

Rapport

DNA bronopsporing op zwemwaterlocatie Binnenschelde in 2021

KWR 2021.105

Datum

7 december 2021

Opdrachtgever

Aquon

Meer informatie

dr.ir. M.J.M. Hootsmans

T 0622951843

Auteur(s)

M.J.M. Hootsmans

Opdrachtnummer

403801

E michiel.hootsmans@kwrwater.nl

Kwaliteitsborger(s)

L. Heijnen (gedelegeerd namens G. Medema)

Projectmanager

M.J.M. Hootsmans

Pagina

1/13

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Methode en aanpak	3
2.1	Verzamelen van watermonsters	3
2.2	Filtratie	4
2.3	Keuze van te analyseren monsters	5
2.4	Interpretatie van te analyseren monsters	5
2.5	DNA analyse	6
3	Resultaten en discussie	6
3.1	De opbrengst van de inhibitie en rendementscontrole	6
3.2	Resultaten DNA analyse en kweek	7
3.2.1	Binnenschelde badstrand	7
3.2.2	Binnenschelde Paviljoen	8
3.2.3	Binnenschelde duiker zuidoostzijde	10
4	Conclusies	12
5	Referenties	13

1 Inleiding

In het beheergebied van waterschap Brabantse Delta liggen diverse zwemwaterlocaties. De zwemwaterkwaliteit van deze locaties valt niet altijd in de categorie 'uitstekend' of 'goed' zoals vastgelegd in de Europese zwemwaterrichtlijn. Voor de waterbeheerder is het van belang om de belangrijkste bronnen die bijdragen aan de overschrijdingen in concentraties *E. coli* en intestinale enterococcen in beeld te krijgen. Deze indicatorbacteriën komen algemeen voor in darmen van warmbloedige dieren en de concentratie van deze bacteriën in oppervlaktewater geeft daarom een indruk van de concentratie fecaal materiaal in het water en daarmee van de potentiële aanwezigheid van ziekteverwekkende micro-organismen, zoals virussen en bacteriën.

Fecale verontreiniging in oppervlaktewater kan afkomstig zijn van een heel scala aan bronnen. Te denken valt aan de aanwezigheid van (water)vogels, vervuiling door recreanten en passanten, afspoeling van agrarisch gebied, effluentlozing door RWZI's, overstorten uit rioolwater- of hemelwaterriolering, aanwezigheid van wilde fauna en afspoeling van honden- en/of paardenfeces. Welk van dergelijke bronnen nu bijdraagt aan de verminderde (zwem)waterkwaliteit is op basis van alleen de indicator bacteriën (*E. coli* en intestinale enterococcen) niet te achterhalen. Sinds enkele jaren maakt men daarvoor gebruik van specifieke DNA-methoden. Met dergelijke technieken is onderscheid te maken tussen diergroepspecifieke bacteriën met fecale herkomst en/of het DNA uit dierlijke cellen waarvan in de feces hoge concentraties aanwezig zijn (Heijnen & Learbuch 2013, Heijnen et al. 2014, Becker et al. 2017). Met behulp van DNA technieken (qPCR) kunnen dergelijke bacteriën of dierlijke cellen gedetecteerd en gekwantificeerd worden. De meest relevante diergroepen die momenteel in het laboratorium van KWR met DNA merkers onderscheiden kunnen worden zijn: fecale bacteriën van mensen, vogels, varkens, herkauwers (als groep), runderen (uit de groep van herkauwers) en paarden, en DNA uit cellen van honden en de Bruine rat. In het vervolg zal kortheidshalve worden gesproken over 'DNA merkers' voor de verschillende groepen.

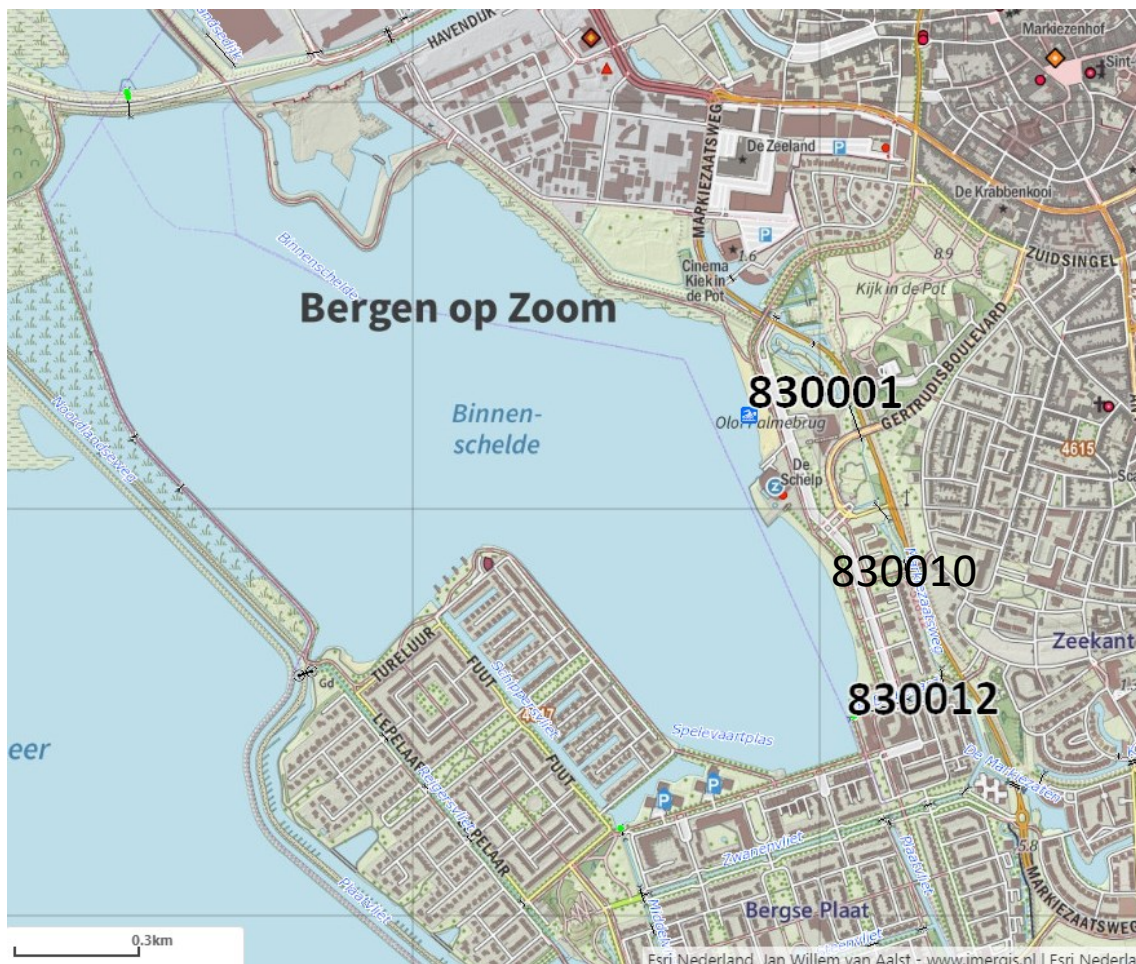
De potentiële bronnen van fecale verontreiniging zijn met bestaande zwemwaterprofielen redelijk in beeld. Met de resultaten van de DNA analyse in de hand kan de (water)beheerder gericht maatregelen nemen. Deze zijn erop gericht om de invloed van aangetoonde bronnen te minimaliseren en zo de (zwem)waterkwaliteit te verbeteren dan wel te garanderen. Het doel van dit DNA-onderzoek is om te achterhalen wat in 2021 de voornaamste bron van fecale verontreiniging is die bijdraagt aan overschrijdingen van de fecale parameters *E. coli* en intestinale enterococcen gedurende het zwemwaterseizoen in de Binnenschelde bij Bergen op Zoom.

2 Methode en aanpak

2.1 Verzamelen van watermonsters

Op de onderzochte zwemwaterlocaties is tijdens de reguliere bemonstering in het zwemseizoen 2021 voor de bepaling van indicator bacteriën (*E. coli* en intestinale enterococcen) ook telkens extra water verzameld voor de DNA bronanalyse. In totaal ging het om 13 tot 21 monsterdatums (inclusief herhalingsmonsterdatums) voor elk van de drie bemonsterde locaties in de Binnenschelde (zie Figuur 1): 830001 (Binnenschelde strand voor kiosk, hierna te noemen Binnenschelde badstrand), 830010 (Binnenschelde, 10 m uit de oever bij paviljoen Het Strandhuys,

hierna te noemen Binnenschelde Paviljoen) en 830012 (in de uiterste zuid-oosthoek van de Binnenschelde voor de inlaatduiker naar de Paalvliet, hierna te noemen Binnenschelde duiker zuidoostzijde).



Figuur 1. Ligging van de onderzochte meetlocaties in de Binnenschelde (830001, 830010 en 830012).

De monsternamen zijn uitgevoerd door Aquon in opdracht van Brabantse Delta. Alle monsters voor de latere DNA analyse zijn binnen 24 uur afgeleverd bij het laboratorium van Aquon in Leiden. De filtratie en aansluitende conservering vond plaats door Aquon volgens de hiervoor door KWR gehanteerde en met Aquon gedeelde procedure. Om een goede vergelijking van DNA-resultaten met kweekgegevens van *E. coli* en intestinale enterococci mogelijk te maken, zijn door Aquon parallel aan de watermonsters voor DNA analyse ook monsters verzameld voor de bepaling van deze zwemwaterparameters.

2.2 Filtratie

Binnen 24 uur na monsternamen is een volume van 45-100 ml van een monster, onder vacuüm, gefiltreerd over een polycarbonaat (PC) membraanfilter (Track-edge filters, Sartorius) met een porië-grootte van 0,2 µm en een doorsnede van 4,5 cm. Het gefiltreerde monstervolume was afhankelijk van de filterbaarheid van het water. Bij elke monsternameronde is tevens een blanco filter (in alle gevallen 100 ml DNA vrij water) geprepareerd om

daarmee het optreden van eventuele contaminaties of vals-positieve reacties vast te kunnen stellen. Na het filtreren van het monster is het filter gespoeld door filtratie met 10 ml van een 0,5 M ammonium-oxalaat oplossing om ijzer te onttrekken uit ijzerhoudende monsters. Dit verbetert het rendement van de DNA extractie van dergelijke monsters aanzienlijk. Na filtratie met ammonium-oxalaat zijn de filters nagespoeld met 20-30 ml PBS oplossing (fosfaat gebufferde fysiologisch zoutoplossing, Gibco – Life Technologies) om restanten ammonium-oxalaat te verwijderen en de pH te neutraliseren.

Gedurende de monsternamecampagne zijn de filters ingevroren in lysis buffer totdat de verdere DNA analyses plaatsvonden.

2.3 Keuze van te analyseren monsters

Uit de per locatie beschikbare watermonsters zijn er twee tot vier gekozen voor de DNA analyse. Deze keuze is in overleg met Aquon en Brabantse Delta gemaakt en is met name bepaald door de resultaten van de analyses voor fecale indicatorbacteriën (zowel *E. coli* als de intestinale enterococcen) zoals die gedurende het zwemseizoen verkregen werden met de MPN-methode (hierna uitgedrukt als kolonievormende eenheden (kve) per 100 ml). Deze bacterie gegevens zijn door Aquon bepaald en aan KWR ter beschikking gesteld. Bij de selectie van de te analyseren monsters is in principe gekozen voor tenminste één datum met verhoogde waarden van fecale indicatoren, en één datum met lage waarden (als referentie voor de waarden van de DNA merkers bij lage bacteriewaarden).

2.4 Interpretatie van te analyseren monsters

Bij de vergelijking van DNA merker resultaten voor een monster met lage concentratie en een monster met hoge concentratie fecale indicatorbacteriën is de verwachting dat de concentratie DNA merkers in het monster met hoge concentratie informatie geeft over de verontreinigingsbron(nen) die op dat moment verantwoordelijk is voor de verhoogde concentratie fecale indicatorbacteriën. Deze verwachting gaat uit van een goede relatie tussen de concentratie van DNA merkers en de concentratie fecale indicatororganismen. Door verschillende omstandigheden kan deze relatie niet in alle gevallen goed zijn:

- Door het toepassen van verschillende detectietechnieken (qPCR/kweek) kunnen er verschillen optreden. Met de kweek zullen alleen de indicatororganismen, die in staat zijn tot vermeerdering in een selectief kweekmedium, worden gedetecteerd terwijl met qPCR DNA wordt aangetoond. Dit betekent dat DNA-merkers over een langere periode in water detecteerbaar kunnen zijn dan kweekbare indicatorbacteriën.
- Van *E. coli* en enterococcen is bekend dat er situaties zijn waarbij deze ook in het milieu kunnen overleven en vermeerderen zodat deze niet altijd een goede indicatie zijn voor de aanwezigheid van fecaal materiaal (en dus van mogelijke ziekteverwekkers).
- De gemiddelde concentraties DNA-merkers en fecale indicatororganismen zijn hoog in feces waarbij de concentratie DNA merkers gemiddeld hoger zijn dan de concentratie indicatororganismen. Er zijn echter grote variaties in de concentraties van beide parameters in individuele fecesmonsters mogelijk (Heijnen, 2015).

Door bovenstaande punten kunnen er situaties optreden waarin geen fecale indicatororganismen worden aangetoond en wel DNA merkers; en soms ook omgekeerd. Deze situaties worden vooral waargenomen in monsters met verhoogde concentraties fecale indicatorbacteriën waarbij de signaalwaarden voor overschrijding van het acute risico niet worden overschreden. Hoewel door deze verschillen niet altijd een directe relatie kan worden gelegd tussen de concentraties indicatorbacteriën en de concentratie DNA merkers geven de metingen van DNA merkers ook in deze situaties inzicht in de herkomst van fecale verontreinigingen op de bemeeten locatie.

2.5 DNA analyse

De DNA-analyse is op te splitsen in een aantal stappen: DNA-isolatie, DNA-analyse (met behulp van qPCR) en kwaliteitscontrole. Zowel voor de DNA-isolatie als voor de qPCR-analyses is gebruik gemaakt van KWR-werkvoorschriften.

Voor dit onderzoek is op verzoek van Brabantse Delta gebruik gemaakt van qPCR methoden gericht op de detectie van mens, Bruine rat, hond en vogel als mogelijke bron(nen) van fecale verontreiniging.

Voor het bepalen van het voorkomen van DNA indicatief voor fecale verontreinigings-bronnen afkomstig van mensen is gebruik gemaakt van groepspecifieke bacteriën uit de bacteriegroep *Bacteroides*. Voor het opsporen van verontreinigingen van vogels is gebruik gemaakt van de, veelvuldig in vogel uitwerpselen voorkomende, *Helicobacter* bacterie. Voor het aantonen van de bronnen hond en Bruine rat is een methode gebruikt die zich richt op DNA uit cellen van honden c.q. de Bruine rat in plaats van fecaal gerelateerd bacterie materiaal. Fecaliën van honden en ratten bevatten veel van dergelijke cellen afkomstig van de darmwand. De resultaten worden hierna weergegeven op een loglineaire schaal als DNA-kopieën/l.

De kwaliteitscontrole bevat drie onderdelen:

- In de analyse wordt gebruik gemaakt van een interne controle zodat zicht ontstaat op het rendement van de DNA-extractie en het verloop de qPCR-analyse.
- De analyse van een blanco monster om inzicht te krijgen in het eventueel optreden van contaminaties.
- Een controle van de juistheid van alle gerapporteerde uitkomsten door een collega-laborant.

3 Resultaten en discussie

3.1 De opbrengst van de inhibitie en rendementscontrole

Om te bepalen of alle oppervlaktewatermonsters geschikt waren voor qPCR-analyses is de DNA opbrengst van de interne controle (IC) bepaald in elk monster. Door het toevoegen van een bekende hoeveelheid IC-DNA kan men aan de hand van de hoeveelheid DNA die men na DNA extractie en analyse terugmeet berekenen hoe goed de isolatie van IC-DNA en de qPCR analyses zijn verlopen: het rendement. Het rendement wordt uitgedrukt als percentage van de bekende hoeveelheid IC-DNA die aan de monsters toegevoegd is. Dit rendement wordt gebruikt om de gevonden hoeveelheden van het target DNA te kunnen corrigeren. Rendementen kunnen negatief beïnvloed worden door de aanwezigheid van stoffen die extractie of de PCR reactie verstoren, dat noemen we remming van de PCR analyse.

De rendementen van de DNA-extracties (zie de tabellen per locatie) bleken voor alle geanalyseerde monsters + de blanco's goed (rendement van 40% of hoger). Deze uitkomst geeft aan dat de watermonsters afkomstig van deze zwemwaterlocaties zich goed lieten behandelen. In geen van de blanco monsters werden DNA merkers aangetroffen, zodat er naar alle waarschijnlijkheid geen kruisbesmettingen tussen monsters zijn opgetreden.

3.2 Resultaten DNA analyse en kweek

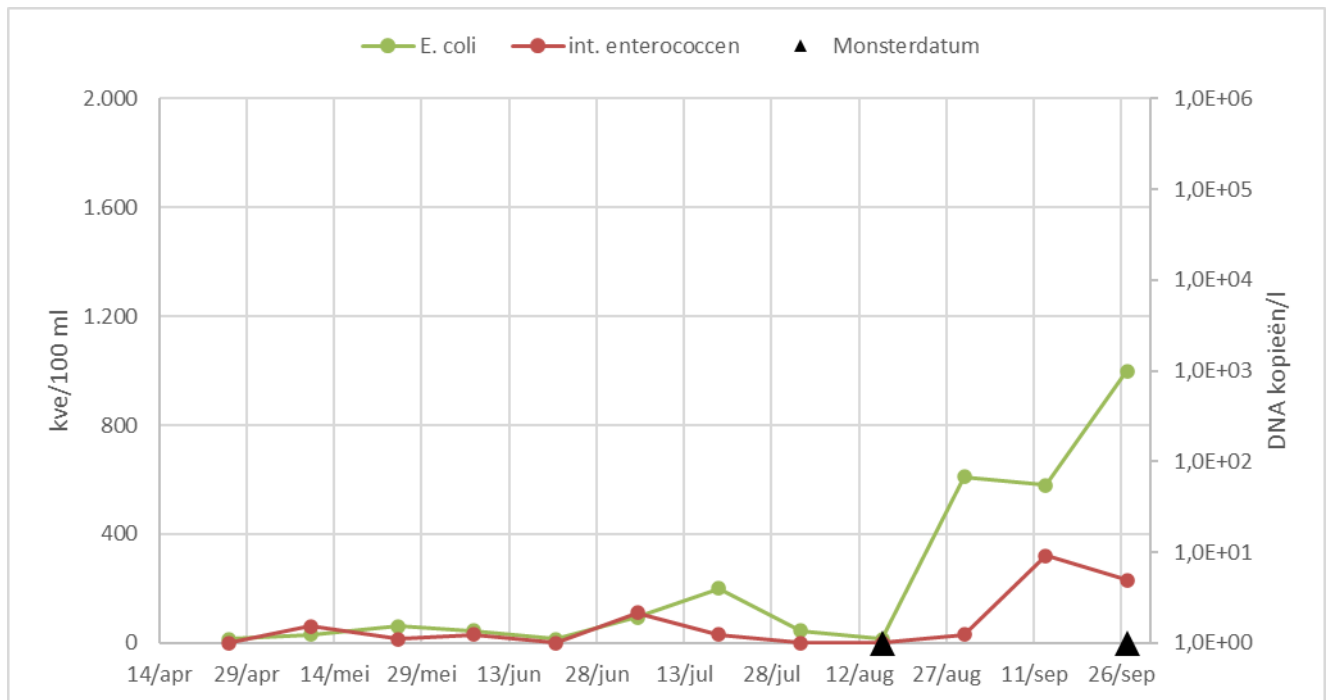
3.2.1 Binnenschelde badstrand

In onderstaande Tabel 1 zijn de DNA concentraties van de onderzochte bronnen van fecale herkomst aangegeven voor de locatie 830001 (Binnenschelde, strand voor kiosk). In de veldmonsters zijn geen van de onderzochte DNA merkers gedetecteerd.

In Figuur 2 zijn de resultaten weergegeven voor de met kweek bepaalde waarden voor *E. coli* en intestinale enterococcen gedurende het zwemseizoen 2021 in deze locatie in de Binnenschelde. Conform de Europese zwemwaterrichtlijn is voor de zwemwaterkwaliteitsklasse 'goed' de bovengrenswaarde voor *E. coli* 1000 kve/100 ml, voor intestinale enterococcen is dit 400 kve/100 ml. In Nederland wordt de grens van 1800 kolonievormende eenheden (kve)/100 ml met betrekking tot *E. coli* aangehouden als signaalwaarde voor overschrijding van het acute risico (Stuurgroep Water, 2013). Voor intestinale enterococcen ligt die grens bij 400 kve /100 ml.

Tabel 1. DNA concentraties (kopieën/l) zoals gedetecteerd voor de twee onderzochte veldmonsters van de locatie 830001 (Binnenschelde badstrand) en bijbehorende blanco's. De vetgedrukte waarden liggen boven de detectiegrens. Gegevens met een '<' betreffen waarden beneden de detectiegrens.

monster code	datum / volume	omschrijving	rendement (%)	DNA kopieën/l			
				mens	rat	hond	vogel
LMB-131356-OW	16 aug 50 ml	Binnenschelde badstrand	57,4	<3,5E+03	<3,5E+03	<3,5E+03	<1,7E+04
LMB-131357-UW	100 ml	Blanco	55,9	<1,8E+03	<1,8E+03	<1,8E+03	<8,9E+03
LMB-131365-OW	27 sep 50 ml	Binnenschelde badstrand	57,6	<3,5E+03	<3,5E+03	<3,5E+03	<1,7E+04
LMB-131367-UW	100 ml	Blanco	55,2	<1,8E+03	<1,8E+03	<1,8E+03	<9,1E+03



Figuur 2. Meetwaarden voor *E. coli* en intestinale enterococci op de locatie 830001 (badstrand) in de Binnenschelde in 2021. *E. coli* en intestinale enterococci zijn uitgedrukt in een lineaire schaal in kve (kolonievormende eenheden) per 100 ml; de DNA-merkers zijn uitgedrukt op een loglineaire schaal in DNA-kopieën/l. De twee datums met DNA analyses zijn weergegeven met een zwarte driehoek op de horizontale as.

De signaalwaarden voor *E. coli* en intestinale enterococci worden in 2021 niet overschreden. Er zijn wel een aantal verhoogde waarden zichtbaar, voor intestinale enterococci op 13 en 27 september, en voor *E. coli* op 30 augustus en 13 en 27 september.

Het niet aantreffen van een van de ingezette DNA merkers op 27 september kan komen doordat hier wellicht een andere bron is opgetreden (zoals herkauwers). In 2020 werd hier de DNA merker voor mensen aangetroffen (Hootsmans, 2020). In 2018 werden vogel en herkauwer aangetroffen als bron (Kardinaal, 2018). In 2017 kon maar weinig water worden gefiltreerd door een hoge belasting met zwevend materiaal, en werden in de monsters geen DNA merkers aangetroffen (Kardinaal, 2018). Zie verder paragraaf 2.4 voor andere mogelijke oorzaken voor het niet aantreffen van een DNA merker.

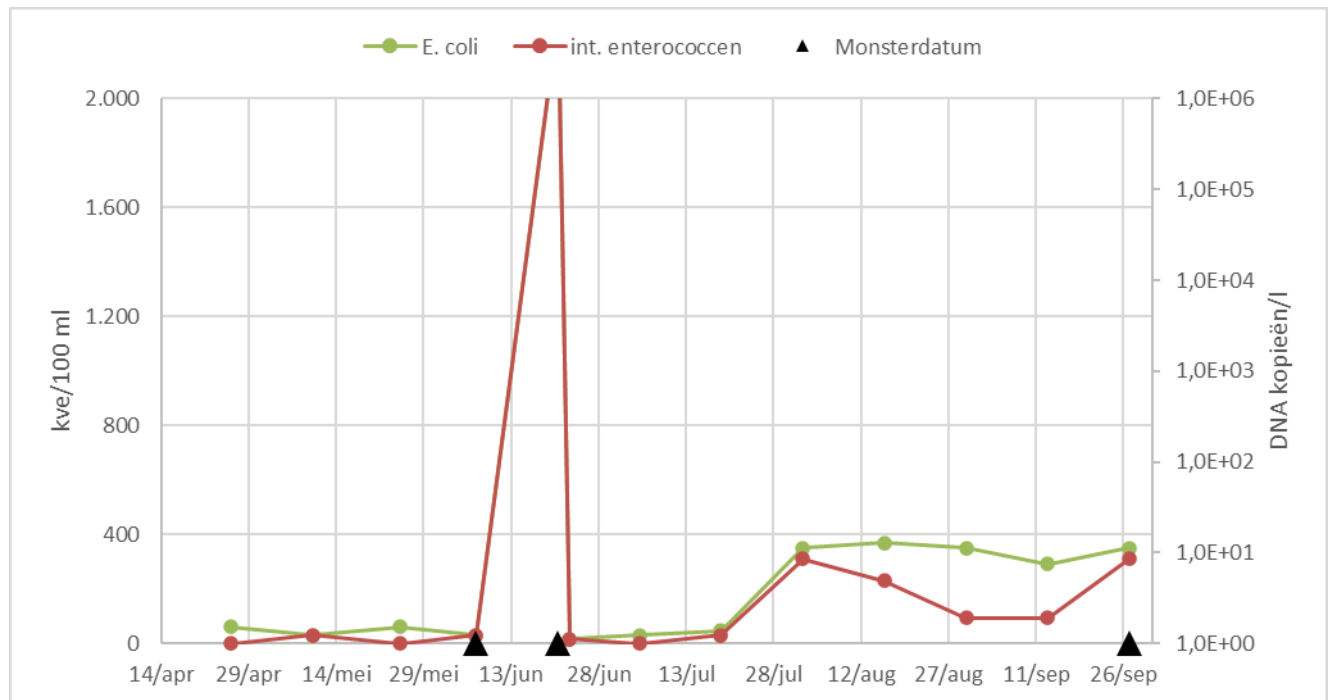
Het zwemwaterprofiel voor deze locatie (Tauw, 2020) geeft aan dat mensen, vogels, en andere dieren weinig tot geen invloed zouden hebben op de fecale belasting, afgezien van een tijdelijk lokaal effect.

3.2.2 Binnenschelde Paviljoen

In onderstaande Tabel 2 zijn de DNA concentraties van de onderzochte bronnen van fecale herkomst aangegeven voor de locatie 830010 (Binnenschelde, 10 m uit de oever bij paviljoen Het Strandhuys). In de veldmonsters zijn geen van de onderzochte DNA merkers gedetecteerd.

Tabel 2. DNA concentraties (kopieën/l) zoals gedetecteerd voor de drie onderzochte veldmonsters van locatie 830010 (Binnenschelde Paviljoen) en bijbehorende blanco's. De vetgedrukte waarden liggen boven de detectiegrens. Gegevens met een '<' betreffen waarden beneden de detectiegrens. NA=niet geanalyseerd.

monster code	datum / volume	omschrijving	rendement (%)	mens rat hond vogel			
				DNA kopieën/l			
LMB-131341-OW	7 juni 100 ml	Binnenschelde Paviljoen	40,8	<2,4E+03	<2,4E+03	<2,4E+03	<1,2E+04
LMB-131342-UW	100 ml	Blanco	49,1	<2,0E+03	<2,0E+03	<2,0E+03	<1,0E+04
LMB-131345-OW	21 juni 100 ml	Binnenschelde Paviljoen	46,9	<2,1E+03	<2,1E+03	<2,1E+03	<1,1E+04
LMB-131346-UW	100 ml	Blanco	47,3	<2,1E+03	<2,1E+03	<2,1E+03	<1,1E+04
LMB-131366-OW	27 sep 60 ml	Binnenschelde Paviljoen	54,4	<3,1E+03	<3,1E+03	<3,1E+03	<1,5E+04
LMB-131367-UW	100 ml	Blanco	55,2	<1,8E+03	<1,8E+03	<1,8E+03	<9,1E+03



Figuur 3. Meetwaarden voor *E. coli* en intestinale enterococci op de locatie 830010 (Binnenschelde Paviljoen) in 2021. *E. coli* en intestinale enterococci zijn uitgedrukt in een lineaire schaal in kve (kolonievormende eenheden) per 100 ml; de DNA-merkers zijn uitgedrukt op een loglineaire schaal in DNA-kopie aantallen /l. De drie datums met DNA analyses zijn weergegeven met een zwarte driehoek op de horizontale as. Op 21 juni zijn de waarden voor zowel *E. coli* als intestinale enterococci 2300 kve/100ml.

In Figuur 3 zijn de resultaten weergegeven voor de met kweek bepaalde waarden voor *E. coli* en intestinale enterococci gedurende het zwemseizoen 2020 in deze locatie in de Binnenschelde. Conform de Europese zwemwaterrichtlijn is voor de zwemwaterkwaliteitsklasse 'goed' de bovengrenswaarde voor *E. coli* 1000 kve/100 ml, voor intestinale enterococci is dit 400 kve/100 ml. In Nederland wordt de grens van 1800 kolonievormende

eenheden (kve)/100 ml met betrekking tot *E. coli* aangehouden als signaalwaarde voor overschrijding van het acute risico (Stuurgroep Water, 2013). Voor intestinale enterococcen ligt die grens bij 400 kve /100 ml.

Er is een forse verhoging zichtbaar tot boven de signaalwaarde voor zowel intestinale enterococcen als *E. coli* op 21 juni. Het hierbij niet detecteren van een of enkele van de onderzochte DNA merkers is opmerkelijk. Mogelijk heeft een andere bron een rol gespeeld, net zoals bij de locatie badstrand kan zijn gebeurd. Zie verder paragraaf 2.4 voor andere mogelijke oorzaken voor het niet aantreffen van een DNA merker.

Het zwemwaterprofiel (Tauw, 2020) voor de ten noorden gelegen locatie Binnenschelde badstrand geeft aan dat mensen, vogels, en andere dieren weinig tot geen invloed zouden hebben op de fecale belasting, afgezien van een tijdelijk lokaal effect.

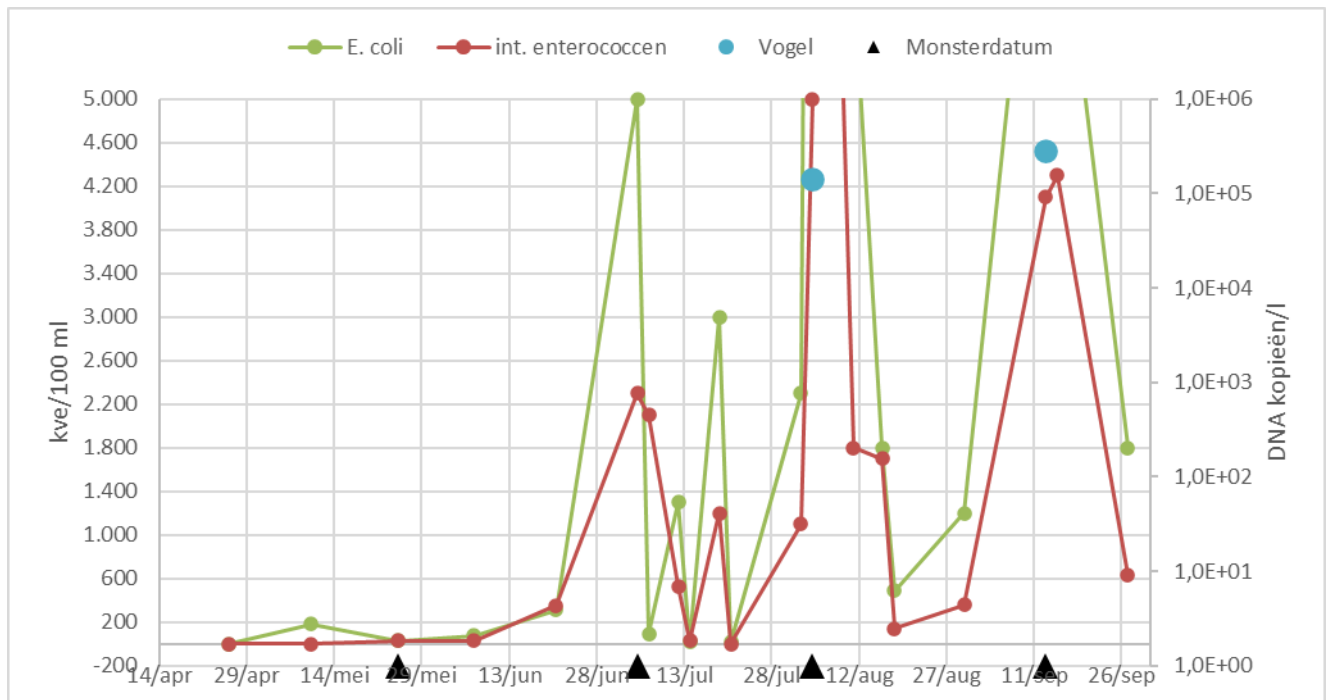
3.2.3 Binnenschelde duiker zuidoostzijde

In onderstaande Tabel 3 zijn de DNA concentraties van de onderzochte bronnen van fecale herkomst aangegeven voor de locatie 830012 (Binnenschelde zuidoostzijde, voor de inlaatduiker naar de Plaatvliet). Van de veldmonsters is zowel het monster van 4 augustus als van 13 september positief, en wel voor DNA afkomstig van vogels.

In Figuur 4 zijn de resultaten weergegeven voor de met kweek bepaalde waarden voor *E. coli* en intestinale enterococcen gedurende het zwemseizoen 2021 in deze locatie in de Binnenschelde. Ook de resultaten voor de op de vier geanalyseerde datums vastgestelde DNA waarden voor de fecale merker voor vogels worden hier weergegeven. Conform de Europese zwemwaterrichtlijn is voor de zwemwaterkwaliteitsklasse 'goed' de bovengrenswaarde voor *E. coli* 1000 kve/100 ml, voor intestinale enterococcen is dit 400 kve/100 ml. In Nederland wordt de grens van 1800 kolonievormende eenheden (kve)/100 ml met betrekking tot *E. coli* aangehouden als signaalwaarde voor overschrijding van het acute risico (Stuurgroep Water, 2013). Voor intestinale enterococcen ligt die grens bij 400 kve /100 ml.

Tabel 3. DNA concentraties (kopieën/l) zoals gedetecteerd voor de vier onderzochte veldmonsters van locatie 830012 (Binnenschelde, duiker zuidoostzijde) en bijbehorende blanco's. De vetgedrukte waarden liggen boven de detectiegrens. Gegevens met een '<' betreffen waarden beneden de detectiegrens. NA=niet geanalyseerd.

monster code	datum / volume	omschrijving	rendement (%)	DNA kopieën/l			
				mens	rat	hond	vogel
LMB-131337-OW	25 mei 100 ml	Binnenschelde duiker ZO zijde	40,6	<2,5E+03	<2,5E+03	<2,5E+03	<1,2E+04
LMB-131338-UW	100 ml	Blanco	50,0	<2,0E+03	<2,0E+03	<2,0E+03	<1,0E+04
LMB-131347-OW	5 juli 45 ml	Binnenschelde duiker ZO zijde	53,9	<4,1E+03	<4,1E+03	<4,1E+03	<2,1E+04
LMB-131348-UW	100 ml	Blanco	52,4	<1,9E+03	<1,9E+03	<1,9E+03	<9,6E+03
LMB-131354-OW	4 aug 60 ml	Binnenschelde duiker ZO zijde	50,4	<3,3E+03	<3,3E+03	<3,3E+03	1,4E+05
LMB-131355-UW	100 ml	Blanco	48,1	<2,1E+03	<2,1E+03	<2,1E+03	<1,0E+04
LMB-131361-OW	13 sep 50 ml	Binnenschelde duiker ZO zijde	48,8	<4,1E+03	<4,1E+03	<4,1E+03	2,8E+05
LMB-131362-UW	100 ml	Blanco	54,2	<1,8E+03	<1,8E+03	<1,8E+03	<9,2E+03



Figuur 4. Meetwaarden voor *E. coli* en intestinale enterococci op de locatie 830012 (Binnenschelde duiker zuidoostzijde) in 2021 en de op vier momenten vastgestelde DNA-resultaten van potentiële fecale bronnen. *E. coli* en intestinale enterococci zijn uitgedrukt in een lineaire schaal in kve (kolonievormende eenheden) per 100 ml; de DNA-merkers zijn uitgedrukt op een loglineaire schaal in DNA-kopie aantallen / l. De vier datums met DNA analyses zijn weergegeven met een zwarte driehoek op de horizontale as. Op 4 augustus is de waarde voor *E. coli* 19.000 kve/100 ml, op 9 augustus is dit 15.000 kve/100 ml. Op 11 augustus is het 6100 kve/100 ml. Op 13 september is het 8300 kve/100 ml en op 15 september 7100 kve/100 ml. Op 9 augustus is de waarde voor intestinale enterococci 5400 kve/100ml.

Er zijn diverse forse verhogingen zichtbaar voor *E. coli* en intestinale enterococci. De signaalwaarden voor *E. coli* en intestinale enterococci zijn daarbij ook vaak duidelijk overschreden. De overschrijdingen op 4 augustus en 13 september corresponderen met een verhoogde waarde voor de DNA merker voor vogels. Het niet detecteren van een of enkele DNA merkers op 5 juli is opmerkelijk. Mogelijk dat de concentratie DNA merker voor vogels op deze datum onder de detectiegrens van de methode is of, net als bij de andere twee locaties, kan hier een andere bron een rol spelen, zoals herkauwers. Zie verder ook paragraaf 2.4.

Het zwemwaterprofiel (Tauw, 2020) voor de ten noorden van deze locatie gelegen locatie Binnenschelde badstrand geeft aan dat mensen, vogels, en andere dieren weinig tot geen invloed zouden hebben op de fecale belasting, afgezien van een tijdelijk lokaal effect.

4 Conclusies

De DNA-analyses zijn naar behoren verlopen, zonder enige indicatie van remming die van invloed zou kunnen zijn op de betrouwbaarheid van de hier gerapporteerde resultaten.

De locatie Binnenschelde badstrand heeft in 2021 aan het einde van het zwemseizoen een wat mindere bacteriologische zwemwaterkwaliteit. Er werden echter geen van de onderzochte DNA merkers aangetroffen. Mogelijk zijn in 2021 herkauwers weer als bron opgetreden, net zoals in 2018. Ook kan dit zijn veroorzaakt doordat de indicator bacterie voor vogels niet altijd in heel hoge concentraties voorkomt.

De locatie Binnenschelde Paviljoen heeft in 2021 een forse overschrijding van de signaalwaarden. Bij deze overschrijding op 21 juni werden geen van de onderzochte DNA merkers gevonden. Mogelijk heeft een andere bron een rol gespeeld, zoals de niet onderzochte groep herkauwers, net zoals bij de locatie badstrand kan zijn gebeurd.

De locatie Binnenschelde duiker zuidoostzijde heeft in 2021 diverse forse overschrijdingen van de signaalwaarden. Op twee momenten corresponderen deze met de DNA merker voor vogels. Bij de overschrijding op 5 juli werden geen van de onderzochte DNA merkers gevonden. Ook hier kan de verklaring zijn dat in 2021 herkauwers weer als bron optraden, net zoals in 2018.

5 Referenties

- Becker, E., Ruiters, H., Ahmed, A., Goris, M., Wullings, B.A., Kardinaal, W.E.A., (2017). Nieuw DNA-instrument voor opsporen van ziekte van Weil bacteriën en de bron in oppervlaktewater. WaterMatters (2017) 2, pp.28-31.
- Heijnen, L., (2015). Eigenschappen van DNA-merkers voor fecale verontreiniging. KWR BTO rapport 2015.023.
- Heijnen, L., & Learbuch, K., (2013). Ontwikkeling en toepassing van kwantitatieve PCR methoden voor het identificeren van de bron van fecale besmettingen BTO rapport 2013.014.
- Heijnen, L., Learbuch, K., Kardinaal, E., Rotteveel, S., Ruiters, H., & Leenen, I., (2014). Fecale verontreiniging in zwemwater identificeren met DNA-merkers. H2O April 2014.
- Hootsmans, M.J.M., (2020). DNA bronopsporing op zwemwaterlocatie Binnenschelde in 2020. KWR rapport 2020.134.
- Kardinaal, E., (2018). DNA bronopsporing fecale verontreiniging op zwemwaterlocaties Brabantse Delta. KWR analyse rapport project 402445.
- Stuurgroep Water, (2013). Beslisnotitie werkwijze individuele metingen en meetfrequentie microbiologische parameters zwemwaterrichtlijn, vastgesteld op 14 maart 2013.
- Tauw, (2020). Zwemwaterprofiel Binnenschelde.

Jaar van publicatie
2021

Meer informatie
dr.ir. Michiel Hootsmans
T 0622951843
E michiel.hootsmans@kwrwater.nl

Keywords

fecale verontreiniging, DNA bronopsporing,
zwemwater

Groninghaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

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

KWR 2021.105 | 7 december 2021 ©KWR

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