

Shutterstock



Diergeneesmiddelen die persistent én mobiel zijn, kunnen na bemesting in de sloot terechtkomen.

AUTEURS



**Joost Lahr en Louise Wipfler**  
*(Wageningen Environmental Research, Wageningen University & Research (WUR))*



**Nico Bondt en Tanja de Koeijer**  
*(Wageningen Economic Research, WUR)*



**Bjorn Berendsen**  
*(RIKILT, WUR)*

**Paul Hoeksma**  
*(Wageningen Livestock Research, WUR)*



**Leo van Overbeek**  
*(Wageningen Plant Research, WUR)*

**Dik Mevius**  
*(Wageningen Bio-veterinary Research, WUR)*

# AANZET TOT MILIEUPRIORITERING VAN DIERGENEESMIDDELEN UIT DIERLIJKE MEST

In Nederland wordt dierlijke mest uit de intensieve veehouderij op grote schaal uitgereden op akkers en grasland. Deze mest kan resten bevatten van diergeneesmiddelen die aan landbouwhuisdieren zijn gegeven. Sommige van deze stoffen worden steeds vaker in grondwater en oppervlaktewater gevonden. Beleidsmakers en bodem- en waterbeheerders willen daarom graag meer inzicht in de waarschijnlijkheid dat diergeneesmiddelen in het milieu terecht komen.

Tabel 1 Criteria voor karakterisering van het milieuge drag van diergeneesmiddelen.

<sup>1</sup> Fractie van de hoeveelheid werkzame stof die na 24 dagen nog in de mest aanwezig is

Eigenschap	Parameter	Criterium	Karakterisering
Persistentie in mest	W.s. na 24d (%) <sup>1</sup>	>90	Hoog
		50-90	Middelhoog
		10-50	Matig
		<10	Laag
Persistentie in de bodem	DT50 (dagen)	>365	Hoog
		100-365	Middelhoog
		30-100	Matig
		<30	Laag
Mobiliteit in de bodem	Koc (L/kg)	<15	Hoog
		15-75	Middelhoog
		75-500	Matig
		500-4,000	Laag
		>4,000	Geen

Diergeneesmiddelen in mest, bodem en water

8

Wij hebben daarom een oriënterende studie uitgevoerd naar twee sectoren in de Nederlandse intensieve veehouderij, de varkens- en de kalverhouderij. In beide sectoren wordt de mest van dieren die op stal staan opgevangen in mestkelders en vanaf het vroege voorjaar uitgereden op akkers en graslanden. De studie richtte zich alleen op het milieuge drag van diergeneesmiddelen en niet op de eventuele risico's voor de gezondheid van mensen en het ecosysteem. Hoeveel werkzame stoffen uit de toegediende diergeneesmiddelen in het milieu terechtkomen hangt onder andere af van het gebruik, de persistentie tijdens de mestopslag en het gedrag in de bodem (met name persistentie en mobiliteit). Persistentie is de mate waarin een middel aanwezig blijft zonder af te breken of anderszins te verdwijnen. Mobiliteit betreft de kans dat stoffen uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater.

### Methodiek

Het onderzoek richtte zich op de 20 meest gebruikte antibiotica en antiparasitaire middelen in de intensieve varkens- en kalverhouderij. Van deze middelen hebben wij van de jaren 2012-2014 voor varkens en van 2015 voor kalveren landelijke verbruiksgegevens verzameld uit het Bedrijveninformatienet van WUR en rapporten van de Autoriteit Diergeneesmiddelen (SDa). Om de werkzame stoffen uit de middelen in te delen hebben wij de volgende verbruiksklassen gehanteerd:

- meer dan 10.000 kilogram werkzame stof/jaar
- 5000-10.000 kg w.s./jr.
- 1000-5000 kg w.s./jr.
- Minder dan 1000 kg w.s./jr.

De afbraak in drijfmest van een aantal belangrijke antibiotica en antiparasitica is experimenteel bepaald in reageerbuisen waarin de omstandigheden in mestkelders werden gesimuleerd (onderzoek van het RIKILT). Wij hebben het resterende percentage werkzame stof aan het einde van deze experimenten gebruikt als indicatie voor de persistentie in mest (Tabel 1).

Informatie over de afbraaksnelheid en mobiliteit in de bodem werd gevonden in openbare literatuur. De afbraaksnelheid is gekarakteriseerd met de halfwaardetijd (DT50), de tijd die nodig is om 50 procent van de werkzame stof in de bodem te doen verdwijnen. Voor de mobiliteit is de verdelingscoëfficiënt tussen water en organisch koolstof (Koc) gebruikt. Deze wordt berekend door in een evenwichtssituatie te bepalen hoeveel van de stof is gebonden aan organisch koolstof in de bodem en deze fractie te delen door de fractie die opgelost is in het poriewater. De DT50 en de verdelingscoëfficiënt zijn geclassificeerd volgens een bestaande indeling van de University of Hertfordshire (Groot Brittannië), zie Tabel 1.

### Resultaten

De informatie over de 20 werkzame stoffen is samengevat in Tabel 2. Het eerste dat opvalt is dat de informatie niet compleet is. Voor ongeveer de helft van de 20 werkzame stoffen ontbreken één of meer parameters.

Werkzame stoffen die enigszins stabiel zijn in mest en bodem en een hoge mobiliteit vertonen, hebben een grotere kans om uit te spoelen naar grond- en oppervlaktewater. Dit geldt vooral voor de sulfonamiden (sulfamethoxazol en sulfadiazine) en trimethoprim.

Stofgroep	Werkzame stof	Gebruik (kg w.s./jr.)		Persistentie in mest	Persistentie in de bodem	Mobiliteit in de bodem	Vastgesteld in waterketen NL <sup>1</sup>
		Varkens	Kalveren				
<b>ANTIBIOTICA</b>							
Tetracyclines	Oxytetracycline	>10,000	>10,000	matig tot middel	laag tot matig	geen	X
	Doxycycline	>5,000	>5,000	matig tot middel	onbekend	onbekend	
Macrolides/lincosamides	Tylosin	1,000-5,000	1,000-5,000	middel	laag tot matig	geen tot laag	
	Tilmicosin		>10,000	middel	matig tot middel	geen	
	Tulathromycine		<1,000	matig tot middel	onbekend	onbekend	
	Lincomycine		<1,000	matig tot hoog	onbekend	onbekend	
Trimethoprim	Trimethoprim	1,000-5,000	>5,000	laag tot matig <sup>2</sup>	matig	middel	X
Sulfonamides	Sulfamethoxazol	1,000-5,000		laag	laag	matig tot hoog	X
	Sulfadiazine	1,000-5,000	>5,000	laag tot matig	laag	matig tot hoog	X
Penicillines	Benzylpenicilline	<1,000	<1,000	laag <sup>2</sup>	laag	middel	
	Ampicilline	<1,000	>5,000	laag <sup>2</sup>	laag	middel	
	Amoxicilline	<1,000	<1,000	laag <sup>2</sup>	laag	onbekend	X
Chinolonen	Flumequine		1,000-5,000	middel	laag tot hoog	geen	X
Fluorchinolonen	Enro/marbofloxacin <sup>3</sup>		<1,000	matig tot middel	onbekend	geen	
Amphenicolen	Florfenicol		1,000-5,000	onbekend	laag tot matig	matig tot hoog	
Polymyxines	Colistine		<1,000	onbekend	onbekend	onbekend	
<b>ANTIPARASITICA</b>							
Macrocyclische lactonen	Ivermectin	aanzienlijk <sup>4</sup>	aanzienlijk <sup>4</sup>	laag tot hoog <sup>3</sup>	laag tot middel	geen	
Benzimidazolen	Flubendazol	1,000-5,000	aanzienlijk <sup>4</sup>	onbekend	onbekend	onbekend	
	Febantel	aanzienlijk <sup>4</sup>	aanzienlijk <sup>4</sup>	onbekend	onbekend	onbekend	
	Levamisol	aanzienlijk <sup>4</sup>	aanzienlijk <sup>4</sup>	onbekend	onbekend	onbekend	X

**Tabel 2** Classificatie van gebruik, persistentie in mest, persistentie in de bodem en mobiliteit in de bodem voor 20 in Nederland veel toegepaste diergeneesmiddelen in de intensieve varkens- en kalverhouderij. De intensiteit van de gebruikte kleuren duiden hoge waarden voor de betreffende eigenschappen aan.

<sup>1</sup> zie overzicht in rapport van ter Laak e.a. (2017)

<sup>2</sup> geschat uit literatuur, geen eigen meting

<sup>3</sup> deze verschillende stoffen zijn hier tezamen gepresenteerd omdat de verbruiksgegevens alleen in combinatie beschikbaar zijn (de persistentie in mest is nagenoeg identiek voor beide stoffen)

<sup>4</sup> gebruik aanzienlijk maar niet gekwantificeerd

Op basis van persistentie in de bodem en hoge mobiliteit zou ook florfenicol in grond- en oppervlaktewater terecht kunnen komen, maar de persistentie van deze stof in mest is onbekend.

Een recent overzicht van het voorkomen van diergeneesmiddelen in verschillende soorten water geeft een indicatie in welke mate onze voorspellingen kloppen (Tabel 2). Hieruit blijkt dat sulfamethoxazol, sulfadiazine en trimethoprim inderdaad in de waterketen voorkomen, maar voor trimethoprim en sulfamethoxazol komt dit waarschijnlijk mede door humaan gebruik. Daarnaast zijn, tegen de verwachting in, ook oxytetracycline en flumequine uit dieren in lage concentraties aangetroffen in oppervlaktewater en is amoxicilline gevonden in drinkwater gemaakt van grondwater. Van de antiparasitaire middelen is levamisol aangetroffen in afvalwater, maar dit betrof waarschijnlijk humaan gebruik.

Er zijn ook stoffen die naar verwachting wel in de bodem en niet in het grondwater van bemeste percelen voorkomen. Deze stoffen zijn persistent en weinig mobiel in de bodem. Voorbeelden zijn de antibiotica oxytetracycline, tilmicosin en flumequine en het antiparasitaire middel ivermectine (Tabel 2).

De fluorchinolonen enro- en marbofloxacin zijn immobiel, maar er zijn geen gegevens over de

persistentie in de bodem.

De penicillines worden zeer weinig aangetroffen. Zij hydrolyseren zeer snel in mest en worden ook in de bodem goed afgebroken.

### Betekenis van de resultaten

De benadering in onze studie is relatief eenvoudig en semi-kwalitatief. Er zijn dan ook kanttekeningen te plaatsen bij de uitkomsten. Allereerst hebben wij, in de keten van dier naar milieu, geen rekening gehouden met de omzetting in het lichaam van de dieren. We weten echter dat voor veel antibiotica metabolieten nauwelijks een rol spelen. Ze worden bijna niet gevormd of ze zijn niet actief. Een ander punt is dat bodems verschillen: in zandgronden treedt uitspoeling sneller op dan in klei; daar zal eerder oppervlakkige afspoeling naar sloten optreden of afvoer via drainpijpen. Verder zal het diergeneesmiddelengebruik in beide sectoren veranderen in de tijd. De hier geschetste prioritering is dan ook indicatief. Bij voldoende beschikbare stofgegevens kan het gedrag worden gesimuleerd met lotgevallenmodellen om de concentraties van diergeneesmiddelen in bodem, grondwater en oppervlaktewater te voorspellen. Onze studie wees echter uit dat voor veel diergeneesmiddelen publieke gegevens over het

milieuedrag ontbreken. Deze cruciale kennislacune wordt ook in andere publicaties gesignaleerd. Een belangrijke aanbeveling is daarom om vooral meer gegevens over de milieueigenschappen van diergeneesmiddelen te genereren en/of openbaar te maken. Er vindt tegenwoordig steeds meer mestverwerking plaats waardoor er minder drijfmest direct op het land terechtkomt. Er wordt op dit moment meer varkensmest dan kalvermest verwerkt. Wel wordt van de geproduceerde kalvermest een groter deel verwerkt (ongeveer een kwart) dan van de varkensmest (ongeveer een tiende). Naar de mestverwerking en de afzet van de verwerkingsproducten is hier niet gekeken. In de toekomst zal dit zeker een punt van aandacht moeten zijn.

Als laatste willen we benadrukken dat in onze studie alleen is gekeken naar de kans op aantreffen van diergeneesmiddelen in het milieu. Evaluatie van de mogelijke effecten op de gezondheid van mensen en van de ecologische risico's zal waarschijnlijk tot aanpassing van de prioritering leiden. Van ivermectine is bijvoorbeeld bekend dat het zeer toxisch is voor waterorganismen. Hierdoor zou deze stof, ondanks de geringe kans op uitspoeling, toch effecten in oppervlaktewater kunnen hebben. Ivermectine is daarom mogelijk toch relevant voor het waterbeheer. Ondanks de beperkingen menen wij dat ons overzicht een nuttige eerste aanzet tot prioritering is. Stoffen als sulfamethoxazol, sulfadiazine, trimethoprim en mogelijk ook florfenicol zijn relevant voor drinkwaterbescherming en oppervlaktewaterkwaliteit. Dit zijn daarom belangrijke stoffen voor drinkwaterbedrijven en waterschappen om te monitoren en om de risico's van in kaart te brengen. Daarnaast kunnen de antibiotica oxytetracycline (en waarschijnlijk ook doxycycline), tilmicosin, flumequine, enrofloxacin en marbofloxacin en het antiparasiticum ivermectine mogelijk met drijfmest in de bodem terechtkomen. De meest persistente stoffen uit deze groep kunnen misschien zelfs ophopen in de bodem en terrestrische voedselketens bereiken (bijvoorbeeld via bodemdieren). Wij bevelen daarom nader onderzoek door de bodemsector en de agrarische sector aan, naar de verspreiding en risico's van ook deze stoffen.

Joost Lahr  
Louise Wipfler  
*(Wageningen Environmental Research, Wageningen University & Research (WUR))*  
Nico Bondt  
Tanja de Koeijer  
*(Wageningen Economic Research, WUR)*  
Bjorn Berendsen  
*(RIKILT, WUR)*  
Paul Hoeksma  
*(Wageningen Livestock Research, WUR)*  
Leo van Overbeek  
*(Wageningen Plant Research, WUR)*  
Dik Mevius  
*(Wageningen Bioveterinary Research, WUR)*

#### Bronnen

Bedrijveninformatienet (BIN) <http://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Economic-Research/Data-Insights/Bedrijveninformatienet.htm>

SDa Autoriteit Diergeneesmiddelen. Diverse rapportages. <http://www.autoriteitdiergeneesmiddelen.nl/nl/sda-rapportages>

Ter Laak, T., R. Sjerps & S. Kools, 2017. Quick-scan diergeneesmiddelen in de waterketen. Rapport 2017.037, KWR Water Cycle Research Institute, Nieuwegein, 47p.

University of Hertfordshire, 2017. The University of Hertfordshire Agricultural Substances Database Background and Support Information, version: September 2017, The University of Hertfordshire, Groot-Brittannië.

#### SAMENVATTING

De toepassing van drijfmest op akkers en grasland kan leiden tot verspreiding van diergeneesmiddelen naar bodem, grondwater en oppervlaktewater. Voor de 20 meest gebruikte antibiotica en antiparasitica in twee Nederlandse veehouderijsectoren, de intensieve varkens- en de kalverhouderij, hebben wij gebruiksgegevens en stoffeigenschappen verzameld, zowel door middel van eigen metingen als uit de openbare literatuur. Met deze gegevens is voor deze stoffen de kans om de periode van mestopslag te overleven en vervolgens - na toepassing op het land - de kans op uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater en persistentie in de bodem beoordeeld.

Diergenees-  
middelen in mest,  
bodem en water