Advies 'Mestadditieven'

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

09 november 2026. Kenmerk: 2628369/WOTN&M/NvdBB. www.cdm.wur.nl

Samenvatting

Het toedienen van stoffen of materialen aan mest in stallen, mestopslagen en mestverwerking en bij mestaanwending kan leiden tot lagere emissies van NH_3, CH_4 en N_2O, het verbeteren van de mestkwaliteit en het bevorderen van diergezondheid en stalklimaat. Ook kunnen er stoffen in de mest terechtkomen door ander gebruik (zoals boxstrooisels, reinigingsmiddelen).

Het Ministerie van LVVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om een quickscan uit te voeren over het opnemen van mestadditieven in de Meststoffenwet. Hierbij is gevraagd om in te gaan op mogelijke categorieën van mestadditieven op basis van het werkingsmechanisme, veranderingen in mestsamenstelling en hoe categorieën mestadditieven gecontroleerd kunnen worden om de gezondheid van mens, dier en milieu te waarborgen. Dit CDM-advies gaat niet in op de effectiviteit van additieven om emissies te reduceren. Van sommige additieven is bekend dat ze emissies kunnen reduceren, maar van een deel van de additieven is de effectiviteit nog niet of onvoldoende aangetoond.

In dit advies worden twee groepen van producten onderscheiden: i) mestadditief (zoals remmers, zuren, klei): een middel dat bewust wordt toegevoegd aan mest of een mestproduct, met als hoofddoel de eigenschappen, zoals de samenstelling of emissiegevoeligheid, van dit product te veranderen, en ii) indirect middel: een middel waarvan het hoofddoel niet het veranderen van de eigenschappen van mest of een mestproduct is, maar dat wel in mest of een mestproduct terechtkomt.

Mestadditieven en indirecte middelen werken via verschillende mechanismen. Zuren en remmers beïnvloeden direct de chemische processen in mest, bijvoorbeeld door pH-verlaging of remming van enzymen die verantwoordelijk zijn voor NH_3-vorming. Andere producten veranderen eigenschappen zoals structuur en vochtgehalte of binden nutriënten, terwijl micro-organismen en enzymen ingrijpen op omzettingen van koolstof en stikstof. In de praktijk worden deze mechanismen vaak gecombineerd en is het onderscheid niet altijd scherp.

Het gebruik van mestadditieven en indirecte middelen kan leiden tot verandering van de samenstelling van mest. Mestadditieven kunnen nutriënten bevatten, zoals stikstof, fosfaat, magnesium of zwavel. Daarnaast kan door eventuele emissiereductie meer stikstof in de mest worden vastgehouden. Hierdoor kunnen afwijkingen ontstaan ten opzichte van forfaitaire waardes van stikstof en fosfaat. Mestadditieven kunnen risico's met zich meebrengen voor mens, dier en milieu. Er kunnen ongewenste reacties optreden, zoals de verhoogde vorming van waterstofsulfide bij zwavelrijke omstandigheden, wat een veiligheidsrisico vormt in stallen en mestopslagen. Afhankelijk van de samenstelling en de gehanteerde dosis kunnen sommige mestadditieven leiden tot een toename van elementen zoals zwavel of magnesium in de mest. Als hier bij bemesting geen rekening mee wordt gehouden, kunnen er risico's voor bodemkwaliteit, waterkwaliteit en diergezondheid ontstaan. Chemische mestadditieven, zoals remmers en polymeren, kunnen (afhankelijk van de werkzame stof en dosering) toxische effecten hebben op bodem- en waterleven, persistent zijn in het milieu en in de voedselketen terechtkomen. Bij mestadditieven op basis van microben zijn er vragen over effecten op microbiële processen, ziekteverwekkers of antimicrobiële resistentie.

De huidige regelgeving voor mestadditieven is versnipperd en onvolledig. Chemische stoffen vallen in principe onder de REACH-verordening[1], maar natuurlijke materialen en micro-organismen worden daarvan uitgezonderd. Dit betekent echter niet dat gebruik van deze materialen vrij van risico is. REACH biedt zodoende voor chemische stoffen slechts gedeeltelijk inzicht in toepassing-specifieke risico's, terwijl natuurlijke materialen en microbiële producten vaak niet registratie-plichtig zijn en voor gebruik als mestadditief vaak geen afzonderlijke risicobeoordeling is ondergaan. De Europese meststoffenverordening[2] bevat bepalingen voor bepaalde categorieën, zoals remmers, maar kent geen uitgebreide risicobeoordeling voor alle toepassingen. De Nederlandse Meststoffenwet stelt algemene eisen aan veiligheid, zonder specifieke toelatingssystematiek voor mestadditieven. In andere domeinen, zoals gewasbeschermingsmiddelen en diervoederadditieven, worden wel uitgebreide toelatingsprocedures en risicobeoordelingen toegepast. Er zijn hierdoor lacunes in de wetgeving en met name voor biologische en natuurlijke mestadditieven en voor toepassingen in stal en mestopslag.

Samenvattend, mestadditieven kunnen leiden tot veranderingen in mestsamenstelling en zij brengen potentiële risico's met zich mee voor milieu, dier en mens. De huidige regelgeving is onvoldoende toegesneden op deze ontwikkeling en vertoont lacunes. Om het gebruik van mestadditieven op een verantwoorde manier te faciliteren, is een beoordelingskader nodig om de risico's af te wegen. Daarbij ligt het voor de hand aan te sluiten bij bestaande beoordelingssystemen voor chemische stoffen, diervoederadditieven en gewasbeschermingsmiddelen. Er moet in het beoordelingskader rekening worden gehouden met de beoogde dosering van het mestadditief om risico's te kunnen duiden.

[1] REACH: Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen. REACH is een EU-verordening (EC 1907/2006) die de productie van en handel in chemische stoffen binnen de Europese Unie reguleert

[2] De Europese meststoffenverordening (Verordening (EU) 2019/1009) regelt het verhandelen van bemestingsproducten op de interne EU-markt

Inhoud

Samenvatting **1**

Inhoud **3**

1 Inleiding **5**

2 Middelen die in mest terechtkomen **6**

3 Mestadditieven **9**

3.1.1 Remmers 9
3.1.2 Zuren 9
3.1.3 Loog 10
3.1.4 Zouten 10
3.1.5 Oxidanten 10
3.1.6 Organische stoffen t.b.v. verzuring 10
3.1.7 Vlokmiddelen 11
3.1.8 Microben en enzymen 11
3.1.9 Water 11
3.1.10 Reguliere meststoffen 11
3.1.11 Plasma 12

4 Indirecte middelen **13**

4.1.1 Anorganische en organische (box)strooisels 13
4.1.2 Andere organische additieven 13
4.1.3 Reinigingsmiddelen 14

5 Effecten op de samenstelling van mest **15**

6 Mogelijke gevaren voor gezondheid van mens en milieu **17**

6.1 Introductie 17
6.2 Wettelijke kaders 17
6.2.1 Europese verordening voor bemestingsproducten 17
6.2.2 REACH 18
6.2.3 De Nederlandse Meststoffenwet 18
6.2.4 Overige regelgeving 18
6.3 Risico's 19
6.3.1 Mestadditieven 21
6.3.2 Indirecte middelen 22

7 Synthese **24**

7.1 Beantwoording van de vragen 24
7.2 Beoordeling van mestadditieven 25

Literatuur **27**

Bijlage 1 Adviesaanvraag **32**

Bijlage 2 Samenstelling Commissie Deskundigen Meststoffenwet **34**

Bijlage 3 Overzicht mestadditieven **35**

1 Inleiding

Mestadditieven zijn stoffen of materialen die aan mest worden toegediend in stallen, mestopslagen en mestverwerking en bij mestaanwending. Zij worden ingezet met uiteenlopende doelen, waaronder het verminderen van emissies van ammoniak (NH_3), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) en geur, het verbeteren van de mestkwaliteit en het bevorderen van diergezondheid en stalklimaat.

Binnen het huidige stelsel van de Meststoffenwet is geen regulering opgenomen voor het gebruik van mestadditieven. Er geldt in beginsel geen verbod op het toevoegen van additieven aan meststoffen, mits deze toevoegingen niet bestaan uit rest- of afvalstoffen én de resulterende meststof voldoet aan de geldende wettelijke kwaliteitseisen. Daarbij geldt dat de meststof onder normale gebruiksomstandigheden geen schadelijke gevolgen mag hebben voor mens, dier, plant of milieu. Specifieke nationale regelgeving voor additieven ontbreekt echter. Hierdoor bestaat er onduidelijkheid bij zowel gebruikers als uitvoerende instanties over welke stoffen aan mest mogen worden toegevoegd, onder welke voorwaarden dit is toegestaan en hoe dit administratief moet worden verantwoord. Het is daarom wenselijk om duidelijkere regels voor mestadditieven vast te stellen.

Het Ministerie van LVVN verzoekt de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) om een quickscan uit te voeren over het opnemen van mestadditieven in de Meststoffenwet (Bijlage 1). De vragen hierbij zijn:

1. Kunt u verkennen welke categorieën mestadditieven kunnen worden onderscheiden op basis van het werkingsmechanisme?
2. Kunt u hierbij beantwoorden hoe de samenstelling van de mest verandert op basis van het werkingsmechanisme?
3. Waarop zouden deze categorieën mestadditieven gecontroleerd moeten worden om de gezondheid van mens, dier en milieu te waarborgen bij gebruik in een meststof? Hierbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar risico's wat betreft emissies, bodemgezondheid en waterkwaliteit.

De CDM heeft een ad-hoc werkgroep gevraagd om de quickscan uit te voeren. De werkgroep bestond uit Lotte Stokkermans (WEnR), Wim Bussink (NMI), René Rietra (WEnR), Melvin Faber (RIVM), Kitty Exel (WLR) en Gerard Velthof (WEnR/CDM). Het advies is gereviewed door leden van de CDM (Bijlage 2).

In dit advies wordt géén beoordeling gedaan over de effectiviteit van mestadditieven voor de reductie van emissies en verbetering van de landbouwkundige werking van dierlijke mest. Beoordelingen van effecten van additieven op emissies vinden plaats in het kader van EmissieRegistratie (voor opname in *National Emission Model Agriculture*; NEMA) en voor melkveehouderij in het kader van de Kringloopwijzer. Dit advies omvat ook geen evaluatie van minerale meststoffen, voeradditieven en co-vergistingsmaterialen; deze stoffen zijn al gereguleerd.

2 Middelen die in mest terechtkomen

In dit advies worden twee groepen van producten onderscheiden: middelen die bewust aan mest worden toegediend (zoals remmers, zuren, klei) en middelen die vanuit een ander gebruik in mest terechtkomen (zoals boxstrooisels, reinigingsmiddelen). Deze middelen worden in dit advies als volgt gedefinieerd:

- *Mestadditief: een middel dat bewust wordt toegevoegd aan mest of een mestproduct, met als hoofddoel de eigenschappen, zoals de samenstelling of emissiegevoeligheid, van dit product te veranderen.*

- *Indirect middel: een middel waarvan het hoofddoel niet het veranderen van de eigenschappen van mest of een mestproduct is, maar dat wel in mest of een mestproduct terechtkomt.*

In Tabel 1 en 2 wordt een indeling van mestadditieven respectievelijk indirecte middelen gegeven op basis van type additief/middel, het toepassingsgebied, de functie en het werkingsmechanisme. De gehanteerde categorieën zijn gebaseerd op de huidige stand van zaken. Er kunnen meer producten, zoals biochar en compost, als mestadditieven gebruikt gaan worden, die mogelijk een nieuwe categorie behoeven. Een overzicht van voorbeelden van mestadditieven is gegeven in Bijlage 3, en is mede gebaseerd op een overzicht van 31 middelen (Klijberg et al., 2020). Deze lijsten bevatten een groot aantal mestadditieven, maar zijn niet uitputtend. De werking en veiligheid van de specifieke mestadditieven in Bijlage 3 is niet beoordeeld.

De locatie waar de middelen in de mest terechtkomen verschilt. In de stal kunnen bijvoorbeeld boxstrooisels en antischuimmiddelen worden gebruikt en in de mestopslag worden onder andere emissieremmers en zuren toegepast. Bij mestvergisting kunnen additieven zoals vlokmiddelen gebruikt worden en bij aanwending in het veld kunnen emissieremmers en water ingezet worden. Enkele mestadditieven worden op diverse locaties gebruikt: zuren worden bijvoorbeeld zowel in de stal, opslag en bij uitrijden toegepast.

Mestadditieven worden met een specifiek doel toegevoegd aan de mestopslag of aan dierlijke mest voor mesttoediening, zoals het voorkomen van emissies en geur vanuit stal, opslag of bodem, of verbetering van de mestsamenstelling door een betere opneembaarheid van nutriënten door gewassen, of tegen schuimvorming van mest. De meest voorkomende functie van de mestadditieven is het voorkomen van de emissies (Klijberg et al., 2020). De meest voorkomende functies van indirecte middelen zijn het bevorderen van welzijn van dieren en reiniging van stallen. In Tabellen 1 en 2 worden diverse mechanismen beschreven waardoor beoogde doelen van mestadditieven bereikt kunnen worden. Voorbeelden van deze mechanismen voor het reduceren van emissies zijn beïnvloeding van enzymwerking, verzuring van de mest en binding van deeltjes.

In hoofdstukken 3 en 4 wordt nader ingegaan op mestadditieven en indirecte middelen.

Tabel 1 *Mogelijke indeling van mestadditieven op basis van categorie, toepassing, doel of mechanisme.*

Categorie	Type	Toepassing	Beoogd doel	Mechanismen
Remmers	Nitrificatieremmers Denitrificatieremmer Ureaseremmers Methaanremmers	Bij drijfmest; op de stalvloer en in de mestopslag	Emissiereductie naar lucht (NH_3, CH_4, N_2O)	Enzymwerking beïnvloeden
Zuren	Minerale zuren Organische zuren	Bij drijfmest; op de stalvloer en in de mestopslag Bij mestverwerking: Reverse Osmose-installaties	Emissiereductie naar lucht (NH_3, CH_4, mogelijk N_2O) Sturing pH in omgekeerde osmose installaties	Zuur
Loog	o.a. natronloog	Bij mestverwerking	Reiniging, Stikstofstrippen	Basisch
Zouten	Magnesiumchloride, calciumchloride, ijzerzouten, aluminiumzouten	Bij drijfmest; op de stalvloer en in de mestopslag	Emissiereductie naar lucht (NH_3, CH_4) geurreductie	Binding, zuur
Oxidanten	Persulfaat, waterstofperoxide, natriumhypochloriet, magnesiumperoxide, kaliumpermanganaat	Bij vaste mest en drijfmest (nog niet in de praktijk)	Emissiereductie naar lucht (H_2S, CH_4)	Remming bacteriën
Organische mestadditieven t.b.v. verzuring	Melasse, siroop, appelpulp, weipermeaten etc.	Bij drijfmest; in de mestopslag	Emissiereductie door verzuring	Biologische verzuring
Vlokmiddelen	Polyacrylamide	Bij mestverwerking	Indikken/ ontwateren	Vlokmiddel
Microben en enzymen	Talloze cocktails	Bij drijfmest; op stalvloer of in mestopslag	Emissiereductie naar lucht (NH_3, CH_4, N_2O), geurreductie	Microbiële omzettingen van met name stikstof en koolstof verbeteren
Water		Bij drijfmest; op de stalvloer en bij aanwending	Reductie NH_3	Spoelen van mest van rooster in de opslag
Reguliere meststoffen met werking in mestopslag	Calciumcyanamide ($CaCN_2$), Ammoniumthiosulfaat, humuszuren	Bij drijfmest; in de mestopslag	Emissiereductie, o.a. N_2O	$CaCN_2$ en ammoniumthiosulfaat: remming bacteriën Humuszuren: onbekend
Plasma	Stikstof via plasma/elektriciteit	Bij drijfmest	Minder NH_3-emissie door zuur Meer stikstof in mest	Plasma

Tabel 2 *Mogelijke indeling van indirecte middelen op basis van categorie, toepassing, doel of mechanisme.*

Categorie	Type	Toepassing	Beoogd doel	Mechanismen
Anorganische (box)strooisels	Kalk, kleimineralen, zand	In de stal	Welzijn dieren, hygiëne Neveneffect van zeoliet en bentoniet: emissiereductie naar lucht (NH_3, CH_4, N_2O), geurreductie	Basisch, Vochtbinding
Organische (box)strooisels	Stro, zaagsel, kaf	In de stal	Welzijn dieren Neveneffect: emissiereductie naar lucht	Diverse
Andere organische additieven	Oliën, stofreductiemiddelen, antischuimmiddelen	Bij mest; in de stal en in de mestopslag	Antischuimmiddel Tegen stofemissie in pluimveestal	Diverse
Reinigingsmiddelen	Surfactants (zepen), oxidanten, biociden	In de stal	Desinfectie (biociden), schoonmaak Neveneffect: emissiereductie naar lucht	Diverse

3 Mestadditieven

3.1.1 Remmers

Het gebruik van ureaseremmers bij mest in opslag om NH_3-emissie te verlagen is vaak onderzocht (Bobrowski, Van Dooren, et al., 2021; Bobrowski, Willink, et al., 2021; Calvet et al., 2022; Hagenkamp-Korth et al., 2015; Jeon et al., 2025; Schulte et al., 2024). Vandenbussche and Brusselman (2023) hebben zes ureaseremmers beschreven:

- NBPT = N-(n-butyl)thiophosphoric triamide;
- PPPT of NPPT = N-(n-propyl)thiophosphoric triamide;
- 2-NPT = N-(2-nitrophenyl) phosphoric triamide;
- PPDA = Phenyl phosphorodiamidate;
- HQ = Hydroquinone (1,4-dihydroxybenzene)

Er wordt sinds 2024 één commerciële ureaseremmer (Atmowell®) gebruikt op stalvloeren in Duitsland, gebaseerd op PPDA (Ehmke et al., 2023).

Er worden nitrificatieremmers gebruikt bij het uitrijden van dierlijke mest, zoals Piadin® en Vizura® met als actieve stof DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate). Deze stoffen moeten de vorming van nitraat uit ammonium in de bodem vertragen met het doel om nitraatuitspoeling en N_2O-emissie te verminderen en een hogere stikstofopname door gewassen te realiseren.

Onder de oude EU meststoffenwet (2003/2003) waren drie producten met ureaseremmers (NBPT, 2-NPT, mengsel NBPT met NPPT) en zes producten met nitrificatieremmers goedgekeurd voor minerale meststoffen.

Er worden op dit moment (augustus ’26) in de EU vijf ureaseremmers in minerale meststoffen verkocht: NBPT, NPPT, 2-NPT, PPDA en HQ[3]. De commerciële mestadditieven voor minerale meststoffen zijn, behalve Agrotain® (NBPT), combinaties van ureaseremmers en meststoffen, en nitrificatieremmers. Specifieke producten voor dierlijke mest worden nog weinig verkocht (Vandenbussche & Brusselman, 2023). Eén ureaseremmer wordt in Duitsland sinds 2024 verkocht als mestadditief: Atmowell® (PPDA). Dit wordt gebruikt als middel op stalvloeren om NH_3-vorming te remmen. Verder worden verschillende nitrificatieremmers verkocht voor dierlijke mest, om vorming van nitraat uit ammonium te vertragen (bijvoorbeeld: DMPP in Piadin®).

Remmers kunnen leiden tot minder emissie van NH_3, waardoor er meer stikstof in mest aanwezig blijft dan zonder toevoeging van deze remmers. Ook kan de samenstelling van mest veranderen door de toevoeging van stikstof en fosfor van de remmer. De toe te passen hoeveelheden zijn alleen in onderzoek bekend omdat ze commercieel nog niet gebruikt worden in dierlijke mest (Vandenbussche & Brusselman, 2023).

3.1.2 Zuren

Aanzuren van dierlijke mest is een methode voor verlaging van de NH_3-emissie uit mestopslagen (Bittman et al., 2014; van Lent et al., 1995). De mate van de emissiedaling hangt af van de pH die bereikt wordt en dus van de hoeveelheid toegediend zuur (Mohankumar Sajeev et al., 2018). Vaak wordt zwavelzuur gebruikt voor het aanzuren van mest, wat als nadeel heeft dat er risico’s ontstaan met zwavel op het gebied van vorming van het toxische waterstofsulfide (H_2S). Bij een lage pH (<5.5) wordt sulfaat niet gereduceerd en wordt zodoende de vorming van H_2S geremd (Eriksen et al., 2012). Daarnaast is er een risico op overdosering van zwavel (diergezondheid) en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater (Regelink & Rietra, 2026). Het gebruik van andere zuren, zoals salpeterzuur of azijnzuur, kan ook leiden tot een lagere NH_3-emissie (Fuchs et al., 2021). Aanzuren kan ook tot lagere CH_4- en N_2O-emissies leiden (Emmerling et al., 2020).

[3] NBPT, N-(n-butyl)thiophosphoric triamide, productnaam: Agrotain® ; NPPT, N-(propyl)thiophosphoric triamide; 2-NPT, (N-(2-nitriphenyl)phosphoric triamide; PPDA, phenyl phosphorodiamidate; HQ, hydroquine

Aanzuren met het nitraathoudend salpeterzuur leidt tot een hogere N-gehalte in de mest en een hoger risico op N_2O-emissies bij mestopslag en veldtoediening (Oenema & Velthof, 1993; Velthof & Oenema, 1993).

3.1.3 Loog

Bij het strippen van NH_3 uit mest en urine, dat daarna in zuur wordt opgevangen, kunnen diverse basische stoffen (loog) worden toegepast, zoals NaOH, KOH, $Mg(OH)_2$, en $Ca(OH)_2$ (Rizzioli et al., 2023; Vingerhoets et al., 2023). Behandeling met loog leidt tot verschillende mestproducten, met een samenstelling die afwijkt van de onbewerkte mest, bijvoorbeeld gestripte dierlijke mest met minder NH_4 en meer Na, K, Mg of Ca, die afkomstig zijn uit het loog.

3.1.4 Zouten

De effecten van de toevoeging van zouten, zoals $Al_2(SO_4)_3$ (aluin), $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ en $CaSO_4$ (gips), aan dierlijke mest in opslag op NH_3- en CH_4-emissies is in verschillende studies onderzocht (Witter & Kirchmann, 1989). Recent zijn proeven gedaan met $CaCl_2$/$MgCl_2$ toevoeging aan mest (Boode & Bussink, 2025; van Boxmeer & Ogink, 2023; van Boxmeer et al., 2023), en maken boeren gebruik van het systeem Stuvital, waarbij op de roosters $MgCl_2$ wordt toegepast om de NH_3-emissie te verlagen. Toevoeging van zouten aan mest leidt tot een verandering van de samenstelling van de mest, waarbij er risico's op overdosering aan het gewas en uitspoeling naar het milieu kunnen ontstaan. Een te hoog gehalte aan Mg in het rantsoen kan bij met name runderen leiden tot slechtere verteerbaarheid en diarree (CVB, 2005).

3.1.5 Oxidanten

Oxidanten kunnen worden toegepast om emissies van H_2S en CH_4 te verlagen. Oxidanten die gebruikt zijn in onderzoek zijn persulfaat, natriumhypochloriet (chloorwater of NaOCl), magnesiumperoxide (MgO_2), kaliumpermanganaat ($KMnO_4$), waterstofperoxide (H_2O_2), ureum waterstofperoxide ($CH_6N_2O_3$), kaliumjodide (KI), natriumpercarbonaat ($Na_2CO_3.3H_2O_2$) en calciumperoxide (CaO_2) (Ambrose et al., 2023; Ambrose et al., 2024; Connolly et al., 2025; Graham et al., 2025; O'Donnell et al., 2024; Roskam et al., 2024; Thorn et al., 2022). De meeste van deze middelen worden nog niet in de (Nederlandse) praktijk gebruikt; sommige worden door het bedrijfsleven in pilots getest. Oxidanten zijn relatief geconcentreerde middelen en hebben geen of nauwelijks directe effecten op de N- en P-gehalten van dierlijke mest, behalve ureum waterstofperoxide ($CH_6N_2O_3$), omdat dat stikstof bevat. De veiligheid voor diergezondheid wordt soms al getest, omdat overwogen wordt om sommige oxidanten (CaO_2) ook aan voer van koeien te voegen (Vattulainen et al., 2025). De oxidanten voegen door hun samenstelling bepaalde stoffen toe aan dierlijke mest (K, Mg, Mn, N, Na of S).

3.1.6 Organische stoffen t.b.v. verzuring

Suiker- of zetmeel-houdende substraten zoals melasse worden ingezet om de pH van mest te verlagen via fermentatie tot melkzuur. Hierdoor kunnen de emissies van NH_3 en CH_4 worden verlaagd. De inzet van dergelijke mestadditieven leidt via fermentatie tot de productie van melkzuur, waardoor de pH van mest daalt (Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2025). Voor verzuring van mest door middel van suikerhoudende mestadditieven zijn per kuub mest grote hoeveelheden product nodig. Indien verzuring onvoldoende is, is er risico op juist meer methanogenese (Verscheijden et al., 2026). In principe komen veel reststromen uit de agri-foodketen die suikers en/of organische zuren bevatten in aanmerking als mestadditief voor biologische verzuring van mest. Dat kunnen producten zijn met diverse stoffen, zoals melasse, appelpulp, wei, bran van grasontsluiting. Proeven met deze stoffen zijn vooral op (semi)labschaal uitgevoerd (Chrysanthopoulos et al., 2024; Kavanagh et al., 2021). Daarnaast zijn er proeven geweest op (semi)praktijkschaal met producten en aardappel- en tarwezetmeel (Hendriks en Vrielink, 1997) en voederbietenresidu (Bussink et al., 2025; Meiresonne et al., 2024). Sommige reststoffen kunnen hoge gehalten aan kalium, natrium, zwavel of chloor bevatten. Bij toepassing van deze reststoffen voor biologische verzuring kan de zoutlast per ton mest zeer hoog zijn, wat een aangepaste dosering vergt om negatieve effecten te voorkomen. In eerder advies van de CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2025) is geconcludeerd dat het opnemen van stoffen voor biologische verzuring in de Meststoffenregeling een zorgvuldige beoordeling vereist van hun samenstelling en risico's.

3.1.7 Vlokmiddelen

Bij dik/dun scheiding van dierlijke mest worden vaak vlokmiddelen gebruikt om de scheiding te bevorderen. Dat kunnen ijzer- en (poly)aluminiumzouten zijn, maar ook synthetische polymeren zoals het veelgebruikte polyacrylamiden (PAM) (Hjorth et al., 2008; Hoeksma & de Buisonjé, 2012; van der Wal et al., 2023). Bioflocculanten (looizuur, polysaccharide, chitosan) bestaan, maar deze stoffen zijn duurder (Dalby et al., 2020; Liao et al., 2025). Vlokmiddelen worden niet gebruikt voor emissiereductie. Door gebruik van scheiding ontstaan nieuwe producten (dunne en dikke fractie) met een andere samenstelling dan drijfmest. Het veelgebruikte poly-acrylamide (bijvoorbeeld Synthofloc®) bevat ook stikstof wat zorgt voor een geringe extra hoeveelheid extra stikstof in de dikke fractie.

3.1.8 Microben en enzymen

In de studie van Klijberg et al., 2020 worden 15 mestadditieven op basis van microben genoemd. Toepassing van deze middelen zijn in het kader van dit advies geëvalueerd. Het blijkt dat ze niet allemaal meer aanwezig zijn op de Nederlandse markt of dat ze een andere naam hebben. In Tabel B3.1 in Bijlage 3 is een overzicht gegeven van (voor zover bekend) nu beschikbare mestadditieven op basis van microben. De middelen bestaan veelal uit een mix van bacteriën (vaak niet duidelijk welke) en enzymen en bevatten soms ook gisten en nutriënten. De exacte werking van het middel wordt vrijwel nooit aangegeven. Deze mestadditieven kunnen mogelijk ingrijpen op:

1. de omzetting van ammoniumstikstof naar andere vormen van stikstof, zoals nitraat;
2. de geurvorming die vaak veroorzaakt wordt door o.a. organisch vetzuren; en
3. de mengbaarheid van mest.

Bovenstaande punten betreffen vooral claims. Van veel producten zijn geen openbare studies of rapporten beschikbaar over de werkingsprincipes en effecten, zo blijkt uit de studie van Klijberg et al. (2020). Voor effecten van producten, zoals Multikraft EM, Agritonmestmix, Kopros, Slurryking en Microferm op gasvormige emissies wordt verwezen naar studies van de Boer (2026); Dong et al. (2026); Melse and Ogink (2015); Ogink and Melse (2020).

De N- en P-gehalten in microbiologische producten zijn meestal niet bekend. Mestadditieven op basis van microben worden gebruikt in kleine hoeveelheden (<0,5%; enkele grammen tot hooguit ongeveer 1 kg per kuub mest) en zullen door de kleine hoeveelheid nauwelijks tot een verandering van de samenstelling (N- en P-gehalten) leiden. Bij een eventuele emissie-reducerende werking van de producten kan door vermindering van NH_3-emissie het stikstofgehalte hoger zijn in mest met additief dan in mest zonder additief.

3.1.9 Water

Het toevoegen van water aan dierlijke mest kan de NH_3-emissie bij bemesting met sleepvoet verlagen (Huijsmans et al., 2017), maar bij zodenbemesting heeft verdunning geen effect op NH_3-emissie (Holshof et al., 2023). Verdunning van dierlijke mest (maximaal 1:0,5 mest:water) is verplicht bij toediening van mest met een sleepvoet aan grasland op veen- en kleigrond (Informatiepunt Leefomgeving, 2026).

Het spoelen van stalvloeren met water (Monteny & Erisman, 1998) of het sproeien of druppelen van water in stallen kunnen leiden tot vermindering van NH_3-emissie uit stallen (de Kool et al., 2026) (van Dooren et al., 2022).

Gebruik van water verdunt de nutriëntengehalten van dierlijke mest, maar heeft geen invloed op de totale hoeveelheid stikstof en fosfor, behalve via het verminderen van NH_3-emissie.

3.1.10 Reguliere meststoffen

Recent is er interesse in kalkcyanamide of kalkstikstof ($CaCN_2$) om de emissies van CH_4 en andere gassen uit mestopslagen te verminderen (Holtkamp et al., 2023). Kalkcyanamide is een kunstmeststof (merknaam Perlka®; deze was opgenomen in de Meststoffenverordening EU 2003/2003), met daarnaast de werking van een herbicide en pesticide.

Kalkcyanamide is het hoofdbestanddeel van Eminex®, een product (gekorreld product bevat o.a. ook kalk, $Ca(OH)_2$ en grafiet) om CH_4-emissie uit mestopslagen te verminderen (Rocha et al., 2024). Eminex® heeft mogelijk ook effecten op emissies van NH_3, N_2O, H_2S en ethanol (Rocha et al., 2024). Er is conceptaanpassing van Annex XVII in REACH (1907/2006) om kalkcyanamide ($CaCN_2$) te verbieden als meststof.[4]

De toepassing van ammoniumthiosulfaat (ATS; $(NH_4)_2S_2O_3$) leidde in mestopslag tot minder CH_4-emissie, en leidt door de toediening van ammonium tot een hoger totaal N-gehalte in mest. ATS had geen effect op N_2O-emissie (Owusu-Twum et al., 2025). ATS is net als kalkcyanamide, een minerale meststof. ATS is een reguliere meststof (Thio-Sul®) die ook soms een werking heeft als ureaseremmer (Galloway et al., 2025; Grant, 2014).

De meststoffen ammoniumthiosulfaat ($(NH_4)_2S_2O_3$; ATS) (vloeistof) en kalkcyanamide ($CaCN_2$) (korrel) bevatten veel stikstof (resp. 12 tot 20% N), en zorgen daarmee voor een verhoging van de stikstofgehalten in de drijfmest.

Humuszuren zijn gesuggereerd voor diverse toepassingen, waaronder toepassing in stal om emissies te verlagen. Humuszuren zijn producten die verkocht kunnen worden als meststof die voldoet aan de eisen van de Europese Meststoffenverordening (CE-meststof).

3.1.11 Plasma

Met plasmatechniek reageert N_2 uit de lucht via elektriciteit tot nitraat in dierlijke mest (Nyang'au et al., 2024). Dit is een ander werkingsmechanisme dan de eerdergenoemde mestadditieven en deze techniek zou niet als additief maar als bewerkingsproces beschouwd kunnen worden. Aangezien deze techniek expliciet wordt genoemd in de adviesvraag van LVVN (Bijlage 1), wordt plasmatechniek wel als mestadditief meegenomen in dit advies. Plasmatechniek leidt tot een hoger N-gehalte in dierlijke mest, in de vorm van nitraat, en heeft mogelijk ook een effect op NH_3, CH_4-, en N_2O-emissies.

[4] https://ec.europa.eu/transparency/comitology-register/screen/documents/106531/2/consult

4 Indirecte middelen

4.1.1 Anorganische en organische (box)strooisels

Stal- en boxstrooisels hebben de functie om mest en/of vocht te binden, comfort voor dieren te geven, en hebben soms een hygiënische werking. Stalstrooisels kunnen in ligboxen gebruikt worden, in de mestkelder/opslag terecht komen, of apart gehouden worden op een vaste mesthoop. Een bedrijf met een strobedding of houtsnipperbedding (niet zijnde een afvalstof, zoals bijvoorbeeld houtsnippers van een houtzagerij), resulteert in vaste stalmest. Strooisel is het enige mestadditief dat is toegestaan doordat het is vermeld in de meststoffenwet. Het begrip "strooisel" is echter niet gedefinieerd. Er wordt bij de diverse diergroepen (varkens, pluimvee, rundvee en geiten) een groot aantal strooisels gebruikt soms met een bijmenging van kalk. De Britse adviesdienst ADAS geeft een lijst met negen groepen: resten van granen, houtsnippers, papier, zaagsel, heideplagsel, koolzaadstro, miscanthus (Agriculture and Horticulture Development Board, 2018). Daarnaast wordt in Nederland vlas verhandeld als stal- of boxstrooisel. Er worden ook minerale materialen gebruikt als stal- of boxstrooisel: kalk, steenmelen, bentoniet, zeoliet, en zand. Er zijn veel bedrijven in Nederland die ook deze producten verkopen. Een aantal van die organische materialen wordt aangeboden in een gepelletiseerde vorm (korrel), of in combinatie met mineralen.

Het effect van strooisels is niet alleen fysisch (vochtbinding, comfort), het kan ook zorgen voor microbiologische vastlegging van stikstof in mest (strorijke mest), diergezondheid, vermindering van geurhinder, en NH_3-binding aan bentoniet of zeoliet (Pijlman et al., 2018). Ook kunnen bepaalde ligboxmaterialen een effect hebben op NH_3-emissie, zoals houtsnippers die leiden tot een lagere emissie dan gangbare ligboxen of stro in ligboxen voor rundvee (Anestis et al., 2025; de Boer & Galama, 2015).

De aanvoer van stro en diverse andere stalstrooisels in mest leidt tot een grotere massa die als dierlijke mest wordt gecategoriseerd. Door gebruik van stro verandert de aard van mest dusdanig dat er een andere omschrijving, mestcode en forfaitaire gehalten gebruikt worden in de Meststoffenwet (vaste mest in plaats van drijfmest per diersoort). De aanvoer van stikstof en fosfaat in stro en andere organische strooisels leidt tot een grotere hoeveelheid stikstof en fosfaat dat als dierlijke mest wordt aangeduid. De aanvoer van anorganische strooisels leidt tot meer materiaal dat als dierlijke mest wordt aangeduid, maar niet tot meer stikstof of fosfaat.

4.1.2 Andere organische additieven

Stofreductie is met name relevant bij pluimvee en varkens, en is mogelijk met vernevelen van water en/of olie in de stal (Aarnink et al., 2009; Mostafa et al., 2017; Winkel et al., 2011)[5]. Vloeibare nevels bestaan uit water of water met raapzaad-, of koolzaadolie (Bist & Chai, 2022). Verwacht wordt dat de hoeveelheid water die wordt gebruikt voor stofreductie meestal te laag is om een substantiële verlaging van de NH_3-emissie te veroorzaken.

Antischuimmiddelen kunnen gebruikt worden bij schuim in opslag van slib, drijfmest, of bij mestvergisting (Kougias et al., 2014). Een bekend product is Struktol B 2080, wat bestaat uit derivaten van vetzuren (Kougias et al., 2013).

De stoffen die gebruikt worden voor stofreductie, en de stoffen in antischuimmiddelen bevatten soms stikstof en fosfaat. De gebruikte hoeveelheden zijn onbekend. De toevoeging van stikstof en fosfaat aan mest is naar verwachting gering.

[5] https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/technieken-fijnstof/oliefilm-drukleidingen/
https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/technieken-fijnstof/oliefilm-sproeikoppen/

4.1.3 Reinigingsmiddelen

In een stal worden schoonmaakmiddelen gebruikt die in mest terecht kunnen komen (Wales et al., 2021). Er kan onderscheid worden gemaakt tussen reinigingsmiddelen en desinfectie. Middelen voor desinfectie zijn altijd biociden en dienen via CTGB (College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden) goedgekeurd te zijn voor het type gebruik, in dit geval bijvoorbeeld in de stal of andere locatie van waaruit het in de mest kan komen. Reinigingsmiddelen zijn alleen REACH geregistreerd, en CLP (EU 1272/2008): indeling, etikettering en verpakkingsvoorschriften. Er zijn vele soorten schoonmaakmiddelen om oppervlakten schoon te maken van mest, melk, eiwit, urine en kalkaanslag, zowel basische als zure. Op sommige bedrijven komen deze in de mestopslag terecht en op andere worden deze afgevoerd naar het riool. Er zijn richtlijnen voor afvalwater van het spoelen van melkmachines[6]

Voor de biologische landbouw is er een lijst van toegestane reinigingsmiddelen[7] voor het reinigen van stallen en installaties (afhankelijk van de diersoort), waaronder zeep, ongebluste kalk, soda, diverse organische zuren, en waterstofperoxide, natriumhypochloriet, formaldehyde (volgens bijlage VII van EU Verordening 889/2008).

Middelen voor desinfectie, die als geneesmiddelen gereguleerd zijn, zijn onder andere dips en sprays om koeienuiers te desinfecteren. Er wordt onderscheid gemaakt in contactmiddelen tegen koe-gebonden ziekten, en barrièremiddelen tegen ziekte uit de omgeving.

Het schoonmaken van mestopslagen, met name het verwijderen van mestresten, voorkomt dat nieuwe mest wordt geïnoculeerd met microben uit de oude mest. Daarmee kan de CH_4-emissie verlaagd worden. Dit reinigingsproces kan worden uitgevoerd met oxidanten of met zepen. Het gebruik van surfactants (natrium dodecyl sulfaat, SDS; benzalkonium chloride, BAC; en 1-hexadecyl pyridinium, HDPC) bleken effectief de CH_4-emissie te verlagen bij opslag van varkensmest (Ambrose et al., 2023; Ambrose et al., 2024). Het schoonmaken van mestopslagen is nu niet standaard. De veiligheid van dergelijke zepen is waarschijnlijk goed doordat het bekende zepen zijn bij gebruik op menselijk lichaam in oogdruppels, wondjes, en gebitreiniging.

De genoemde schoonmaakmiddelen bevatten over het algemeen weinig stikstof en fosfor, en de volumina bestaan voornamelijk uit water. Er wordt daarom weinig verandering van de samenstelling van mest verwacht.

[6] Inhoudelijke regels water dierenverblijven (paragraaf 4.82 Bal) | Informatiepunt Leefomgeving

[7] https://www.skal.nl/onderwerpen/landbouw/bedrijf/reiniging-en-ontsmetting

5 Effecten op de samenstelling van mest

Mestadditieven en indirecte middelen hebben een effect op de samenstelling doordat ze stoffen toevoegen (N, P, Mg, S, zeep, stro, klei, zuur, kalk etc.). Daarnaast kunnen middelen die leiden tot minder NH_3-emissie het stikstofgehalte in mest verhogen. In dit hoofdstuk wordt per categorie kwalitatief aangegeven wat het effect is op de samenstelling van mest.

Indien een mestadditief een niet te verwaarlozen (nog nader te definiëren) bijdrage heeft aan de bemesting met stikstof en fosfaat, dan is het belangrijk om die mee te nemen in de toetsing voor de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat conform de meststoffenwet. Er zijn bij stikstof twee gebruiksnormen: de gebruiksnorm dierlijke mest (170 kg N per ha) en de stikstofgebruiksnorm op basis van werkzame stikstof in kunstmest, dierlijke mest en overige organische meststoffen. Bij stikstof is het daardoor belangrijk of de stikstof uit het mestadditief als kunstmest wordt gerekend of dat deze als dierlijke mest wordt gerekend.

De bemesting conform de stikstofgebruiksnorm is gebaseerd op i) een berekening van de mestproductie met excretieforfaits en een forfait voor gasvormig stikstofverlies uit stallen en mestopslagen (de zogenaamde stikstofcorrectie), ii) een forfaitair stikstofgehalte in de mest, of iii) een gemeten stikstofgehalte in de mest. Als het gebruik van een mestadditief leidt tot meer stikstof in de mest, dan wordt bij gebruik van een forfaitair stikstofgehalte en -verlies, de extra stikstof in mest niet meegenomen bij de berekening van bemesting binnen de stikstofgebruiksnorm. Een forfaitaire norm kan echter alleen gebruikt worden wanneer de productie en het gebruik van de mest binnen één bedrijf plaatsvindt. Bij afvoer van mest is wegen, bemonsteren en analyseren verplicht, waardoor het werkelijke stikstofgehalte telt voor de gebruiksnorm. De hogere stikstofgehalten in de mest, (in)direct veroorzaakt door mestadditieven, leiden tot een hogere N-afvoer als mest. Als de wettelijke stikstofcorrectie voor gasvormige emissies uit de stallen niet wordt aangepast aan een door het mestadditief lagere stikstofemissie, dan kan er, bij gebruik van de mest binnen het eigen bedrijf, meer stikstof worden toegediend dan de gebruiksnorm voor dierlijke mest toestaat.

Als door een maatregel de emissie bij een opslag/stal daalt dan is er een toename van het ammonium (NH_4^+) gehalte van de mest. De toename hangt af van het totale stikstofgehalte in mest, en het ammoniakale stikstofgehalte (N in vorm van NH_4 en NH_3; TAN). Naast verandering van het stikstofgehalte in dierlijke mest door emissiereductie, is er een toename van de gehalten als er een middel wordt gebruikt dat nutriënten bevat. Bij reguliere mestanalyses, voor de mestregelgeving, wordt alleen droge stofgehalte, totaal stikstof en totaal fosfor bepaald. Het is wegens de mogelijke extra aanvoer van andere nutriënten, zoals zwavel, belangrijk om de samenstelling te weten van de met additief aangerijkte mest, om op basis daarvan de mestgift te kunnen afstemmen op de bemestingsadviezen van deze nutriënten. Ook kan een mestadditief zware metalen of andere contaminanten bevatten en kan bemesting met een mest waaraan zo'n mestadditief is toegediend leiden tot een hogere belasting met zware metalen of andere contaminanten.

In Tabel 3 worden het effect van mestadditieven op mestsamenstelling weergegeven, waarbij bij stikstof is aangegeven of het effect wordt veroorzaakt door stikstoftoediening of door minder NH_3-emissie. Zie hoofdstukken 3 en 4 voor nadere toelichting van de verschillende middelen. De toevoegingen van stoffen met een bepaald risico worden in hoofdstuk 6 besproken.

Tabel 3. *Potentieel effect van mestadditieven en indirecte middelen op gehalten van stikstof en fosfaat in de mest. Bij stikstof (N) wordt onderscheid gemaakt tussen het toedienen van N via het additief en de reductie van N-emissie.*

Categorie	Type	Potentieel effect op N in mest	Effect op P in mest	Overige effecten op samenstelling
Remmers	Urease-remmers	Toediening van N N-emissiereductie	Toediening van P (soms)	
Zuren	Algemeen	N-emissiereductie	-	Hoger S-gehalte
	Salpeterzuur	Toediening van N	-	Hoger N-gehalte
Loog		N-emissiereductie	-	Lagere N-gehalte, meer Na, K, Ca of Mg
Zouten		(Mogelijk) N-emissiereductie	-	Hogere gehalte aan Ca, Mg, Cl, of S
Oxidanten		Toediening van N	-	Mogelijke toename van diverse mineralen
Organische mestadditieven t.b.v. verzuring		Toediening van N N-emissiereductie	Toediening van P	Divers, Na, K, S kan toenemen. Hoger gehalte afbreekbaar C
Elektrisch/plasmatechniek		Toediening van N (uit lucht) (Mogelijk) N-emissiereductie	-	-
Vlokmiddelen, o.a. poly-acrylamide		Toediening van N	-	-
Microben (<0,5%) en enzymen		(Mogelijk) N-emissiereductie	-	-
Water		N-emissiereductie Lager N-gehalte	Lager P-gehalte	Verdunning
Reguliere meststof	$CaCN_2$	Toediening van N N-emissiereductie	-	Hoger gehalte Ca en afbreekbaar C
	$(NH_4)_2S_2O_3$	Toediening van N	-	Hoger S-gehalte
Organische boxstrooisels		Toediening van N N-emissiereductie	Toediening van P	Hoger droge stofgehalte
Anorganische boxstrooisels Klei/zeoliet/kalk/zand		N-emissiereductie	-	divers
Andere organische additieven		Toediening van N N-emissiereductie	Meer P	
Reinigingsmiddelen, zepen		-	-	-

*het effect op stikstofemissies is niet bij alle producten wetenschappelijk onderbouwd

6 Mogelijke gevaren voor gezondheid van mens en milieu

6.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige wettelijke kaders voor regulering van mestadditieven en mogelijke gevaren van het gebruik van mestadditieven voor gezondheid van mens en milieu, zonder te kijken naar daadwerkelijke blootstelling. Het geeft daarmee een overzicht van aandachtspunten per stofgroep die relevant kunnen zijn bij een toekomstige risicobeoordeling.

6.2 Wettelijke kaders

Voor veel mestadditieven bestaan er geen kaders voor gebruik als mestadditief. De huidige (indirecte) regulering van mestadditieven bestaat uit:

1) de Europese verordening voor bemestingsproducten (EC 2019/1009, FPR),
2) een Europese verordening voor registratie van chemische stoffen (REACH, EC 1907/2006), en
3) de Nederlandse Meststoffenwet, bijlage Aa voor covergistingsmaterialen.

6.2.1 Europese verordening voor bemestingsproducten

De EU-verordening voor Bemestingsproducten (EC 2019/1009, FPR) reguleert additieven in bemestingsproducten, waaronder polymeren, microben en remmers. Omdat de FPR facultatief is, mogen nationaal ook bemestingsproducten worden verhandeld die níét aan de eisen van de EU-verordening voldoen. Bovendien is de FPR alleen van toepassing op additieven die toegevoegd worden tijdens de verwerking van de meststof en de productie van de meststof, en niet op additieven die gebruikt worden in de stal of bij aanwending van mest. Er is geen register van CE-gemarkeerde meststoffen.

Door de FPR gereguleerde meststoffen mogen middelen bevatten uit zogenaamde primaire materialen (CMC 1). Dat kunnen ook zogenaamde "*technical additives*" zijn: bijvoorbeeld kleurstoffen, coatings, of stoffen om beendermeel ongeschikt te maken als veevoer. Dergelijke *technical additives* dienen REACH geregistreerd te zijn, inclusief een veiligheidsblad voor het gebruik als meststof (zie paragraaf 'REACH').

In de FPR zijn ook toevoegingsmiddelen toegestaan tot 5% van de totale massa van een component (CMC), 1) om compostering te bevorderen, 2) bij de vergisting, 3) bij verwerkte mest (CMC 10), en 4) bij pyrolyse en verbranden (tot 25%). Er zijn mestadditieven, zoals nitrificatieremmers, die geregistreerd zijn onder REACH[8] (EC 1907/2006), en er zijn vijf remmers die goedgekeurd in de eerdere Europese meststoffenverordening EU 2003/2003[9]. In de FPR worden remmers beschouwd als bemestingsproduct. De toegestane remmers zijn niet gespecificeerd, maar bemestingsproducten moeten voldoen aan algemene werkzaamheids-, veiligheids- en milieucriteria. De registratie van de remmers wordt in de EU geregeld in REACH. Op dit moment is de werking in een mestopslag/stal niet beschreven bij de afzonderlijke stoffen. Er is zover bekend niet onderzocht of de remmers een risico vormen voor de gezondheid van dieren in een stal (Biewald et al., 2025; Vandenbussche & Brusselman, 2023).

Door de FPR toegestane polymeren (CMC 8 en CMC 9) hebben een functie om nutriëntenafgifte te reguleren, vochtopnamecapaciteit te bevorderen of als bindmiddel. Daarnaast mogen in CMC 10 (bewerkte dierlijke mest) polymeren worden gebruikt voor processen als het scheiden van vaste en vloeibare mest.

[8] https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach
[9] http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2003/oj; nitrification remmers 1) DCD, 2) mixture DCD+TZ, 3) mixture TZ+MP, 4) DMPP, 5) DMPSA, urease-remmers:1) NBPT, 2) 2-NPT, 3) mixture NBPT+NPPT.

Alle polymeren dienen biologisch afbreekbaar te zijn. Andere polymeren zijn uitgesloten. Voor microben zijn vier specifieke toegestane stammen benoemd (CMC 7), gebruik van andere microben is niet toegestaan. Remmers (PFC 5) moeten werkzaam zijn conform gestandaardiseerde tests en geregistreerd conform REACH. Verder mag een product geen risico's geven voor mens, dier en plant of het milieu. Deze voorwaarde (uit artikel 4, punt 2) dient aspecten die niet specifiek gereguleerd zijn te ondervangen. Er hoeven echter geen specifieke inhoudsstoffen te worden benoemd, de verordening bevat geen procedure voor een risicoanalyse van remmers, en het is onduidelijk of bij de conformiteitscontrole enige controle op risico's dient te worden uitgevoerd (Biewald et al., 2025).

6.2.2 REACH

Chemische stoffen dienen geregistreerd te zijn onder REACH (Verordening 1907/2006). Niet alle mestadditieven hoeven geregistreerd te worden onder REACH: natuurlijke materialen die in de natuur voorkomen, en niet chemisch veranderd zijn, zoals natuurlijke oliën, houtsnippers, compost, bentoniet, stro en zand, zijn uitgesloten van registratie (Annex V van REACH). Ook levende bacteriën zijn niet registratieplichtig, omdat dit geen chemische stof betreft. Een REACH-registratie biedt geen uitsluitsel over de veiligheid van een stof onder een bepaalde toepassing.

De omvang van een REACH-registratie is afhankelijk van de geregistreerde hoeveelheden, en die varieert voor remmers van <10 ton/jaar, 100-1000, en meer dan 1000 ton per jaar[10]. De dossiers in de ECHA-database (chemische databases van de EU) met tien toegestane remmers (urease- en nitrificatieremmers) omvatten toxiciteitstesten aan regenwormen, planten en bodemmicro-organismen. De risicoanalyses zijn niet openbaar (Biewald et al., 2025).

Stoffen met een productievolume van <1 ton per jaar zijn niet registratieplichtig. De registratie wordt door ECHA (Europees agentschap voor chemische stoffen) beoordeeld, en ECHA kan restricties opleggen aan het in de handel brengen of gebruik van een stof.

6.2.3 De Nederlandse Meststoffenwet

Er bestaat in Nederland geen specifieke wetgeving voor additieven in mestproducten, additieven op stalvloeren of additieven voor mest in opslag. Daardoor worden in Nederland mestadditieven gebruikt zonder dat deze gereguleerd worden. Enkel voor covergistingsmaterialen bestaat er regelgeving (bijlage Aa).

6.2.4 Overige regelgeving

Veel mestadditieven zijn niet gereguleerd als additief, maar zijn wél reguliere stoffen die reeds toegestaan zijn als voer of meststof onder de FPR, zoals calciumcyanamide (Holtkamp et al., 2023), biostimulanten, biochar, kalk, steenmeel, kleimineralen, calcium- en magnesiumchloride (van Boxmeer et al., 2023). De toepassing van deze stoffen als mestadditief is anders (andere locatie en functie) dan voor een reguliere meststof.

Voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden (verordening EG nr. 1107/2009 respectievelijk EU nr. 528/2012) bestaat een zeer uitgebreide wetgeving, inclusief een toelatingssysteem en regelgeving voor controle op met maximale residugehalten (MRL) in voedsel (o.a. verordening EG nr. 396/2005). De beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen houdt rekening met uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater en eisen van drinkwaterwetgeving.

Ook additieven voor diervoeder, zoals een product dat de CH_4-emissie kan verminderen uit koeien, hebben een specifieke regulering voor toelating (Verordening EG Nr. 1831/2003 betreffende toevoegingsmiddelen voor diervoeding).

[10] Schatting voor Duitsland (Biewald 2025): 63000 ton DCD, 5100 ton DMPP, 100 ton 2-NPT.

Er zijn geen wettelijke regels voor toediening van nutriënten, anders dan stikstof en fosfaat, aan mest, maar er geldt de Goede Landbouwpraktijk: het volgen van adviezen uit het bemestingsadvies en voeradvies. Waar voorheen de diersoorten het aantal mestsoorten bepaalde, is het aantal mestsoorten en de mestsamenstelling door vergisting, mestscheiding en RENURE-productie sterk vergroot. Door het grote aantal verschillende soorten mestadditieven kan het aantal dierlijke mestsoorten en de mestsamenstelling nog veel verder worden vergroot. Onderzoek aan en voorlichting over toepassing van nieuwe meststoffen is belangrijk en extra regelgeving ligt niet voor de hand.

6.3 Risico's

Een overzicht van bekende gevaren en risico's van mestadditieven is gegeven in Tabel 4. Per categorie van mestadditief is daaronder meer informatie gegeven. Voor de meeste mestadditieven is echter maar beperkt informatie beschikbaar met betrekking tot de veiligheid voor mens en milieu.

De intrinsieke gevaarlijke eigenschappen van de stoffen van additieven zou in eerste instantie kunnen worden beoordeeld op basis van de lijst met zeer zorgwekkende stoffen (ZZS[11]), de signaleringslijst van stoffen met risico's[12] en de lijst met chemicaliën in EU van ECHA[13]. Aanvullend zou een expertbeoordeling van de risico's kunnen plaatsvinden, waarbij aspecten als eutrofiering, overbemesting en verzuring worden meegenomen.

Publicaties over de risico's van mestadditieven op mensen, dier of milieu zijn nog heel schaars, en hebben meestal betrekking op de effecten op geur (Lavoie et al., 2005). Bij risico's van mest wordt naast geur vaak gedacht aan endotoxinen of ziekteverwekkende micro-organismen (bijvoorbeeld Q-koorts) (van Wijk et al., 2026). Van de effecten van mestverwerking op risico's op ziekteverwekkende micro-organismen is nog weinig bekend (Dollmann et al., 2021).

[11] https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/stoffenlijsten
[12] Signaleringslijst stoffen in Europees onderzoek | Risico's van stoffen
[13] https://chem.echa.europa.eu/

Tabel 4 *Mogelijke milieurisico's en gevaren bij mestadditieven op basis van de samenstelling en beoogd gebruik*.*

Categorie	Type	Mogelijke gevaren op basis van samenstelling van het mestadditief	Mogelijke risico's op basis van het gebruik van het mestadditief
Mestadditieven			
Remmers	Nitrificatieremmers Ureaseremmers Methaanremmers	Mogelijk toxische organische verbindingen (bijv. triazool) met gevaar voor de voortplanting (Biewald et al., 2025) Effecten op bodem- en waterleven (Biewald et al., 2025)	Beïnvloeding van de microbiële samenleving (Biewald et al., 2025) Effect op grond- en drinkwater (Kübeck et al., 2022)
Zuren, loog en zouten	Minerale, organische zuren Natronloog Gips, $MgCl_2$, $CaCl_2$, ijzerzouten, aluminiumzouten		Verhoogde H_2S gasvorming (Fabian-Wheeler et al., 2018) S overbemesting en -uitspoeling (Regelink & Rietra, 2026) Mg overbemesting (van Boxmeer et al., 2023)
Oxidanten		Onbekend	-
Organische mestadditieven t.b.v. aanzuring	Melasse, siroop, appelpulp, weipermeaten etc.		Verhoogde H_2S gasvorming (Kang et al., 2026) S-overbemesting en -uitspoeling (Regelink & Rietra, 2026) Restanten gewasbeschermingsmiddelen
Elektrisch	Stikstof via plasma/elektriciteit		Meer N_2O-emissie (Nyvold & Dörsch, 2025)
Vlokmiddelen	Polyacrylamide		Mogelijke vorming van ZZS (acrylamide)(Faber et al., 2023)
Microben en enzymen	Bacteriën en enzymen		Onbekend effect op microbieel leven, antimicrobiële resistentie, ziekteverwekkers en endotoxinen (Dollmann et al., 2021)
Water		-	-
Reguliere meststoffen met specifieke werking in dierlijke mest	Ammoniumthiosulfaat Kalkcyanamide	-	- Effect op bodemleven en oppervlaktewater (ECHA, 2020)
Indirecte middelen			
Anorganische (box)strooisels	Kalk, klei, zand	Asbest in zeoliet (EFSA, 2025)	
Organische (box)strooisels	Stro, zaagsel, kaf	-	-
Andere organische additieven	Stofreductiemiddelen (water, oliën), antischuimmiddelen		Onbekend effect op microbieel leven, antimicrobiële resistentie, ziekteverwekkers en endotoxinen (Dollmann et al., 2021)
Reinigingsmiddelen	Surfactants (zepen), oxidanten, biociden	Effecten op bodem- en waterleven (Scott & Jones, 2000) Irriterend: Oogirritatie- en letsel	

* *Er is geen rekening gehouden met gehalten en daaraan gerelateerde blootstelling (en daarmee het daadwerkelijke risico).*

6.3.1 Mestadditieven

In deze paragraaf worden alleen de categorieën met aandachtspunten besproken.

Remmers
De beoordeling als gewasbeschermingsmiddel of diervoederadditief zou kunnen dienen als voorbeeld. Een aantal van de remmers zou mogelijk niet goedgekeurd worden als ze nu ingediend zouden worden als gewasbeschermingsmiddel (Biewald et al., 2025). Indicatieve berekeningen voor triazolen als remmers geven aan dat grotere hoeveelheden gebruikt worden dan toegestaan zouden kunnen worden als gewasbeschermingsproduct, vanwege risico's op te hoge concentraties in grondwater (Biewald et al., 2025).

Kansrijke remmers voor dierlijke mest, de ureaseremmers, hebben in REACH de classificaties H302, H318, H319 en H361, wat inhoudt dat schade bij inslikken, ernstig oogletsel, ernstige oogirritatie en voortplantingstoxiciteit kunnen optreden bij blootstelling (Vandenbussche & Brusselman, 2023). In studies van (Ehmke et al., 2023; Ehmke et al., 2024) zijn geen specifiek gezondheids- of milieurisico's aangetoond bij de toepassing van op stalvloeren van de ureaseremmer Atmowell® (PPDA).

De toxiciteit voor bodemleven, afbraak en transport, en het lot voor het grondwater, zijn bekende aspecten in REACH bij remmers vanwege toepassing in minerale meststoffen (Kübeck et al., 2022).

Zuren, loog en zouten
De meeste gevaren bij zuren, loog en zouten betreffen stoffen en effecten die nu ook al relevant zijn in agrarische bedrijven: overbemesting met kalium, magnesium of zwavel, en verhoogde vorming van diwaterstofsulfidegas (H_2S). Met name het gebruik van zwavelzuur (H_2SO_4) kan leiden tot hogere zwavelgehalten in mest. De zwavelgehalten in gras zijn al hoog in Nederland (gemiddeld 3,3 g S kg^{-1} droge stof voor ingekuild gras in de periode 2015-2019; Eurofins Agro), waarschijnlijk door gebruik van zwavelhoudende meststoffen (Regelink & Rietra, 2026). Door extra zwavel via mestadditieven kan het zwavelgehalte in gras nog hoger worden. Een te hoge zwavelinname (>4 g S kg^{-1} droge stof) is toxisch voor herkauwers (CVB, 2005). Bovendien is meer zwavel in grond- en oppervlaktewater nadelig voor de natte natuur en natuur in oppervlaktewater. Daarom moet het zwavelgebruik gelimiteerd blijven, bijvoorbeeld tot het bemestingsadvies.

Een hoog gebruik van $MgCl_2$ om NH_3-emissie te reduceren zal leiden tot een hoger Mg- en Cl-gehalte in de dierlijke mest. Mg in het rantsoen heeft interacties met Ca in het rantsoen. Al zijn er meldingen dat de verteerbaarheid vermindert bij meer dan 6 g Mg kg^{-1} (CVB, 2005), wordt een overmaat aan Mg niet verwacht.

Diwaterstofsulfide (H_2S) is een gevaarlijk gas die uit mest kan vrijkomen (Hengel et al., 2023; Timmerman, 2016). Bij mengen van mest kunnen tijdelijk zeer hoge concentraties boven de mest ontstaan. Het type mestopslag, temperatuur, rantsoen/voer voor dieren en boxstrooisel, ouderdom van de mest, mengfrequentie, schuim- en korstvorming en pH (aanzuren) hebben alle effect op gasvorming. Mengen van dierlijke mest met sulfaatrijk spuiwater, RENURE of andere meststoffen (zoals zwavelrijke gewasmaterialen bij biologisch verzuren) leidt tot een verhoogd risico van H_2S-vorming. Toepassingen van gips aan mest, bijvoorbeeld gips in ligbox, kunnen ook leiden tot hoge H_2S-emissies (Fabian-Wheeler et al., 2017).

Oxidanten
Er is weinig bekend over risico's van de oxidanten die gebruikt worden in onderzoeken. Bij tests met 2,25% calciumperoxide (CaO_2) aan rundvee werd een verminderde verteerbaarheid en een verhoging van vluchtige verzuren gemeten, maar geen effect op de groei of andere diergezondheidsindicatoren (Roskam et al., 2024). De oxidanten worden echter nog weinig in de praktijk gebruikt waardoor nog veel onbekend is (Roskam et al., 2024).

Organische mestadditieven t.b.v. verzuring
Organische mestadditieven ten behoeve van verzuring kunnen hoge gehalten aan kalium, natrium, zwavel of chloor bevatten. De zoutlast kan daardoor hoog worden (Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2025). Bij de dosering aan mest moet daarmee rekening worden gehouden.

Bij biologisch aanzuren van mest kan daarnaast CH_4-vorming optreden, indien de pH van de mest onvoldoende of ongelijkmatig wordt verlaagd; dit kan leiden tot een hoger risico op ontploffing (Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2025).

Plasma
Er zijn geen risico's bekend van de plasmatechnologie, behalve dat het de emissie van N_2O kan verhogen (Nyvold & Dörsch, 2025).

Vlokmiddelen
De vlokmiddelen die gebruikt worden voor een betere scheiding bevatten vaak ijzer- en (poly)aluminiumzouten of polyacrylamide. In een anaeroob milieu kan polyacrylamide mogelijk leiden tot de vorming van acrylamide, een zeer zorgwekkende stof. Het is niet duidelijk of dat tot risico's leidt in dergelijk milieu (Faber et al., 2023).

Microben en enzymen en sporenelementen
Er zijn weinig product-specifieke gegevens bekend over de veiligheid van microbiële en enzymatische mestadditieven. Mogelijk worden deze weggeconcurreerd door microben aanwezig in de mest of de bodem. Naast middelen die microben bevatten, worden er ook producten aangeboden die de afbraak van mest beïnvloeden door dosering van enzymen of sporenelementen. Dit soort producten gaan veelal gepaard met meerdere, soms tegenstrijdige claims ten aanzien van de werking. De ingrediënten en de samenstelling is veelal niet vindbaar. Bij gebruik van producten die sporenelementen bevatten is het relevant om te weten welke sporenelementen in welke gehalten aanwezig zijn, zodat effecten op mest- en bemesting bekend zijn. Door een gebrek aan regelgevend kader voor deze producten zijn er echter geen labelvoorschriften die voorschrijven welke informatie ten aanzien van ingrediënten of samenstelling de producent dient te verstrekken. Tevens is er geen controle op de claims die gepaard gaan met deze producten.

Reguliere meststoffen met specifieke werking in dierlijke mest
Reguliere meststoffen met werking in dierlijke mest zijn onderzocht in laboratoriumomstandigheden en in de praktijk. De effecten van $CaCN_2$ op bijvoorbeeld de kwaliteit van melk zijn in uitvoering (Verscheijden et al., 2026). Het remmende effect van $CaCN_2$ op microben is tijdelijk en had geen effect op de CH_4-vorming bij mestvergisting (Reiter et al., 2026). Kalkcyanamide wordt naast meststof ook gebruikt als fungicide, herbicide en gewasbeschermingsmiddel, terwijl het daarvoor niet geregistreerd is (ECHA, 2020). Het wordt daarom, en wegens het niet kunnen uitsluiten van bepaalde risico's voor de gezondheid en het milieu, verboden als meststof binnen 5 jaar na aanpassing van Annex XVII van REACH[14]. Bij gebruik als mestadditief wordt een veel lagere dosis toegepast dan bij gebruik als meststof, wat de risico's verlaagt.

Er zijn geen specifieke risico's bekend van toepassing van ammoniumthiosulfaat of humuszuren in dierlijke mest. De samenstelling van humuszuren is bekend; het zijn reguliere meststoffen. Deze stoffen zijn zuiver maar bevatten doorgaans zeer hoge gehalten aan natrium door gebruik van natronloog bij de extractie van humuszuren uit leonardiet.

6.3.2 Indirecte middelen

Boxstrooisels
De effecten van boxstrooisels op diergezondheid, uiergezondheid en melkkwaliteit is een bekend aspect. Het is een van de redenen om boxstrooisels te gebruiken (Smolders, 2012). Het gebruik van zeoliet in stallen kan daarnaast leiden tot minder NH_3-emissie (Vandicke et al., 2025). Goedgekeurde natuurlijke zeoliet, zonder asbest, wordt gebruikt in diervoeding maar is relatief kostbaar (EFSA, 2025). Gebruik in stallen kan leiden tot een vraag naar goedkope zeoliet die niet goed is gecontroleerd op asbest.

Antischuimmiddel, schoonmaakmiddel
Veel chemische (inhoud)stoffen zijn REACH geregistreerd. Afhankelijk van de tonnage dat geïmporteerd en/of geproduceerd wordt, dienen studies uitgevoerd te zijn om de effecten op mens en dier te duiden. Een bijzonder aspect is dat ze in mest en uiteindelijk in het milieu terecht komen.

[14] https://ec.europa.eu/transparency/comitology-register/screen/documents/106531/2/consult

De "*chemical safety assessments*" in het kader van REACH zijn meestal niet openbaar, en daarom is het onduidelijk of de specifieke toepassing van de mestadditieven in de stal, en daarmee gepaarde effecten op dieren en mensen, is getest.

Er zijn meerdere antischuimmiddelen (zie Bijlage 3) die waarschijnlijk surfactanten bevatten; niet alle producten geven de samenstelling. Een voorbeeld is "*MS defoam concentrate*", een product tegen schuimvorming van mest. Dit bevat twee surfactanten (CAS nr. 60875-66-1 en 69011-36-5) en voor beide stoffen bestaat geen REACH-registratiedossier. Surfactanten breken snel af in aerobe bodems, in een anaeroob milieu in mest breken ze echter slecht af en komen dan in de bodem waar ze effecten kunnen hebben op bodemleven, al hebben surfactanten een lage toxiciteit (Cirelli et al., 2009; Li et al., 2017; Scott & Jones, 2000).

Andere organische additieven

Bij andere organische additieven, zoals oliën, stofreductiemiddelen en antischuimmiddelen, kunnen mogelijke risico's ontstaan door mogelijke aanwezigheid van ongewenste stoffen, een antimicrobiële werking, of een toename van ziekteverwekkende bacteriën (Dollmann et al., 2021). Bij voeradditieven zijn en worden heel veel soorten organische mestadditieven onderzocht op risico's bij inname en externe blootstelling (Verordening EG Nr. 1831/2003 betreffende toevoegingsmiddelen voor diervoeding) en dergelijke beoordelingen van producten (±968) zijn openbaar (EFSA *Panel on Additives and products or substances used in Animal Feed*; FEEDAP). De beoordeling gebeurt op basis van de effectiviteit en veiligheid: veiligheid voor dieren die eraan worden blootgesteld, de consument, en het milieu. Voorbeelden van toetsingscriteria zijn: antimicrobiële werking, sensibilisatie of irritatie op huid of ogen, en effecten van zware metalen in het product op bodemleven.

7 Synthese

7.1 Beantwoording van de vragen

In de vorige hoofdstukken is een analyse uitgevoerd naar soort additieven, hun werking en mogelijke risico's. Additieven voor mest worden uitgebreid op laboratorium- en praktijkschaal onderzocht op hun vermogen om de emissies van NH_3 en broeikasgassen te verminderen. De mestadditieven die op dit moment worden aangeboden betreffen voornamelijk biologische producten, zoals bacteriën. Huidig onderzoek is weinig gefocust op risicobeoordeling van gebruik van de mestadditieven. Gebruik van mestadditieven kan leiden tot verandering van de gehalten van nutriënten in en de eigenschappen van meststoffen. Dit kan leiden tot grote afwijkingen ten opzichte van forfaitaire gehalten uit de Meststoffenwet. Daarnaast zijn er risico's gebonden aan toevoeging van mestadditieven, zowel op basis van inhoudsstoffen (directe toxiciteit, bijvoorbeeld van triazool) als bij gebruik (bijvoorbeeld door vorming van toxische gassen of overbemesting).

Op basis van de vorige hoofdstukken worden de vragen van het Ministerie van LVVN hieronder kort beantwoord.

1. **Kunt u verkennen welke categorieën mestadditieven kunnen worden onderscheiden op basis van het werkingsmechanisme?**

In dit advies worden twee groepen van producten onderscheiden: middelen die bewust aan mest worden toegediend (zoals remmers, zuren, klei) en middelen die vanuit een ander gebruik in mest terechtkomen (zoals boxstrooisels, reinigingsmiddelen). Deze middelen worden in dit advies als volgt gedefinieerd:

- *Mestadditief: een middel dat bewust wordt toegevoegd aan mest of een mestproduct, met als hoofddoel de eigenschappen, zoals de samenstelling of emissiegevoeligheid, van dit product te veranderen.*

- *Indirect middel: een middel waarvan het hoofddoel niet het veranderen van de eigenschappen van mest of een mestproduct is, maar dat wel in mest of een mestproduct terechtkomt.*

Bij de mestadditieven zijn de volgende categorieën onderscheiden (Tabel 1):

- Remmers, met een effect op enzymen
- Zuren, met een effect op de pH
- Loog, met een effect op de pH
- Zouten, met een effect op binding van stoffen en op de pH
- Oxidanten, met een effect op bacterieactiviteit
- Organische mestadditieven t.b.v. biologische verzuring, met een effect op de pH
- Plasma, resulterend in binding van stikstof uit de lucht
- Vlokmiddelen, ten behoeve van mestscheiding
- Microben en enzymen, veranderingen in processen en daardoor samenstelling in de mest
- Water, leidt tot verdunning
- Reguliere meststoffen met werking in mestopslag, remmend effect op bacteriën

2. **Kunt u hierbij beantwoorden hoe de samenstelling van de mest verandert op basis van het werkingsmechanisme?**

Mestadditieven en indirecte middelen hebben een effect op de samenstelling doordat ze stoffen toevoegen (N, P, Mg, S, zeep, stro, klei, zuur, kalk, etc.). Daarnaast kunnen middelen die leiden tot minder NH_3-emissie het stikstofgehalte in mest verhogen. Beide mechanismen leiden tot een toename van het gehalten aan nutriënten in dierlijke mest. Ook kan de concentratie aan stoffen veranderen door indikken of verdunnen.

In Tabel 3 worden op hoofdlijnen de effecten van verschillende categorieën additieven op de samenstelling weergegeven.

3. Waarop zouden deze categorieën mestadditieven gecontroleerd moeten worden om de gezondheid van mens, dier en milieu te waarborgen bij gebruik in een meststof? Hierbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar risico's wat betreft emissies, bodemgezondheid en waterkwaliteit.

In Tabel 4 zijn de gevaren en risico's van gebruik van mestadditieven in kaart gebracht op basis van samenstelling van het mestadditief. Hierbij worden genoemd: toxiciteit, effecten op bodem- en waterleven, effecten microben in de bodem, effecten op grond- en drinkwaterkwaliteit, vorming van gevaarlijke gassen, overbemesting (landbouwkundig), restanten van gewasbeschermingsmiddelen, aanwezigheid van schadelijke stoffen, antimicrobiële resistentie, ziekteverwekkers en endotoxinen en oogirritatie- en letsel.
Dit advies geeft de kwalitatieve richting van de effecten van additieven op emissies, maar tevens moet genoemd worden dat bij een deel van de additieven ongewenste afwentelingen kunnen plaatsvinden tussen stoffen (bv. minder NH_3, maar meer N_2O) en plaatsen waar de emissies plaatsvinden (bv. minder emissies in de stal, maar meer in het veld).

7.2 Beoordeling van mestadditieven

Biologische of natuurlijke mestadditieven worden niet beoordeeld in REACH en kennen daarmee geen wettelijke risicobeoordeling. Remmers zijn meststoffen volgens de Europese verordening voor EU-bemestingsproducten (2019/1009), en worden alleen getest op conformiteit. Ook diverse toevoegingsmiddelen voor meststoffen zijn in Europese meststoffen toegestaan. Dat kunnen bijvoorbeeld additieven zijn om compostering te bevorderen, kleurstoffen, stoffen om bijvoorbeeld beendermeel onappetijtelijk te maken als voeder, stoffen om kunstmestkorrels te maken, of stoffen om korrels droog te houden. Voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden en diervoeder bestaat aparte wetgeving voor beoordeling en goedkeuring van additieven. Bij diervoeder betreft dit ook biologische en natuurlijke additieven. Er zijn aanwijzingen dat de huidige beoordeling in REACH onvoldoende is voor een risicobeoordeling van additieven aan meststoffen, in een stal of mestopslag, en dat een aantal remmers niet goedgekeurd zouden worden als gewasbeschermingsproduct op basis van de gebruikte hoeveelheden en de risico's voor grondwaterverontreiniging (Biewald et al., 2025).

Door het grote aantal soorten mestadditieven wordt het gebruik van forfaitaire stikstof- en fosfaatgehalten bemoeilijkt. Daarnaast kan door het gebruik van grote hoeveelheden nutriënten via biologische aanzuring de hoeveelheid nutriënten die als "dierlijke mest" gecategoriseerd wordt sterk verhoogd worden, net als bij covergisting. Het duiden van het aandeel stikstof van dierlijke bron en andere bronnen in een meststof is daarom relevant om de hoeveelheid dierlijke stikstof niet kunstmatig te verhogen.

Voor veel chemische mestadditieven geldt REACH. Dit ondervangt nog niet direct alle mogelijke risico's voor mens, dier en milieu. Voor natuurlijke materialen of biologische stoffen die gebruikt worden als mestadditief ontbreekt een toetsing.

Het grote aantal soorten dierlijke meststoffen, met steeds meer verschillen door onder andere de mestadditieven, maakt dat er grote verschillen zijn in nutriëntengehalten, waaronder Mg en S. Overmatig gebruik van Mg en S leidt tot risico's voor de diergezondheid. Een goede landbouwpraktijk uitvoeren, waarbij bemestingsadviezen en voeradviezen worden opgevolgd, wordt door deze variaties veel ingewikkelder. Het is daarom belangrijk om ook voorlichting te geven over veranderingen in mestsamenstelling door gebruik van additieven.

Zolang er geen Europese wetgeving voor mestadditieven is anders dan REACH, zou die nationaal ingericht kunnen worden. Bovendien zou gecontroleerd kunnen worden of de toetsing in REACH passend is voor deze nieuwe toepassingen.

Om te komen tot regelgeving zijn er verschillende aanknopingspunten in bestaande regelgeving:

- Beoordeling en goedkeuring van hulpstoffen bij covergisting in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Er is een protocol voor toetsing bij Bijlage Aa stoffen[15].
- Beoordeling en goedkeuring van gewasbeschermingsmiddelen, dit is met name relevant om stoffen beter te beoordelen.
- Beoordeling en goedkeuring van diervoederadditieven, met name voor biologische mestadditieven en natuurlijke stoffen die nu niet via REACH beoordeeld worden.

Deze protocollen zouden de basis kunnen zijn voor een nieuw protocol om mestadditieven te beoordelen.

[15] Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet

Literatuur

Aarnink, A., Mosquera, J., Winkel, A., Cambra-Lopez, M., Van Harn, J., de Buisonje, F., & Ogink, N. (2009). Options for dust reduction from poultry houses. Agricultural Technologies In a Changing Climate: The 2009 CIGR International Symposium of the Australian Society for Engineering in Agriculture,

Agriculture and Horticulture Development Board. (2018). The bedding materials directory. https://doi.org/https://ahdb.org.uk/knowledge-library/the-bedding-materials-directory

Ambrose, H. W., Dalby, F. R., Feilberg, A., & Kofoed, M. V. W. (2023). Effects of surfactant, oxidant, and flocculant treatments on methane emission from pig slurry during storage. *Journal of Cleaner Production*, *430*, 139665.

Ambrose, H. W., Dalby, F. R., Feilberg, A., & Wegener Kofoed, M. V. (2024). Dose-dependent effects of sodium dodecyl sulfate and hydrogen peroxide treatments on methane emission from pig manure during storage. *Journal of Environmental Management*, *364*, 121415. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121415

Anestis, V., Umar, W., Dragoni, F., van der Weerden, T. J., Hassouna, M., Noble, A., Bartzanas, T., & Amon, B. (2025). Mitigation of greenhouse gas and ammonia emissions due to livestock housing management practices: Analysis of the DATAMAN database. *Biosystems Engineering*, *258*, 104260.

Biewald, A., Dippon-Deißler, U., Klitzke, S., Noll, L., & Pacholski, A. (2025). *Urease and nitrification inhibitors for climate and environmental protection: opportunity or risk?* Umweltbundesambt. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/77_2025_texte.pdf

Bist, R. B., & Chai, L. (2022). Advanced strategies for mitigating particulate matter generations in poultry houses. *Applied Sciences*, *12*(22), 11323.

Bittman, S., Dedina, M., Howard, C., Oenema, O., & Sutton, M. (2014). *Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*. NERC/Centre for Ecology & Hydrology.

Bobrowski, A. B., Van Dooren, H. J., Ogink, N., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021). Reduction of ammonia emissions by using a urease inhibitor in a mechanically ventilated dairy housing system. *Biosystems Engineering*, *204*, 115-129.

Bobrowski, A. B., Willink, D., Janke, D., Amon, T., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021). Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns. *Biosystems Engineering*, *204*, 104-114.

Boode, J., & Bussink, W. (2025). *Effect van CaCl2 - en een mix van CaCl2- en MgCl2-oplossingen op meststroken ter reductie NH3-emissie: veldmetingen*. Wageningen Plant Research. https://edepot.wur.nl/703889

Bussink, D. W., Sanders, J. P. M., & Boode, J. (2025). *Praktijkproef biologisch verzuren mest in een rundveestal*.

Calvet, S., Arrufat, B., Salaet, I., Atares, S., Sobreviela, A., Herrero, C., Romero, J., & Estellés, F. (2022). A urease inhibitor reduces ammonia emission in fattening pigs reared on slatted floor in summer conditions. *Biosystems Engineering*, *221*, 43-53.

Chrysanthopoulos, S., Coutinho, J., Silva, A. C., Brito, L., & Fangueiro, D. (2024). Agro-industrial by-products as alternative additives for the agronomic valorization of pig slurry through pH modification. *Journal of Cleaner Production*, *434*, 140052.

Cirelli, A. F., Ojeda, C., Castro, M. J., & Salgot, M. (2009). Surfactants in sludge-amended agricultural soils: a review. *Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants: Organic farming, pest control and remediation of soil pollutants*, 227-251.

Commissie Deskundigen Meststoffenwet. (2025). *Advies 'Technisch advies over biologisch verzuren van mest'*.

Connolly, S., Krol, D., Kelleghan, D., & O'Flaherty, V. (2025). Hydrogen sulphide inhibition in cattle slurry by use of an oxygen based slurry amendment. *Process Safety and Environmental Protection*, *193*, 125-131.

CVB. (2005). *Commissie Onderzoek Minerale Voeding, Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten*. https://edepot.wur.nl/367877

Dalby, F. R., Svane, S., Sigurdarson, J. J., Sørensen, M. K., Hansen, M. J., Karring, H., & Feilberg, A. (2020). Synergistic tannic acid-fluoride inhibition of ammonia emissions and simultaneous reduction of methane and odor emissions from livestock waste. *Environmental science & technology*, *54*(12), 7639-7650.

de Boer, H. (2026). *Effecten van Kopros op ammoniakemissie en stikstofwerking van rundveemest*. https://edepot.wur.nl/721447

de Boer, H., & Galama, P. (2015). Laag stikstofverlies kan: vrijloopstallen met composterende houtsnipperbedding. *V-focus*, *12*(4), 28-30.

de Kool, E., Schep, C., van Valkengoed, P., van Well, E., Vermeulen, E., & van Dooren, H. (2026). *Stalmaatregelen ter vermindering van de emissie van ammoniak en methaan in de melkveehouderij*. https://edepot.wur.nl/711852

Dollmann, S., Vermeulen, L., Schmitt, H., van der Wal, A., & de Roda Husman, A. (2021). *Potentieel ziekteverwekkende micro-organismen in lucht afkomstig uit mestverwerkingsinstallaties*. https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0140.pdf

Dong, S., Lokhorst, K., & van Dooren, H. J. (2026). *Evaluation of Kopros as ammonia emissions reduction additieve for dairy cow slurry. Results of a pot experiment*. Wageningen Livestock Research. https://edepot.wur.nl/717016

ECHA. (2020). *Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC)Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Calcium cyanamide*. European Chemicals Agency. https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/calcium_cyanamide_review_report_en.pdf/e0b43a34-1a52-b6a9-8d96-bd8183c7beb4

EFSA. (2025). Panel on Additives. Safety and efficacy of a feed additive consisting of clinoptilolite of volcanic origin for all terrestrial animal species (IMERYS Talc Europe). *EFSA Journal*, *23*(12), e9780.

Ehmke, A., Melfsen, A., Wegener, J. K., & Hartung, E. (2023). Influence of the urease inhibitor suspension (Atmowell®) on the fluorescent dye pyranine and its spray and drift behavior in wind tunnel measurements. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, *58*(3), 210-216.

Ehmke, A., Wegener, J. K., Melfsen, A., & Hartung, E. (2024). Development of Method for the Measurement of Dermal Exposure on a Lifelike Cow Dummy to Assess the Risk of Using a Urease Inhibitor (Atmowell®) to Reduce NH3 Emissions in Cattle Farming. *environments*, *11*(3), 47.

Emmerling, C., Krein, A., & Junk, J. (2020). Meta-analysis of strategies to reduce NH3 emissions from slurries in European agriculture and consequences for greenhouse gas emissions. *Agronomy*, *10*(11), 1633.

Eriksen, J., Andersen, A. J., Poulsen, H. V., Adamsen, A. P. S., & Petersen, S. O. (2012). Sulfur turnover and emissions during storage of cattle slurry: Effects of acidification and sulfur addition. *Journal of environmental quality*, *41*(5), 1633-1641.

Faber, M., Negash, A., Vink, J., Verweij, W., & Brand, E. (2023). *Afbraak van polyacrylamide en mogelijke vorming acrylamide in diepe plassen. Een literatuurverkenning*. RIVM. http://hdl.handle.net/10029/626701

Fabian-Wheeler, E., Chen, L., Hile, M., & Pate, M. (2018). Mitigating Hydrogen Sulfide Safety Risk and Odor for Dairy Farms Using Gypsum Bedding. 10th International Livestock Environment Symposium (ILES X),

Fabian-Wheeler, E. E., Hile, M. L., Murphy, D., Hill, D. E., Meinen, R. J., Brandt, R. C., Elliott, H. A., & Hofstetter, D. (2017). Operator exposure to hydrogen sulfide from dairy manure storages containing gypsum bedding. *Journal of agricultural safety and health*, *23*(1), 9-22.

Fuchs, A., Dalby, F. R., Liu, D., Kai, P., & Feilberg, A. (2021). Improved effect of manure acidification technology for gas emission mitigation by substituting sulfuric acid with acetic acid. *Cleaner Engineering and Technology*, *4*, 100263.

Galloway, L. A., Gamble, A. V., Guertal, E. A., Feng, Y., & Ogles, C. (2025). Potential of ammonium thiosulfate and potassium thiosulfate to inhibit nitrification in soils. *Soil Science Society of America Journal*, *89*(3), e70053.

Graham, A., Thorn, C., McDonagh, M., O'Donnell, C., Nolan, S., Kirwan, S. F., O'Connor, S., Nzeteu, C. O., Montoya, A. C., & Bartle, A. (2025). Development and in-vitro assessment of novel oxygen-releasing feed additives to reduce enteric ruminant methane emissions. *Science of The Total Environment*, *963*, 177598.

Grant, C. (2014). Use of NBPT and ammonium thiosulphate as urease inhibitors with varying surface placement of urea and urea ammonium nitrate in production of hard red spring wheat under reduced tillage management. *Canadian Journal of Plant Science*, *94*(2), 329-335.

Hagenkamp-Korth, F., Ohl, S., & Hartung, E. (2015). Effects on the biogas and methane production of cattle manure treated with urease inhibitor. *Biomass and Bioenergy*, *75*, 75-82. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.02.014

Hendriks, J. G. L., & Vrielink, M. G. M. (1997). *Microbieel verzuren van vleesvarkensmest door toevoeging van aardappelzetmeel*. (Proefverslag / Praktijkonderzoek Varkenshouderij; No. P4.19). Praktijkonderzoek varkenshouderij. https://edepot.wur.nl/34524

Hengel, E. v. d., Rees, C. v., Esveld, G. v., Roeleveld, R., & Monteny, G. J. (2023). *Mestgassen: een onzichtbare vijand : een literatuurstudie naar het ontstaan van mestgassen, de risico's en mogelijkheden om deze te beheersen* https://edepot.wur.nl/702844

Hjorth, M., Christensen, M. L., & Christensen, P. V. (2008). Flocculation, coagulation, and precipitation of manure affecting three separation techniques. *Bioresource technology*, *99*(18), 8598-8604. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.009

Hoeksma, P., & de Buisonjé, F. E. (2012). *Mineralenconcentraten uit dierlijke mest = Mineral concentrates from animal slurry*. Wageningen UR Livestock Research. https://edepot.wur.nl/262014

Holshof, G., Huijsmans, J., & Velthof, G. (2023). *Effect van toediening van verdunde drijfmest met een zodenbemester op grasopbrengst, ammoniak- en lachgasemissies op zandgrond*. Wageningen Livestock Research. https://doi.org/10.18174/632631

Holtkamp, F., Clemens, J., & Trimborn, M. (2023). Calcium cyanamide reduces methane and other trace gases during long-term storage of dairy cattle and fattening pig slurry. *Waste Management*, *161*, 61-71.

Huijsmans, J. F. M., Hol, J. M. G., van Schooten, H. A., & Verwijs, B. R. (2017). *Ammoniakemissie bij met water verdunde mest toegediend met een sleepvoetenmachine op grasland : resultaten 2016-2017*. (Rapport / Wageningen Plant Research; No. WPR-754). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/444996.

Informatiepunt Leefomgeving. (2026). *Beste beschikbare technieken emissiearm aanwenden dierlijke meststoffen en zuiveringsslib. Besluit activiteiten leefomgeving. BBT document emissiearm aanwenden versie 2.0*. https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/activiteiten/bodem-brengen-meststoffen/beste-beschikbare-technieken-emissiearm-aanwenden/

Jeon, Y.-J., Kim, T.-H., Kim, E.-S., Kang, S., Kim, H., Seo, S., & Yun, Y.-M. (2025). Fundamental study on the dose-effect relationship of urease inhibitors for ammonia reduction and methane recovery in simulated swine urine. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *13*(5), 117745.

Kang, K., Cho, H., Lee, M., Jeong, S., Jeon, S., Kang, K., Kang, H., Shin, J., Ahn, H., & Seo, S. (2026). A Multi-Chamber Incubation System for Accurate Assessment of Ammonia and Hydrogen Sulfide Emissions from Cattle Manure: Effects of Dietary Protein Level. *Animal Feed Science and Technology*, 116816.

Kavanagh, I., Fenton, O., Healy, M. G., Burchill, W., Lanigan, G. J., & Krol, D. J. (2021). Mitigating ammonia and greenhouse gas emissions from stored cattle slurry using agricultural waste, commercially available products and a chemical acidifier. *Journal of Cleaner Production*, *294*, 126251.

Klijberg, S., Verhoeven, M., & Saaltink, R. (2020). *Additieven voor dierlijke mest* HAS Green Academy].

Kougias, P., Boe, K., Tsapekos, P., & Angelidaki, I. (2014). Foam suppression in overloaded manure-based biogas reactors using antifoaming agents. *Bioresource technology*, *153*, 198-205.

Kougias, P., Tsapekos, P., Boe, K., & Angelidaki, I. (2013). Antifoaming effect of chemical compounds in manure biogas reactors. *Water research*, *47*(16), 6280-6288.

Kübeck, C., Karges, U., Sturm, S., Scheurer, M., Nodler, K., Beisecker, R., Seith, T., & Klitzke, S. (2022). *Chancen und Risiken von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für den Gewässerschutz DVGW INHIBIT*. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. https://www.ifoel.de/wp-content/uploads/2023/07/Karges-etal_2023_Fachtagung-Duengemittelzusatzstoffe_UBA_Texte41-2023.pdf

Lavoie, J., Massé, D., & Topp, E. (2005). Evaluation of the impact of manure additives on worker exposure and odour attenuation. 2005 ASAE Annual Meeting,

Li, G., Lan, G., Liu, Y., Chen, C., Lei, L., Du, J., Lu, Y., Li, Q., Du, G., & Zhang, J. (2017). Evaluation of biodegradability and biotoxicity of surfactants in soil. *RSC advances*, *7*(49), 31018-31026.

Liao, W., Bian, Y., Liu, C., Liu, M., Liang, W., Gao, Z., Gao, Y., & Xie, J. (2025). A new flocculant tannic acid for improving separation efficiency and lowering gas emissions from liquid and solid fractions of dairy slurry. *Journal of Cleaner Production*, *494*, 145040. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145040

Meiresonne, J., Bakker, R., Sanders, J., & Loverbosch, H. (2024). Biologisch aanzuren van dierlijke mest.

Melse, R. W., & Ogink, N. (2015). *Beoordeling mogelijke PAS maatregelen: plausibiliteit van werking Agriton systeem*. https://edepot.wur.nl/354252

Mohankumar Sajeev, E. P., Winiwarter, W., & Amon, B. (2018). Greenhouse gas and ammonia emissions from different stages of liquid manure management chains: abatement options and emission interactions. *Journal of environmental quality*, *47*(1), 30-41.

Monteny, G., & Erisman, J. (1998). Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 225-247.

Mostafa, E., Hoelscher, R., Diekmann, B., Ghaly, A., & Buescher, W. (2017). Evaluation of two indoor air pollution abatement techniques in forced-ventilation fattening pig barns. *Atmospheric Pollution Research*, *8*(3), 428-438.

Nyang'au, J. O., Sørensen, P., & Møller, H. B. (2024). Effects of plasma treatment of digestates on pH, nitrification and nitrogen turnover during storage and after soil application. *Environmental Technology & Innovation*, *34*, 103578.

Nyvold, M., & Dörsch, P. (2025). Nitrous oxide emissions from production, storage and application of nitrogen enriched organic fertilizer. *Science of The Total Environment*, *977*, 179375.

O'Donnell, C., Thorn, C., Roskam, E., Friel, R., Kirwan, S. F., Waters, S. M., & O'Flaherty, V. (2024). Novel oxidising feed additives reduce in vitro methane emissions using the rumen simulation technique. *Science of The Total Environment*, *926*, 171808.

Oenema, O., & Velthof, G. (1993). Denitrification in nitric-acid-treated cattle slurry during storage. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, *41*(2), 63-80.

Ogink, N., & Melse, R. (2020). *Beoordeling mogelijke PAS maatregelen: plausibiliteit van werking AgriMestMix systeem*. Wageningen Livestock Research. https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/514812

Owusu-Twum, M. Y., Kelleghan, D., Gleasure, G., Connolly, S., Forrestal, P., Lanigan, G. J., Richards, K. G., & Krol, D. J. (2025). Mitigation of ammonia and methane emissions with manure amendments during storage of cattle slurry. *Waste Management & Research*, *43*(4), 568-579.

Pijlman, J., Timmermans, B., Monteny, G.-J., & de Wi, J. (2018). *Strooiselstalsystemen: ammoniak en andere emissies, dierwelzijn en mestkwaliteit*. Louis Bolk Instituut. https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/3387.pdf

Regelink, I., & Rietra, R. (2026). *Kennisvraag over het gebruik van zwavelhoudende meststoffen uit mestverwerkingsinstallaties : beantwoording van een kennisvraag*. Wageningen Environmental Research. https://doi.org/10.18174/710562

Reiter, D., Kappelsberger, B. V., & Winkler, S. (2026). *Auswirkungen von Eminex® auf das Wirtschafts-düngermanagement: Emissionsreduzierung und Nährstoffeffizienz*. https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/Tagungen/TTU-Tagungen/2026/Tagungsband_Tier_Technik-Umwelttagung_2026.pdf#page=127

Rizzioli, F., Bertasini, D., Bolzonella, D., Frison, N., & Battista, F. (2023). A critical review on the techno-economic feasibility of nutrients recovery from anaerobic digestate in the agricultural sector. *Separation and Purification Technology*, *306*, 122690.

Rocha, A. S., Morales, B., El Mashad, H. M., Pan, Y., Zhao, Y., & Mitloehner, F. M. (2024). Effect of Eminex® on Greenhouse Gas and Ammonia Emissions from Dairy Slurry and Lagoon Wastewater. *Sustainability*, *16*(13), 5778.

Roskam, E., Kenny, D. A., Kelly, A. K., O'Flaherty, V., & Waters, S. M. (2024). Dietary supplementation with calcium peroxide improves methane mitigation potential of finishing beef cattle. *animal*, *18*(11), 101340. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101340

Schulte, H., Ammon, C., Hagenkamp-Korth, F., & Hartung, E. (2024). Reduction of ammonia emissions in fattening pig houses through the application of a urease inhibitor using different application techniques. *Biosystems Engineering*, *247*, 42-62.

Scott, M. J., & Jones, M. N. (2000). The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, *1508*(1-2), 235-251.

Smolders, G. (2012). *Compost en ander strooisel in ligboxen voor melkvee = Compost and other bedding material in cubicle housing for dairy cow*. Wageningen UR Livestock Research. https://edepot.wur.nl/242488

Thorn, C. E., Nolan, S., Lee, C. S., Friel, R., & O'Flaherty, V. (2022). Novel slurry additive reduces gaseous emissions during storage thereby improving renewable energy and fertiliser potential. *Journal of Cleaner Production*, *358*, 132004.

Timmerman, M. (2016). *Mestgassen uit melkveemest : jaarrond metingen van H2S-concentraties*. Wageningen Livestock Research. https://doi.org/10.18174/401764

van Boxmeer, E., & Ogink, N. (2023). *Mestadditieven voor ammoniakemissiereductie uit rundveemest*. https://edepot.wur.nl/635331

van Boxmeer, E., van Middelkoop, J., & van Dooren, H. J. (2023). *Toevoegen van magnesiumchloride (MgCl2) aan runderdrijfmest: Huidige stand van zaken van onderzoek naar het effect van MgCl 2 in mest op emissies, bodem en gewas*. https://edepot.wur.nl/631674

van der Wal, M., Borneman, Z., & Nijmeijer, K. (2023). Optimizing flocculation of digestate to increase circularity in manure treatment. *Bioresource Technology Reports*, *23*, 101561. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101561

van Dooren, H., Blanken, K., & Ogink, N. (2022). *Reductie van ammoniakemissie door gebruik van water in melkveestallen: resultaten van emissiemetingen op Dairy Campus*. https://edepot.wur.nl/544640

van Lent, A., Schils, R., Boxem, T., Zonderland, J., & Verboon, M. (1995). *Aanzuren rundermest in stal en silo*. https://edepot.wur.nl/25383

van Wijk, D., Lô, S. B., Wouters, I. M., Tersteeg-Zijderveld, M. H., van Huik, W., Hoek, G., & Heederik, D. J. (2026). Daily variability of ambient endotoxin concentrations in a livestock-dense region. *Atmospheric Environment*, 122034.

Vandenbussche, C., & Brusselman, E. (2023). *Ureaseremmers als ammoniak reducerende maatregel in melkveestallen: Veiligheidsaspecten–Marktbeschikbaarheid in Vlaanderen-Toepassingsmethoden*. https://pure.ilvo.be/ws/portalfiles/portal/23161948/D_2023_02_ureaseremmers_.pdf

Vandicke, J., Vandenbussche, C., Goossens, K., & Brusselman, E. (2025). Zeolieten als ammoniakreducerende maatregel in de veehouderij: Onderzoeksverslag 2022-2024: ILVO Mededeling D/2024/10. https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Mededelingen/ILVO-mededeling-Zeolieten-Finaal.pdf

Vattulainen, J., Bayat, A.-R., Stefański, T., Rinne, M., & Tapio, I. (2025). Effects of calcium peroxide or biochar-enzyme feed additives on milk production, enteric methane emissions, and ruminal microbiota in Nordic Red dairy cows. *Journal of Dairy Science*.

Velthof, G., & Oenema, O. (1993). Nitrous oxide flux from nitric-acid-treated cattle slurry applied to grassland under semi-controlled conditions. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, *41*, 81-93. https://doi.org/ttps://doi.org/10.18174/njas.v41i2.624

Verscheijden, E., De Haas, Y., Muizelaar, W., Groeneveld, I., & Bos, A. (2026). *Maatregelen voor methaanreductie in de veehouderij: een overzicht en interacties*. Wageningen Livestock Research. https://edepot.wur.nl/713202

Vingerhoets, R., Brienza, C., Sigurnjak, I., Buysse, J., Vlaeminck, S. E., Spiller, M., & Meers, E. (2023). Ammonia stripping and scrubbing followed by nitrification and denitrification saves costs for manure treatment based on a calibrated model approach. *Chemical Engineering Journal*, *477*, 146984.

Wales, A. D., Gosling, R. J., Bare, H. L., & Davies, R. H. (2021). Disinfectant testing for veterinary and agricultural applications: A review. *Zoonoses and public health*, *68*(5), 361-375.

Winkel, A., Mosquera, J., van Harn, J., Nijeboer, G., Ogink, N., & Aarnink, A. (2011). *Maatregelen ter vermindering van fijnstofemissie uit de pluimveehouderij: validatie van een oliefilmsysteem op vleeskuikenbedrijven= Measures to reduce fine dust emission from poultry houses: validation of an oil spraying system on broiler farms*. https://edepot.wur.nl/166950

Witter, E., & Kirchmann, H. (1989). Effects of addition of calcium and magnesium salts on ammonia volatilization during manure decomposition. *Plant and Soil*, *115*(1), 53-58.

Bijlage 1 Adviesaanvraag

Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Directie Strategie, Kennis en Innovatie

bijlage

Adviesvraag QuickScan additieven voor mest in de Meststoffenwet

Bijlage nummer	1
Horend bij kenmerk	SKI / 103661082

Aanleiding

Er is een aantal stoffen bekend die vanwege hun werking (gericht op een bepaald doel) aan mest worden toegevoegd, hierna additieven genoemd. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan om emissies (zoals ammoniak-, en broeikasgassen) te verminderen. Van een aantal van de bekende additieven (bv. Vizura, Eminex, SOP Lagoon, HygieneFX of biologisch verzuren bijvoorbeeld met melasse) verminderen volgens experts en producenten de emissies van methaan en ammoniak vanuit de mest via verschillende werkingsmechanismes. In het kader van de doelstellingen rondom emissiereductie in de landbouw kan het gebruik hiervan wenselijk zijn. Een deel van deze werkingsmechanismes zorgt ervoor dat er meer stikstof in de mest komt. Daarnaast zijn er systemen op de markt zoals N2Applied en GEA ProManure, welke stikstof uit de lucht in de mest binden (plasma gestuurd Haber-Bosch proces) om de mest te verrijken.

Omdat er op dit moment geen nationale regelgeving is ten aanzien van het gebruik van additieven in mest, is er onduidelijkheid bij gebruikers en uitvoerende instanties over wat wel en niet toegestaan is binnen de meststoffenregelgeving en de wijze waarop het moet worden verantwoord, onder andere in de mestboekhouding. Omdat het aantal additieven voor mest lijkt toe te nemen, is regulering in wetgeving noodzakelijk. Een van deze onduidelijkheden is het juridisch onderscheid tussen stoffen die aan mest mogen worden toegevoegd, zoals strooisel wat bij dagelijks gebruik van de stal in de mest terecht komt (MW, art.1c / Ubm, art.4.3c), en additieven, welke vanwege hun werking (gericht op een bepaald doel) aan de mest worden toegevoegd.

Voor nationale meststoffen geldt in het algemeen dat het stelsel van de Meststoffenwet geen verbod bevat om producten zoals additieven, niet zijnde rest- of afvalstoffen, toe te voegen aan meststoffen mits de meststoffen waaraan het additief is toegevoegd, voldoen aan de eisen, bedoeld in het tweede lid van artikel 4 Ubm. Belangrijke eis is daarbij dat de meststof onder normale gebruiksomstandigheden geen schadelijke gevolgen voor de gezondheid van mens, dier of plant of voor het milieu heeft (artikel 6, derde lid, Ubm). Om duidelijkheid te creëren bij gebruikers en uitvoerende instanties over wat wel en niet is toegestaan is het wenselijk om het toevoegen van additieven aan dierlijke mest te reguleren.

Op dit moment is het toevoegen van additieven niet gereguleerd in de meststoffenwet.

Vraagstelling

Om te onderzoeken hoe het gebruik van additieven in de mest moet plaatsvinden om gezondheid van mens, dier en milieu te waarborgen en hoe dit te reguleren in de Meststoffenwet, vragen wij de CDM om een advies. Hierbij vragen we in ieder geval antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Kunt u verkennen welke categorieën additieven kunnen worden onderscheiden op basis van het werkingsmechanisme?
2. Kunt u hierbij beantwoorden hoe de samenstelling van de mest verandert op basis van het werkingsmechanisme?
3. Waarop zouden deze categorieën additieven gecontroleerd moeten worden om de gezondheid van mens, dier en milieu te waarborgen bij gebruik in een meststof? Hierbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar risico's wat betreft emissies, bodemgezondheid en waterkwaliteit.

Hierbij vragen wij tussentijds contact op te nemen met LVVN over de voortgang en of er op basis van de verkenning tot dan toe onduidelijkheden zijn.

Bijlage 2 Samenstelling Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Rol	Expertise	
Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Beleidstransformaties voor duurzame samenleving	Prof.dr. M.A. Wiering Radboud Universiteit Nijmegen
	Milieutechnologie en Resource use	Prof. dr.ir. E. Meers Universiteit Gent
	Precisielandbouw/Smart Farming	Dr.ir. C.G. Kocks AERES Hogeschool
	Regeneratieve graslandsystemen	Prof.dr.ir. N.J.M. van Eekeren Wageningen Universiteit
Voorzitter	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof. dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Universiteit
Secretaris	Waterkwaliteit	Ir. E.M.P.M. van Boekel Wageningen Universiteit
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr. Lena Schulte-Uebbing PBL, Den Haag

Bijlage 3 Overzicht mestadditieven

Tabel B3.1 *Overzicht van mestadditieven, mede gebaseerd op Klijberg et al., (2020) en aangevuld en geactualiseerd. Het overzicht omvat niet alle bestaande mestadditieven, maar geeft een aantal relevante mestadditieven per categorie.*

Categorie	Type	Naam product	Bedrijf	Samenstelling/actieve ingrediënten	Toepassing	Doel/Claim	Beschikbaarheid
Remmers	Nitrificatieremmers Denitrificatieremmers Ureaseremmers Methaanremmers	Limus	BASF	N-Butyl-Phosphorotoic Triamide (NBPT) en N-Propyl-Phosphorotoic-Triamide (NPPT)	Mest	NH3 en CO2-emissiereductie	Ja
		Piadin	SKW Piestertiz	Triazool, methylpyrazol	Mest	NH3 emissiereductie en betere opname	Ja
		Ampligan/Vizura/vibelsol/top flow entec (DMPP)	BASF	DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate)	Mest	NO3 en N2O emissiereductie en betere opname	Ja, onder de naam vizura voor minerale mest
		Eminex	Alzchem	43% Calciumcyaanamide (CaCN2)	Mest	CH4 emissiereductie	Ja
		Atmowell	SKW Piesteritz	Ureaseremmer	Stal	NH3 emissiereductie	Ja
Zuren	Minerale zuren Organische zuren	HARSØ slurry acidification system	HARSO Maskiner A/S	Niet bekend	Mest	NH3 emissiereductie	Niet bekend
		Jh acidification NH4+ system	JH Agro A/S	96% Zwavelzuur	Mest	NH3 en CH4 emissiereductie en betere opname	Niet bekend
		Kyndestoft Slurry acidification system	Kyndestoft Maskinfabrik	Zwavelzuur	Mest	NH3 emissiereductie	Niet meer beschikbaar onder deze naam
		Ørum TF-12	Orum Smeden	Niet bekend	Mest	NH3 emissiereductie	Ja
		SyreN	Biocover A/S	96% zwavelzuur	Mest tijdens toediening	NH3, CH4 en N20 emissiereductie en betere opname	Ja
Loog	Natronloog	Natronloog 30%	MS Schippers	30% Natronloog	Mest	NH3 emissiereductie	Ja
Zouten	MgCl2 CaCl2 Ijzerzouten Aluminiumzouten Chloorwater (EOW)	Magnesiumchloride Aqua	Nedmag B.V.	32% Magnesiumchloride (MgCl2)	Mest	NH3 emissiereductie	Ja
		Berkana	Agrivital International	Magnesiumsulfaat (MgSO4*7H2O)	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja
		BVP-M (BioVitall Powder for manure)	Fadu International	Zout opgelost in (zuurstofrijk)water	Mest	NH3, CH4, N2O en geur emissiereductie	Ja, voor minerale mest
		Triune	AgriBiotica (MS Schippers)	Polycarboxylaat zouten, water en monomeer resten	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie en betere opname	Ja
		Ferro chloride S 14	Ferro Duo	IJzersulfaat	Mestverwerking	NH3, CH4 en CO2-emissiereductie	Ja

Categorie	Type	Naam product	Bedrijf	Samenstelling/actieve ingrediënten	Toepassing	Doel/Claim	Beschikbaarheid
Klei	Zeoliet Bentoniet	Optizec-zeolite	Beterland B.V.	Zeoliet (Clinoptiloliet)	Mest	NH3, NO3 en geur emissiereductie en betere opname	Ja
		Zeofarm Stable	Zeolite products	Zeoliet (Clinoptiloliet)	Mest	NH3, NO3 en geur emissiereductie en betere opname	Ja
		Mest Aktiv	Aast Agro	Zeoliet (Clinoptiloliet)	Mest	NH3 emissiereductie en verbetering stalklimaat	Ja
Anorganische boxstrooisels	Kalk Klei Zand	Active NS	FCSI ApS	Natuurlijke kleimineralen	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja
		AMFA	Agriminerals	Natuurlijke kleimineralen	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja
		Bentoniet kleien	Cebo Holland	Bentoniet kleien	Stal	NH3, CH4 en N2O emissiereductie	Ja
Organische boxstrooisels	Stro Zaagsel Kaf	stro	Divers		Stal	NH3 en CH4 emissiereductie	Ja
		Steenmelen	Actimin Gesteentemeel, Divers		Stal	NH3 emissiereductie	Ja
		kaf	Divers		Stal	NH3, CH4 en N2O emissiereductie	Ja
Andere organische mestadditieven	Humuszuren Olien	Alamask 518B en 151A en Alamask M-X	Niet bekend	Natuurlijke olies	Mest	geur emissiereductie	Niet bekend
		Biohumat mest	BIOhumat - Bunders	Huminezuur verbindingen	Mest	NH3, NO3 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	Ja
		Olien (stof); Carvacol + pinene; eugenol; glycerol; ocmium basilcum; peppermint black mitcham; hyssopus officinalis	Divers	Mogelijk als tributylphosphate of ocatnoic acid, raapzaadolie, hyssopus, peppermint black mitcham	Mest	NH4 emissiereductie en schuimreductie	Ja
		Humuszuren	Humin tech	Humuszuren	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja, verschillende producten
Reinigings-middelen	Surfactants (zepen) Oxidanten Biociden	MS Defoam Concentrate	MS Schippers	1-heptanol,2-propul,7EO (Ethylan 1008W)	Mest	homogene mest, minder kans op schuimvorming, mest is makkelijker te verwerken	Ja
		MS Manure Proof en MS Madendood	MS Schippers	Magnesiumsulfaat heptahydraat, natriumchloride	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja
		Anti schuim	Orthovit	1,2-benzisothiazool-3(2H)-on	Stalvloer	Werkt tegen schuim	Ja
		Loxyde	De Jong Ecoservices	H2O2	Mestverwerking	NH3, CH4 en geuremissiereductie	Ja
		Octeri/peraclean	Ovenik	H2O2	Mestverwerking	NH3, CH4 en geuremissiereductie	Ja
		Oxyboost	Hydropassion	H2O2	Mestverwerking	NH3, CH4 en geuremissiereductie	Ja
		Perfoshield	Agreo solutions	H2O2	Mestverwerking	NH3, CH4 en geuremissiereductie	Ja
		GierO2	Loxyde	H2O2	Mest	NH3 emissiereductie	Ja
		KMnO4	Modi chemical en HD chemical	KMnO4	Mestverwerking	NH3, CH4 en geuremissiereductie	Ja

Categorie	Type	Naam product	Bedrijf	Samenstelling/actieve ingrediënten	Toepassing	Doel/Claim	Beschikbaarheid
Elektrisch	Stikstof via plasma/elektriciteit	N2-behandelingsunit	N2 applied	Luchtcompressor, plasmasysteem en absorptietank	Mestverwerking	NH3 en CH4 emissiereductie	Ja
Structuur-vormers	Stro Biochar	Divers	Divers			NH3 en P emissiereductie	Ja
Vlokmiddelen	Polyacrylamide	Polyacrylamide; polyamine	Nuoer	PAM	Mestverwerking	NH3, CH4 en fosfaat emissiereductie	Ja, alleen toegestaan voor specifieke mest soorten
Microben en enzymen	Talloze cocktails	Aero Activ	LLINQ BV	Bacteriën en nutriënten	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	Lijkt niet meer te bestaan
		Biobax/Biobac	Fontijn Inter	Micro-organismen en voedingsbodem	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Niet meer beschikbaar onder deze naam
		Manure Pro	Lallemand Animal Nutrition	Bacteriën en enzymen	Mest	NH3 emissiereductie en betere opname	Ja
		Kopros	Novus-AgroEcology	Bruinalgen, cyanobacteriën, bacteriën, schimmels met enzymen en voedingsbodem	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	Ja
		AgriMestMix &&	Rinagro B.V.	Micro-organismen en mineralen	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	Ja
		Animal Life Plus - Spray	Animal Life Plus B.V.	6 bacteriële stammen	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Beschikbaar, maar bedoelt voor stalhygiene
		Bacteriolit	Crehumus B.V.	Schimmels, gisten en bacteriën	Mest	NH3 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	Ja
		BioAktiv-MZ	Topturn Special Products	Aerobe bacteriën op een draagstof van NaCl of CaCO3	Mest	NH3 en geur emissiereductie, bodemverbetering	Ja
		BioMest	Hoogrendement B.V.	Melkzuurbacteriën, rietsuiker, mineralen en water	Mest	NH3 en geur emissiereductie, betere opname en bodemverbetering	
		Biomix	Innnoresult	Micro-organismen	Mest	NH3 emissiereductie en betere opname	Ja
		Microferm & promest	E.M. agriton B.V.	Melkzuurbacteriën en gisten	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie, betere opname	Ja
		Multikraft EM	Multikraft	Micro-organismen	Mest	NH3 en geur emissiereductie, verbetering stalklimaat	Ja
		Proferta	Synvital	Bacteriën en enzymen	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Niet meer verkrijgbaar onder deze naam
		Progress	Micro nutritions B.V.	micro-organismen en mineralen	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie, beter opname en bodemverbetering	Niet meer verkrijgbaar onder deze naam, nu slurry + drijfmestverbeteraar

Categorie	Type	Naam product	Bedrijf	Samenstelling/actieve ingrediënten	Toepassing	Doel/Claim	Beschikbaarheid
		Slurry king cattle & pig	Epizym ltd	13 bacterie stammen, enzymen en andere biochemische stoffen	Mest	NH3, CH4 en geur emissiereductie	Ja
Organische mestadditieven t.b.v verzuring	Melasse Siroop Appelpulp Weipermeaten Etc.	Divers	Divers		Mest	NH3 en CH4 emissiereductie	Nog niet allemaal toegestaan
Water		Divers	Divers	Water	Mest	NH3 emissiereductie	Ja
Mechanisch		Slurry Bubble system	Linton and Robinson Environmental	Lucht	Mest	NH3 en geur emissiereductie	Ja