



Kennisnotitie

Meetplan biociden in mest

1. Inleiding

Achtergrond

Het Ministerie van IenW, Directoraat Generaal Milieu en Internationaal (DGMI), is verantwoordelijk voor de beleidsvorming in Nederland op het gebied van de toelatingen en het productenbeleid rondom biociden (bestrijdingsmiddelen anders dan gewasbeschermingsmiddelen). DGMI heeft in 2024 aan het RIVM verzocht om na te gaan welke biociden er worden gebruikt op veehouderijbedrijven en wat de kans is dat deze via de verspreiding van mest in de bodem terecht komen en vervolgens in de natuurlijke, terrestrische voedselketen. De vraag is met name of er werkzame stoffen zijn die uiteindelijk in hogere dieren zoals weidevogels terecht kunnen komen, accumuleren en leiden tot doorvergiftiging.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is door het RIVM als eerste stap een overzicht gemaakt van de potentiële routes van de werkzame stoffen uit verschillende productsoorten van biociden (de z.g. producttypen of PT-groepen) via de mest naar het milieu. Vervolgens is een lijst samengesteld van 38 werkzame stoffen afkomstig uit in Nederland toegelaten biociden die in de veehouderij gebruikt worden en die mogelijk in dierlijke mest terecht komen. Deze stoffen zijn relevant om mee te nemen in een meetonderzoek. De lijst bevat geen microbiële middelen, gasvormige stoffen, anorganische stoffen en stoffen die zeer snel afbreken (halfwaardetijd in minuten). De resultaten zijn gepubliceerd in een RIVM-kennisnotitie (Van Vlaardingen et al., 2025).

Doel & aanpak

In deze tweede kennisnotitie wordt een meetplan voor een empirisch onderzoek gepresenteerd aan de hand van de eerste kennisnotitie en aanvullende werkzaamheden. Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de verspreiding van biociden uit mest naar de bodem en in regenwormen door metingen op en rondom veehouderijbedrijven, met name van werkzame stoffen die kunnen worden opgenomen door wilde hogere dieren. Een beoordeling van de eventuele risico's maakt geen deel uit van het voorgestelde onderzoek.

Voor het schrijven van het plan is een aantal zaken nader uitgewerkt:

- Er is een opzet voor de uitvoering gemaakt, inclusief methoden, typen en aantallen monsters en een globale planning.
- Voor de 38 stoffen uit de eerdere kennisnotitie is op basis van de stoffeigenschappen geanalyseerd of deze potentieel accumuleren in hogere dieren. Op deze wijze is een onderscheid gemaakt tussen de werkzame stoffen die voor het meetonderzoek een 'must have' zijn, namelijk potentieel aanwezig in mest en mogelijk accumulerend in dieren, en de stoffen die 'nice to have' zijn voor het onderzoek (waardevol om te weten of ze in mest en in de bodem voorkomen, maar minder relevant voor doorvergiftiging).
- Daarnaast zijn op basis van de geselecteerde 38 werkzame stoffen laboratoria benaderd met de vraag of ze deze stoffen kunnen analyseren in mest en bodem en op welke wijze.

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

Joost Lahr
Peter van Vlaardingen
Louise van Mourik

Centrum:

Milieukwaliteit

Contact:

joost.lahr@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2026-0005

DOI:

10.21945/RIVM-

KN-2026-0005

Datum:

1 juni 2026

Van beide exercities wordt in dit document verslag gedaan. De uitvoering zelf van het onderzoek is een keuze die nog door het ministerie moet worden gemaakt. Dit is geen deel van deze kennisnotitie.

2. Opzet onderzoek

Algemeen

Het voorgestelde onderzoek wordt op ongeveer dezelfde wijze opgezet als eerdere studies die bij Nederlandse veehouderijbedrijven zijn uitgevoerd naar diergeneesmiddelen (Lahr et al, 2018) en naar bestrijdingsmiddelen (Buijs et al, 2019; Buijs et al., 2022; Bruinenberg et al. 2023; Bruinenberg & van Eekeren, 2023).

Om de (deel)vragen voor het meetonderzoek naar biociden in mest te beantwoorden kunnen de volgende matrices worden bemonsterd:

1. Mest (drijfmest en/of verse mest) – om te onderzoeken welke werkzame stoffen door gebruik op veehouderijbedrijven in mest terecht komen.
2. Veevoer – om te checken of ook via het voer biociden en andere bestrijdingsmiddelen in de mest terecht kunnen komen.
3. Bodem – om na te gaan welke stoffen aanwezig in de mest ook na toediening in de bodem meetbaar zijn.
4. Regenwormen - om te bepalen welke werkzame stoffen uit de bodem in het voedsel van weidevogels en andere hogere dieren terecht kunnen komen.

Ad 1 - Het meten van de gehaltes van biociden in mest vormt het centrale deel van het onderzoek. Hiermee wordt vastgesteld welke biociden er in de mest van een selectie van veehouderijbedrijven aanwezig zijn.

Ad 2- Het meten van biociden in het veevoer dient met name om biociden en andere bestrijdingsmiddelen die zijn gebruikt bij de productie van het voer in Nederland of elders te kunnen onderscheiden van biociden die op de bedrijven zelf worden toegepast. Zowel de studies door Bruinenberg et al. (2023) als door Buijs & Samwel-Mantingh (2019) toonden diverse werkzame stoffen aan in het voer, die ook op de doellijst met 38 werkzame stoffen uit biociden van Van Vlaardingen et al. (2025) staan, waaronder DEET en verschillende synthetische pyrethroiden zoals (alfa-)cypermethrin en lambda-cyhalothrin.

Ad 3 – In Nederland wordt een groot deel van de drijfmest in het voorjaar verspreid op akkers en graslanden. In de bodems van akkers wordt de drijfmest geïnjecteerd en in grasland wordt een ondiepe sleuf in de grasmat gesneden voor de toediening. Om te kunnen bepalen of werkzame stoffen uit biociden in de ecologische voedselketen terecht kunnen komen is het van belang de concentraties van de werkzame stoffen in de betreffende bodems te kennen. Dit kan door de initiële concentratie te meten, bijvoorbeeld in een monster genomen 1 dag na de toediening van de mest (t1). De gevonden concentraties dienen afgezet te worden tegen de analyseresultaten van een monster dat enige dagen voor toediening is genomen (t0), zodat duidelijk is dat er daadwerkelijk sprake is van een toename door toediening. Daarnaast is het relevant om te onderzoeken of de gevonden stoffen al dan niet langer in de bodem aanwezig blijven. De verblijftijd van de werkzame stoffen zal van stof tot stof verschillen, maar analoog aan het onderzoek door Lahr et al. (2018) zouden er bijvoorbeeld aanvullend monsters genomen kunnen worden 1 week, 1 maand en enkele maanden na de mestgift.

Ad 4 – Om te bepalen of biociden vanuit de bodem zich ook verder in de ecologische voedselketen verspreiden, moet het voedsel van hogere dieren worden bemonsterd. Weidevogels en akkervogels voeden zich voornamelijk met ongewervelde dieren zoals

insecten en regenwormen, zeker in de broedtijd. De verspreiding van mest vindt ook plaats tijdens het broedseizoen in het voorjaar/begin zomer. Het is niet eenvoudig om voldoende vliegende insecten te vangen voor chemische analyses. Bovendien kunnen sommige insecten zich makkelijk verplaatsen waardoor de relatie met de akker of het weiland waar ze worden gevangen minder eenduidig is. Regenwormen daarentegen staan in nauw contact met de bodem waardoor ze gemakkelijk verontreinigingen op kunnen nemen in het vet of spierweefsel. Ze zijn minder mobiel dan vliegende insecten. Ze vormen daardoor een goede afspiegeling van de locatie zelf. Regenwormen zijn daarom voor het voorgestelde onderzoek de eerste keus.

Type veehouderijbedrijven

Tijdens het werk voor de eerdere kennisnotitie (Van Vlaardingen et al., 2025) is geen expliciet onderscheid gemaakt tussen biociden die in verschillende veehouderijsectoren worden gebruikt. Voor sommige biociden, zoals ontsmettingsmiddelen voor melkapparatuur of uiers, is duidelijk dat deze in een bepaalde sector worden gebruikt, in dit geval de melkveehouderij. Voor veel andere middelen geldt echter dat ze meer algemeen als ontsmettings- of bestrijdingsmiddelen op bedrijven kunnen worden gebruikt. Uiteindelijk hangt het gebruik samen met algemene hygiënische maatregelen en eventuele overlast door plaagdieren zoals vliegen of knaagdieren in stallen.

Er bestaat geen precies beeld van de veehouderijsectoren die de meeste of de meest risicovolle biociden gebruiken. Daarom zou een eerste keuze van de sectoren voor het onderzoek gemaakt kunnen worden aan de hand van de omvang van de meststromen uit de sectoren.

Volgens Hoeksma et al. (2020) werd in 2017 circa 51,9 miljoen ton (Mton) mest van melkkoeien onbewerkt op landbouwgrond gebracht. Voor varkens (vleesvarkens + zeugen) was dit 8,4 Mton en voor kalveren (rosé- en blankvlees) 3,2 Mton inclusief slib uit kalvergierinstallaties. Uit deze gegevens blijkt dat het grootste deel van de akkers en weilanden mest van melkkoeien zal ontvangen, gevolgd door varkensmest en daarna kalvermest. Mest uit de Nederlandse pluimveehouderij wordt in veel mindere mate in de Nederlandse landbouw verspreid. De verhoudingen in mestproductie tussen verschillende veehouderijsectoren zijn van 2017 t/m 2023 niet structureel veranderd¹.

Een eerste meetonderzoek zou zich derhalve in eerste instantie kunnen richten op de melkveehouderij, maar in zo'n onderzoek zouden ook varkens en/of kalverhouderijbedrijven kunnen worden meegenomen.

Type percelen & bemesting

Als drijfmest wordt toegepast op het land gebeurt dit meestal op grasland of op bouwland (akkers).

Drijfmest mag in Nederland in 2026 op grasland, op zowel zand- en lössgrond als ook op klei- en veengrond, worden uitgereden worden van 16 februari t/m 31 augustus². Voor het uitrijden van drijfmest op bouwland geldt een periode van 16 maart t/m 31 juli, en tot 15 september als er in die periode een groenbemester of winterkoolzaad wordt ingezaaid, of als er in het najaar bloembollen worden geplant. Er is een uitzondering voor bouwland met zogenaamde 'vroege' gewassen, waarop ook vanaf 16 februari drijfmest mag worden gebruikt. Voor vaste mest gelden iets ruimere periodes die per categorie grond verschillen. Mest uitrijden bij kou en op bevroren en besneeuwde grond is niet toegestaan, evenals op grond waarvan de bovenste laag verzadigd is met water. Ook in andere situaties heeft mest uitrijden voor gewassen weinig zin, zoals bij droogte omdat dan de voedingsstoffen niet in

¹ [Mestproductie door de veestapel, 1986-2023* | Compendium voor de Leefomgeving](#)

² [Wanneer mest uitrijden | RVO.nl](#)

het gewas of het gras worden opgenomen of zelfs gewasschade veroorzaken. Hier geldt echter geen expliciet verbod.

Voor de toediening van drijfmest bestaan verschillende methoden en deze zijn bijvoorbeeld afhankelijk van het soort grond waarop bemest wordt. Over het algemeen wordt de mest in bouwland dieper in de grond gebracht (geïnjecteerd) dan in grasland, waar vooral de zode bemest wordt.

Voor het onderzoek dienen bedrijven te worden geselecteerd waarvan het bekend is op welke percelen de mest wordt verspreid. Het is daarom zinvol om bedrijven te kiezen die eigen grond hebben voor dit doel en/of voor het verbouwen van gewassen of veevoer.

Tabel 1 Kengetallen voorkeursvariant meetonderzoek naar biociden in mest en in het milieu na het verspreiden van mest.

	Aantal^a	Toelichting
Bedrijven	10	B.v. 5 rundvee- en 5 varkenshouderijen, of 10 rundveehouderijen in verschillende delen van het land
Monsters van voer	3×/bedrijf	Van verschillende soorten voer, b.v. ruwvoer en krachtvoer
Monsters van (drijf)mest	3×/bedrijf	Door het loopjaar heen, tenminste 1× vlak voor uitrijden
Bodemmonsters	4×/bedrijf	Op verschillende tijdstippen, b.v. voor toediening van de mest (t0), drie dagen tot een week na toediening (t1), een maand na toediening (t2) en 3 maanden na toediening (t4)
Monsters regenwormen	1×/bedrijf	Bijvoorbeeld een week na toediening van de mest
Chemische analyses	30× voer 30× mest 40× bodem 10× regenwormen Totaal = 110	

^a Aanbevolen wordt om alle monsters in duplo te nemen, zodat er steeds een reservemonster beschikbaar is.

Voorkeursvariant

Op basis van de voorgaand beschreven aspecten is een voorkeursvariant van het onderzoek beschreven. In Tabel 1 staat een aantal karakteristieken opgesomd van deze variant. Er is uitgegaan van een onderzoek met 10 bedrijven. Dit is voor een pilotonderzoek als dit een redelijk aantal. Minder bedrijven levert waarschijnlijk te weinig veralgemeniseerbare informatie op terwijl bij meer bedrijven het onderzoek erg duur wordt. Het type bedrijven kan nog gevarieerd worden. Verder kan na het bepalen van de beschikbare middelen nog worden besloten bepaalde onderdelen van het onderzoek wel of niet uit te voeren.

Planning

In Tabel 2 wordt een globale planning van het veldonderzoek gepresenteerd. De selectie van de bedrijven en het kiezen van een laboratorium zijn in dit schema niet meegenomen, evenals de tijd die nodig is om de chemische analyses te ontwikkelen en te valideren (zie paragraaf Chemische analyses). Dit deel van het werk moet al plaatsvinden voor de daadwerkelijke bemonstering en zal naar verwachting veel tijd kosten, mogelijk meerdere maanden tot een jaar.

Het werk in het overzicht is verder gebonden aan het eerste toedieningstijdstip van de mest. Dit is naar verwachting in de periode van half februari tot april, maar de exacte datum is afhankelijk van de weersomstandigheden. Bij een koud voorjaar kan de

planning naar achteren doorschuiven maar niet naar voren omdat de bemesting niet zal plaats vinden voor de eerste toegestane datum.

Tabel 2 Globale planning werkzaamheden in veldseizoen.

	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrt
Voorbereiding veldwerk	*	*													
Monstername voer & mest		*	*	*											
Monstername bodem		*	*	*	*	*	*								
Monstername wormen				*	*										
Chemische analyses							*	*	*	*					
Analyse gegevens										*	*	*			
Rapportage												*	*	*	*

* Grijs gearceerde cel. Deze arcering geeft aan dat werkzaamheden in de aangegeven maand(en) worden gepland.

4. Methoden

Gebruik biociden & bedrijfskarakteristieken

Samen met de veehouders wordt besproken welke biociden er op en om de geselecteerde bedrijven zijn gebruikt in het jaar voorafgaand aan het onderzoek. Naar verwachting houden bedrijven hiervan een administratie bij. Aan de veehouders zal ook algemene bedrijfsinformatie worden gevraagd zoals de aantallen en typen dieren, de wijze en periode van mestopslag en de ligging en oppervlakte van de percelen waar de mest wordt verspreid.

Bemonsteringsmethoden

De hoeveelheden monsters dienen bij aanvang van het meetproject te worden afgestemd met het beoogde laboratorium voor de chemische analyses.

Mest

Drijfmest moet in overleg met de veehouders worden bemonsterd. Op het bedrijf zelf is meestal een mogelijkheid om via een put of anderszins de drijfmest te bemonsteren met een schep (of cuvet) en een emmer om te mengen. Indien de bedrijfssituatie daar de mogelijkheid toe biedt, wordt er met 5 submonsters van verschillende plekken uit de opslag een mengmonster samengesteld (zie bijvoorbeeld Lahr et al., 2018). Monstername geschiedt bij voorkeur ten minste eenmaal zo kort mogelijk voor uitrijden zodat de bemonsterde mest dezelfde samenstelling heeft als de mest die in het veld terecht komt.

Voer

Om de oorsprong van de gevonden biociden in de mest te kunnen bepalen zullen ook (meng)monsters van het voer van het vee moeten worden genomen. Hiermee kan het voer als bron mogelijk worden onderscheiden van biociden gebruikt op het bedrijf. Bruinenberg et al. (2023) vonden bijvoorbeeld verschillende bestrijdingsmiddelen in het voer van melkkoeien.

Bodem

De bodem wordt bemonsterd volgens de 'Manual for Integrated Monitoring' van het 'International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems (2022), Subprogram Soil Chemistry'. Hierin wordt aanbevolen om in een rooster ('grid') van 4×4 subplots deelmonsters te nemen en deze te mengen tot één monster. De grootte van de subplots is 10×10 m. Een subplot kan nader opgedeeld worden in bijvoorbeeld kwadranten waarbinnen monsters op verschillende tijdstippen worden genomen. Hierdoor wordt voorkomen dat op dezelfde plek wordt gemonsterd. De positie van het rooster dient met een GPS te worden vastgelegd. De beschreven werkwijze zal vanaf 2026 ook worden toegepast in de Integrale Monitoring in Natuur (IMN) door het RIVM.

Bodemmonsters van 20-25 cm diep worden genomen met een guts, of met een Edelman boor indien de grond erg vast of stenig is.

De monsters van mest, voer en bodem zullen zo snel mogelijk na monsternamen worden ingevroren om afbraak van biociden te voorkomen. De benodigde temperatuur en de bewaartijd worden met het analyserende laboratorium afgestemd.

Regenwormen

Regenwormen worden, analoog aan Frazão et al. (2017), in het veld apart bemonsterd door met een spade een bodemkern uit te steken van 20×20×20 cm, bij voorkeur binnen het eerder genoemde grid. De regenwormen worden met de hand uit de grond verzameld. Indien een kern niet voldoende regenwormen oplevert, kunnen desgewenst meerdere kernen worden gestoken. Bij voorkeur worden op de verschillende locaties zoveel mogelijk regenwormen van dezelfde soort verzameld, bijvoorbeeld de veel voorkomende rode worm of blauwkopregenworm (*Lumbricus rubellus*). De verzamelde wormen worden in het laboratorium levend in petrischalen geplaatst op filterpapier dat is bevochtigd met gedistilleerd water. Het filterpapier wordt dagelijks verversd. Na 48 uur hebben de wormen alle grond in hun darmkanaal uitgescheiden (Button et al., 2010) en zijn zij geschikt voor chemische analyse van stoffen in hun lichaamssweefsel. De wormen worden gewogen en hierna met zo weinig mogelijk pijn gedood door ze in te vriezen. Vervolgens worden de wormen geprepareerd voor chemische analyse, bijvoorbeeld door vriesdrogen (zie Derksen et al., 2008).

Chemische analyses

Om na te gaan wat de status is (analytische capaciteiten) op het gebied van biociden meten in verschillende matrices, hebben er verkennende gesprekken plaatsgevonden met verschillende Nederlandse en Vlaamse laboratoria.

In totaal zijn er drie soorten laboratoria benaderd: een universiteit, een commercieel laboratorium en twee onderzoeksinstituten. Met alle vier de partijen heeft er een gesprek plaatsgevonden. Tijdens de gesprekken is er onder andere besproken in hoeverre de biociden, die worden overwogen om te meten (op basis van Van Vlaardingen et al., 2025), meetbaar zijn in matrices zoals veevoer, mest, bodem en regenwormen. Een lijst van deze biociden is vervolgens opgestuurd naar de partijen om informatie te vragen over de (on)mogelijkheden per biocide. Twee partijen waren in staat de lijst ingevuld terug te sturen. De informatie van deze twee laboratoria is opgenomen in Bijlage 1 met de stoffenlijst uit Van Vlaardingen et al. (2025).

Alle vier de partijen gaven aan dat de biociden in de lijst zeer verschillen qua eigenschappen (e.g. hydrofobiciteit, polariteit etc.) en dat er daarom verschillende meetmethoden nodig zullen zijn om alles te kunnen meten. Alle vier de partijen gaven ook aan dat ze niet voor alle stoffen en voor alle matrices gevalideerde methoden

hadden, maar dat dit mogelijk is. Eén partij beschikt over een gevalideerde multimethode waarmee 22 van de 38 biociden kunnen worden gemeten in voer en voeding, waarbij is aangegeven dat het mogelijk is om deze methode ook voor andere matrices te valideren. Dit kan doordat voeding al een complexe matrix is en uit zeer uiteenlopende materialen kan bestaan (bijvoorbeeld melk, planten, dieren, veevoer korrels enz.). Indien lagere rapportagegrenzen ($<10\text{--}100\text{ }\mu\text{g/kg}$ nat gewicht) gewenst zijn, vergelijkbaar met die uit het rapport over diergeneesmiddelen (Lahr et al., 2018), is er nog verdere ontwikkeling nodig. Een andere partij heeft een gevalideerde methode voor bestrijdingsmiddelen waarmee 8 van de 38 biociden worden gemeten. De overige twee partijen zouden nog een methode moeten valideren.

Bij de eerste partij zouden er enkele biociden (b.v. vitamine D3) kunnen worden toegevoegd aan de bestaande multimethode. Bij de tweede partij zouden de meeste biociden waarschijnlijk in drie groepen en dus drie methoden te verdelen zijn. Voor enkele vluchtige biociden (bv glutaaraldehyde, formaldehyde, cyaanamide) zal er echter één analysemethode per biocide nodig zijn. Dit zijn echter geen prioritaire stoffen voor het onderzoek (Bijlage 1).

Suspect screening³, waarbij een eerste indruk kan worden gegeven van de aanwezigheid van een biocide, was bij twee partijen een optie. Het werd bevestigd dat dit een interessante eerste stap zou kunnen zijn om in te zetten voor de analyse. Dit zou leiden tot een eerste indruk van welke biociden aanwezig zijn in welke matrices. Op basis van hun aanwezigheid zou dan vervolgens een selectie kunnen worden gemaakt van de biociden die in aanmerking komen voor doelstofanalyse ('target analysis'), waar concentratiewaarden uitkomen met wellicht lagere detectiegrenzen en een kleinere meetonzekerheid (indien gewenst).

Een overzicht van de analysemogelijkheden per stof is weergegeven in Bijlage 1, inclusief relevante opmerkingen van de laboratoria. Een aantal stoffen valt om verschillende redenen af. Sommige biociden, zoals L-(+)-melkzuur, decaanzuur en octaanzuur, komen van nature voor, dus als deze gevonden worden, is niet zeker dat het als gevolg van het gebruik als biocide is. Dit zijn tevens snel afbreekbare stoffen. Eén biocide (waterstofcyanide) zou veel te vluchtig zijn voor analyse, waarbij de vraag is of deze dan überhaupt terug te vinden is in vaste matrices. Twee biociden (natrium-p-tolueensulfonchloramide en chloorhexidinedigluconaat) zouden uit elkaar vallen in water. Drie biociden (glutaaraldehyde, *N*-(3-aminopropyl)-*N*-dodecylpropaan-1,3-diamine en *cis*-tricos-9-een) blijken uit de opgave van de laboratoria te uitdagend te zijn om te analyseren. Vier biociden blijken een mengsel te zijn van (polymeerachtige) componenten. Op basis van de verkennende gesprekken blijkt het daarom lastig om deze biociden in verschillende matrices te meten.

Het is duidelijk dat er maar weinig laboratoria zijn die alle geselecteerde biociden zouden kunnen meten in de benodigde matrices. Voor het onderzoek zal in ieder geval de methode nog moeten worden gevalideerd voor alle matrices, wat tijd kost (enkele maanden). Indien lagere rapportagegrenzen gewenst zijn en/of de wens is om een aantal stoffen toe te voegen aan de methode dient er ook tijd te worden gerekend voor ontwikkeling (ook enkele maanden).

5. Nadere prioritering stoffen voor onderzoek

Een belangrijke vraagstelling van het voorgestelde onderzoek is of de aanwezigheid van werkzame stoffen (uit biociden) in dierlijke mest kan leiden tot doorvergiftiging naar weidevogels en andere hogere dieren. In de Kennisnotitie 'Biociden in mest' (Van

³ <https://www.kwrwater.nl/en/projecten/non-target-screening>

Vlaardingen et al., 2025) zijn werkzame stoffen van biociden geselecteerd die in Nederland zijn toegelaten en die op dierhouderijen gebruikt mogen worden. Deze werkzame stoffen kunnen na gebruik in dierlijke mest terecht komen. Met deze lijst met stoffen is voor de huidige kennisnotitie een nadere analyse uitgevoerd op basis van hun vermogen om te accumuleren in hogere dieren. De details van deze extra stap worden gegeven in Bijlage 2.

Per biocide is de mogelijkheid tot analyse en potentie tot doorvergiftiging naast elkaar afgewogen om tot een selectie van stoffen voor het onderzoek te komen (Bijlage 1). Weergave in Bijlage 1 met een positief advies voor meenemen in het onderzoek ('Ja') geeft aan dat er een mogelijkheid is voor analyse van de stof én er een potentie aanwezig is tot doorvergiftiging ('must have'). 'Eventueel' meenemen geeft aan dat het wel mogelijk is om de stof te analyseren, maar dat de potentie tot doorvergiftiging laag is ('nice to have'). Indien de stof zowel niet of lastig te analyseren is en geen bioaccumulatie potentie heeft, dan is deze aangemerkt met 'Nee' (niet meenemen).

Op basis van de huidige analytische capaciteiten voor zover bekend, is het voor biociden die een aparte methode behoeven vanuit financieel oogpunt (per meting ca. honderden euro's voor een biocide) het advies om slechts enkele hiervan steekproefsgewijs, dan wel niet mee te nemen in de studie. Deze zijn als 'niet mogelijk' geclassificeerd in Bijlage 1.

Mogelijke metabolieten van de werkzame stoffen zijn ten behoeve van het voorgestelde onderzoek niet geëvalueerd en niet meegenomen.

Conclusies

In deze kennisnotitie is een voorstel uitgewerkt voor een onderzoek naar biociden in mest van veehouderijbedrijven. In dit voorgestelde onderzoek wordt ook onderzocht of en in welke mate na toediening van de (drijf)mest van de bedrijven aan landpercelen biociden in de bodem terug te vinden zijn, of deze persistent zijn en of ze zich ophopen in regenwormen die als voedsel kunnen dienen voor hogere dieren zoals weidevogels.

Speciale uitdagingen voor het onderzoek zijn het vinden van geschikte veehouderijbedrijven die aan het onderzoek mee willen werken en het opzetten van geschikte chemische analysemethoden voor de geselecteerde groep biociden, die onderling flink in chemische structuur en analytische eigenschappen kunnen verschillen. Tijdens een voorbereidingsfase dienen daarom geschikte bedrijven te worden geselecteerd en analysemethoden te worden ontwikkeld en gevalideerd. Het veldonderzoek zelf heeft een geschatte doorlooptijd van 1 jaar en 3 maanden en dient te worden opgestart in het voorjaar, voordat de mest wordt uitgereden.

Ten behoeve van het onderzoek is een lijst opgesteld aan de hand van de eerder door Van Vlaardingen et al. (2025) geïdentificeerde, relevante werkzame stoffen met hun vermogen tot bioaccumulatie en of ze geanalyseerd kunnen worden door een van de benaderde laboratoria. Aan de hand hiervan wordt een oordeel geveld over hun geschiktheid voor het voorgestelde onderzoek: niet mogelijk (ongeschikt), niet meenemen (niet relevant), mogelijk meenemen ('nice to have') of meenemen ('must have').

Referenties

Buijs J, Samwel-Mantingh M. 2019. Een onderzoek naar de mogelijke relaties tussen de afname van weidevogels en de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen op veehouderijen. Rapport, Buijs Agro Services, Bennekom, 169 pp.

Buijs J, Ragas A, Mantingh M. 2022. Presence of pesticides and biocides at Dutch cattle farms participating in bird protection programs and potential impacts on entomofauna. *Science of The Total Environment* 838 Part 3: 156378.

Button M, Jenkin GRT, Bowman KJ, Harrington CF, Brewer TS, Jones GDD, Watts MJ. 2010. DNA damage in earthworms from highly contaminated soils: assessing resistance to arsenic toxicity by use of the Comet assay. *Mutation Research* 696: 95–100.

Bruijnenberg M, van Eekeren N. 2023. Verkenning residuen van gewasbeschermingsmiddelen in (weide)mest. Rapport nr. 2023-024 LbD, Louis Bolk Instituut, Bunnik, 33 pp.

Bruinenberg M, van Agtmaal M, Hoekstra N, van Eekeren N. 2023. Residues of pesticides in dairy cow rations and fly treatments reduce the number of Coleoptera in dung. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 344: 108307.

Derksen A, Lahr J, de Kort T, van der Tuin A, Postma JF, Klok TC, van den Brink NW, de Lange HJ, Kools SAE, van der Hout A, Harmsen J, Faber JF. 2008. Ecologische effecten van metaalverontreiniging in het overstromingsgebied van de Dommel. Triade-onderzoek, ecologische risico's en mogelijkheden voor inrichting en beheer. Rapport, Grontmij-AquaSense, Alterra, Grontmij & Actief Bodembeheer de Kempen, Amsterdam, 78 pp.

Frazão J, de Goede RGM, Brussaard L, Faber JH, Groot JCJ, Pulleman MM. 2017. Earthworm communities in arable fields and restored field margins, as related to management practices and surrounding landscape diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 248: 1-8.

Hoeksma P, de Koeijer T, Wipfler L, Aarnink A, Blokland PW, Rakonjac N, Moermond C, Lahr J. 2020. Milieurisico van antibiotica in mest voor bodem en grondwater mogelijk beperkt. *Tijdschrift Milieu - Dossier - juni 2020*: 46-52.

International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. 2022. Manual for Integrated Monitoring. Edition 7. The Swedish University of Agricultural Sciences, 213 pp.

Lahr J, Derksen A, Wipfler L, Van de Schans M, Berendsen B, Blokland M, Dimmers W, Bolhuis P, Smidt R. 2018. Een verkennende studie in de Provincie Gelderland naar antibiotica, antiparasitaire middelen, coccidiostatica en natuurlijke hormonen in mest, (water)bodem, grondwater en oppervlaktewater. Rapport nr. 2898, Wageningen Environmental Research, Wageningen, 89 pp.

Van Vlaardingen P, Lahr J, Smit E. 2025. Verkenning werkzame stoffen van biociden in mest. Kennisnotitie nr. KN-2024-0052, RIVM, Bilthoven, 15 pp.

Bijlage 1 Lijst met stoffen voor mestonderzoek

Lijst van biociden die worden overwogen om te analyseren (afkomstig uit Van Vlaardingen et al., 2025) met informatie over de mogelijkheden tot analyse door twee van de vier benaderde laboratoria, de potentie tot doorvergiftiging (bioaccumulatie) en de aanbeveling om de stoffen al dan niet mee te nemen in het onderzoek. Zie voorgaande paragraaf voor uitleg over het eindoordeel om stoffen wel of niet mee te nemen in een meetonderzoek.

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
Didecyldimethylammoniumchloride (DDAC)	didecyldimethylammonium chloride (DDAC)	7173-51-5	3	Ja	Deels	In multimethode	DDAC C8 t/m C12 en BAC C6 t/m C18 kunnen worden toegevoegd aan methode	Ja	Ja
Alkyl (C12-16) dimethylbenzylammoniumchloride	alkyl (C12-16) dimethylbenzyl ammonium chloride (ADBAC/BKC (C12-16))	68424-85-1	3	Ja	Deels	In multimethode; Is een mengsel van componenten, subset van het mengsel in regel 10	aparte methode, prijzig	Ja	Ja
Glutaaraldehyde	glutaral	111-30-8	3	Nee	Deels	lastig te analyseren	aparte methode; prijzige analyses	Nee	Nee ^a
L-(+)-melkzuur	L-(+)-lactic acid	79-33-4	3,4	Nee	Deels	komt ook van nature voor ^b	apart methode	Nee	Nee ^c

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
Chloorhexidinedigluconaat	D-gluconic acid, compound with N,N''-bis(4-chlorophenyl)-3,12-diimino-2,4,11,13-tetraazatetradecane diamidine(2:1) (CHDG)	18472-51-0	3	Nee		valt uit elkaar in water		Nee	Nee
Formaldehyde	Formaldehyde	50-00-0	3	Deels	Nee	specifieke methode aanwezig	Nb; lucht en textiel bekend geen andere matrices	Nee	Eventueel ^a
Chloorkresol	chlorocresol	59-50-7	3	Deels	Nee	Moet met aparte methode (GC-MS)	Nb; aparte methode	Ja 'borderline' ^d	Niet mogelijk
Decaanzuur	decanoic acid	334-48-5	3	Nee	Deels	komt ook van nature voor ^b	aparte methode	Ja	Niet mogelijk ^c
Alkyl (C12-18) dime-thylbenzyl-ammonium-chloride	Alkyl (C12-18) dimethylbenzyl ammonium chloride (ADBAC (C12- 18))	68391-01-5	3	Ja	Deels	In multimethode; Is een mengsel van componenten	aparte methode, prijzig	Ja	Ja
N-(3-amino-propyl)-N-dodecylpro-	N-(3-aminopropyl)-N-dodecylpropane-1,3-diamine (diamine)	2372-82-9	3,4	Nee	Nee	Lastig te analyseren	Vaak alleen analyse op lucht monsters.	Ja	Niet mogelijk

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
paan-1,3-diamine									
Polyhexamethyleen-biguanide-hydrochloride	polyhexamethylene biguanide 'hydrochloride with a mean number-average molecular weight (Mn) of 1600 and a mean polydispersity (PDI) of 1.8 (PHMB(1600;1.8))'	27083-27-8	3	Nee	Deels	Mengsel van allemaal polymeer achtige dingen	aparte methode	Nee	Nee
Natrium-p-tolueen-sulfon-chloramide	tosylchloramide sodium, chloramine-T	127-65-1	4	Nee	Nee	Valt uit elkaar in water	nb	Nee	Nee ^c
Octaanzuur	octanoic acid	124-07-2	4	Nee	Deels	Komt ook van nature voor ^b	wellicht aparte methode	Ja	Niet mogelijk ^c
Alfachlora-lose	alphachloralose	15879-93-3	14	Ja	Nee	In multimethode	nb	Nee	Eventueel
Brodifacoum	brodifacum	56073-10-0	14	Ja	Deels	In multimethode	Aparte methode	Ja	Ja
Bromadiolon	bromadiolon	28772-56-7	14	Ja	Deels	In multimethode	Aparte methode	Ja	Ja
Chlorophacinone	chloorfacinon	3691-35-8	14	Ja	Deels	In multimethode	Aparte methode, prijzig	Ja	Ja

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
Cholecalciferol (vitamine D3)	cholecalciferol	67-97-0	14	Ja	Deels	Kan waarschijnlijk aan methode toegevoegd worden	Aparte methode	Ja	Ja
Coumatetralyl	cumatetralyl	5836-29-3	14	Ja	Deels	In multimethode	Aparte methode	Ja	Ja
Difenacoum	difenacum	56073-07-5	14	Ja	Deels	In multimethode	aparte methode, prijzig	Ja	Ja
Difethialon	difethialone	104653-34-1	14	Ja	Deels	In multimethode	alleen in water	Ja	Ja
Flocumafen	flocoumafen	90035-08-8	14	Ja	Nee	In multimethode	nb	Ja	Ja
Waterstofcyanide	hydrogen cyanide	74-90-8	14	Nee	Deels	Veel te vluchtig. Blijft ook niet in de monsters zitten, relevant voor bodem?	aparte methode	Nee	Nee ^a
Alfa-cypermethrin	alpha-cypermethrin	67375-30-8	18	Deels	Deels	specifieke methode om onderscheid tussen alpha-cypermethrin en het mengsel van isomeren te kunnen maken	Normale cypermethrin (som van isomeren) kan wel. Alpha specifiek is analytisch zeer uitdagend.	Ja	Ja (deels mogelijk)
Azamethifos	azamethiphos	35575-96-3	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Nee	Eventueel

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
Cis -tricos-9- een	cis-tricos-9-ene (muscalure)	27519-02-4	18	Nee	Nee	Lastig te analyseren		Ja	Niet mogelijk ^c
Cyaanamide	cyanamide	420-04-2	18	Nee	Nee	Vereist een specifieke methode die we op dit moment niet operationeel hebben		Nee	Nee ^a
Cyromazine	cyromazine	66215-27-8	18	Ja	Ja	In multimethode	kan worden toegevoegd aan methode	Nee	Eventueel
Diflubenzuron	diflubenzuron	35367-38-5	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Ja	Ja
Lambda-cyhalothrin	lambda-cyhalothrin	91465-08-6	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Ja	Ja
Permethrin	permethrin	52645-53-1	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Ja	Ja
Piperonyl-butoxide	piperonylbutoxide	51-03-6	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Ja	Ja
S-methopreen	S-methoprene	65733-16-6	18	deels	Ja	niet heel gevoelig		Ja	Ja
Spinosad	spinosad	168316-95-8	18	Ja	Ja	In multimethode; is een mengsel	In multimethode	Ja	Ja

Stofnaam	ECHA naam	CAS nr.	PT	Analyse lab 1	Analyse lab 2	Opmerkingen lab 1	Opmerkingen lab 2	Potentie doorvergiftiging	Meenemen in onderzoek?
Thiamethoxam	thiamethoxam	153719-23-4	18	Ja	Ja	In multimethode	In multimethode	Nee	Eventueel
Icaridine	icaridin	119515-38-7	19	Ja	-	In multimethode		Nee	Eventueel
<i>N,N</i> -diethyl-meta-toluamide (DEET)	<i>N,N</i> -diethyl-meta-toluamide (DEET)	134-62-3	19	Ja	-	In multimethode		Nee	Ja ^e
Fipronil	fipronil	120068-37-3	-	Ja	Ja	In multimethode ^f	In multimethode	Ja	Ja

PT productsoorten biociden; nb niet beschikbaar.

^a is vluchtig.

^b dus als de stof gevonden wordt is niet zeker dat het als gevolg van gebruik als biocide is.

^c breekt snel af.

^d zie Bijlage 2 voor uitleg.

^e geen potentie tot doorvergiftiging, maar meenemen vanwege brede aanwezigheid in het milieu.

^f waarschijnlijk is de metaboliet fipronil-sulfon ook relevant, in zoogdieren gaat de omzetting van fipronil naar fipronil-sulfon relatief snel.

Bijlage 2 - Bioaccumulatie

De potentie tot bioaccumulatie is een intrinsieke eigenschap van een chemische stof. In het algemeen geldt: hoe meer hydrofoob ('vetminnend') de stof, hoe meer van de stof in vet van een dier zal worden opgenomen. Op deze manier kan stapeling van de stof in de voedselketen optreden. Of bioaccumulatie optreedt, hangt van nog meer factoren af. Wordt de stof bijvoorbeeld gemakkelijk gemetaboliseerd door het dier dat de stof opneemt, dan zal de uiteindelijke accumulatie lager zijn. Verder geldt dat in een voedselketen het ene organisme beter in staat kan zijn tot metabolisme van een stof dan een ander dier. Wanneer stapeling van een stof in een voedselketen leidt tot schadelijke effecten (toxiciteit) in bijvoorbeeld de toppredator spreken we van doorvergiftiging of *secondary poisoning*. Ook wanneer een stof sterk accumuleert hoeft dit niet per se te leiden tot toxische effecten in (top)predatoren, dit hangt namelijk af van de mate van toxiciteit van de stof voor de betreffende predator.

Het Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA) coördineert het Europese proces⁴ van goedkeuring van werkzame stoffen in biociden. In het traject van goedkeuring wordt een risicobeoordelingsrapport opgesteld. Dit rapport heet een 'competent authority report' (CAR). Hiervan wordt een gedeelte door ECHA openbaar gemaakt via een online database met werkzame stoffen⁵. Een onderdeel van de CAR is de beoordeling van milieurisico's van de werkzame stof bij het voorgestelde gebruik. Hierbij wordt ook de potentie tot doorvergiftiging beoordeeld.

Het criterium uit het ECHA richtsnoer voor de milieurisicobeoordeling voor biociden⁶ om de risicobeoordeling voor doorvergiftiging uit te voeren is een $\log K_{ow} \geq 3$. K_{ow} staat voor de *n*-octanol:water partitievoëfficiënt. Dit is een fysisch-chemische eigenschap die voor elke werkzame stof bepaald moet worden. Hoe hoger de K_{ow} , hoe meer hydrofoob de stof en hoe groter de potentie tot accumulatie. In de praktijk wordt vaak de ¹⁰log van de K_{ow} gebruikt. Een andere aanduiding voor $\log K_{ow}$ is $\log P$.

Er is niet voor alle werkzame stoffen een CAR beschikbaar, omdat het Europese beoordelingsproces nog niet voor alle stoffen is afgerond. Alle individuele CARs doorzoeken op 'risicobeoordeling doorvergiftiging' is bovendien tijdrovend. Om die reden is gekozen voor het criterium $\log K_{ow} \geq 3$, identiek aan wat in de beoordelingen gebeurt.

Log K_{ow} -waarden zijn voor alle stoffen berekend met de softwareapplicatie Bioloom⁷. Deze software bevat een rekenmodel, een QSAR (quantitative structure activity relationship), ook bekend onder de naam ClogP, die een schatting van $\log K_{ow}$ genereert op basis van de ingevoerde molecuulstructuur. De Bioloom-applicatie bevat ook een database met gemeten en betrouwbaar bevonden $\log K_{ow}$ -waarden. Als er in de ClogP database een experimenteel bepaalde $\log K_{ow}$ waarde aanwezig is, heet deze MlogP.

Voor alle werkzame stoffen uit de kennisnotitie 'Biociden in Mest' (Van Vlaardingen et al., 2025) is de berekende ClogP waarde getabelleerd en indien aanwezig, de MlogP waarde. Aanvullend is voor stoffen waarbij de ClogP of MlogP waarde voor $\log K_{ow}$ in de buurt van 3 was, in de CAR gezocht (alleen mogelijk indien deze door ECHA gepubliceerd is) of er een experimenteel bepaalde $\log K_{ow}$ in het dossier aanwezig is. Hiermee kunnen 'borderline' cases afgevoerd of juist toegevoegd worden aan de lijst.

Niet gecontroleerd zijn stoffen/stofgroepen waarvan (1) bekend is dat ze zeer hoge $\log K_{ow}$ -waarden hebben en (2) meten sowieso relevant is op grond van eigenschappen. Dit zijn de pyrethroiden en anticoagulantia (PT14). De meeste stoffen in beide groepen zijn zeer hydrofoob, $\log K_{ow}$ is vaak rond de 6, soms hoger.

⁴ [Approval of active substances - ECHA.](#)

⁵ [Information on biocides - ECHA](#)

⁶ [Guidance on the Biocidal Products Regulation. Vol. IV Environment – Assessment and Evaluation \(Parts B + C\)](#)

⁷ BioByte. 2006. BioLoom for Windows (computer program). Version 1.5. Claremont, CA, USA. BioByte Corporation.