



Vlaanderen
is milieu



VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN WATER

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN WATER

Samenstellers

Afdeling Rapportering Water VMM
Dienst Sturing en Rapportering Water, Team Gegevensbeheer en Rapportering Water
Afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM
Dienst Grondwater en lokaal waterbeheer

Inhoud

Dit rapport bespreekt de verontreiniging van water door veterinaire antibiotica.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2020), Veterinaire antibiotica in water

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053 72 62 10
info@vmm.be

Depotnummer

D/2020/6871/006



SAMENVATTING

Geneesmiddelen zijn vaak noodzakelijk om de gezondheid van mens en dier te herstellen of te bevorderen. Na gebruik belanden ze op allerlei manieren in het leefmilieu en in de watercyclus en zorgen daar voor verontreiniging. Wereldwijd worden ongeveer 2.000 verschillende stoffen gebruikt als geneesmiddel. De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) onderzocht in de periode 2014-2016 de aanwezigheid van humane geneesmiddelen in de waterketen. In dit vervolgonderzoek kijken we naar een subgroep van de veterinaire geneesmiddelen, de veterinaire antibiotica.

De OESO publiceerde in 2019 een uitgebreid rapport over geneesmiddelen en hun afbraakproducten in zoet water waarin gewezen wordt op de gevaren en beleidsopties toegelicht worden¹.

Dat er veterinaire antibiotica in het water zit kan een probleem vormen, ook de verspreiding van resistentie tegen antibiotica (Antimicrobial resistance, AMR) is voor de WHO² een van de grootste bedreigingen van de volksgezondheid.

Dit rapport vat de onderzoeken samen die de VMM uitvoerde naar de aanwezigheid van veterinaire antibiotica in de waterketen in Vlaanderen in 2017 en 2018.

Zowel in oppervlaktewater als in grondwater worden veterinaire antibiotica vastgesteld. In oppervlaktewater werden maximaal 10 verschillende van de 58 onderzochte stoffen op 1 meetpunt aangetroffen, in grondwater maximaal 3 per meetpunt. Ook in het aantal teruggevonden stoffen en hun concentratie zijn er verschillen te zien. In grondwater werden er van de 58 onderzochte stoffen 11 teruggevonden in de meest ondiepe watervoerende lagen van Vlaanderen. De vastgestelde concentraties bedragen maximum 52 ng/l en liggen daarmee aan de lage kant. In oppervlaktewater werden 22 verschillende antibiotica in uiteenlopende concentraties (tussen de 1 en 1000 ng/l) teruggevonden.

Antibiotica-resistentie van indicatorbacteriën, zoals *Escherichia coli*, is op basis van de huidige onderzoeksresultaten, van ondergeschikt belang en wordt hooguit sporadisch vastgesteld in grondwater (1 op 29). Ook in oppervlaktewater komt resistentie relatief weinig voor, al werden er multiple-resistente bacteriën gevonden in zowel landbouwgerelateerde meetpunten als in andere, grotere systemen.

Ook het oppervlaktewater en grondwater bestemd voor de productie van drinkwater werd onderzocht. Op basis van de vastgestelde concentratie in de bronnen bestemd voor de productie van drinkwater kunnen we besluiten dat de beperkte aanwezigheid van veterinaire antibiotica momenteel geen risico vormt voor het drinkwater geleverd in Vlaanderen. Het spreekt voor zich dat een degelijke en doordachte verdere opvolgcontrole aangewezen blijft.

¹ OECD (2019) Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses

² <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>



LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1. Samenvatting van de gemeten concentraties in 96 meststalen (4 stalen waren negatief voor alle antibiotica en zijn niet opgenomen in de berekeningen).	9
Tabel 2: Detecties en concentraties in oppervlaktewater voor 79 stalen. Resultaten onder de detectielimiet werden niet meegenomen in de berekeningen	11
Tabel 3: Overzicht van de maximale concentratie aan veterinaire antibiotica (ng/l) per type meetpunt (tussen haakjes staat het aantal meetpunten van elk type)	12
Tabel 4: Overzicht van resistentie tegen antibiotica per punt (TET = Tetracycline; SMX = Sulfamethoxazole; TMP = Trimethoprim; AMP = Ampicilline; CHL = Chloramphenicol; CIP = Ciprofloxacin, NAL = Nalidixinezuur).....	13
Tabel 5: overzicht van de metingen van veterinaire antibiotica in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater (BG = bepaalbaarheidsgrens)	17
Tabel 6: overzicht van de metingen van veterinaire antibiotica in grondwater bestemd voor de productie van drinkwater (BG = bepaalbaarheidsgrens)	19
Tabel 7: voorkomen van veterinaire antibiotica in het grondwater	22

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Locatie van de meststaalnames	7
Figuur 2: Gedetecteerde antibioticaresiduen in mest van mestkalveren (n=9).....	8
Figuur 3: Gedetecteerde antibioticaresiduen in varkensmest (n=91)	8
Figuur 4: Detectie van veterinaire antibiotica in oppervlaktewater	10
Figuur 5: Overzicht van de gedetecteerde antibioticaresistenties uit <i>E. coli</i> geïsoleerd uit oppervlaktewater 13	13
Figuur 6: Overzicht van het aantal antibiotica-resistenties van <i>E. coli</i> per meetpunt	14
Figuur 7: locatie van de bemonsterde locaties oppervlaktewater en grondwater waaruit drinkwater geproduceerd wordt.....	16
Figuur 8: het aantal vastgestelde veterinaire antibiotica in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater.....	18
Figuur 9: het aantal vastgestelde veterinaire antibiotica in grondwater bestemd voor de productie van drinkwater	19
Figuur 10 : Ligging van bemonsterde putten en putfilters van het freatisch grondwatermeetnet met de hydrogeologisch homogene zones op de achtergrond.....	21
Figuur 11: Aantal detecties van veterinaire antibiotica in het ondiepe grondwater tijdens het najaar van 2018.....	23
Figuur 12: Voorkomen van sulfamethazine in het ondiepe grondwater – najaar 2018	24

////////////////////////////////////

1 INLEIDING

Geneesmiddelen zijn noodzakelijk voor de gezondheid van mens en dier. Na gebruik belanden ze op allerlei manieren in het leefmilieu en in de watercyclus en zorgen daar voor verontreiniging. Wereldwijd worden ongeveer 2000 verschillende stoffen gebruikt als geneesmiddel. De VMM onderzocht een paar jaar geleden de aanwezigheid van humane geneesmiddelen in de waterketen³. In dit vervolgonderzoek kijken we naar een subgroep van de veterinaire geneesmiddelen, de veterinaire antibiotica. De OESO publiceerde onlangs een uitgebreid rapport over geneesmiddelen en hun afbraakproducten in zoet water waarin gewezen wordt op de gevaren en beleidsopties toegelicht worden⁴.

Dat er veterinaire antibiotica in het water zit, kan een probleem zijn, ook de verspreiding van resistentie tegen antibiotica (Antimicrobial resistance, AMR) is voor de WHO⁵ een van de grootste bedreigingen van de wereldwijde de volksgezondheid. Op verzoek van de lidstaten lanceerde de EU in 2017 het *“EU One Health Action Plan against AMR”* om de problematiek gestructureerd aan te pakken.

Dit rapport vat de onderzoeken samen die de VMM uitvoerde naar de aanwezigheid van veterinaire antibiotica in de waterketen. De analyseresultaten van veterinaire antibiotica in verschillende milieucompartimenten worden besproken. Hoofdstuk 2 bespreekt de analyseresultaten van dierlijke mest als bron van veterinaire antibiotica in het leefmilieu. In hoofdstuk 3, 4 en 5 komen de metingen in oppervlaktewater, in bronnen van drinkwater en grondwater aan bod. In deze laatste 3 compartimenten wordt telkens ook gezocht naar de aanwezigheid van antibiotica-resistentie.

³Vlaamse Milieumaatschappij (2017), Medicijnen in de waterketen. Resultaten van verkennend onderzoek in de periode 2014-2016

⁴ OECD (2019) Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses

⁵ <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>



2 VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN MEST

De resultaten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op het rapport “Emissies naar oppervlaktewater van medicijnen uit veterinair gebruik” van het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) in opdracht van de VMM.⁶ In deze studie werden 100 meststalen geanalyseerd op de aanwezigheid van verschillende groepen veterinaire antibiotica, 68 stoffen in totaal (zie Bijlage 1).

2.1 Staalname

De VLM-afdeling mestbank nam in 2017 100 meststalen tijdens het laden of lossen van de mest van varkens (91 bedrijven) en vleeskalveren (9 bedrijven). Mest van pluimvee werd niet meegenomen omdat die voor het grootste deel verwerkt wordt en niet op Vlaamse bodem wordt uitgespreid.



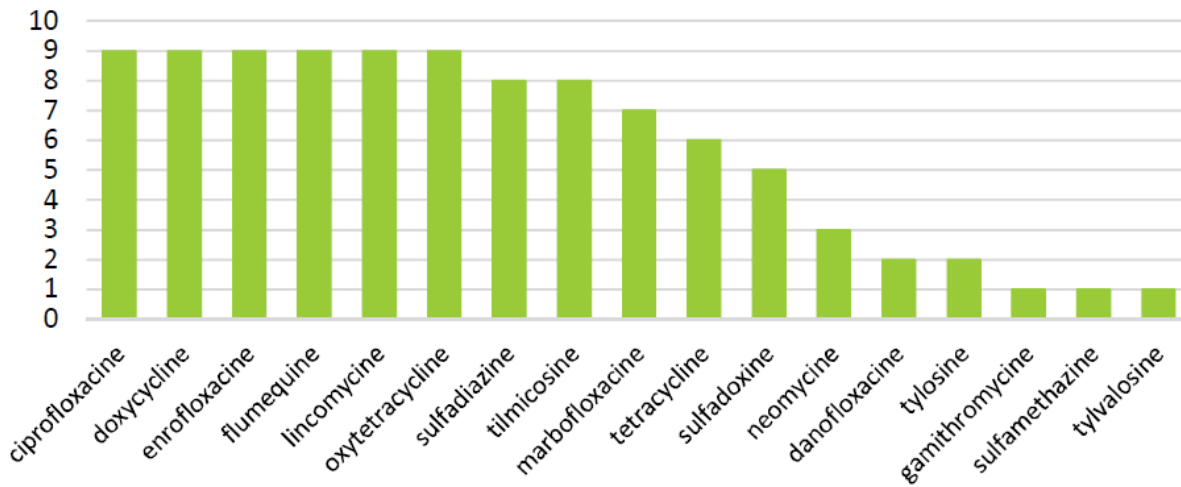
Figuur 1: Locatie van de meststaalnames

2.2 Aanwezig van veterinaire antibiotica in mest

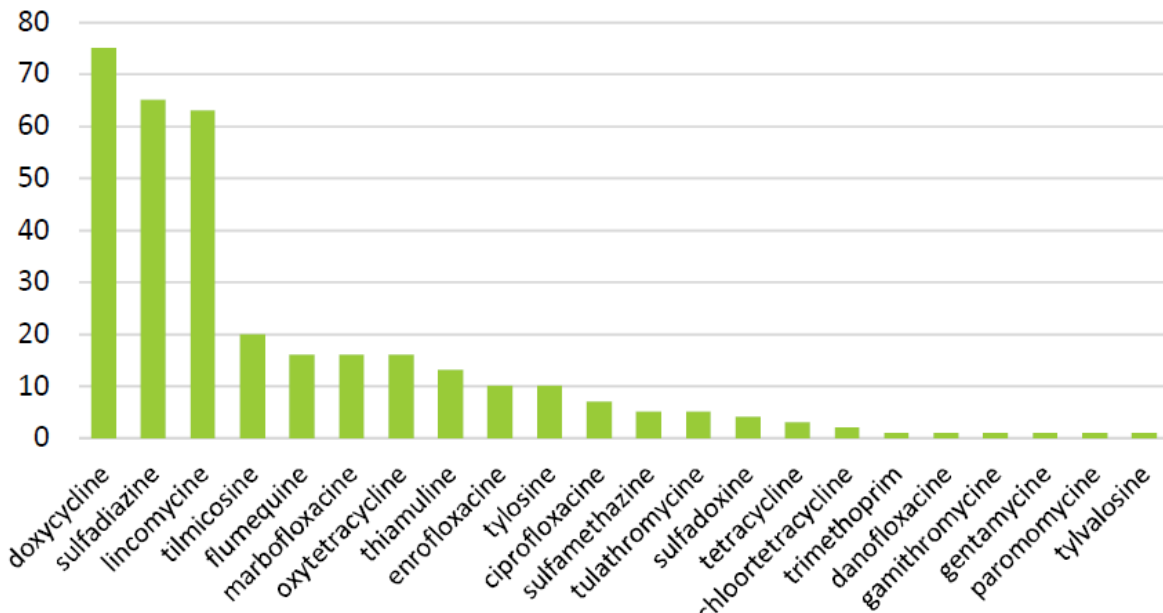
De meststalen werden geanalyseerd op de aanwezigheid van antibiotica. In 4 stalen van varkensmest werden geen antibioticaresiduen teruggevonden. In de overige stalen van varkensmest werden 1 tot 12 antibioticaresiduen teruggevonden. In de stalen van mestkalveren werden 8 tot 15 antibioticaresiduen teruggevonden. De varkenssector gebruikt vaak penicillines, maar deze werden niet teruggevonden in de meststalen.

In Figuur 2 en Figuur 3 staat aangegeven welke stoffen het vaakst teruggevonden werden in de meststalen van mestkalveren en varkens. Doxycycline, sulfadiazine en lincomycine werden het vaakst gedetecteerd (>70%). Opvallend is ook dat 6 antibiotica teruggevonden werden in alle stalen van mest van mestkalveren.

⁶ <https://www.vmm.be/publicaties/emissies-naar-oppervlaktewater-van-medicijnen-uit-veterinair-gebruik-perceel-1>



Figuur 2: Gedetecteerde antibioticaresiduen in mest van mestkalveren (n=9)



Figuur 3: Gedetecteerde antibioticaresiduen in varkensmest (n=91)

2.3 Concentraties aan antibioticaresiduen in meststalen

De resultaten van de metingen boven de detectielimiet staan weergegeven in Tabel 1. De gemiddelde concentraties voor neomycine, oxytetracycline, doxycycline en sulfadiazine liggen hoger dan 1mg/kg. Voor sulfadiazine wordt de gemiddelde concentratie verhoogd door 3 resultaten die (ver) boven de 1mg/kg liggen, wat ook blijkt uit de lage mediaanwaarde. Over het algemeen stellen we grote verschillen vast tussen de verschillende meststalen, waarbij de maximale concentraties tot een factor 100 hoger liggen dan de



mediaanconcentraties. In een vervolgstudie toonde ILVO ook nog aan dat in varkensmest frequent multiresistente bacteriën teruggevonden worden⁷.

Tabel 1. Samenvatting van de gemeten concentraties in 96 meststalen (4 stalen waren negatief voor alle antibiotica en zijn niet opgenomen in de berekeningen).

antibiotica	Gemiddelde (µg/kg)	Mediaan (µg/kg)	Min (µg/kg)	Max (µg/kg)	1e kwartiel (µg/kg)	3e kwartiel (µg/kg)
Neomycine	1863	1442	960	3186	1201	2314
Oxytetracycline	1777	161	11	19522	27	1810
Doxycycline	1589	723	18	13632	277	1889
Sulfadiazine	1247	3,5	3,5	84084	3,5	9,2
Tylosine	697	163	17	5599	73	284
Flumequine	248	11	2,5	4494	2,9	1028
Lincomycine	159	22	9,0	3153	9,0	79
Paromomycine	97	97	97	97	97	97
Gentamicine	72	72	72	72	72	72
Tilmicosine	64	9,1	8,0	1148	8,0	22
Tulathromycine	45	38	33	80	33	42
Thiamuline	41	30	17	120	17	36
Chloortetracycline	36	36	13	58	25	47
Tetracycline	35	21	9,9	167	13	28
Ciprofloxacin	30	7,9	5,2	234	5,2	29
Tylvalosine	26	26	8,1	44	17	35
Enrofloxacin	22	9,5	6,2	161	6,5	22
Marbofloxacin	18	7,0	5,8	112	5,8	15
Gamithromycine	8,0	8,0	5,8	10	6,9	9,1
Danofloxacin	6,6	5,9	5,8	8,1	5,9	7,0
Sulfadoxine	5,6	4,4	2,7	11,2	2,7	9,2
Trimethoprim	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Sulfamethazine	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

2.4 Verspreiding van veterinaire antibiotica via het uitrijden van mest

Het tweede deel van de studie “Emissies naar oppervlaktewater van medicijnen uit veterinair gebruik” van ILVO in opdracht van VMM⁸ onderzoekt de verspreiding van veterinaire antibiotica naar bodem en oppervlaktewater. Deze studie concludeert dat het niet mogelijk is om de hoeveelheid antibiotica die het oppervlaktewater bereikt te berekenen door het complexe gedrag van antibiotica, de vele processen die in het milieu een rol spelen bij de verspreiding, het gebrek aan onderzoek en publiek beschikbare cijfers, en de grote variatie in de beschikbare data.

⁷ *Antibiotics* 2020, 9(1), 34; <https://doi.org/10.3390/antibiotics9010034>

⁸ <https://www.vmm.be/publicaties/emissies-naar-oppervlaktewater-van-medicijnen-uit-veterinair-gebruik-perceel-2>

3 VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN OPPERVLAKTEWATER

3.1 Situering

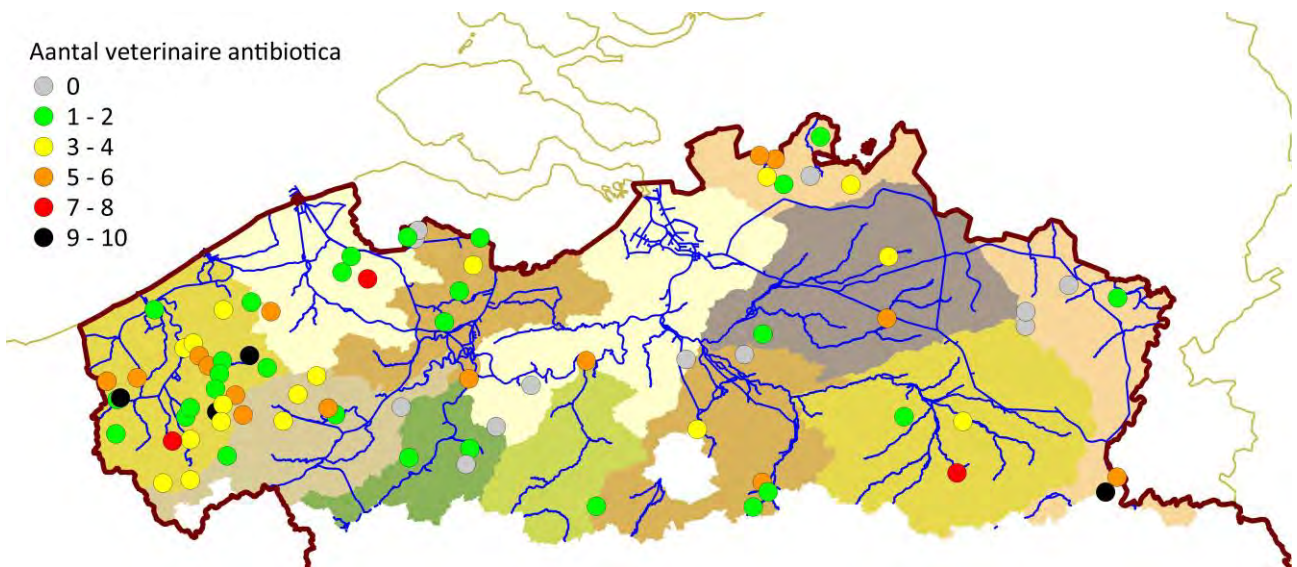
Omdat uit de studie naar de verspreiding (zie deel 2.4) bleek dat de hoeveelheid veterinair antibiotica die het oppervlaktewater bereiken niet berekend kon worden, zijn 79 metingen in oppervlaktewater uitgevoerd. De staalname gebeurde van september 2018 tot december 2018 door de VMM. De analyses op 58 verschillende antibiotica werden uitgevoerd door ILVO. 58 van deze stalen werd getest op de aanwezigheid van antibiotica-resistente *E. coli* bacteriën.

Van de 79 meetpunten in oppervlaktewater waren er 70 gelegen in landbouwgebied (MAP-meetpunten). Als referentie werden nog 9 andere punten gekozen: na een RWZI met leemuitspoeling (en dus mogelijke beïnvloeding door landbouwgrond), stroomafwaarts van een slachthuis, 2 punten in drinkwaterwingebied, 2 in de buurt van een kalverhouderij, en 3 op grotere waterlopen (toestand- en trendpunten).

Doordat de herfst van 2018 bijzonder droog was, is er weinig afspoeling geweest van het land richting het oppervlaktewater. Dat kan de resultaten beïnvloeden.

3.2 Veterinaire antibiotica in oppervlaktewater

Op de meeste meetpunten oppervlaktewater stelden we veterinair antibiotica vast (Figuur 4), met een maximum van 10 verschillende stoffen op 1 meetpunt.



Figuur 4: Detectie van veterinaire antibiotica in oppervlaktewater

22 verschillende antibiotica werden in uiteenlopende concentraties (tussen de 1 en 1000 ng/l) teruggevonden in de oppervlaktewaterstalen (Tabel 2). Lincomycine en flumequine worden in de helft van de stalen teruggevonden. Lincomycine werd zeer regelmatig aangetroffen in varkens- en rundermest, terwijl flumequine minder vaak in varkensmest, maar wel in alle rundermeststalen teruggevonden werd (zie Figuur

2 en Figuur 3). De concentraties variëren van stof tot stof, en ook tussen de verschillende meetpunten is er een grote variatie (regelmatig een verschil van een factor 5 tot 10 tussen de gemiddelde en de maximale concentratie). Doxycycline werd maar 2 keer gedetecteerd (nochtans vaak gedetecteerd in dierlijke mest), waarvan 1 keer met een extreem hoge concentratie (10 µg/l).

Tabel 2: Detecties en concentraties in oppervlaktewater voor 79 stalen. Resultaten onder de detectielimiet werden niet meegenomen in de berekeningen

Antibiotica	Aantal keer gedetecteerd	Gemiddelde (ng/l)	Minimum (ng/l)	Maximum (ng/l)
Lincomycine	47	47	0,4	544
Flumequine	39	4	0,3	66
Trimethoprim	21	27	2	175
Sulfamethoxazol	20	8	1	76
Sulfadiazine	17	75	6	338
Tylosine	17	26	0,4	288
Sulfamerazine	16	31	2	142
Florfenicol	13	13	1	65
Sulfamethazine	10	4	1	12
Sulfapyridine	10	55	2	337
Sulfadoxine	9	29	2	130
Ciprofloxacine	8	39	17	132
Sulfadimethoxine	5	31	3	98
Oxytetracycline	4	182	8	450
Amoxicilline	2	36	14	57
Doxycycline	2	5888	809	10966
Sulfamethoxypyridazine	2	2	1	3
Benzylpenicilline	1	89	89	89
Norfloxacin	1	31	31	31
Sulfachloropyridazine	1	3	3	3
Sulfathiazole	1	4	4	4
Tilmicosine	1	1016	1016	1016

In Tabel 3 staan de maximale concentraties per type meetpunt. De hoogste concentraties komen vooral voor op de MAP-mmeetpunten, maar voor amoxicilline, ciprofloxacine, sulfamerazine en sulfapyridine is dat niet het geval en is de hoogste concentratie teruggevonden op een ander type punt. Aangezien er geen waterkwaliteitsnormen bestaan voor deze stoffen, is het onduidelijk of er schadelijke effecten verwacht kunnen worden.



Tabel 3: Overzicht van de maximale concentratie aan veterinaire antibiotica (ng/l) per type meetpunt (tussen haakjes staat het aantal meetpunten van elk type)

Antibiotica	Drinkwater-winning (2)	Kalver-houderij (2)	MAP (70)	RWZI leem-uitspoeling (1)	Na slachthuis (1)	Toestand-en trendpunt (3)
Amoxicilline	14				57	
Benzylpenicilline			89			
Ciprofloxacine			29	39	20	132
Doxycycline			10966			
Florfenicol	2	6	65			
Flumequine	10	5	66			1
Lincomycine	1	2	544	18	2	8
Norfloxacin			31			
Oxytetracycline			450			
Sulfachloropyridazine			3			
Sulfadiazine			338	20	38	46
Sulfadimethoxine			98	9		
Sulfadoxine			130	11		
Sulfamerazine	26	13	77	8	74	142
Sulfamethazine			12			
Sulfamethoxazol			76			
Sulfamethoxy-pyridazine	1		3			
Sulfapyridine	2	34	14	337	8	90
Sulfathiazole			4			
Tilmicosine			1016			
Trimethoprim		2	175	64	29	46
Tylosine			288	4		

3.3 Antibiotica-resistentie in oppervlaktewater

58 monsters oppervlaktewater werden getest op de aanwezigheid van resistente *E. coli*. Uit alle geteste monsters kon *E. coli* worden geïsoleerd. Al deze isolaten werden getest op antibioticaresistentie tegen 14 verschillende antibiotica volgens het Europese uitvoeringsbesluit 2013/652⁹ (zie ook Figuur 5).

Van de 58 *E. coli* isolaten uit oppervlaktewater, waren 50 isolaten gevoelig aan alle 14 geteste antibiotica en 8 isolaten resistent aan antibiotica. 4 van deze 8 isolaten waren afkomstig van MAP punten en 4 kwamen van punten die om een andere reden gekozen waren (zie Tabel 4). 5 isolaten zijn multiresistent (d.w.z. resistent tegen minstens 3 antibiotica van een verschillende antibioticumklasse). De helft van de resistentie doet zich

⁹ het Europese uitvoeringsbesluit 2013/652 betreffende de monitoring en rapportage van antimicrobiële resistentie bij zoönotische en commensale bacteriën.

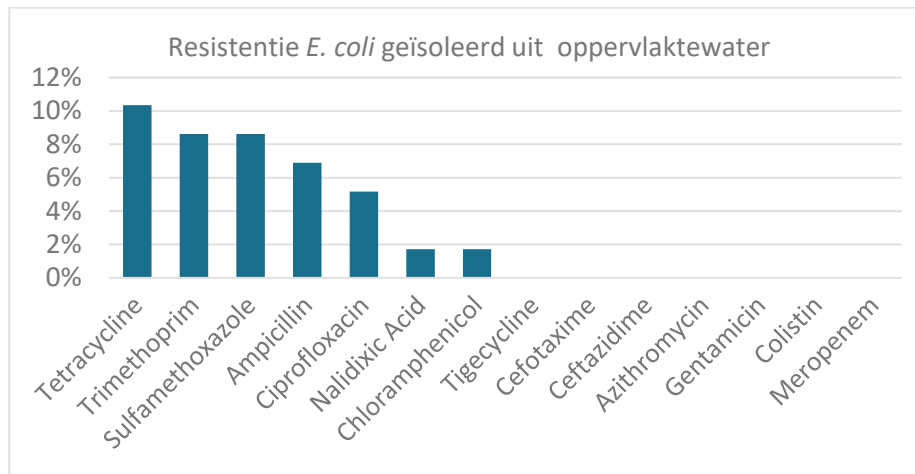


voor in MAP-meetpunten, terwijl ook in andere types meetpunten multiresistente *E. coli* teruggevonden werd.

Een samenvatting aan welke antibiotica deze *E. coli* bacteriën resistent waren, staat in Figuur 5. Het aantal antibiotica-resistenties per meetpunt is weergegeven in Figuur 6.

Tabel 4: Overzicht van resistentie tegen antibiotica per punt (TET = Tetracycline; SMX = Sulfamethoxazole; TMP = Trimethoprim; AMP = Ampicilline; CHL = Chloramphenicol; CIP = Ciprofloxacin, NAL = Nalidixinezuur)

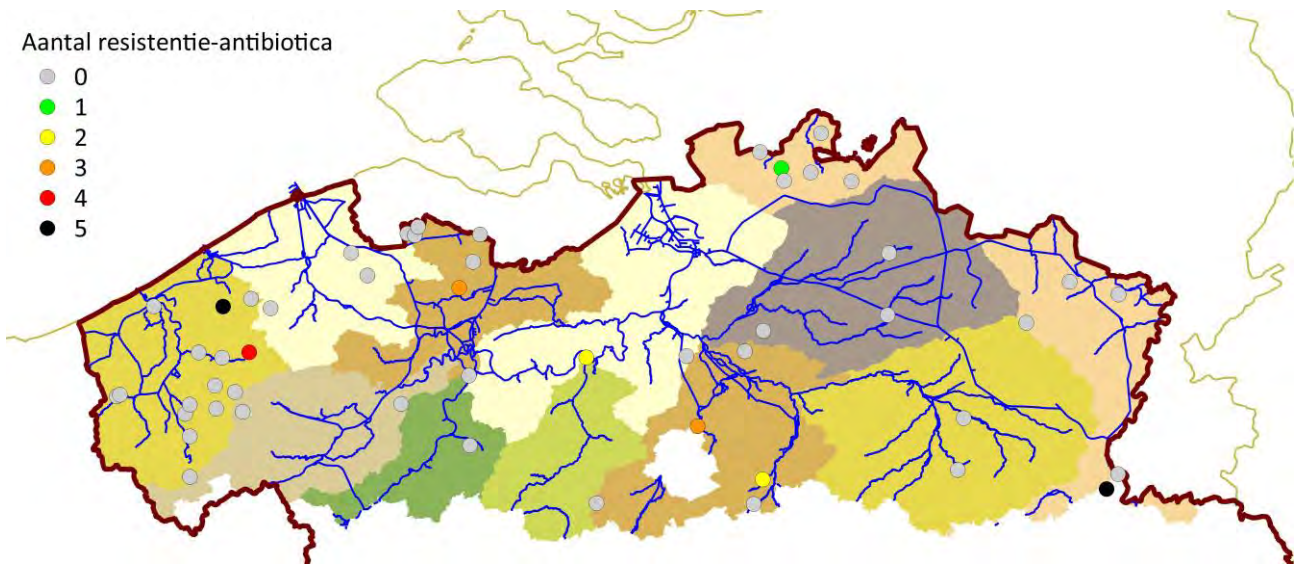
Type meetpunt	Meetplaats	Gewestelijke Waterloop	resistentie?
MAP	928710	VIJFHUISHOEKBEEK	AMP - SMX - TET - TMP
MAP	861110		AMP - CHL - CIP - TET - TMP
MAP	70600	MOSVORENBEEK - MOSVORENLOOP - MOSVOORKENLOOPKE – MOSOLORENLOOP	TET
MAP	485550		CIP - NAL
T & T punt	346500	ZENNE	AMP - SMX - TMP
T & T punt	499500	DENDER	SMX - TET
RWZI leemuitspoeling	146200	ZOUW	AMP - CIP - SMX - TET - TMP
Drinkwaterwinning	790000	BURGGRAVENSTROOM	SMX - TET - TMP



Figuur 5: Overzicht van de gedetecteerde antibioticaresistenties uit *E. coli* geïsoleerd uit oppervlaktewater

Resistentie in oppervlaktewater komt dus relatief weinig voor, al zijn er aanwijzingen dat zowel in landbouw gerelateerde meetpunten als in andere, grotere systemen multiple-resistente bacteriën voorkomen.





Figuur 6: Overzicht van het aantal antibiotica-resistenties van *E. coli* per meetpunt



4 VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN BRONNEN VAN DRINKWATER

4.1 Situering

Het beschermen van de bronnen voor drinkwater en het beheren van de risico's verbonden aan deze bron is een gedeelde verantwoordelijkheid van de overheid en de watermaatschappijen.

De VMM volgt, in functie van artikel 7 van de Kaderrichtlijn Water, de toestand van het oppervlaktewater en grondwater bestemd voor de productie van drinkwater op.

In het drinkwaterbesluit¹⁰ staat: "De exploitant van het openbaar waterdistributienetwerk borgt de kwaliteit van het productie- en distributieproces en het geleverde water, bestemd voor menselijke consumptie, onder meer door de nodige controle te verzekeren en door de implementatie van een risico-evaluatie- en risicobeheerstrategie".

Via deze risico-evaluatie en risicobeheerstrategie heeft de exploitant de verantwoordelijkheid om de risico's voor de productie van drinkwater te evalueren en te beheren. De waterbedrijven analyseren regelmatig waterstalen van het oppervlaktewater en grondwater die gebruikt worden voor de productie van drinkwater. Dit kadert binnen de operationele monitoringverplichting die afgestemd is op de risico-evaluatie en de risicobeheerstrategie.

In het kader van dit project leverden de waterbedrijven een aantal stalen aan van het oppervlaktewater en grondwater waaruit drinkwater wordt geproduceerd.

Aangezien er geen drinkwaternormen zijn voor veterinaire antibiotica, wordt voor de verwerking van de cijfers getoetst aan:

1. de bepaalbaarheidsgrens, dit wil zeggen of de veterinaire antibiotica vastgesteld wordt in het water;
2. de drinkwaternorm van 0,1 µg/l voor pesticiden, het uitgangspunt voor de pesticiden-norm is dat geen enkel pesticide of relevant metaboliet aanwezig mag zijn in drinkwater. Dit is ook het uitgangspunt voor veterinaire antibiotica.

Via deze bepaalbaarheidsgrens willen we een overzicht krijgen van de variëteit veterinaire antibiotica in de bronnen waaruit drinkwater wordt geproduceerd.

4.2 Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en grondwater bestemd voor de productie van drinkwater

4.2.1 Drinkwaterproductie – het proces

Drinkwater kan geproduceerd worden uit grondwater of oppervlaktewater. Dit opgepompte water wordt gezuiverd in een waterproductiecentrum. Ruw water (grondstof) wordt er gezuiverd tot reinwater

¹⁰ Besluit van de Vlaamse Regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en de levering van water, bestemd voor menselijke consumptie



(drinkwater) dat voldoet aan de kwaliteitsnormen op fysisch, bacteriologisch en chemisch gebied en dus drinkbaar is.

Oppervlaktewater heeft doorgaans een meer doorgedreven zuivering nodig dan grondwater om aan de kwaliteitsnormen van drinkwater te voldoen. Zo wordt onder meer actief kool gebruikt voor het verwijderen van organische polluenten.

Drinkwatermaatschappijen hanteren ook een slimme innamestrategie:

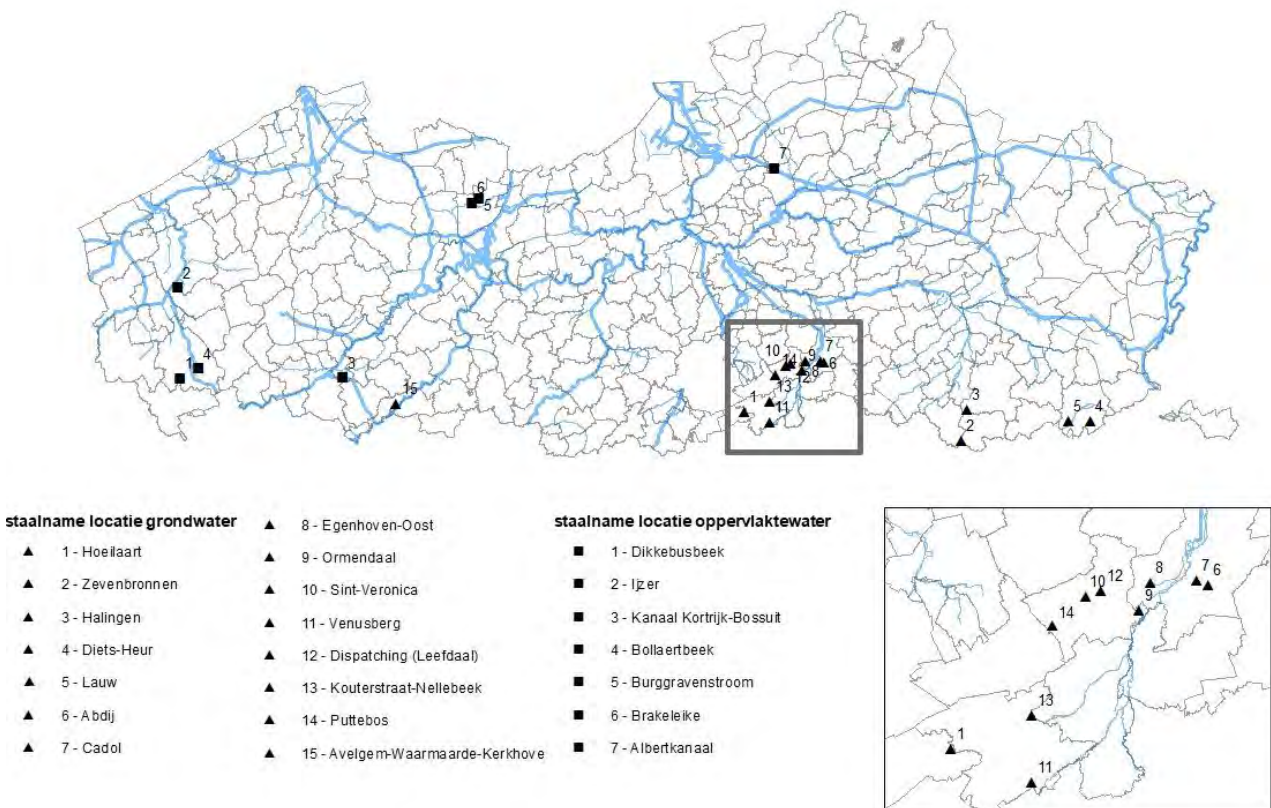
- Wanneer te hoge waarden in het oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater gemeten worden, stopt de drinkwatermaatschappij met het vullen van de spaarbekkens.
- Voor grondwater wordt het freatische kwetsbare grondwater gemengd met grondwater afkomstig van gespannen aquifers die niet onder druk staan van het landgebruik.

4.2.2 Geselecteerde meetlocaties

Voor dit project werden zeven waterlopen geselecteerd om de toestand van het oppervlaktewater waaruit drinkwater geproduceerd wordt op te volgen. Dit zijn de waterlopen waaruit het grootste debiet afkomstig is en waarvoor de stroomopwaarts gelegen gebieden onder druk staan van mest.

Voor grondwater waaruit drinkwater geproduceerd wordt, zijn 15 locaties geselecteerd. De selectie gebeurt op basis van de hoge mestdruk in het landgebruik boven de winning en de actuele kwetsbaarheid voor nitraat voor deze winningen.

Figuur 7 geeft een overzicht van de verschillende meetpunten.

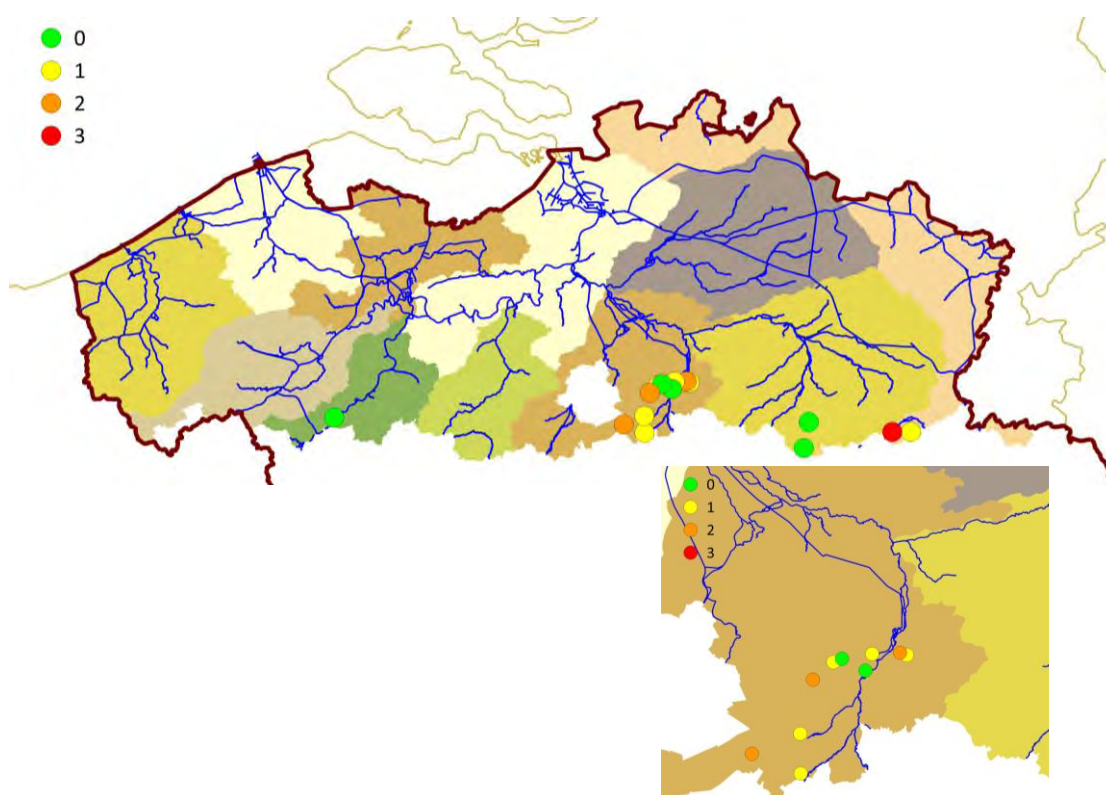


Figuur 7: locatie van de bemonsterde locaties oppervlaktewater en grondwater waaruit drinkwater geproduceerd wordt

Tabel 6: overzicht van de metingen van veterinare antibiotica in grondwater bestemd voor de productie van drinkwater (BG = bepaalbaarheidsgrens)

Veterinaire antibiotica	Aantal locaties vastgesteld > BG	Max ($\mu\text{g/l}$)
Cefapirine	1	0,002
Sulfadimethoxine	2	0,001
Sulfamerazine	3	0,007
Sulfamethoxazole	9	0,005

Onderstaande kaart (Figuur 9) toont het aantal veterinare antibiotica dat we per meetpunt aantreffen.



Figuur 9: het aantal vastgestelde veterinare antibiotica in grondwater bestemd voor de productie van drinkwater

4.5 Conclusie

Uit de analysecampagne van 2018 blijkt dat in geen enkel staal, van zowel oppervlaktewater als grondwater bestemd voor de productie van drinkwater, resistentie tegen antibiotica werd vastgesteld.

Uit de metingen van veterinare antibiotica blijkt dat elf antibiotica werden vastgesteld in oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater en vier antibiotica in grondwater bestemd voor de productie van drinkwater.

Op basis van de vastgestelde concentratie in de bronnen bestemd voor de productie van drinkwater kunnen we besluiten dat de beperkte aanwezigheid van veterinare antibiotica momenteel geen risico vormt voor het drinkwater geleverd in Vlaanderen.

////////////////////////////////////

5 VETERINAIRE ANTIBIOTICA IN GRONDWATER

5.1 Situering

Veterinaire antibiotica worden al lang massaal in de veeteelt gebruikt en komen via de uitwerpselen van de dieren in de organische meststoffen terecht, die over de landbouwarealen worden verspreid. Er bestaat de kans dat deze vrij resistente producten met het neerslagwater in de bodem infiltreren en met wat vertraging door de onverzadigde zone in het grondwater terecht komen. De snelheid van dit proces zal onder andere van de doorlaatbaarheid van de ondergrond, de beschikbaarheid van infiltrerend water (waterverzadigingsgraad), de dikte van de onverzadigde zone, de snelheid van afbraakprocessen (halfwaardetijden) en mogelijk voorkomende sorptieprocessen afhangen.

Tot op vandaag is er in de Vlaamse context weinig geweten over de verspreiding van veterinaire antibiotica in het grondwater, zowel naar voorkomen als naar hoeveelheden die in het grondwater terecht komen.

Door de herverdeling van de organische mest in Vlaanderen in het kader van het MAP en de toepassing over grote oppervlakken, kunnen de veterinaire antibiotica onder grote delen van het landbouwgebied teruggevonden worden (diffuse verspreiding). Deze kunstmatige stoffen zijn natuurlijk niet gewenst in het grondwater en kunnen via transportprocessen in een aantal receptoren terecht komen, zoals aquatische en terrestrische ecosystemen, drinkwaterwingebieden of lokale grondwateronttrekkingen voor industrieel of huishoudelijk gebruik.

Momenteel zijn er (nog) geen grondwaterkwaliteitsnormen voor veterinaire antibiotica (medicijnen) in het grondwater vastgelegd. Een eerste richtwaarde kan de 0,1 $\mu\text{g/l}$ norm zijn, die voor andere organische pollutanten wordt gebruikt, zoals de pesticiden. Verder onderzoek is nodig om uit te maken wat een 'aanvaardbaar' concentratieniveau van veterinaire antibiotica in grondwater kan zijn. Dit kan ook stofgebonden zijn.

Naast het onderzoek naar het voorkomen van veterinaire antibiotica kan het interessant zijn te weten te komen of de bacteriënstammen die in het grondwater aanwezig zijn al een zekere resistentie tegenover de antibiotica hebben opgebouwd. Hierdoor kan afgeleid worden of er in bepaalde situaties al een langdurige blootstelling met deze stoffen in het grondwater bestaat.

5.2 Metingen van veterinaire antibiotica in grondwater

5.2.1 Algemeen

Er wordt in eerste instantie verondersteld dat het grootschalige gebruik van diergeneesmiddelen zich vooral situeert tijdens de laatste decaden. Dit gebruik is zeker niet verminderd, gezien de bestaande risico's op bacteriële infecties in de massaveeteelt. De kans om veterinaire antibiotica in het grondwater aan te treffen is dus het grootst in de watervoerende lagen die het meest recent aangevuld zijn. Het gaat hier dus specifiek om de freatische (of meest ondiepe) watervoerende lagen. Voor een eerste screening over het voorkomen van veterinaire antibiotica wordt dan ook gebruik gemaakt van het freatisch grondwatermeetnet met ca. 2100 multilevelputten. Dit zijn putten met meestal 3 verschillende meetdieptes, die zich bijna altijd in de meest ondiepe watervoerende laag bevinden. In totaal worden 57 meetfilters gekozen, om hierop de aanwezigheid van 58 veterinaire antibiotica te onderzoeken, zoals ook in het kader van oppervlaktewater en drinkwaterwingebieden gebeurt.

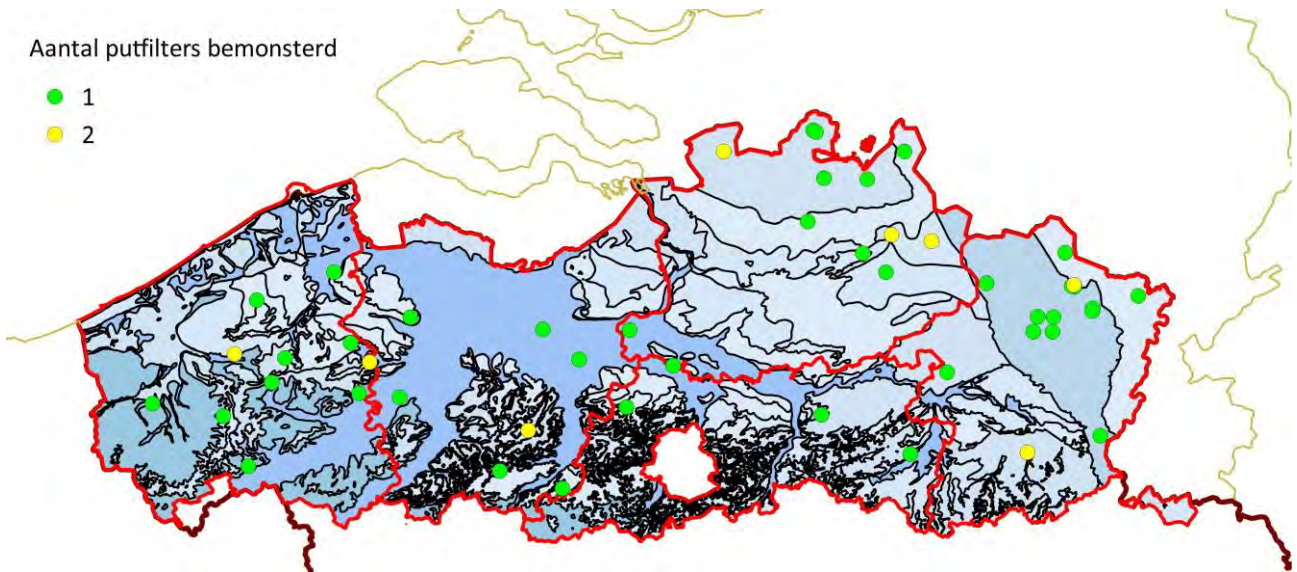
////////////////////////////////////

5.2.2 Geselecteerde meetlocaties

De selectie van de 57 putfilters is aan een aantal criteria gekoppeld, om beter met risicosituaties rekening te houden. Volgende criteria zijn van toepassing:

1. De gekozen putlocaties/putfilters liggen uitsluitend in landbouwgebied.
2. Al modificatie van de grondwaterkwaliteit door landbouwactiviteiten op basis van vastgestelde nitraatconcentraties in het grondwater van putfilters (hierbij kan wel geen onderscheid worden gemaakt of de vastgestelde nitraatconcentraties van organische bemesting of van kunstmeststoffen afkomstig zijn).
3. Bij voorkeur keuze van gemeentes met hogere gemeentelijke mestdruk.
4. Bemonstering van ondiepe bemonsterbare putfilters, bij voorkeur het meest ondiepe filterniveau 1. In geval van tijdelijke droogstaand of te weinig voeding worden ook putfilters van filterniveau 2 gekozen. Bovendien kan dit een idee geven over mogelijke dieptespreiding.
5. De putfilters hebben een beperkte diepte om met de recente effecten rekening te kunnen houden.

De gekozen 57 put- of meetfilters bevinden zich in totaal op 49 putlocaties, gespreid over grote delen van Vlaanderen. Op 8 locaties wordt bemonsterd op 2 verschillende dieptes om ook met een mogelijke dieptespreiding rekening te kunnen houden (zie Figuur 10). Sommige gebieden zijn sterker vertegenwoordigd, zoals de Kempen van Antwerpen en Limburg en het centrale gedeelte van West-Vlaanderen door de gekozen randvoorwaarden.



Figuur 10 : Ligging van bemonsterde putten en putfilters van het freatisch grondwatermeetnet met de hydrogeologisch homogene zones op de achtergrond

Op de achtergrond van Figuur 10 staan de hydrogeologisch homogene zones (HHZ's). De HHZ's zijn zones waarbinnen een vergelijkbaar nitraattransport en -afbraak in de hier aanwezige ondiepe watervoerende lagen wordt verwacht. De keuze voor deze achtergrond is gemaakt omdat aanvoer en mogelijke kwetsbaarheid voor verontreiniging van nitraat en veterinaire antibiotica enigszins parallel lopen. Bijna overal wordt organische mest toegepast. Ze is een potentiële bron van zowel nitraat als veterinaire

medicijnen, die dan in het grondwater kunnen terechtkomen. Als we deze redenering volgen moeten we kijken of er veterinaire antibiotica versterkt in een aantal zones worden aangetroffen.

5.2.3 Voorkomen en spreiding van veterinaire antibiotica

In totaal is er een screening op de aanwezigheid van 58 verschillende veterinaire antibiotica in het grondwater gebeurd. Van deze 58 onderzochte stoffen werden er 11 in eerder lage concentraties teruggevonden (zie Tabel 7). De maximaal vastgestelde concentratie ligt bij 0,052 µg/l en is daarmee duidelijk lager dan de eerder voor grondwater gesuggereerde toetsingswaarde voor organische verontreinigingen van 0,1 µg/l. Opvallend is ook dat de stoffen ongelijk verdeeld voorkomen. Terwijl het merendeel maar op één tlot twee locaties wordt gedetecteerd, is sulfamethazine uitzonderlijk sterk vertegenwoordigd (20 locaties - 35%). Deze stof wordt dan ook in het volgende hoofdstuk apart besproken.

De positieve detecties spreiden zich zowel over het bovenste filterniveau als ook over het tweede filterniveau, zodat de veterinaire antibiotica ook al in iets diepere gedeelten van de freatische watervoerende lagen voorkomen. Door de tijdelijk droogte tijdens het najaar 2018 – de monsternameperiode – konden niet overal de bovenste filters bemonsterd worden, zodat de impact op het meest ondiepe grondwater op een aantal plaatsen niet gekend is. Het is dus niet zeker of hier mogelijk (hogere) antibioticaconcentraties worden gemeten.

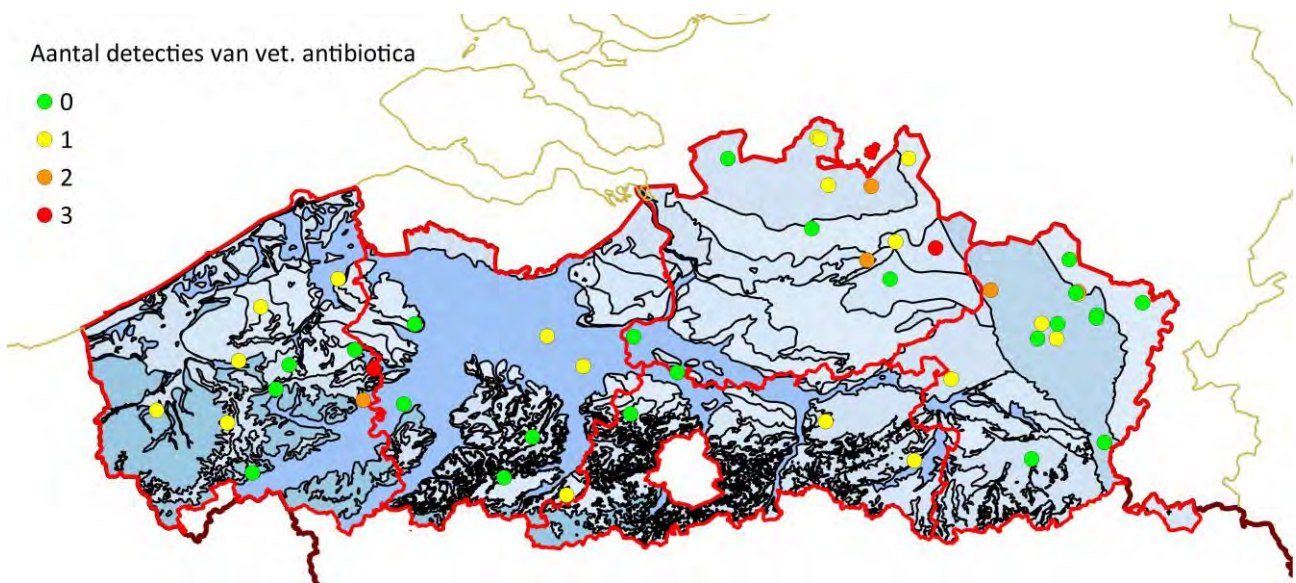
Tabel 7: voorkomen van veterinaire antibiotica in het grondwater

Veterinair antibioticum	Aantal stalen	Aantoonbaarheids-grens (µg/l)	% stalen > AG	Max. concentratie (µg/l)
Cefapirine	57	0,001	3,51	0,00462
Dapsone	57	0,00025	1,75	0,00083
Lincomycine	57	0,00025	1,75	0,00032
Oxytetracycline	57	0,0025	1,75	0,01501
Sulfadiazine	57	0,0005	1,75	0,00372
Sulfadimethoxine	57	0,00025	3,51	0,00152
Sulfadoxine	57	0,00025	3,51	0,00285
Sulfamerazine	57	0,0005	5,26	0,00136
Sulfamethazine	57	0,00025	35,09	0,051975
Sulfathiazole	57	0,001	1,75	0,00172
Tylosine A	57	0,0005	1,75	0,00103

Het verspreidingspatroon van de veterinaire antibiotica in het grondwater is op Figuur 11 weergegeven. Op 23 van de 49 putlocaties zijn er geen veterinaire antibiotica vastgesteld (47%), terwijl dit voor de andere 26 locaties (53%) wel het geval is. Meer dan de helft toont dus positieve detecties. Voor 19 van deze 26 locaties beperkt zich de aanwezigheid tot één stof. Op 5 locaties worden er 2 stoffen gemeten, op 2 locaties 3 stoffen.

De positieve detecties komen redelijk gespreid over de verschillende meetregio's voor (zie Figuur 11), toch merken we een versterkte aanwezigheid in de Kempen (HHZ's 40 – Complex van de Kempen en HHZ 52 – Zanden van Mol – zie ook hoofdstuk 5.2.4) en iets mindere mate ook in het westelijk gedeelte van West-Vlaanderen.





Figuur 11: Aantal detecties van veterinaire antibiotica in het ondiepe grondwater tijdens het najaar van 2018

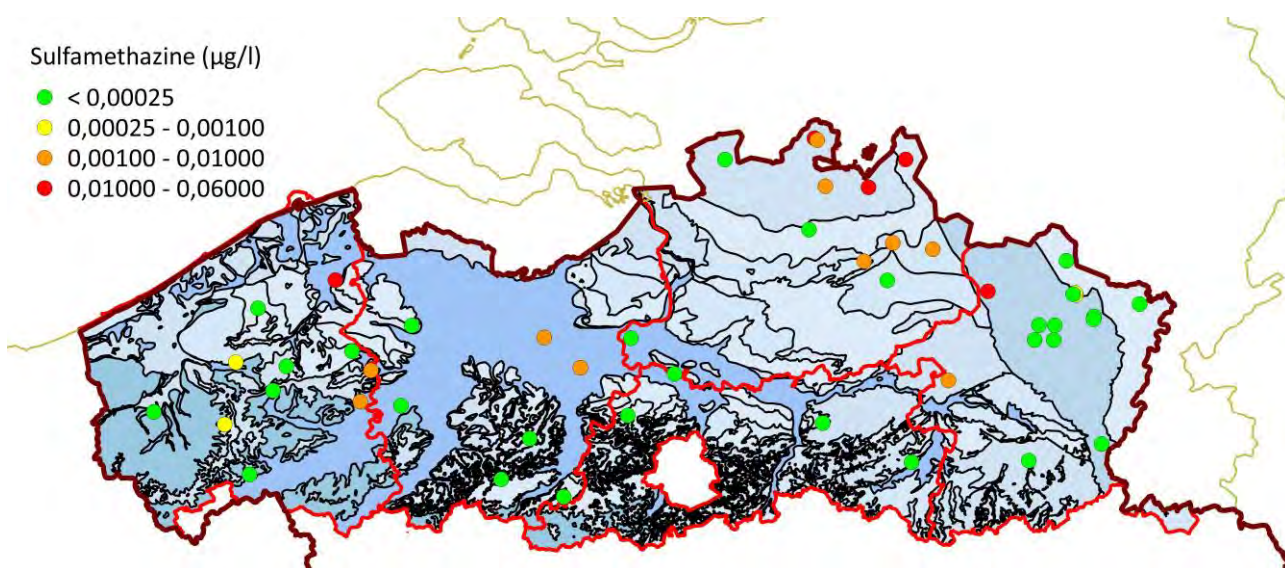
De aanwezigheid van veterinaire antibiotica in het grondwater is dus op basis van de huidige onderzoeksresultaten, qua aantal stoffen als ook kwantiteit, eerder beperkt. Aan de andere kant zijn de veterinaire antibiotica natuurlijk ook goede indicatorstoffen, komen frequent voor en tonen daarmee de invloed van de organische meststoffen op de grondwaterkwaliteit. Er is dus wel degelijk een bronrelatie, die onder andere de aanwezigheid van hogere nitraatconcentraties in het grondwater kan verklaren.

5.2.4 Specifieke aandacht voor sulfamethazine

Sulfamethazine (ook sulfadimidine genoemd) is een antibioticum dat vooral voor veterinaire toepassingen wordt gebruikt ter bestrijding van bacteriële infecties van onder andere de luchtwegen, van het maag- en darmstelsel en de urinewegen (o.a. enteritis, coccidiose ...). Het toepassingsgebied van veterinaire producten met sulfamethazine strekt zich praktisch over alle diersoorten uit (bijvoorbeeld runderen, varkens, schape, gevogelte en ook huisdieren). Deze brede inzet verklaart waarschijnlijk ook het massale voorkomen in het grondwater, afkomstig van de bemestingsactiviteiten met organische meststoffen.

In totaal werd deze stof op 20 van 57 meetfilters in het grondwater gedetecteerd, weliswaar op een eerder laag concentratieniveau tussen 0,0004 en 0,052 µg/l. Hogere concentraties boven de strategische waarde voor organische verontreinigingen van 0,1 µg/l werden dus niet vastgesteld. Deze stof blijkt redelijk persistent te zijn, omdat deze zowel in het meest ondiepe grondwater (filterniveau 1) als ook in iets diepere lagen (filterniveau 2) werd gemeten. In oppervlaktewater werd deze stof maar op 10 van 79 bemonsterde locaties teruggevonden met een maximum concentratie van 0,004 µg/l.





Figuur 12: Voorkomen van sulfamethazine in het ondiepe grondwater – najaar 2018

Op Figuur 12 is de spreiding van de locaties, waar sulfamethazine wordt gedetecteerd, weergegeven, rekening houdend met de verschillende concentratieniveau. Opvallend is de clustervorming van positieve detecties en ook hogere concentraties in de (Noorder-)Kempen van de provincie Antwerpen. Met betrekking tot de HHZ's concentreren zich de vastgestelde detecties op de Zanden van Mol (HHZ 52) en het Complex van de Kempen (HHZ 40). Hierbij is niet duidelijk of er een causaal verband is met type en kwetsbaarheid van de watervoerende lagen, of dit veel eerder aan de massale aanwezigheid van veeteelt en toepassing van deze stof in de (Noorder-)Kempen te wijten is. Vermoedelijk gaat het om een combinatie van alle twee, maar hiervoor is meer onderzoek vereist.

5.3 Antibiotica-resistentie in grondwater

Onderzoek naar de antibioticaresistentie gebeurde voor een selectie van 29 grondwaterstalen.

Om de antibioticaresistentie te bepalen moeten bacteriën uit de grondwaterstalen geïsoleerd worden. Als indicatorbacterie werd *Escherichia coli* gekozen. Slechts in 6 van de 29 grondwaterstalen was *E. coli* aanwezig en kon worden geïsoleerd. Op deze 6 stalen werd vervolgens een resistentiebepaling uitgevoerd voor een aantal stoffen. Voor één putfilter werd een bacteriologische resistentie vastgesteld, met name voor de 4 stoffen ampicilline, sulfamethoxazole, tetracycline en trimethoprim. Dit toont dat de impact van antibioticaresistentie op grondwater van ondergeschikt belang is en hooguit sporadisch bij ondiepe putfilters voorkomt. In diepere filters wordt ook geen aanwezigheid van milieuvreemde bacteriën als *E. coli* verwacht.

5.4 Conclusie veterinaire antibiotica in grondwater

Van 58 onderzochte veterinaire antibiotica zijn er 11 stoffen in de meest ondiepe watervoerende lagen van Vlaanderen teruggevonden. De vastgestelde concentraties bedragen maximum 0,052 µg/l en liggen daarmee aan de lage kant. Alhoewel de aanwezigheid van kunstmatige stoffen de zuiverheid van het grondwater bedreigt en niet wenselijk is, zo is het kwaliteitsprobleem met betrekking tot de gemeten concentraties toch vrij beperkt. Bovendien bestaan er momenteel geen wettelijke normen, waarmee dit zou kunnen worden beoordeeld.



Aan de andere kant vormen de veterinaire antibiotica goede indicatoren voor de invloed van dierlijk mest op de grondwaterkwaliteit. Al op 53% van de onderzochte putlocaties worden veterinaire antibiotica in het grondwater gedetecteerd. Dit oriënterend onderzoek is op potentiële risicolocaties gebeurd, met name op plaatsen waar al andere indicatoren voor verontreiniging door mesttoepassing aanwezig zijn, zoals hogere nitraatconcentraties en grotere mestdruk.

Verder spreidt het voorkomen van veterinaire antibiotica zich al over verschillende diepten (filterniveau 1 + 2 van de multilevel-putten) en toont daarmee dat deze stoffen vrij persistent zijn en al langer worden gebruikt (langere transport- en verwijltijden naar filterniveau 2). In een mogelijk toekomstig onderzoek zouden nog diepere filterniveaus kunnen worden bemonsterd, om te kijken of de veterinaire antibiotica al grote delen van de freatische (ondiepe) watervoerende laag hebben bereikt.

Wat ook opvalt is dat het antibioticum sulfamethazine vrij dominant in het grondwater voorkomt. Deze stof ter bestrijding van bacteriële infecties van de luchtwegen en het verteringsstelsel van dieren wordt/werd blijkbaar frequent toegepast en in het grondwater van 20 van de 57 onderzochte putfilters gedetecteerd (19 van 49 putlocaties).

Antibiotica resistentie van indicatorbacteriën, zoals *E. coli*, blijkt, op basis van de huidige onderzoeksresultaten, van ondergeschikt belang te zijn en kan hooguit sporadisch worden vastgesteld (1 op 29).



<p><i>Fluoroquinolonen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ciprofloxacin • danofloxacin • difloxacin • enoxacin • enrofloxacin • norfloxacin • flumequine • marbofloxacin • sarafloxacin 	
<p><i>Lincosamiden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • lincomycin • pivmoxillin 	
<p><i>Sulfamiden en trimethoprim</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • sulfachloropyridazine • sulfaclozine • sulfadiazine • sulfadimethoxine • sulfadoxine • sulfamerazine • sulfamethazine • sulfamethoxazole • sulfamethoxypyridazine • sulfapyridine • sulfaquinoxaline • sulfathiazole • trimethoprim 	
<p><i>Amphenicolen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • chloramphenicol • florfenicol • thiamphenicol • Diaminopyrimidinederivaten • dapsone 	



