

Postbus 47 | 6700 AA Wageningen

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Strategie, Kennis en Innovatie (SKI)
t.a.v. directeur ir. A. de Veer
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Geachte mevrouw De Veer,

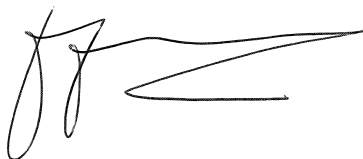
Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een advies opgesteld over de effecten van zodenbemesting van met water verdunde dunne mest op grasland op zandgrond (Bijlage 1). Zodenbemesting is een emissiearme techniek, waarbij de mest in sleuven in de grond wordt toegediend.

Er zijn geen resultaten beschikbaar uit empirisch onderzoek over de effecten van verdunning van mest bij zodenbemesting op zandgrond. Daarom zijn de effecten via expert judgement afgeleid. Het verdunnen van mest met 0,5 deel water op 1 deel mest leidt naar verwachting tot een emissiereductie van 20–30%, bij zodenbemesting van grasland op zandgrond. De verwachte totale emissiereductie is 1,9–2,8 kton ammoniak, als op grasland op zandgrond alle mest verdund zou worden toegediend. Ter vergelijking, de totale ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw was 111 kton in 2018 en de totale emissie bij mesttoediening 40 kton.

De beschikbaarheid van water kan in de praktijk een belemmering vormen voor het verdunnen van mest. De mogelijke emissiereductie zal daardoor waarschijnlijk lager zijn dan 1,9–2,8 kton per jaar. Bij toepassing van verdunning van mest worden extra kosten gemaakt voor watervoorziening, technische aanpassingen aan machines, transport en arbeid. Ook neemt het brandstofverbruik en de CO₂-emissie bij mesttoediening toe. Andere neveneffecten, zoals meer lachgasemissie en bodemverdichting, kunnen niet worden uitgesloten. Er is experimenteel onderzoek nodig om de effecten van de verdunning van dunne mest toegediend via zodenbemesting op ammoniakemissie en neveneffecten beter te kwantificeren.

Ik hoop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben.

Hoogachtend,



Prof. dr. Oene Oenema

cc. Mevr. drs. M. Beens, Directeur Directie PAV, ministerie van LNV
Dhr. Mr. H.J. van Kasteel, Directie DAD, ministerie van LNV
Dr.ir. G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

Wettelijke
Onderzoekstaken
Natuur & Milieu

DATUM
6 januari 2020

ONDERWERP
CDM-advies 'Effecten van
verdunning van mest bij
mestaanwending op
zandgrond'

ONS KENMERK
2000558/WOTN&M/JvSE

POSTADRES
Postbus 47
6700 AA Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 101 / Bodenummer
554
Droevendaalsesteeg 3
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

KvK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
J.W. van Silfhout-Eimers

TELEFOON
0317-485471

E-MAIL
jolanda.vansilfhout@wur.nl

Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenvatting

Het ministerie van LNV werkt aan oplossingen voor het stikstofprobleem. Een van de oplossingsrichtingen is de beperking van de ammoniakemissie bij de aanwending van dierlijke mest op landbouwgronden. Het ministerie van LNV heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd advies uit te brengen over mogelijke effecten van aanwenden van met water verdunde dunne mest via zodenbemesting op zandgrond. Zodenbemesting is een emissiearme techniek, waarbij mest in sleuven in de grond wordt toegediend. Zodenbemesting wordt toegepast op grasland op zandgrond.

Onderzoek laat zien dat de ammoniakemissie bij bovengrondse (breedwerpige) mestaanwending aan grasland met meer dan 50% vermindert als de mest wordt verdund met water. Toediening met een sleepvoetbemester, waarbij mest in strookjes op de bodem wordt toegediend, leidt tot een reductie van 20-50% als de mest wordt verdund. Er zijn geen resultaten uit empirisch onderzoek beschikbaar over effecten van verdunnen van mest op ammoniakemissie bij zodenbemesting op zandgrond.

Er wordt geschat dat een emissiereductie van 20-30% kan worden gerealiseerd door het verdunnen van mest met 0,5 deel water op 1 deel mest bij zodenbemesting op grasland op zandgrond. De reductie wordt lager ingeschat dan bij bovengrondse aanwending en sleepvoetbemesting, omdat de mest bij zodenbemesting in sleuven in de bodem wordt toegediend. Als alle mest die aan grasland op zandgrond met een zodenbemester wordt toegediend verdund zou worden, dan zou de reductie in emissie bij mestaanwending 1,9-2,8 kton ammoniak bedragen. De totale ammoniakemissie door mestaanwenden was 40 kton en de totale emissie uit de Nederlandse landbouw was 111 kton in 2018 (voorlopige cijfers). Er is experimenteel onderzoek nodig om de effecten van de verdunning van dunne mest op de ammoniakemissie bij zodenbemesting op zandgrond nauwkeurig te kunnen kwantificeren.

Ondanks dat de hoeveelheid water die nodig is om te verdunnen relatief beperkt is (maximaal 3,5 mm per jaar), kan op zandgrond de beschikbaarheid van water een belemmering vormen. Er is berekend dat ongeveer de helft van alle landbouwpercelen op zandgronden voor minimaal 10% van de omtrek grenst aan oppervlaktewater. Als wordt aangenomen dat alleen op dit areaal met water verdunde mest kan worden toegediend, dan zal de reductie de helft (1,0-1,4 kton NH₃) van de maximale reductie bedragen. Indien er niet voldoende oppervlaktewater in de buurt beschikbaar is, dan zou grond-, regen-, spoel- of kraanwater gebruikt moeten worden bij een verplichting tot verdunning. Hierbij kan gedacht worden aan het slaan van extra waterputten of het opvangen van hemelwater van daken en/of spoelwater uit stallen.

De effecten van mestverdunning op lachgasemissie zijn onbekend, maar een toename mag niet worden uitgesloten. Het risico op uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat zal niet of nauwelijks veranderen, omdat de hoeveelheid water die wordt toegediend beperkt is. De stikstofbenutting door het gewas neemt mogelijk iets toe. De hoeveelheid mest die moet worden toegediend neemt sterk toe bij verdunning. Dit vraagt om extra mesttransport en dus brandstof en dit leidt tot een hogere CO₂-emissie. Het risico op extra bodemverdichting is afhankelijk van de methode van toediening, maar is waarschijnlijk beperkt. Bij toepassing van waterverdunning bij zodenbemesting zullen extra kosten gemaakt moeten worden voor watervoorziening, technische aanpassingen aan machines, transport en arbeid.

Inleiding

Het ministerie van LNV werkt aan oplossingen voor het stikstofprobleem. Hierbij wordt gezocht naar maatregelen die de emissies (uitstoot) van ammoniak (NH_3) uit de landbouw verder substantieel en tegen acceptabele kosten doen verminderen. Een van de oplossingsrichtingen is de beperking van de ammoniakemissie bij de aanwending van dierlijke mest op landbouwgronden. De aanwending van dierlijke mest is een belangrijke bron van ammoniak; 40 kton van de 111 kton totale emissie uit de landbouw in 2018 (voorlopige cijfers).

Het verdunnen van dunne runder- en varkensmest met water vermindert de ammoniakemissie bij bovengrondse (breedwerpige) aanwending van mest met meer dan 50% op verschillende grondsoorten (Huijsmans en Verwijs, 2008) en bij toediening van mest met een sleepvoetbemester met 20-50% op klei- en veengrond (Huijsmans et al., 2015; 2017). Deze reducties zijn afhankelijk van de mate van verdunning. Bij sleepvoetbemesting wordt de mest in strookjes op de bodem gebracht.

Er is geen empirisch onderzoek uitgevoerd naar de effecten van verdunnen van dunne mest met water op de ammoniakemissie bij toediening via zodenbemesting. Zodenbemesting is de meest toegepaste mestaanwendingstechniek voor grasland op zandgrond (meer dan 85% van de mest op grasland op zandgrond wordt met een zodenbemester toegediend volgens de landbouwtelling). Zodenbemesting is een emissiearme mestaanwendingstechniek waarbij de mest in sleufjes in de grond wordt gebracht. De ammoniakemissiefactor van zodenbemesting op grasland is 19% van de ammoniakale stikstof (TAN) die in de dunne mest aanwezig is (Huijsmans & Schils, 2009). De emissiefactor van sleepvoet op grasland is 31% en die van bovengrondse toediening 71%. Deze emissiefactoren worden gebruikt voor de jaarlijkse berekening van ammoniakemissie in Nederland met het model National Emission Model Agriculture (NEMA; Lagerwerf et al., 2019; Van Bruggen et al., 2019). De met NEMA berekende emissies worden door Nederland gerapporteerd in het kader van internationale verplichtingen van de EU en VN.

Verdunning van dunne mest met water bij toepassing van zodenbemesting zou mogelijk kunnen leiden tot een extra reductie van de ammoniakemissie en dus tot een kleinere emissiefactor dan de huidige 19%. Maar het is nu onduidelijk met hoeveel procent. In het stikstofplan 'Uit de gecreëerde stikstofimpasse' van het Landbouw Collectief (2019) wordt aangenomen dat, rekening houdend met weersomstandigheden en bodemgesteldheid, de emissie van ammoniak met 40% of meer daalt als tot 50% water wordt toegevoegd bij zodenbemesting op grasland. In dit plan wordt geschat dat indien deze maatregel op alle zand- en kleipercelen wordt toegepast, de ammoniakemissie met 8 kton (miljoen kg) wordt gereduceerd in Nederland.

Het ministerie van LNV heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd advies uit te brengen over de mogelijke effecten van met water verdund toedienen van dunne mest via de zodenbemester op zandgronden (bijlage 1). In de adviesaanvraag zijn vijf vragen gesteld. In de navolgende notitie zijn alle vragen beantwoord.

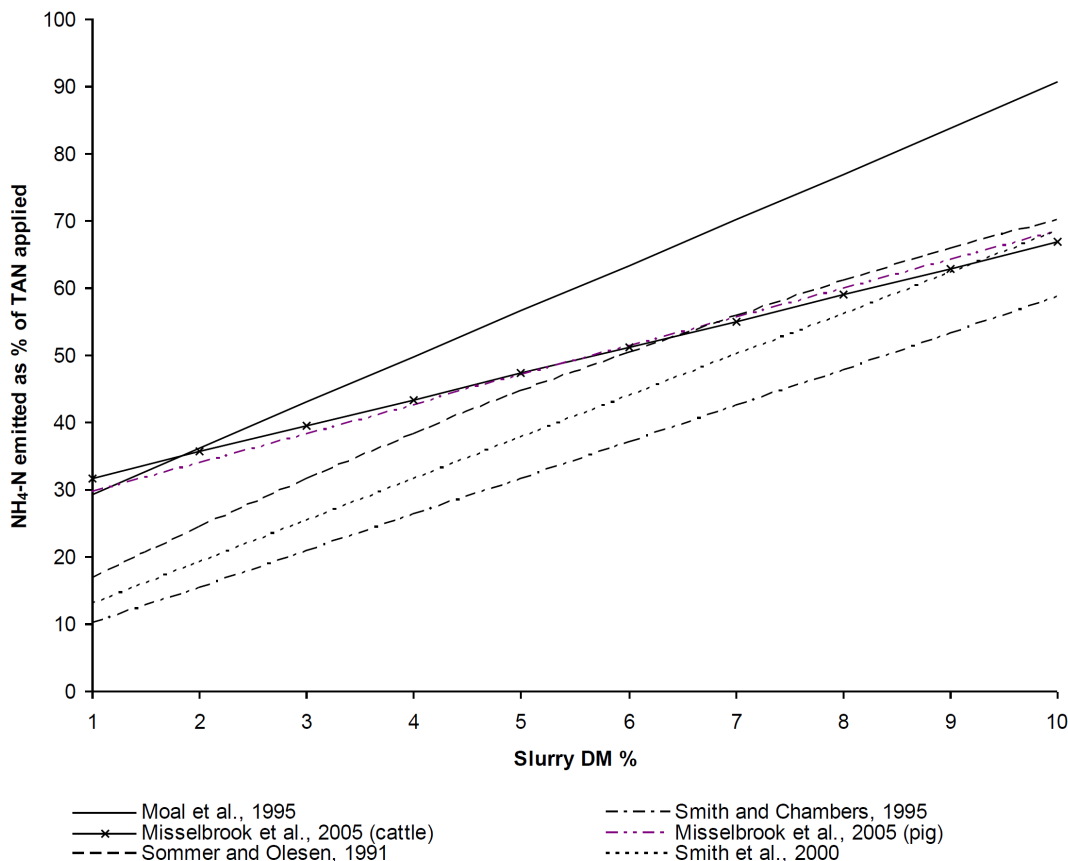
Het advies moest met spoed worden opgeleverd. De CDM heeft een werkgroep gevormd om de door het ministerie gestelde vragen te beantwoorden. De werkgroep bestond onderzoekers en experts op het gebied van mestaanwending en ammoniakemissie: W. Bussink (NMI), H. Krebbers (Delphy), H. van Schooten (WUR), J. Huijsmans (WUR), G. Migchels (WUR), G. Velthof (WUR), en O. Oenema (WUR).

De vragen van het ministerie van LNV zijn ook aan vijf internationale experts gestuurd, die allen gereageerd hebben. Deze experts zijn prof. T. Misselbrook (Rothamsted Research, VK), prof. D. Chadwick (University of Bangor, VK), dr. P. Demeijer (ILVO, België), prof. S. Sommer (Aarhus University, DK) en dr. N. Hutchings (Aarhus University, DK). Hun reacties zijn in het advies verwerkt.

Reductie van ammoniakemissie

Factoren

Ammoniakemissie uit dunne mest is beperkt als het contactoppervlak van de mest met de lucht beperkt is. De methode van mestaanwending bepaalt het contactoppervlak van mest met lucht en heeft daardoor een groot effect op ammoniakemissie. De ammoniakemissie neemt af in de volgorde: bovengronds > sleepvoet > zodenbemesting > injectie. Andere factoren die kunnen leiden tot minder ammoniakemissie bij de toediening van dunne mest aan de bodem zijn (i) de weersomstandigheden (regenval, wind), (ii) het droge-stofgehalte van de mest, (iii) de pH van de mest, (iv) het vochtgehalte van de bodem, (v) de pH van de bodem, (vi) de binding van ammonium in mest aan bodemdeeltjes, (vii) de opname van de ammoniakale stikstof door het gewas (waarbij de bodem rondom de wortels verzuurt), en (viii) nitrificatie van ammonium tot nitraat (leidt ook tot verzuring). Verdunde mest dringt beter de bodem in dan dunne mest met een relatief hoog droge-stofgehalte, waardoor bij verdunde mest de drijvende kracht voor ammoniakemissie daardoor lager is. Mest met een hoog drogestofgehalte heeft een hogere ammoniakemissie dan mest met een laag drogestofgehalte (Bittman et al., 2014; Figuur 1). Dit indringingseffect speelt ook een belangrijke rol bij de relatief lage ammoniakemissie bij beweiding; urine dringt gemakkelijk in de bodem waardoor de ammoniakemissie relatief gering is (Bussink, 1996).



Figuur 1. Relatie tussen de ammoniakemissie in % van TAN (verticale as) en het drogestofgehalte van drijfmest (in %, horizontale as) bij bovengrondse breedwerpige toediening van drijfmest in zes buitenlandse studies (Bittman et al., 2014). Dunne rundermest in Nederland heeft gemiddeld een drogestofgehalte van 9,2%, dunne vleesarkensmest 10,7% en dunne zeugenmest 6,7% (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen¹).

¹ Adviesbasis bemesting Grasland en Voedergewassen: <https://edepot.wur.nl/413891>

Effecten van verdunning bij bovengrondse toediening

Huijsmans en Verwijs (2008) hebben de resultaten van onderzoek uit de jaren '90 over ammoniakemissie bij toepassen van verdunde mest bij bovengrondse mesttoediening samengevat. Bij een verdunning van 1 op 3 (1 deel mest, 3 delen water) was de gemiddelde emissiereductie meer dan 50% (18-73%).

In onderzoek van Huijsmans et al. (2015; 2017) naar toediening van dunne mest via de sleepvoet op veen- en kleigronden werd een reductie van de ammoniakemissie van 20–50% gevonden. Bij een verdunning van 2 delen mest op 1 deel water bij toediening met de sleepvoet werd gemiddeld een vergelijkbaar emissieniveau gevonden als bij zodenbemesting (onverdunde mest).

Effecten van verdunning bij zodenbemesting

Er is geen empirisch onderzoek gedaan naar de ammoniakemissie uit verdunde mest die wordt toegediend aan zandgronden met een zodenbemester. Ook in het buitenland zijn er geen resultaten van empirisch onderzoek naar de effectiviteit van verdunning van mest op de ammoniakemissie bij zodenbemesting beschikbaar. De buitenlandse experts geven op basis van expert-judgement aan dat ze verwachten dat het verdunnen van mest zal leiden tot een verdere vermindering van ammoniakemissie bij toediening via de zodenbemester. De experts geven daarnaast aan dat het positieve effect van verdunning van mest deels mogelijk weer beperkt wordt indien er vaker mest moet worden toegediend om een bepaalde stikstof- of fosfaatgift te realiseren. Ook geven de buitenlandse experts aan dat de sleuf met mest niet moet worden verbreed als er meer volume wordt toegediend; dit leidt tot een hogere emissie (Hansen et al. 2003). Er kan in dit advies dus alleen een schatting worden gegeven van de emissiebeperking, bij toediening van verdunde dunne mest via zodenbemesting. Om de effecten van verdunning van dunne mest op de ammoniakemissie bij zodenbemesting op zandgrond nauwkeuriger te kunnen afleiden, dient experimenteel onderzoek te worden uitgevoerd (zie verderop in het advies).

Na de introductie van zodenbemesting begin jaren '90 is er een trend over de jaren vastgesteld waarbij de ammoniakemissie bij zodenbemesting is gestegen (Huijsmans & Schils, 2009). Deze hogere emissie is mogelijk te verklaren door een andere uitwerking/toepassing van zodenbemesting in de praktijk dan oorspronkelijk het geval was. Hierbij valt onder andere te denken aan minder diep werken, zodat minder trekkracht gevraagd wordt en daarmee de capaciteit van de machine kan stijgen of brandstof kan worden bespaard. Op basis van deze trend is een emissiefactor van zodenbemesting op grasland afgeleid van 19% (Huijsmans & Schils, 2009) en toegepast in de monitoring van ammoniakemissie met behulp van NEMA (Meest recente rapport: Van Bruggen et al., 2019). De gemiddelde emissiefactor zonder rekening te houden met de trend is 16% (Huijsmans & Schils, 2009). Spreiding rondom deze emissiefactor wordt mede bepaald door onder andere het weer, grondsoort, mestsoort- en samenstelling en mogelijk de netheid van de toediening (Huijsmans et al., 2018). Groenestein et al. (2017) geven aan dat een lagere emissie bereikt kan worden door een goede werking van de zodenbemesting (onder andere door afstelling van de toedieningsapparatuur), waarbij alle mest goed in sleuven wordt toegediend. De effectiviteit van deze maatregel is mogelijk afhankelijk van de grondsoort. Groenestein et al. (2017) schatten dat de emissie bij zodenbemesting met 25% kan worden gereduceerd ten opzichte van de emissiefactor van 19%.

De werkgroep die het onderhavige advies heeft opgesteld schat dat een ammoniakemissiereductie van gemiddeld 25% haalbaar moet zijn als bij toepassing van zodenbemesting met verdunde mest de sleufbreedte en -diepte juist zijn afgesteld en de hoeveelheid mest niet te groot is waardoor de mest goed in de sleuf past. De geschatte reductie is minder groot dan de reducties (20 – 50%) die empirisch zijn vastgesteld bij bovengrondse toediening (breedwerpig en sleepvoet), omdat bij zodenbemesting het contactoppervlak van de mest (in sleuven) met de lucht kleiner is dan bij bovengrondse toediening. Het is echter niet uit te sluiten dat een grotere reductie haalbaar is dan 25%, maar dit dient experimenteel te worden vastgesteld. Anderzijds kan de toediening van een grote hoeveelheid verdunde mest (om dezelfde hoeveelheid stikstof of fosfaat toe te dienen) leiden tot minder emissiereductie indien de verdunde mest in de sleuven boven het maaiveld uitkomt (wat wettelijk niet mag). Het weer (vochtgehalte van de bodem)

is een belangrijke factor die de emissie uit verdunde mest bepaalt; hoe natter de bodem, hoe minder diep de stikstof uit mest in de bodem dringt. Er wordt door de werkgroep geschat dat de emissiereductie door verdunnen van mest bij zodenbemesting op grasland op zandgrond waarschijnlijk 20 – 30 % zal zijn, waarbij niet mag worden uitgesloten dat de reductie hoger of lager is dan deze bandbreedte. Er wordt in dit advies uitgegaan van een verdunning van 0,5 deel water op 1 deel mest.

Schatting van emissiereductie door verdunnen van mest bij zodebemesting op grasland in Nederland

De bijdrage van zodenbemesting op grasland aan de totale ammoniakemissie op alle grondsoorten bedraagt 14,6 kton NH₃ en bij zodenbemesting op bouwland 3,6 kton; in totaal 18,1 kton (Tabel 1). De totale ammoniakemissie door mestaanwenden is 40 kton en de totale emissie uit de Nederlandse landbouw bedraagt 111 kton (voorlopige cijfers voor 2018).

Het ministerie van LNV vraagt om een advies voor zandgronden. Volgens de landbouwtelling wordt 64% van de zodenbemesting op grasland toegepast op zandgrond; de overige 36% wordt toegepast op löss (1%), klei (26%) en veen (9%; Tabel 2). De totale ammoniakemissie door zodenbemesting op grasland op zandgrond is dan $0,64 \cdot 14,6 = 9,3$ kton NH₃ en de emissie door zodenbemesting op grasland op löss, klei en veen bedraagt 5,3 kton.

Tabel 1. Ammoniakemissie bij zodenbemesting op alle grondsoorten, voorlopig cijfers NEMA 2018 (kton NH₃).

	Grasland	Bouwland onbeteeld	Bouwland beteeld	Totaal
Rundvee				
melk- en kalfkoeien	10,8	0,6	0,4	11,7
jongvee incl. folstieren	1,9	0,2	0,1	2,2
zoog-, mest- en weidekoeien	0,1	0,0	0,0	0,1
overig vleesvee excl. vleeskalveren	0,2	0,0	0,0	0,3
Vleeskalveren	0,3	0,2	0,2	0,6
Varkensmest				
vleesvarkensmest - dunne mest	0,4	0,4	1,1	1,9
folvarkensmest - dunne mest	1,0	0,1	0,3	1,4
Totaal	14,6	1,5	2,1	18,1

Als alle mest, die in Nederland aan grasland op zandgrond met een zodenbemester wordt toegediend, verdund zou worden dan zou de reductie in ammoniakemissie 1,9 – 2,8 kton NH₃ bedragen als een reductie van 20 – 30% wordt aangenomen. Er is hierbij aangenomen dat de mest verdund wordt bij aanwending. Als de mest in de opslag wordt verdund met water, dan zullen ook de emissies uit de stal en mestopslag mogelijk lager worden. Nb. als ook de mest die op de andere grondsoorten dan zandgrond met een zodenbemester wordt toegediend met water wordt verdund, dan kan een hogere reductie worden gerealiseerd. Mogelijk is het effect van verdunning op löss, klei en veen kleiner dan op zand omdat het vochtgehalte van deze gronden in het algemeen hoger is en de mest daardoor minder diep in de bodem kan dringen.

Ondanks dat de hoeveelheid water die nodig is om te verdunnen relatief beperkt is (maximaal 3,5 mm per jaar), kan op zandgrond de beschikbaarheid van water een belemmering vormen voor het verdunnen van mest. Indien er niet voldoende oppervlaktewater in de buurt beschikbaar is, dan zou grond-, regen-, spoel-

of kraanwater gebruikt moeten worden bij een verplichting tot verdunning. Op basis van een studie in het kader van Kaderrichtlijnwater werd berekend dat ongeveer 50% van alle landbouwpercelen op zandgronden in Nederland voor minimaal 10% van de omtrek grenst aan oppervlaktewater (Bijlage 2). Als wordt aangenomen dat alleen op dit areaal met water verdunde mest moet worden toegediend, dan zal de reductie 1,0 – 1,4 kton NH₃ per jaar bedragen.

In kader van het project Proeftuin Natura 2000 Overijssel is in 2018 een berekening uitgevoerd naar de hoeveelheid hemelwater en spoelwater die beschikbaar is voor verdunning van mest op een melkveebedrijf (Bijlage 3). Uit deze berekening blijkt dat met het opvangen van hemelwater op daken van bedrijfsgebouwen in 80-90% van de benodigde hoeveelheid water op een bedrijf kan worden voorzien die nodig is voor het verdunnen van de mest. Wanneer daarnaast ook het spoelwater van de melkstal kan worden opgevangen dan kan volledig in de benodigde hoeveelheid worden voorzien en daarmee de geschatte 1,9 – 2,8 kton NH₃ emissiereductie.

In het stikstofplan 'Uit de gecreëerde stikstofimpasse' van het Landbouw Collectief wordt aangegeven dat in een aantal delen van het land er onvoldoende water beschikbaar is in de sloten. Er wordt aangegeven dat op deze plaatsen putten moeten worden geslagen om grondwater te gebruiken. De kosten worden door het Landbouw Collectief geschat op 30.000 Euro per put. Ook wordt aangegeven dat een vergunning is vereist voor het plaatsen van putten. Het opvangen van hemelwater lijkt een goedkopere optie.

Tabel 2. Aandeel van gebruik zodenbemester (2015-2017) (Bron: database model INITIATOR op basis gegevens landbouwtelling 2015, 2016 en 2017).

	Gebruik zodenbemester per grondsoort, % van het areaal				
	Zand	Loess	Klei	Veen	Totaal
Grasland	64	1	26	9	100
Bouwland (onbeteeld)	19	1	79	2	100
Beteeld bouwland	2	2	96	0	100

Eisen

Uit het onderzoek naar toepassing van verdunning met een sleepvoetbemester blijkt dat de reductie afhankelijk is van de verdunning (Huijsmans et al.; 2015, 2017). Bij zodenbemesting moet gezorgd worden dat de toegediende (verdunde) mest in de sleuf blijft en niet boven het maaiveld uitkomt. Hoe groter de verdunning hoe groter het volume verdunde mest dat wordt toegediend bij een bepaalde stikstof- of fosfaatgift. Ook neemt het aantal vrachten toe indien er met meer water wordt verdund. Een verhouding water : mest van 0,5 : 1 lijkt geschikt, maar de effectiviteit van deze verdunning moet experimenteel worden vastgesteld.

Neveneffecten

Lachgasemissie

Het broeikasgas lachgas wordt in de bodem onder zuurstofarme omstandigheden geproduceerd tijdens de microbiële processen nitrificatie en denitrificatie. Het ammoniakemissie-arm toedienen van mest leidt meestal tot een hogere directe lachgasemissie en tot een lagere indirecte lachgasemissie (van de stikstof die via ammoniakemissie naar elders is getransporteerd). De lachgasemissie bij bovengrondse mesttoediening bedraagt voor minerale gronden gemiddeld 0,4% van de toegediende stikstof en bij emissiearme mesttoediening 1,1% (Velthof en Mosquera, 2011). De hogere emissie bij emissiearme mesttoediening wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van lokaal een hoog stikstofgehalte

(door beperking van ammoniakemissie) en een lager zuurstofgehalte (doordat de mest geconcentreerd in de bodem wordt gebracht) in de bodem.

Het toedienen van verdunde mest kan het risico op lachgasemissie mogelijk vergroten ten opzichte van onverdunde mest, omdat er meer stikstof in de bodem is (maar dit effect is beperkt; zo'n 6 kg N per ha² extra stikstof bij verdunning) en er waarschijnlijk een grotere kans is op zuurstofloze omstandigheden. Ook kan de gemakkelijk afbreekbare organische stof uit mest dieper in de bodem dringen en dit kan leiden tot lachgasproductie uit de reeds in de bodem aanwezige nitraat. Het is onbekend of er een significant effect is van de toediening van verdunde mest via zodenbemesting op lachgasemissie; dit dient door experimenteel onderzoek te worden vastgesteld.

Nitraatuitspoeling en oppervlakkige uitspoeling van stikstof en fosfaat

Nitraatuitspoeling naar het grondwater treedt op als nitraat in de bodemoplossing uit de wortelzone naar diepere bodemlagen spoelt. Nitraatuitspoeling treedt in Nederland vooral op in de periode oktober – maart. Tijdens het groeiseizoen is er gemiddeld genomen een neerslagtekort; alleen bij hevige en langdurige neerslag kan nitraat naar diepere bodemlagen spoelen. Afhankelijk van de verdunning en de mestgift (de hoeveelheid stikstof of fosfaat die wordt toegediend) bedraagt de hoeveelheid water die met verdunde mest wordt toegediend maximaal 3,5 mm per jaar. Het risico op nitraatuitspoeling zal door deze beperkte hoeveelheid water amper toenemen. Ook de extra hoeveelheid stikstof die in de bodem blijft door verdunning (zo'n 6 kg N per ha) zal op grasland, met een hoge stikstofopnamecapaciteit, niet leiden tot een noemenswaardige extra nitraatuitspoeling.

Ook het risico op afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater bij toepassing van de verdunde mest is beperkt. Omdat de verdunde mest beter in de bodem dringt, is het risico op afspoeling mogelijk kleiner bij verdunde mest. Een voorwaarde is wel dat de mesttoediening plaatsvindt onder omstandigheden dat de bodem voldoende opgedroogd is.

Beschikbaarheid van water

Ondanks dat de hoeveelheid water die nodig is voor verdunnen van mest beperkt is (maximaal 3,5 mm), kan de beschikbaarheid van water tijdens droge omstandigheden een limiterende factor zijn voor toepassing van deze maatregel. Ongeveer de helft van de zandgronden grenst aan oppervlaktewater, dat (deels van het jaar) beschikbaar kan zijn voor verdunning van mest. Als de maatregel op alle zandgronden moet worden toegepast dan zal ook grond-, regen-, spoel- en/of kraanwater moeten worden toegepast. Opvangen van hemel- en spoelwater (Bijlage 3) of het slaan van extra putten (Het Landbouw Collectief, 2019) zijn mogelijkheden om mest met water te kunnen verdunnen.

Toedieningsapparatuur

In het kader van de borging van alternatieve mesttoedieningstechnieken voor de sleepvoet heeft de CDM adviezen gegeven over de borging van systemen gebaseerd op verdunnen met water (CDM, 2017a). Voor de borging moeten er eisen worden gesteld aan het vaststellen van de hoeveelheden mest en water die worden aangevoerd, een meting die aantoont dat er water wordt gebruikt en de hoeveelheid verdunde mest die wordt toegediend in het veld, inclusief de locatie en tijd van toediening. Voor de controle op juiste toepassing van de techniek en handhaving dient het systeem voorzien te zijn van de verschillende technische voorzieningen, zoals bijvoorbeeld flow- en EC-meters en GPS. Borging en controle van een juiste werking van de alternatieve toedieningssystemen vraagt investeringen van de gebruiker (indicatie: meer dan 15.000 Euro per toedieningssysteem). Er zijn mogelijkheden om deze kosten voor borging fors te beperken als een EC-meter gebruikt wordt om de geleidbaarheid te meten en daarmee vast te stellen dat de mest is verdund (Mighels et al, 2019).

² Als er 250 kg N per ha dunne rundermest wordt toegediend aan grasland met een TAN-gehalte van 50% van totaal N, dan is de emissie bij zodenbemesting (19% van TAN): $250 * 0,5 * 0,19 = 24 \text{ kg NH}_3\text{-N per ha}$. 25% reductie betekent zo'n 6 kg N per ha.

Verder zijn er kosten voor keuring en registratie en kosten voor fabrikanten. Om zekerheid te creëren dat aan de eisen wordt voldaan, is voorgesteld om de toedieningssystemen periodiek te keuren en te certificeren (CDM, 2017a). Het totale bedrag nodig voor investeringen voor techniek, borging en handhaving van alternatieven voor sleepvoet werd destijds geschat op 13 miljoen Euro (CDM, 2017). Het opzetten van keuring, registratie en certificering zijn ook voor zodenbemesting toepasbaar en daar hoeven dan geen extra kosten voor gemaakt worden als deze gemaakt worden in verband met de verplichting voor sleepvoet. Anderzijds zijn er meer zodenbemesters dan sleepvoetmachines. Bij toepassing van waterverdunding bij zodenbemesting moet dus aan een vergelijkbaar bedrag gedacht worden als voor sleepvoetbemesting, maar dit is afhankelijk van de implementatiegraad en de wijze van borging. De aanpak en kosten van borgen en handhaven zijn voor vele maatregelen nog niet helder.

Bodemverdichting

Op veel zandgronden is sprake van verdichting van de ondergrond (bodemiaag onder de bouwvoor), door het berijden van de bodem met zware landbouwwerktuigen. Verdichting van de bodem kan resulteren in opbrengstderving en tot problemen met de waterhuishouding. Als verdunnen van mest er toe leidt dat mest met sleepslangen direct uit de mestput (of uit de mestcontainer naast het veld) wordt toegediend, in plaats van met een tank, dan zal het risico op verdichting afnemen. Indien het verdunnen van mest bij zodenbemesting er toe leidt dat er vaker bemest moet worden of vaker met zware machines mest wordt uitgereden, dan kan bodemverdichting toenemen. Bij een gelijk aantal mestgiften (keren uitrijden) zal de snelheid of pompcapaciteit worden aangepast en zal er niet een extra risico op bodemverdichting te verwachten zijn. Het risico op extra bodemverdichting is dus afhankelijk van de methode van toediening maar is waarschijnlijk beperkt.

Kunstmest

Als de benutting van de stikstof uit mest (zie volgende onderwerp) door verdunning toeneemt, dan kan de kunstmestgift worden beperkt. Hierdoor zullen de emissies aan ammoniak en lachgas uit kunstmest ook afnemen. De effecten zullen echter beperkt zijn; er zal zo'n 6 kg N per ha stikstof worden bespaard zoals eerder aangegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat de wettelijke stikstofwerkingscoëfficiënten voor mest op melkveebedrijven alleen afhankelijk zijn van wel of niet beweiden. De ruimte voor kunstmestgebruik zal bij de huidige differentiatie van stikstofwerkingscoëfficiënten voor mest niet veranderen als de stikstofwerking van mest wordt verhoogd door verdunning.

Benodigde tijd voor mestaanwending en energie

Als mest met 50% water (of meer) wordt verdund dan zal er meer volume mest moeten worden toegediend dan bij onverdunde mest bij dezelfde stikstof- of fosfaatgift. Dit vraagt extra tijd en dit kan mogelijk leiden tot problemen indien loonwerkers binnen een korte tijd veel mest moeten toedienen aan grasland.

Aangezien het aantal vrachten mest dat moet worden toegediend sterk stijgt bij verdunnen van mest, zal ook het brandstofgebruik en de daaraan gerelateerde CO₂-emissie toenemen.

Bodemleven

Er lopen discussies over effecten van mesttoediening op het bodemleven, waarbij met bodemleven meestal regenwormen worden bedoeld. In de evaluatie van emissiearm bemesten werd geconcludeerd dat schade aan het bodemleven als gevolg van emissiearm bemesten niet overtuigend is aangetoond (de Haan et al., 2009). Onrust et al (2019a&b) geven aan dat het aantal regenwormen groter is in percelen waarin vaste mest werd toegediend dan in percelen waarbij dunne mest werd geïnjecteerd.

Er zijn geen empirische gegevens over het effect van zodebemesting met verdunde mest op bodemleven, maar gezien de beperkte hoeveelheid water die wordt toegediend (maximaal 3,5 mm) is het niet te verwachten dat er positieve of negatieve effecten optreden ten opzichte van zodenbemesting met onverdunde mest.

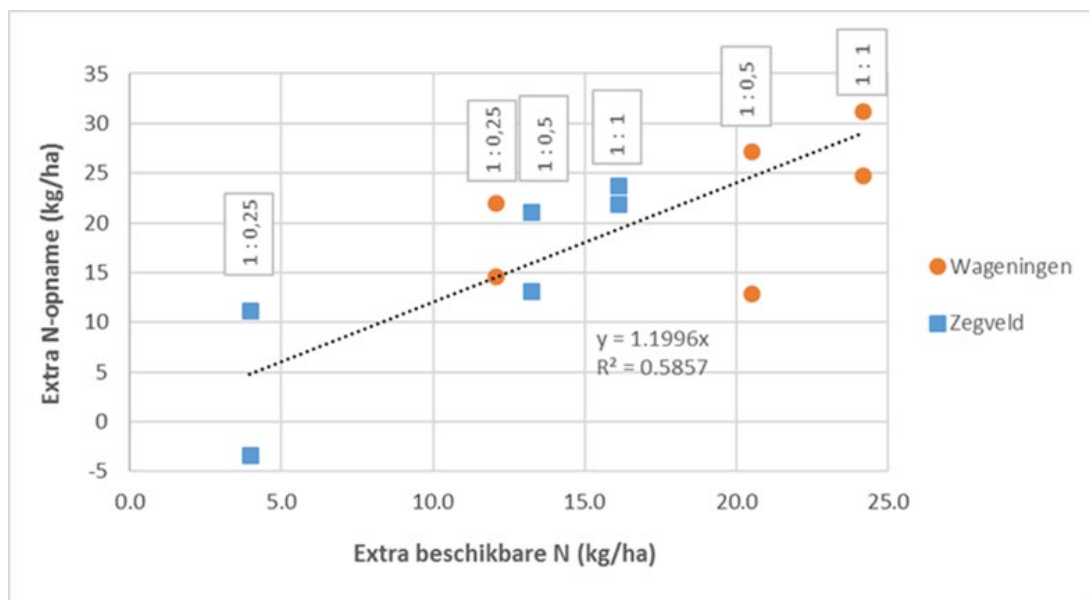
Stikstofbenutting door gewassen

Er zijn geen resultaten beschikbaar van het effect van verdunde mest toegediend met een zodenbemester op de opbrengst van gewassen op zandgrond.

Onderzoek met toediening van verdunde mest met de sleepvoetbemester liet wisselende resultaten van de gewasopbrengsten zien in beide onderzoeksjaren (Van Schooten et al., 2015; 2017). In een relatief droog jaar waren er significante positieve effecten van verdunde mest op de gewasopbrengst en stikstofbenutting. Er was geen duidelijk effect van verdunnen van mest op de gewasopbrengst en stikstofbenutting in een relatief nat jaar. Op basis van dit onderzoek kan nog niet geconcludeerd worden dat het uit oogpunt van gewasopbrengst interessant kan zijn om mest verdund aan te wenden. De grootte van het effect is nog onvoldoende duidelijk en lijkt af te hangen van de weers- en bodemomstandigheden.

Hoewel er in de veldproeven van Van Schooten et al. (2015) nauwelijks duidelijke effecten van verdunning op de gewasopbrengst werden gevonden, werd er wel een relatie gevonden tussen de berekende extra beschikbare stikstof door emissiereductie en de gemeten extra stikstofopname door het gewas. In Figuur 2 is de relatie weergegeven. Opvallend is dat de gemeten extra stikstofopname door het gewas van de behandelingen met verdunde mest ten opzichte van de behandelingen met onverdunde mest gemiddeld een factor 1,2 hoger was dan de berekende extra hoeveelheid beschikbare stikstof door minder ammoniakverlies. Mogelijk heeft het extra vocht, wat bij verdunde mest toegediend wordt, bijgedragen aan extra stikstofopname.

Of verdunnen van mest bij zodenbemesting een vergelijkbaar effect heeft als bij sleepvoet is niet bekend. De absolute emissiereductie in kg stikstof per ha is bij zodenbemesting (emissiefactor 19% van TAN) lager dan bij sleepvoet (emissiefactor 31% van TAN). Door mest te verdunnen zal er veelal één keer vaker mest worden aangewend met de zodenbemester en dus één keer vaker in de bodem worden gesneden. Mogelijk neemt de snijschade aan de zode dan toe. Dit zou een negatief effect kunnen hebben op de grasopbrengst.



Figuur 2. Relatie tussen de berekende hoeveelheid extra beschikbare stikstof bij aanwenden van verdunde mest met sleepvoet ten gevolge van emissiereductie ten opzichte van onverdunde mest en de gemeten extra stikstofopname door het gewas. Boven de punten zijn de bijbehorende verdunningen aangegeven, $1 : x$ = 1 deel : x deel water (Van Schooten et al., 2015).

Optimale toediening in relatie leefomgeving en productie

De optimale toediening van verdunde mest met een zodenbemester is afhankelijk van de lokale omstandigheden. Twee belangrijke aspecten zijn de verdunningsfactor en de beschikbaarheid van water.

De verdunning moet zo gekozen worden dat de ammoniakemissie significant wordt beperkt, en dat negatieve neveneffecten worden beperkt, zoals extra waterbehoefte, lachgasemissie, benodigde tijd voor aanwending en brandstofgebruik. Er is onderzoek nodig om na te gaan welke verdunning moet worden toegepast om een significante reductie van ammoniakemissie te realiseren.

Ondanks dat de benodigde hoeveelheid water beperkt is, kan de waterbeschikbaarheid in het zandgebied een belemmerende factor zijn, met name in droge perioden. Als alle mest op zandgronden verdund moet worden dan zijn maatregelen nodig om te zorgen dat het water beschikbaar is. Oppervlaktewater is maar beperkt beschikbaar in het zandgebied en tijdens droge perioden kan het aanwezige oppervlaktewater waarschijnlijk ook niet worden gebruikt. Opvangen van regen- en spoelwater is een optie. Voor gebruik van grondwater zullen extra putten moeten worden geslagen. Dit impliceert dat investeringen nodig zijn in het garanderen van waterbeschikbaarheid.

Aanbevelingen voor voorwaarden en aspecten voor onderzoek

De effecten van verdunning van dunne mest op de ammoniakemissie uit mest toegediend aan grasland op zandgrond met een zodenbemester zijn geschat. Als het ministerie van LNV deze maatregel als een van de mogelijke oplossingsrichtingen ziet in het kader van de stikstofaanpak, dan is het aan te raden de effectiviteit en de neveneffecten wetenschappelijk te onderbouwen via experimenteel onderzoek. De emissiefactoren van grote ammoniakbronnen in NEMA, zoals aanwending van mest, dienen wetenschappelijk onderbouwd te zijn, omdat de methodiek die landen toepassen in het kader van internationale verdragen (UNECE-Gothenborg protocol, UNFCCC Klimaatverdrag, EU NEC-richtlijn) wordt geëvalueerd door internationale panels.

Veldonderzoek naar het effect op ammoniakemissie heeft de volgende mogelijke voorwaarden:

- grasland op zandgrond, minimaal twee keer bemesten met dierlijke mest in een jaar (later bepalen bij welke gift; op basis van m³ per ha of op basis van kg N per ha);
- niet verdunnen versus wel verdunnen bij twee verdunningen (1 mest : 0,5 water en een tweede nog nader te bepalen verdunning);
- minimaal 2 locaties; droge en natte zandgrond (gebaseerd op grondwatertrap), omdat vochtgehalte een belangrijke factor is die de effectiviteit bepaald;
- minimaal 3 metingen, zoals vastgelegd in het internationale VERA-protocol³. Er zou vaker gemeten moeten worden om bij verschillende weersomstandigheden de emissie vast te stellen. Bijvoorbeeld 2 jaar en metingen bij elke mestaanwending om bij zowel droge als natte weersomstandigheden de emissie te meten.

Voor lachgasemissie gelden dezelfde eisen vanuit internationale verplichtingen als voor ammoniak: emissiefactoren van belangrijke bronnen dienen gebaseerd te zijn op experimenteel onderzoek. Deze emissiefactoren kunnen worden bepaald in het onderzoek naar effecten op stikstofbenutting en

³ VERA-protocol. Gezamenlijk protocol van Denemarken, Nederland en Duitsland om milieutechnologieën in de landbouw te testen, waaronder ammoniakemissie reducerende technieken. Voor reducerende technieken bij mestaanwending zie: https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/06/Land_applied_manure_NW.pdf

gewasopbrengsten (zie hieronder). Aangezien het onzeker is of er inderdaad effecten zijn op lachgasemissie, zou eerst een studie onder gecontroleerde omstandigheden in het laboratorium kunnen worden uitgevoerd. In dit onderzoek kan de lachgasemissie worden bepaald aan grondmonsters waaraan mest en verdunde mest is toegediend in een sleuf. Als er geen effecten op lachgasemissie worden vastgesteld, dan hoeft er geen veldonderzoek te worden uitgevoerd om emissiefactoren voor verdunde mest af te leiden.

Effecten van verdunnen van mest op gewasopbrengsten en stikstofbenutting zijn waarschijnlijk klein, maar om dat vast te kunnen stellen zijn veldproeven nodig, met de volgende mogelijke voorwaarden:

- grasland op zandgrond (zelfde locatie als ammoniakmetingen);
- niet verdunnen versus wel verdunnen bij twee verdunningen (zoals in het ammoniakonderzoek);
- proefopzet in minimaal 4 herhalingen;
- minimaal 2 locaties; droge en natte zandgrond (gebaseerd op grondwatertrap), omdat vochtgehalte een belangrijke factor is die de effectiviteit bepaald;
- minimaal 2 jaar;
- onbemest object om stikstofrecovery te berekenen;
- object met bemesting met kunstmest om de werkingscoëfficiënt te berekenen;
- het effect van vaker snijden bepalen in verband met het vaker toedienen van mest;
- eventueel: objecten met zowel kunstmest als dierlijke mest, het vaststellen van het effect van vaker mestaanwenden (bv. 4 keer versus 3 keer), gezien mogelijke schadelijke effecten van vaker snijden van de graszode.

In dit veldonderzoek kunnen ook metingen naar neveneffecten worden uitgevoerd, zoals lachgasemissie, nitraatuitspoeling en effecten op bodemleven.

Ook zal er nader verkend moeten worden wat de financiële consequenties zijn van investeringen in verband met extra machinecapaciteit, arbeidsinzet, logistieke organisatie en borging. Veel veehouders op zandgrond rijden nog zelf mest uit met eigen apparatuur.

Referenties

Bittman, S., Dedina, M., Howard C.M., Oenema, O., Sutton, M.A., (eds) (2014) Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK.

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 147. 131 pp

Bussink, D.W. (1996) Ammonia volatilization from intensively managed dairy pasture. PhD thesis, Thesis Landbouwniversiteit Wageningen.

CDM (2017a) CDM-advies 'Beoordeling alternatieve mesttoedieningssystemen'.

https://www.wur.nl/upload_mm/9/2/a/392e7151-dd14-48f8-aedd-798542e7a328_1719217_Oene%20Oenema%20bijlage%201.pdf

Groenestein, K., Bikker, P., Bruggen, van C., Ellen, H., Harn van, J., Huijsmans, J., Ogink, N., Šebek, L. en I. Vermeij, 2017. PAS Aanvullende reservemaatregelen Landbouw: uitwerking van een Quick scan. Wageningen Livestock Research, Rapport 1145.

Haan, de B.J., J.D. van Dam, W.J. Willems, M.W. van Schijndel, S.M. van der Sluis, G.J. van den Born en J.J.M. van Grinsven (2009). Emissiearm bemesten geëvalueerd. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Hansen, M., Sommer, S.G. Madsen, N (2003). Reduction of Ammonia Emission by Shallow Slurry Injection. Journal of Environmental Quality -32. 10.2134

Het Landbouw Collectief (2019) Uit de gecreëerde stikstofimpasse, Den Haag, 20 november 2019

Huijsmans, J.F.M. en B.R. Verwijs (2008). Ammoniakemissie bij alternatieve mesttoedieningsmethoden. PRI rapport 220, Plant Research International, Wageningen Rapport 220.

Huijsmans, J.F.M. & R.L.M. Schils (2009). Ammonia and nitrous oxide emissions following fieldapplication of manure: state of art measurements in the Netherlands. Proceedings 655, International Fertiliser Society, 35 pp.

Huijsmans, H.F.M, J.M.G. Hol en H.A. van Schooten (2015) Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. PRI rapport 633, Wageningen.

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). Lelystad: Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/444996>

Huijsmans, J. F. M., Vermeulen, G. D., Hol, J. M. G. & Goedhart, P. W., (2018) A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands Atmospheric Environment. 173, p. 231-238

Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂

with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-technical report 148. 215 p.

Migchels, G., L. Joosten, M. van Leeuwen, R. Ferwerda, W. Houwers (2019). Borgen van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1196.

Onrust, J. & Piersma, T. (2019a) How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 273, 80-85

Onrust, J., Wymenga, E., Piersma, T. & Olf, H. (2019b) Earthworm activity and availability for meadow birds is restricted in intensively managed grasslands. *Journal of Applied Ecology*: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.13356>

Schooten, van, H.A., K.M. van Houwelingen en J.F.M. Huijsmans (2015) Effect van alternatieve mestaanwendingsmethoden op mestbenutting door gras, Resultaten van twee oriënterende veldproeven, Livestock Research, Wageningen UR, Wageningen, rapport 912, 39 pp.

Schooten, van H.A., Huijsmans, J. F. M. & van Houwelingen, K. M. (2017) Benutting verdunde mest aangewend met sleepvoetenmachine op grasland: Resultaten éénjarige veldproeven op klei- en veengrond 2016 Wageningen Livestock Research rapport; no. 1084, 36 p.

Velthof, G.L. and Mosquera Losada, J. (2011) Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands : update of emission factors and leaching fraction. Wageningen, Alterra-rapport 2151, p. 66.

Bijlagen

Bijlage 1. Opdracht aan de CDM

Aan Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM)
t.a.v. secretaris dr. ir. G. Velthof
Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen

Datum: 27 november 2019

Verzoek om advies

Het ministerie van LNV werkt aan oplossingen voor het stikstofprobleem, in casu een reductie van de emissie van ammoniak door de landbouw. De aanwending van dierlijke mest is daarbij een belangrijke bron. Over de aanwending van mest met water zijn over de effecten op zandgrond (nog) geen onderzoekresultaten. Niettemin doet zich de vraag voor welke reductie deze nieuwe toepassingsvorm zou hebben.

De Commissie Deskundigen Meststoffenwet wordt gevraagd advies uit te brengen over de mogelijke effecten van met water verdund toedienen van dierlijke mest op zandgronden.

Vragen die bij dit advies spelen zijn:

- Wat is de verwachte reductie van ammoniak op zand door het toedienen met water
- Welke eisen moeten worden gesteld aan een optimale toediening qua verhouding water:mest, diepte van inbrengen van de verdunde mest of overige relevante aspecten
- In welke mate treden mogelijk (positieve/negatieve) neveneffecten op voor lachgasemissie en voor nitraatuitspoeling.
- Zijn er ook perspectieven voor een betere benutting van de mest door de gewassen (snellere stikstofopname, betere opname door de wortels en hogere benutting (gewasgroei en -kwaliteit)
- Met het oog op een duurzame ontwikkeling wordt tevens gevraagd wat een optimale toediening naar techniek en werkwijze van dierlijke mest op zandgronden is met de minste effecten op de leefomgeving en perspectief voor een duurzame productie.

Kan CDM een aanbeveling doen met betrekking tot voorwaarden en aspecten die van belang zijn als kader voor onderzoek om de effecten op enig moment vast te stellen.

Gezien de urgentie van de problematiek wordt het advies verwacht op 6 december 2019.

Richt uw uit te brengen advies aan:

- de directeur van Directie SK&I, mevr. ir. A. de Veer en
- de directeur van directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (PAV), mevr. Drs M.C. Beens.
- Dhr. Mr. H.J. van Kasteel, MT-lid directie DAD

Met vriendelijke groet,
Leo Oprel (l.oprel@minInv.nl)
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Strategie, Kennis en Innovatie
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE

Bijlage 2. Areal van landbouwpercelen op zandgrond dat aan oppervlaktewater grenst

- Gebruikte data: perceelskaart (BRP 2018) die in het project 'Maatregel op de kaart' (<https://www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl/nl/nieuws/nutrientenmaatregelen-op-de-perceelskaart>) is uitgebreid met informatie over nabijgelegen oppervlaktewater per perceel (Van Gerven et al. 2019), door te bepalen welk deel van de perceelrand grenst aan permanent watervoerende waterlopen.
- Schaalniveau: Voor elk van de vier LMM-zandgebieden (Figuur B2.1) is bepaald welk areaal aan landbouwpercelen aan oppervlaktewater grenst, waarbij onderscheid is gemaakt naar landbouwsector.
- Resultaten: Tabel B2.1 geeft per zandgebied en per landbouwsector het areaal aan landbouwpercelen. Tabel B2.2 geeft aan welk deel van dit areaal geschikt is voor verdunning van mest met oppervlaktewater, oftewel het areaal van percelen waarvan de rand voor tenminste 10% grenst aan oppervlaktewater.

Referentie

Gerven, L.P.A. van, S. Jansen, P. Groenendijk, 2019. Maatregel op de Kaart (Fase 1), identificeren van kansrijke landbouwmaatregelen per perceel voor schonere grond- en oppervlaktewater. Kennisimpuls Waterkwaliteit notitie. <https://www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl/sites/default/files/2019-11/KIWK-Notitie%20Maatregel%20op%20de%20Kaart.pdf>



Figuur B2.1: Beschouwde zandgebieden (LMM-gebiedsindeling)

Tabel B2.1: Areal van landbouwpercelen per zandgebied, onderverdeeld naar landbouwsector

	totale areaal (km ²)	landbouw-areaal (km ²)	melkvee-houderij (%)	akkerbouw (%)	bloembollen (%)	boomteelt (%)	fruitteelt (%)	vollegronds-groenteteelt (%)	totaal (%)
Zand midden	6534	2960	91,2	7,5	0,4	0,6	0,1	0,2	100
Zand noord	4833	2703	60,8	37,6	0,9	0,3	0,1	0,3	100
Zand west	994	213	45,1	14,4	36,1	1,1	0,0	3,1	100
Zand zuid	5570	2359	65,0	20,8	1,1	3,8	1,7	7,7	100
Zandgebied totaal	17931	8235	72,5	21,4	1,7	1,4	0,5	2,5	100

Tabel B2.2: percelen waarvan de rand voor tenminste 10% grenst aan water (geschikt voor verdunning van mest met oppervlaktewater)

	totale areaal (km ²)	landbouw-areaal (km ²)	melkvee-houderij (%)	akkerbouw (%)	bloembollen (%)	boomteelt (%)	fruitteelt (%)	vollegronds-groenteteelt (%)	totaal (%)
Zand midden	6534	2960	41,8	3,1	0,1	0,2	0,0	0,1	45,4
Zand noord	4833	2703	41,9	23,5	0,4	0,1	0,0	0,2	66,2
Zand west	994	213	41,2	13,1	34,1	1,0	0,0	2,8	92,1
Zand zuid	5570	2359	30,8	9,2	0,4	1,3	0,7	3,0	45,4
Zandgebied totaal	17931	8235	38,7	11,8	1,2	0,5	0,2	1,0	53,4

Bijlage 3. Mest verdunnen met hemel- en spoelwater

Herman van Schooten, Wageningen Livestock Research

December 2019

In kader van het project Proeftuin Natura 2000 Overijssel is in 2018 een berekening uitgevoerd naar de hoeveelheid hemelwater en spoelwater die beschikbaar is voor verdunning van mest op een melkveebedrijf. Uitgangspunt was hierbij een gemiddeld melkveebedrijf met 100 melkkoeien waarbij het hemelwater wordt opgevangen in een bassin via de daken van de bedrijfsgebouwen.

In tabel 1 staan de uitgangspunten voor het berekenen van de hoeveelheid beschikbare hemel- en spoelwater en de hoeveelheid die nodig is voor het verdunnen van mest in een verhouding van 1 deel water : 2 delen mest. Voor de berekening van de hoeveelheid hemelwater per seizoen zijn de maandelijkse gemiddelde hoeveelheden neerslag van het KNMI gebruikt. Niet alle neerslag komt effectief in een opvangbassin terecht omdat bij kleine hoeveelheden neerslag een relatief groot deel verdampt en bij hevige buien stroomt soms een deel over de dakgoten. Op basis van ervaringen op proefbedrijf Aver Heino is ingeschat dat 60% van de neerslag effectief in het opvangbassin terecht komt (Verstappen-Boerkamp et al., 2000)⁴

Tabel 1 Uitgangspunten voor berekening van de mestproductie en de hoeveelheid benodigde water voor verdunnen van mest.

	Aantal
Aantal melkkoeien	100
Mestproductie/koe/dag ⁵	70,4 liter
Dakoppervlakte per koe ²	21 m ²
Spoelwater melkstal per koe/dag ²	8,2 liter
Aantal dagen mestprod. voor 1e snede (1sept-15 maart)	195 dagen
Aantal dagen mestprod. voor na 1e snede (15 maart-1ept)	170 dagen
Factor effectief op te vangen regenwater ¹	0,6
Aantal uren weiden	720 uren

In tabel 2 is op basis van de uitgangspunten in tabel 1 de berekende mestproductie, de hoeveelheid benodigde water voor het verdunnen van 2 delen mest met 1 deel water en beschikbare hoeveelheid hemel- en spoelwater weergegeven. Hieruit blijkt dat met het opvangen van hemelwater in 80-90% van de benodigde hoeveelheid water kan worden voorzien die nodig is voor het verdunnen van de mest. Wanneer daarnaast ook het spoelwater van de melkstal kan worden opgevangen dan kan volledig in de benodigde hoeveelheid worden voorzien.

Tabel 2 Mestproductie (m³) en benodigde en beschikbare hoeveelheid hemel- en spoelwater (m³) voor verdunnen van mest voor en na de 1^e snede

	Voor 1 ^e snede	Na 1 ^e snede
Mestproductie stal: periode 1sept -15 maart	1373	986
Benodigde hoeveelheid water voor verdunning (1 mest : 0,5 water)	686	493
Beschikbaar hemelwater	549	447
Spoelwater	160	139
Totaal beschikbaar hemel + spoelwater	709	586
Totaal beschikbaar minus benodigd water	23	93

⁴ Verstappen-Boerekamp, J.A.M., G.M.V.H. Wolters en H. A. van Schooten, 2000. Opvang en vervoederen van hemelwater op Aver Heino.

⁵ KWIN 2018