aan humane virussen kan bevatten, waaronder ook coronavirussen.

Op dit moment zijn er bij LeAF geen resultaten van onderzoeken, of onderzoeken die nog gaande zijn, bekend naar de afbraak van SARS-CoV-2 in slib. Ook zijn er nog geen gevallen, of resultaten, bekend van mogelijke besmetting met SARS-CoV-2 door het werken met zuiveringsslib.

### Overleving op andere oppervlaktes (niet in waterig milieu)

Vanwege het vetachtige virusomhulsel hecht SARS-CoV-2 gemakkelijk aan verschillende oppervlaktes. Het is nog onvoldoende bekend hoe lang het virus dan besmettelijk blijft. Een studie naar de overleving van verschillende coronavirussen wees uit dat, afhankelijk van het materiaal en de omgevingsfactoren, de virions onder labcondities 2-14 dagen besmettelijk kunnen zijn<sup>13,29</sup>.

### Besmetting door contact met afvalwater

Besmetting met coronavirussen zoals SARS-CoV-2 kan alleen door contact met een virion met intact omhulsel. Infectie door blootstelling aan alleen de genfragmenten is niet mogelijk<sup>30</sup>. De analysemethode die in de (wetenschappelijke) studies wordt gebruikt om het voorkomen van coronavirus in feces en het afvalwater te meten (de RT-PCR-methode) laat niet zien of het virus ook intact was, en dus potentieel besmettelijk. De analysemethode laat alleen zien dat (delen van) het RNA van SARS-CoV-2 aanwezig zijn (de genfragmenten).

<sup>26</sup> Gundy, P.M., et al., (2008). Survival of Coronaviruses in water. *Food Environ Virology* 1:10–14. DOI: [10.1007/s12560-008-9001-6](https://doi.org/10.1007/s12560-008-9001-6)

<sup>27</sup> WHO, (2003). [Consensus document on the epidemiology of severe acute respiratory syndrome \(SARS\)](#).

<sup>28</sup> Bibby, K., and Peccia, J., (2013). Identification of viral pathogen diversity in sewage sludge by metagenome analysis. *Environmental Science & Technology* 47(4): 1945–1951. DOI: [10.1021/es305181x](https://doi.org/10.1021/es305181x)

<sup>29</sup> Kampf, G. et al., (2020). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection* 104 (2020) 246–251. DOI: [10.1016/j.jhin.2020.01.022](https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022)

<sup>30</sup> Schoeman, D., Fielding, B.C., (2019). Coronavirus envelope protein: current knowledge. *Virology Journal* 16(69): DOI: [10.1186/s12985-019-1182-0](https://doi.org/10.1186/s12985-019-1182-0)

Besmetting door contact met afvalwater kan alleen als de besmettelijke virions in contact komen met cellen in het lichaam waaraan het virion zich kan binden. De ACE2-receptoren komen ook in het dekweefsel (epitheel) van de maag, de twaalfvingerige darm en het rectum voor<sup>4,14,31,32</sup>. Theoretisch is het dus ook mogelijk om besmet te raken als intacte SARS-CoV-2 virions in het maag-darmstelsel terecht komen. Er is echter nog geen bewijs gevonden dat besmetting op deze wijze ook daadwerkelijk gebeurt.

Ook bij de eerdere SARS en MERS uitbraken is er geen bewijs gevonden dat er besmettingen zijn opgetreden na (indirect) contact met, of inname van, afvalwater<sup>13</sup>. Er is wel een specifiek geval gepubliceerd waarbij gebreken in het rioolstelsel van een appartementencomplex in Hong Kong zeer waarschijnlijk hebben bijgedragen aan de verspreiding van het SARS-virus in het complex. Een luchtstroom die door het riool, via drooggevallen sifons, de appartementen in werd gezogen, nam mogelijk besmette druppeltjes rioolwater mee die besmetting konden veroorzaken via inademing en het neerslaan op oppervlakten<sup>26,33,34</sup>. Het is echter niet aangetoond dat er ook besmettelijke SARS-CoV virions aanwezig waren in het rioolstelsel<sup>24</sup>. Alleen genfragmenten van SARS-CoV zijn daar toen gevonden.

Tot nu toe zijn er geen gevallen bekend waarbij men, na blootstelling aan feces of afvalwater, met SARS-CoV-2 is besmet. Dit is echter, zover bij ons bekend, ook niet specifiek onderzocht. De aanwezigheid van genfragmenten in feces, door uitscheiding van genfragmenten en/of virions uit geïnfecteerde cellen in het maag-darmstelsel, is wel in literatuur beschreven. Het is echter nog niet bekend of SARS-CoV-2 virions aanwezig in afvalwater ook via infectie van het maag-darmstelsel de ziekte COVID-19 kunnen veroorzaken<sup>13</sup>. Deze fecaal-orale besmettingsroute is onderwerp voor verder onderzoek. Ook de transmissieroute via besmette aerosolen afkomstig uit afvalwater of slib is nog niet aangetoond.

### **Besmetting door hergebruik van herwonnen grondstoffen**

LeAF heeft nog geen literatuur gevonden waarin blijkt dat uit afvalwater herwonnen grondstoffen (water, nutriënten, energie) een besmettingsrisico vormen. De zuiverings- en terugwinningsprocessen en verblijftijden zijn dusdanig dat deze eventueel aanwezige besmettelijke SARS-CoV-2 virions afbreken.

## **Maatregelen**

Besmetting met in afvalwater aanwezige pathogenen, door contact met het afvalwater, is altijd een risico. Daarom zijn er standaard veiligheidsvoorschriften voor het omgaan met afvalwater. Deze worden o.a. beschreven in de arbocatalogus van de waterschappen (deel 5): *Omgaan met biologische agentia*<sup>35</sup>. Beknopt geformuleerd hoeven er, volgens het advies van de WHO<sup>16</sup>, het RIVM<sup>36</sup> en de STOWA<sup>37</sup>, geen aanvullende beschermingsmaatregelen genomen te worden om besmetting met SARS-CoV-2 via afvalwater te voorkomen. Deze maatregelen houden in dat werknemers bij het werken met afvalwater

<sup>31</sup> Zou, X. et al., (2020). Single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to 2019-nCoV infection. *Frontiers of Medicine*. DOI: [10.1007/s11684-020-0754-0](https://doi.org/10.1007/s11684-020-0754-0) [published online ahead of print, 2020 Mar 12]

<sup>32</sup> Wan, Y. et al., (2020). Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: an Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *Journal of Virology* 94:e00127-20. DOI: [10.1128/JVI.00127-20](https://doi.org/10.1128/JVI.00127-20)

<sup>33</sup> Gormley, M. et al., (2020). COVID-19 mitigating transmission via wastewater plumbing systems. [published online ahead of print, 2020 Mar 25]. *The Lancet*. DOI: [10.1016/S2214-109X\(20\)30112-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30112-1)

<sup>34</sup> Peiris, J.S.M., et al., (2003). Clinical progression and viral load in a community outbreak of coronavirus-associated SARS pneumonia: a prospective study. *The Lancet* 361(9371): 1767-1772. DOI: [10.1016/S0140-6736\(03\)13412-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13412-5)

<sup>35</sup> Stichting Arbeidsmarkt- en Ontwikkelingsfonds Waterschappen (2016). *Arbocatalogus Waterschappen, Deel 5: Biologische Agentia*.

<sup>36</sup> RIVM (2020). *Nieuwe coronavirus aangetroffen in rioolwater*. Beschikbaar op: <https://www.rivm.nl/nieuws/nieuwe-coronavirus-aangetroffen-in-rioolwater> (geraadpleegd op 23-4-2020).

<sup>37</sup> STOWA, (2020). *Het Coronavirus & afvalwater. Laatste update: 22 april*. Beschikbaar op: <https://www.stowa.nl/onderwerpen/diversen/diversen/het-coronavirus-afvalwater-laatste-update-22-april> (geraadpleegd op 23-4-2020).

zich, voor hun eigen gezondheid, houden aan de volgende standaard voorschriften; dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM), frequent handen wassen, de mond, ogen en neus niet aanraken tijdens het werk en zorgen voor een schoon werkveld.

Fysiek contact hebben met afvalwater, en zonder degelijke PBM's, wordt altijd ten zeerste afgeraden. Dit geldt ook voor verdund afvalwater dat bij hevige piekbuien vrij kan komen bij riooloverstorten of uit putdeksels op straat.

Verschillende onderzoeken<sup>24,29</sup> tonen aan dat het gebruik van reguliere desinfectiemiddelen zoals chloor, 70% ethanol en 0.05% natrium hypochloriet resulteren in nagenoeg directe afbraak (< 1 minuut) van het omhulsel van SARS-CoV-2, zowel in water als op verschillende oppervlaktes. Door afbraak van het omhulsel is het virion dan niet meer besmettelijk. Op basis van wat bekend is over meer persistente virussen zijn nabehandelingen met ozon, waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ook effectief om SARS-CoV-2 virions af te breken.

Als laatste wordt benadrukt dat het goed en frequent wassen van handen de beste voorzorgsmaatregel is om besmetting met SARS-CoV-2 te voorkomen.

## Disclaimer

Gedurende de Coronacrisis stelt LeAF deze notitie gratis ter beschikking aan haar netwerk. LeAF heeft deze notitie samengesteld op basis van beschikbare online wetenschappelijke literatuur. LeAF voert zelf geen onderzoek uit naar SARS-CoV-2 of COVID-19. Er wordt geen garantie gegeven dat alle relevante literatuur hierin verwerkt is. Er komen dagelijks nieuwe publicaties bij. LeAF zal, op basis van de beschikbare tijd en relevante bevindingen, deze notitie periodiek updaten. De informatie en conclusies kunnen in de toekomst dus wijzigen. Mocht u tussentijds een relevant artikel of relevante bevinding missen in deze notitie, dan stellen wij het op prijs als u ons hiervan op de hoogte brengt.

U kunt ons bereiken via [info@leaf-wageningen.nl](mailto:info@leaf-wageningen.nl)

## Over LeAF

Het veilig terugwinnen en hergebruiken van grondstoffen uit reststromen (afval en afvalwater) is essentieel voor een circulaire wereld. LeAF BV werkt ruim 20 jaar aan deze vraagstukken door hier passende oplossingen voor te ontwikkelen en toe te passen. Als een spin-off bedrijf van de afdeling Milieutechnologie (Wageningen UR) zetten we ons in voor innovatieve technologieën en systemen die circulaire kansen bieden voor water, organische stof, nutriënten en energie. Hiervoor combineren we onze hoogwaardige kennis en expertise met toegang tot een breed palet aan aanvullende actuele en wetenschappelijke kennis op het gebied van duurzaamheid, (biobased-) technologie en groene ruimte, een state-of-the-art laboratorium voor maatwerk proeven, en uitgebreid netwerk.