

Adviezen over maatregelen ter vermindering van ammoniakemissie; quickscan

Wim Bussink

Samenvatting

Op verzoek van de provincie Friesland is een schatting gegeven welke winst te behalen is qua vermindering van de ammoniakemissie via Laag Hangend Fruit Maatregelen. Daartoe is gebruik gemaakt van een spreadsheet met mogelijke maatregelen zoals die door de provincie is aangeleverd. Het betreft: een algemeen bedrijfsadvies, sturen op eiwitvoeding, weidegang, diverse mestrobot varianten, de Lely Sphere, $MgCl_2$ oplossing toedienen aan mest en water sproeien over de vloer. De maatregelen hebben effect op de stalemissie maar werken ook door op de ammoniakemissie bij toedienen of omdat de hoeveelheid mest wijzigt of omdat de minerale stikstofgehalte van mest stijgt vanwege minder ammoniakemissie in de stal. Bij technieken als de Lely Sphere en $MgCl_2$ toedienen aan de mest is extra aandacht nodig om de emissie bij toedienen te beperken opdat een deel van de winst (minder ammoniakemissie in de stal) niet alsnog verloren gaat bij het toedienen. De sterkste daling in ammoniakemissie is te verwachten bij de Lely Sphere, $MgCl_2$ sproeien op de vloer en water sproeien op de vloer, met respectievelijk een reductie op bedrijfsniveau van 38%, 13% en 35%. De laatste techniek zal ook een vermindering van de toedieningsemissie geven, maar een nadeel is dat het mestvolume verdubbeld. Deze drie technieken zijn relatief duur ten opzichte van scherp sturen op eiwit in het rantsoen en meer weidegang, met respectievelijk een reductie op bedrijfsniveau van 10% en 13%). Berekend is dat op basis van het aantal deelnemende bedrijven en het type maatregel gemiddeld een reductie van 11,5% is te verwachten.

Andere maatregelen waar (grote) winst mee is te behalen is netjes toedienen van mest, nieuwe toedieningstechnieken voor mest (in ontwikkeling), de mest zoveel mogelijk voor 1 juli toedienen en het verhogen van de levensduur van de koe zodat minder jongvee nodig is. De eerste twee maatregelen vergen vooral communicatie en dienen in de praktijk gedemonstreerd te worden voor een snelle adoptie. Op iets langere termijn is monitoring van de grasopbrengst en grasopname een route om scherper te sturen op de eiwitvoeding van de veestapel.

Aanleiding

De ammoniakemissie moet omlaag in Nederland. Dat kan op verschillende manieren variërend van aanpassingen in de bedrijfsvoering (scherp voeren op eiwit, meer beweiding etc.) tot het toepassen van innovatieve technieken. De drie noordelijke provincies hebben sinds 7 juni 2023 een subsidieregeling beschikbaar voor agrariërs om investeringen te stimuleren die bijdragen aan de vermindering van stikstofemissie binnen een agrarische onderneming. Het geven van advies door een externe deskundige over die maatregelen maakt daar ook onderdeel van uit. Ook de afgelopen jaren zijn maatregelen gestimuleerd die leiden tot minder emissie. De focus lag daarbij op laaghangend fruit. Daarnaast is gewerkt aan nieuwe oplossingsrichtingen die kunnen bijdragen aan het verlagen van de emissie. Eén van de opties is het toevoegen van $MgCl_2$ aan mest via sproeien over stalvloeren of toediening aan mest.

De provincie Friesland heeft NMI gevraagd om een korte analyse uit te voeren over wat te verwachten is van aantal maatregelen (laaghangend fruit) die zijn toegepast op bedrijven en zijn weergegeven in een door de provincie Friesland aangeleverde spreadsheet. De provincie wil graag weten van het effect van deze maatregelen is, hoe het effect hiervan is te vergroten door verfijning en of er praktische aanvullende maatregelen zijn die leiden tot een vermindering in ammoniakemissie. In de notitie wordt integraal een schatting gemaakt van het emissie reducerende maatregelen op bedrijfsniveau.

Bronnen van ammoniakemissie

De melkveehouderij is de sector die de grootste bijdrage levert aan de ammoniakuitstoot van de Nederlandse landbouw. Jaarlijks worden de berekende nationale ammoniakemissies geactualiseerd met het rekenmodel NEMA (National Emission model for Agriculture) en gerapporteerd (Bruggen et al., 2023). Voor het meest recente jaar dat is doorgerekend bedroeg de emissie uit de landbouw 111,1 kton NH₃, waarvan 56,2 uit de rundveehouderij afkomstig uit stal en opslag (30,4), mesttoediening (24,6) en weiden (1,0) en mestbewerking (1,0). De achtergrond van deze berekeningen berust onder andere op emissiefactoren zoals die in onderzoek zijn vastgesteld, rantsoeninformatie en data uit de landbouwtelling. De belangrijkste bron van emissie zijn dus de stallen (54%), gevolgd door toedienen van mest (43%). Binnen regio's kan de verhouding anders zijn omdat er in Noord-Nederland bijvoorbeeld meer beweiding plaatsvindt dan in Zuid-Nederland. De algemene sporen om emissie te verminderen liggen op het vlak van scherp sturen op eiwit zodat de uitscheiding van urine stikstof daalt, technische aanpassingen en management maatregelen in stallen, het vergroten van het aandeel weidegang, efficiëntere toedieningstechnieken en netjes werken. Overigens kan meer weidegang op gespannen voet staan met scherp op eiwit voeren. Netjes werken betekent bijvoorbeeld bij mesttoediening via zodenbemesting niet meer mest toedienen dan past in de mestsleuf. In de praktijk komt het regelmatig voor dat een te hoge gift wordt gegeven of de grond bijvoorbeeld te hard is waardoor de sleuf te ondiep is. Het gevolg is dat de mest boven de sleuf staat waardoor de emissie sterk stijgt en beduidend hoger kan zijn dan waar gemiddeld van uitgegaan wordt in NEMA (17%). Het voorkomen van deze situaties geeft direct emissiewinst (helaas niet in de officiële cijfers) en draagt bij aan het verminderen van de depositie en is een vorm van Laag Hangend Fruit.

Laag Hangend Fruit: analyse maatregelen tot nu toe in Friesland

Referentiekader

Er is uitgegaan van gemiddeld 125 dieren per bedrijf. Op basis van CBS data is af te leiden dat ongeveer 25% van het melkvee het hele jaar door op stal staat en dat van de overige 75%, 55% beperkt en 45% onbeperkt weidt. Op basis van deze data, een stalemissiefactor van 13 kg NH₃ bij volledig opstallen, een correctie op de stalemissie voor de tijd dat vee weidt volgens de formule van Ogink et al., (2014) (2,6% reductie per dag per uur beweiding (in een studie van van Dooren et al. (2019) is de reductie per uur 1%)) en een emissiefactor van 17% voor de NH₄-N in mest bij toedienen en 4% van de TAN bij beweiden is een totale gemiddelde emissie per koe van 21,2 kg NH₃ per jaar bepaald (dit is een ruwe benadering vooral bedoeld om het (relatieve) effect van maatregelen te beoordelen).

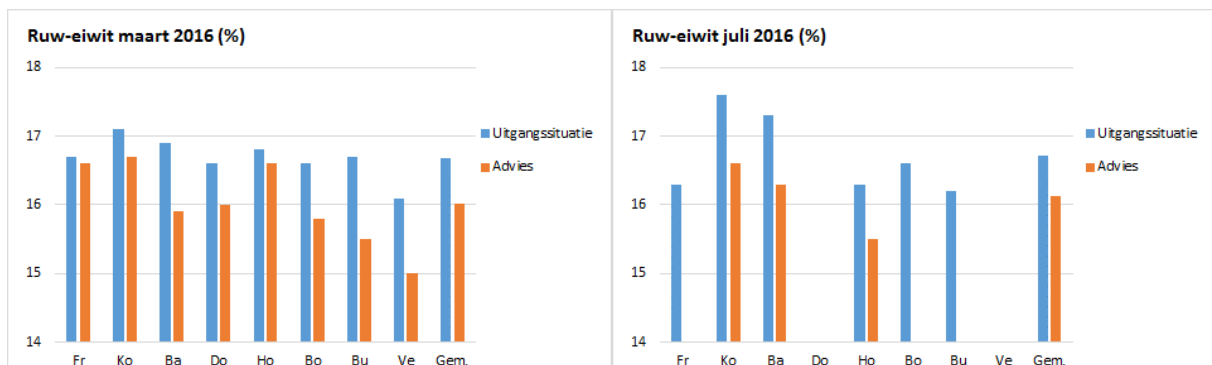
1. Advies algemeen

De eerste stap is een analyse van het bedrijf. Hoe ziet het huisvestingsstelsel eruit, wat is het rantsoen, wat is het weidesysteem, wat is het mestmanagement, hoe groot is de mestopslag maar ook wat is de grondsoort en welke gewassen worden er geteeld naast gras. Dat geeft voor de adviseur houvast waar mogelijkheden zijn in de bedrijfsvoering en dat dient afgewogen te worden tegen wat bij de ondernemer past. Dit levert op zichzelf geen emissiereductie.

2. Voeding: scherp sturen op eiwit

Elke voeradviseur heeft in principe de kennis om de veehouder van adequate voeradviezen te voorzien gegeven zijn ruwvoerhoeveelheid (veelal gras en mais) en ruwvoersamenstelling en of er wel of niet beweid wordt en in welke mate. De onzekerheid bij beweiding is dat niet precies bekend is hoeveel gras het dier opneemt en wat de samenstelling is van het weidegras. Bedrijven die naast gras ook de beschikking hebben over mais kunnen in het algemeen scherper op eiwit voeren dan bedrijven met alleen gras. De hoogste efficiënte kan meestal worden behaald met TMR voeding. Wat verder ook nog meespeelt is of de veehouder streeft naar een maximale melkproductie of dat iets minder ook goed is waardoor bijvoorbeeld de levensduur van de veestapel zou kunnen toenemen. Soms kan met wat duurere voedermiddelen (kunnen zorgen voor een lager eiwitgehalte in het rantsoen) ook meer bereikt worden als het om N-benutting door het dier gaat.

Minder eiwit in het voer leidt vooral tot minder urine-N productie (de hoeveelheid N in melk en feces wijzigen meestal maar heel gering bij een goed advies). Ruwweg leidt 1% minder RE (ruweiwit) in het rantsoen tot 10-15% minder urine N-productie en daarmee tot een daling van de ammoniakemissie die in dezelfde orde van grootte of iets lager ligt. Op basis van een studie die NMI heeft uitgevoerd met Schothorst Feed Research in 2016 op 8 praktijkbedrijven in Noord-Nederland (NOP, Friesland, Groningen en Drenthe) bleek dat het door de voeradviseur geadviseerde rantsoen verfijnd kon worden waardoor het RE-gehalte van het aangepaste rantsoen met bijna 1% daalde van 16,7% naar 16,0% (zie Figuur 1) zonder dat dit een effect had op de melkproductie. Dit werd gerealiseerd door vaak iets meer mais en een aanpassing in het te voeren krachtvoer rantsoen (tegelijk daalde daarmee ook de P-excretie via feces). Deze daling leidde gemiddelde tot ruim 11% (7%- 18%) minder N-excretie (berekend via E-dairy het voeradviesmodel van Schothorst Feed research waar 80% van de voerbedrijven gebruik van maakt). De berekende ammoniakemissie op bedrijfsniveau zou daarmee met bijna 10% dalen.



Figuur 1. Effect van rantsoenaanpassingen op het ruweiwitgehalte in het rantsoen op Praktijkbedrijven in NO Nederland voor 2 perioden (maart 2016 en juli 2016).

Verwachting voor Friesland voor een aantal situaties

In het algemeen wordt 16,0% RE gezien als een redelijke doelstelling voor de brede praktijk. Wat is er mogelijk in de praktijk bij een:

- Gelijk bedrijfssysteem

Met de veronderstelling dat er geen aanpassingen in het bedrijfssysteem plaatsvinden (meer of minder weiden of overschakelen op TMR is **minimaal 0,5% reductie** in RE-gehalte (dus bij van 16,5% naar 16,0%) haalbaar ten opzichte van het actuele rantsoen. Dit komt overeen met naar verwachting 10% reductie in emissie, zowel in de stal, als bij mesttoediening als beweiding,

- Aangepast bedrijfssysteem; meer weidegang

Meer weiden betekent dat een groter deel van het zomerrantsoen uit gras bestaat en dat er minder mogelijkheden van bijvoeding zijn met eiwitarmere producten als mais. In hoeverre het RE-gehalte van het rantsoen stijgt zal zeer variabel zijn, afhankelijk van het aantal uren weidegang en het graslandmanagement en de grondsoort (op veen vaak hogere eiwitgehalten in gras) maar 0-2% stijging over het weideseizoen is goed mogelijk. Tegelijk betekent weidegang minder emissie uit stal en opslag en bij het toedienen van mest.

- Aangepast bedrijfssysteem; TMR en volledig op stal

Via total mixed rations kunnen zeer hoge N-benuttingen worden gerealiseerd en zijn rantsoenen mogelijk die maar 14,5% eiwit bevatten. Dat vergt een heel goed uitgekende voerstrategie. Er zijn bedrijven die dat ook lukt zonder TMR maar dat zijn uitzonderingen, zoals de Marke en een K&K bedrijf. Bij TMR is de output aan melkeiwit veelal ook hoger dan zonder TMR. De uitscheiding van urinestikstof tov een 16,5% rantsoen kan 30% lager zijn. Doorgerekend op bedrijfsniveau kan de ammoniakemissie gelijk of zelfs lager zijn dan bij onbeperkt weiden met gemiddeld jaarrond 16,5% RE in het rantsoen. Bovendien is er meer mest beschikbaar, die een hogere N-benutting heeft dan weidemest.

Samengevat: Bedrijven die extra aandacht besteden aan scherp sturen op eiwit en zo het RE-gehalte met minimaal met 0,5% verlagen (bijv 16,5 naar 16,0%) kunnen de N-excretie via urine met zeker 10% verlagen en daarmee ook de ammoniakemissie met 10% reduceren uit stal en opslag, bij mesttoediening en bij beweiden.

3. Meer weidegang

Meer weidegang betekent minder urine die op de stalvloer terecht komt en een daling van de totale drijfmestproductie. De stalemissie en de emissie bij toedienen van mest neemt daarmee af. De emissie bij beweiding neemt iets toe. Er zijn verschillende opties van meer weidegang denkbaar:

1. De koeien lopen meer dagen buiten en of langer per dag
2. Bedrijven stappen van volledig op stal over naar beperkt weiden. Dat kan gelijk voor een half jaar zijn maar misschien ook een kortere periode
3. Bedrijven stappen over van beperkt weiden naar onbeperkt weiden (de dieren zijn dan nog 4 uur binnen gedurende melkenstijd)

Onduidelijk is welk type bedrijven een advies heeft aangevraagd. Verondersteld is dat het voor de helft permanent opstallen bedrijven betreft en voor de helft beperkt weiden die switchen naar respectievelijk optie 2 en 3. In de spreadsheet is berekend dat dit ongeveer 13% minder emissie geeft per koe per jaar.

Meer algemeen kan het advies zijn naar bedrijven die beweiden om de beweidingduur te verlengen. Dat verlaagt de stalemissie en de toedieningsemissie (en verhoogt) de beweidingsemissie. Dit is bedrijfsspecifiek maatwerk (bijv de verkaveling moet zich ervoor lenen, het moet niet leiden tot een hoger eiwitgehalte van het rantsoen want dan nemen de stal- en toedieningsemissie etc). Indien bedrijven het weideseizoen met 15 dagen van 10 uur weten te verlengen dan betekent dat ongeveer 1% minder emissie op bedrijfsniveau.

De kanttekening bij langer weiden is dat dit niet te laat in het seizoen moet plaatsvinden omdat dan de nitraatuitspoeling gaat toenemen.

4. Mestrobot al dan niet met water sproeien

De effectiviteit van de mestrobot neem toe naarmate er meer sproeiwater wordt toegediend. In Proeftuinnatura2000 onderzoek werd aangetoond dat afhankelijk van de hoeveelheid sproeiwater en van het vloertype, een emissiereductie van 15 tot 50% is te behalen. Recent onderzoek van van Dooren et al. op Dairy Campus (2022) geeft aan dat de emissie met ongeveer 40% daalt indien dagelijks 70 liter water per koe wordt gesproeid. Dit systeem van water sproeien zal de komende tijd in de praktijk worden toegepast. Verdunnen van mest leidt ook tot lagere toedieningsemissies. Uit onderzoek (Huijsmans et al., 2015) is bekend dat 50% water toevoegen aan mest die met de sleepvoetenmachine wordt uitgebracht 25% emissiereductie geeft waardoor de emissie dan gelijk wordt aan de emissiefactor (17% van de TAN) bij zodenbemesten met niet verdunde mest. Een verdunning van 1:1 zoals bij het water sproeien wordt gerealiseerd geeft een reductie van 50% bij sleepvoetenbemesting, ofwel een emissiefactor van 10,6% ($0.5 \times 21,25\%$). Niet duidelijk is welk percentage van de mest met sleepvoeten en welk deel via zodenbemesting wordt toegediend, maar indien bij zodenbemesting de emissiefactor ook daalt naar 10,6% dan daalt de totale bedrijfsemissie met 35%. Zonder het effect van verdunnen op de toedieningsemissie zou de bedrijfsemissie met 22% dalen. Een belangrijk nadeel is dat er dubbel zoveel mest moet worden uitgereden en indien bedrijven mest moeten afvoeren verdubbeld dat volume wat hoge kosten met zich meebrengt. Het sproeien van water is het meest aantrekkelijk voor bedrijven die geen mest hoeven af te voeren.

In de praktijk worden mestrobots ingezet om de vloer schoon te vegen al dan niet in combinatie met water sproeien. De vraag is of dit tot een lagere emissie leidt. Met de robot wordt weliswaar de vloer "schoongeveegd", echter blijft deze egaal vochtig. Zolang de vloer vochtig is kan de emissie doorgaan. Het is niet onwaarschijnlijk dat dit systeem totaal geen emissiereductie geeft. Zodra er met de mestrobot water wordt gesproeid zal de emissie lager worden, waarbij er wel zoveel gesproeid moet worden dat mestwater in de mestopslag loopt (vernevelen zal niet voldoende zijn). Een eerste inschatting is dan dat op basis van eerder onderzoek en de resultaten van van Dooren elk 7 liter water per koe per dag 4% emissiereductie geeft. Navraag bij robot leveranciers leerde dat de Laval ([Mestrobots - DeLaval](#)) het meeste water kan meenemen en wel 100 liter. Het systeem is zodanig in te stellen dat per rondgang deze gift of minder gegeven kan worden. Stel dat bij 125 melkkoeien 10 rondgangen zijn met in totaal 1000 liter waterverbruik ofwel 8 liter per koe dan zou dat maximaal 5% emissiereductie kunnen geven. In de praktijk zijn de rondgangen vaak minder frequent en wordt er minder water gesproeid (40-50 liter water per rondgang).

Uit een quickscan van de literatuur blijkt dat in een proef van Retz et. al (2010) er geen significant verschil in emissie was tussen niet geveegd en geveegd plus sproeien met water. In een oudere proef (Braam et al., 1997) gaf 12 keer de vloer schrapen gedurende een etmaal geen reductie ten opzichte van niet schrapen. Daarentegen gaf 96 schrapen 5% reductie, hetgeen in de praktijk niet vaak zal gebeuren.

Op basis van bovenstaande bevindingen worden voor de onderstaande varianten

1. Mestrobot 'kaal' geen watersproeier 4-6 rondjes per dag
2. Mestrobot met watersproeier 4-6 rond
3. Robot droog 10-12 rondjes
4. Robot met watersproeier en 10-12 rondjes

voor variant 1, 2, 3 en 4 emissiereductie van 0%, 2,5%, 0% en 5% verwacht.

5. Lely Sphere

De Lely Sphere (*Lely Sphere - circulair mestvervaardingsstelsel - Lely*) is een nieuw stalconcept dat verschillende emissie reducerende maatregelen combineert, snelle afvoer van urine, schoon houden

vloer, afzuiging lucht (waarbij onderdruk ontstaat) welke door een wasser gaat. In het stalconcept bevatten de roosterspleten metalen strips met gaatjes om urine snel te laten afvloeien naar de onderliggende kelder. De feces op de vloer wordt opgezogen door een mestrobot en separaat opgeslagen. Lucht uit de kelder wordt afgezogen en door een aangezuurde oplossing geleid om de ammoniumstikstof uit te wassen. Door het afzuigen ontstaat er een onderdruk in de kelder waardoor de gaatjes in de vloer open blijven en de lucht vlak boven het vloeroppervlak wordt afgezogen, wat emissie reducerend werkt. Het systeem produceert drie mestproducten: feces, gier en spuiwater. Inmiddels is er een RAV erkenning die aangeeft 77% emissiereductie.

De Lely Sphere is dus een techniek om de stalemissies sterk te verlagen. Tegelijk is er een risico dat de emissies bij toedienen juist gaan toenemen. Met de techniek is er ongeveer 10 kg minder NH₃-emissie uit stallen. Indien de helft van deze 10 kg NH₃ in de gier terecht komt en de andere helft wordt uitgewassen tot een ammoniumzout dan kunnen de toedieningsemissies toenemen. De feces bevat nog steeds een klein deel minerale stikstof. Indien deze feces met de zodenbemester kan worden toegediend dan is de emissiefactor gelijk aan die van drijfmest. Lukt dat niet en moet deze bovengronds worden toegediend aan gras dan is de emissiefactor voor het minerale deel ongeveer 70%. Onduidelijk is hoeveel ammonium-N zich in de feces bevindt, vermoedelijk rond dan 0,5 kg NH₄-N per m³ op basis van bijlage 2 in van Boxmeer et al. (2023). De ammoniumzouten hebben in principe een lage emissiefactor, welke ongeveer gelijk is aan de minerale meststoffen die ermee vervangen kunnen worden. Indien we veronderstellen dat de emissiefactor van de gier vergelijkbaar is met die van drijfmest kan er per koe dus $5 \cdot 0.17 \cdot 17 / 14 = 0,85$ kg extra NH₃-emissie optreden bij het toedienen. Over het gehele bedrijf gezien bedraagt de emissiereductie dan 38%.

Samengevat is het dus van belang om bij toepassing van de Lely Sphere ook aandacht te besteden om de emissie uit gier sterk te reduceren. Een optie is bijvoorbeeld sterk verdund toedienen of eventueel aanzuren.

6. MgCl₂ toedienen

Onderzoek is in uitvoering waarbij MgCl₂ oplossing gesproeid wordt op de stalvloer. Inmiddels is duidelijk dat deze oplossing als een fijne nevel dient te worden toegediend om een duidelijk effect te hebben (tot 40% reductie). Bovendien dient dit meerdere keren per dag te gebeuren. Met een fijne nevel wordt de vloer egaal bevochtigd. Door het toedienen van MgCl₂ vinden er complexe fysisch chemische interacties plaats aan het vloer/mestoppervlak, die te maken hebben met het zouteffect (verhogen ionsterkte) waardoor o.a. de ionactiviteit van ammonium daalt, de pH van de vloer daalt en mogelijk remming van urease optreedt (buiten bestek van deze studie). Deze drie dragen zo bij aan het verlagen van de emissie. Struviet vorming is minder waarschijnlijk. Vooralsnog is een voorzichtige inschatting dat 30% reductie haalbaar moet zijn. Ook bij dit systeem neemt het mestvolume toe met naar schatting 20%.

De zoektocht bij dit systeem richt zich enerzijds op een maximaal effect bij een beperkte inzet van MgCl₂ om zo de kosten te beperken maar ook het mestvolume niet sterk te vergroten. Ook wordt gekeken naar het effect van andere zouten.

Dit is zeker een kansrijk systeem, waarbij de kosten en de hoeveel MgCl₂ bepalend zijn. Vanuit oogpunt van bemesting dient niet veel meer Mg te worden toegediend dan nodig is voor een goede graskwaliteit. Meer Mg geven dan nodig is voor het gewas is niet direct een probleem maar vanuit oogpunt van resource efficiency (en kosten) niet gewenst.

Ook bij dit systeem geldt dat nog een navolgende stap bij het toedienen van mest gewenst is om niet een deel van het behaalde vermindering van ammoniakemissie via toedienen weer kwijt te raken.

Maatregelen samengevat

De effecten van maatregelen zijn doorgerekend voor de aantallen bedrijven zoals die door de provincie zijn aangeleverd. Veel van de maatregelen richten zich op toepassing in de stal. Soms is daarmee een grote emissiereductie te realiseren. Het gevolg kan zijn dat de mest daardoor rijker is aan minerale stikstof waardoor bij toedienen meer ammoniak kan emitteren. Gewogen over 268 bedrijven is een emissiereductie berekend van 11,5% over het gehele bedrijf en 17,2% voor alleen de stal. De cijfers zijn sterk beïnvloed door de 100 bedrijven met een mestrobot (12 rondjes), waaraan een reductiefactor van 0% is toegekend. Er is geen kostenberekening uitgevoerd, maar kwalitatief gezien is de beste maatregel gelijk de duurste. Water sproeien en $MgCl_2$ zullen een lagere kostprijs hebben mede afhankelijk van de bedrijfsintensiteit (mest afvoeren is duur).

Tabel 1. Het effect van een aantal maatregelen op de ammoniakemissie. De gewogen emissiereductie over alle maatregelen is gebaseerd op 268 bedrijven (reductie 1 is op bedrijfsniveau, reductie 2 is op stalniveau).

Maatregel	Aantal bedrijven	Reductie %	mk/bedrijf 125	Totaal bedrijf Reductie			Totaal bedrijf na maatregel kg NH3	Totaal stal startem. kg NH3	Totaal stal na maatregel kg NH3	reductie 2 %
				startem. kg NH3	na maatregel kg NH3	reductie 1 %				
<i>Advies algemeen</i>	61	0	7625	161838	0	0	161838	87487	87487	0
Advies voeding VRE	31	10	3875	82246	8225	10	74021	44461	40015	10
Advies weidegang	15	12,93	1875	39796	5147	13	34649	21513	18731	13
Mestrobot geen watersproeier 4-6 rondjes	0	0	0	0	0		0	0	0	
Mestrobot met watersproeier 4-6 rond	0	2,5	0	0	0		0	0	0	
Robot droog 10-12 rondjes	100	0	12500	265309	0	0	265309	143422	143422	0
Robot met watersproeier en 10-12 rondjes	3	5	375	7959	215	3	7744	4303	4088	5
Lely Sphere	2	77	250	5950	2290	38	3660	3250	748	77
Mg-Cl2	76	30	9500	201635	27141	13	174493	109001	76300	30
Water sproeien (70 liter per koe)	41	40	5125	108777	38948	36	69829	58803	35282	40
Totaal 1	329		41125	711671	81965		629706	384752	318585	
Totaal 2	268		33500	711671	81965		629706	384752	318585	
Reductie (excl Algemeen advies)							11,52%			17,20%

Laag Hangend Fruit: extra maatregelen

Algemeen

Er zijn talloze maatregelen denkbaar. Veel maatregelen worden nu ook uitgetoetst op Netwerk Praktijkbedrijven (<https://www.netwerkpraktijkbedrijven.nl/nieuws/tags/ammoniak>). Eén van de belangrijkste maatregelen waarmee de ammoniakemissie sterk is te verlagen is netjes werken bij het toedienen van mest (maar waarschijnlijk ook het goed schoon houden van stallen). De ammoniakemissiecijfers die we in Nederland kennen voor het toedienen van mest zijn gebaseerd op vele jaren onderzoek via veldmetingen. In de proeven is er voor gezorgd dat het werkresultaat netjes was. Dat wil zeggen bij zodenbemesting zit de mest netjes in de sleuf door een niet te grote gift toe te dienen (25 m³/ha). Bij sleepvoeten is ervoor gezorgd dat de mest netjes tussen het gras ligt in een smalle baan met de juiste verdunning met water. De praktijk levert vaak een veel slechter werkresultaat af (zie Figuur 2). De echte emissie is daarmee beduidend hoger dan officiële emissiefactor van 17%. Dit heeft tot gevolg dat ook de depositie hoger is. Inzetten op netter werken zal de echte emissie en daarmee ook depositie laten dalen. In Nederland vinden depositiemetingen plaats (deze worden geïntensiveerd) en juist de depositie moet omlaag voor het verbeteren van de natuurkwaliteit. Een andere maatregel is alle mest voor 1 juli toedienen. Een maatregel waarmee ook winst is te behalen is het kunnen vaststellen wat de dagelijkse grasopname van een koe is bij weidegang en wat het stikstofgehalte van het gras is. In het navolgende wordt verder ingegaan op deze maatregelen.

1. Netjes werken bij mesttoediening

Bij zodenbemesting moet de mest in principe volledig in de sleuf passen en mag deze niet boven het maaiveld uitkomen. Dat gaat nogal eens mis in de praktijk met als oorzaak:

- Een te grote gift
- De bemester kan onvoldoende diep insnijden doordat de grond te droog / te hard is. Dat is in de zomermaanden nog wel eens een probleem
- Slecht onderhoud aan de machine (botte kouters etc.)
- Oneffen perceel of een te hoge rijsnelheid
- Slechte afstelling

Figuur 2a is een voorbeeld van een veel te grote gift. Figuur 2b is een voorbeeld van mest toedienen op het moment dat de grond te droog/hard is. De mest ligt nu boven op de zode en bij warm en droog weer kan zo wel 50% van de ammoniumstikstof verloren gaan. Onder deze omstandigheden had de ondernemer geen mest moeten toedienen. Besmeuring (Figuur 2c) zorgt voor een groter contact oppervlak van mest met lucht en daardoor voor meer emissie. In figuur 3 is een voorbeeld gegeven hoe het er bij netjes werken uit kan zien. Behalve dat deze situaties een hogere emissie geven kosten



Figuur 2. Een slecht werkresultaat (buiten de sleuf, links (2a) & midden (2b)); besmeuring rechts (2c)).



Figuur 3. Een net werkresultaat bij zodenbemesting.

deze situaties de ondernemer ook geld want de grasproductie is lager, bij beweiding is de grasopname door weidend vee lager, er zijn meer mestresten in de kuil en bovendien is er meer kunstmeststikstof nodig. Dit zijn argumenten waar een ondernemer gevoelig voor zou moeten zijn. In het kader van MestopznBest is voorlichtingsmateriaal ([Kennis - verantwoordeveehouderij.nl](https://www.kennis-verantwoordeveehouderij.nl)) ontwikkeld hoe netjes te bemesten en wat het de ondernemer kost aan grasopbrengst en graskwaliteit bij een slecht werkresultaat. Globaal kan dat 30 euro per ha aan extra kunstmestkosten met zich meebrengen en 60 tot 80 euro aan opbrengst kosten. In situaties waarbij "gele strepen" in het perceel te zien zijn als gevolg van het boven op de grond plaatst en het optreden van verbranding kan de opbrengschade nog veel groter zijn. Een slecht werkresultaat wordt mede beïnvloed doordat ondernemers nogal eens kiezen voor de goedkoopste aanbieder. Gezien het voorafgaande mag netjes toedienen 1,5-2 euro meer per kuub kosten en dan verdient het zich nog steeds terug.

Bij sleepvoetenbemesting is het beeld niet veel anders. Het niet goed plaatsen van mest tussen het gras kan leiden tot het mee omhoog groeien van de mest. Dat kost grasopbrengst en komt de smakelijkheid niet ten goede en leidt tot mestdeeltjes in het ruwvoer bij inkuilen. Dit risico is groter naarmate er minder water is bijgemengd.

Binnen het programma MestopznBest is voorlichtingsmateriaal waarmee men als individu of in studiegroepen (maar ook voor de loonwerker) aan de slag kan gaan en zelf percelen kan beoordelen op werkresultaat. Dat zou moeten leiden tot het beter afstellen van de eigen machine of de machine van de loonwerker.

Dit zou nog versterkt kunnen worden door regionale demo's te organiseren met verschillende machines en waar het werkresultaat bekeken en beoordeeld wordt. Dit soort demo's zou de provincie Friesland kunnen ondersteunen en initiëren met lokale partijen. Vanuit Mestopznbest is veel materiaal beschikbaar en kan dit eventueel aangepast worden voor de regio.

2. Nieuwe technieken bij mesttoediening

Binnen het programma MestopznBest worden nieuwe/aangepaste toedieningstechnieken ontwikkeld die moeten leiden tot idealiter 50% emissiereductie. Eerste versies/prototypes zijn waarschijnlijk beschikbaar vanaf 2024. Ook deze technieken kunnen gedemonstreerd worden in de regio.

3. Voor 1 juli alle mest toegediend

Met het afbouwen van de derogatie mag steeds minder mest worden toegediend. Is dat nu op veel bedrijven nog 240 kg N/ha, in 2026 daalt dat naar 170 kg N/ha. Op bedrijven die de veestapel permanent opstallen is dan ongeveer 40-45 m³ mest beschikbaar per ha. Op bedrijven met veel weidegang is dat dan vaak nog maar 25-30 m³ (zie bijdrage Wim Bussink op <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/bemestingsadvies/themadagen/themadag-2023.htm>). Deze daling van de toegestane mestgift betekent dat 2 tot 1 keer mest toedienen volstaat. Het hoogste rendement van de bemesting met mest (de hoogste N-, K- en P-werking) ontstaat bij vroeg toedienen (voor de 1e snede en of 2e snede). Bij normale weeromstandigheden betekent dat in de meeste gevallen dat de mest voor half mei is toegediend en dat in een beperkt aantal gevallen nog mesttoediening eind juni nodig is. Vroeg toedienen betekent in het algemeen ook betere bodemcondities (niet te harde grond) zodat een beter werkresultaat kan worden gerealiseerd en ook weeromstandigheden die gemiddeld een iets lagere emissie geven dan bij toediening in juli en augustus. Van belang is wel dat bedrijven voldoende opslagcapaciteit hebben.

In de communicatie naar bedrijven toe zou dus de nadruk moeten liggen op het vroeg toedienen van mest (mits in het voorjaar de grond voldoende draagkracht heeft voor berijding, geen zware regenbuien worden verwacht etc) omdat dit de hoogste N-werking oplevert en de minste schade aan de grasmat en de laagste ammoniakemissie geeft.

4. Monitoring graskwaliteit en grasgroei bij beweiding

Scherp op eiwit voeren betekent dat de ondernemer precies moet weten wat de samenstelling is van zijn voedermiddelen en wat de opname van een voedermiddel is. Bij het voeren van weidegras is dat nog steeds een uitdaging. Bij bedrijven die beperkt weiden wordt een belangrijk deel van het rantsoen in de stal verstrekt. Onduidelijk is hoeveel gras de dieren opnemen bij 8 uur weiden. Naast de smakelijkheid van het gras wordt dit sterk bepaald of de dieren op stal ruim zijn gevoerd. De drogestofopname bij weidegang kan daardoor variëren van 0,5 tot 1 kg ds per uur weidegang. Weidegras kan zeer variabel zijn qua hoeveelheid eiwit. Dit kan variëren van minder dan 150 g RE tot soms meer dan 300 op veengronden bij warm en vochtig weer (hoge stikstofnalevering). Meestal schommelt het tussen 180 en 240 g RE per kg ds. Tezamen met een variërende opname betekent dit dus een vrij grote variatie in eiwitopname met gras. Het bijvoer rantsoen in de stal wordt bepaald op basis van een verwachte/geschatte grasopname en een verwacht eiwitgehalte. Idealiter zou de samenstelling en de grasopname op dagbasis bekend moeten zijn zodat het rantsoen/krachtvoerverstrekking daarop automatisch kan worden aangepast. Dit is echter nog niet het geval maar wordt wel verwacht binnen enkele jaren.

Grashoogtemetingen geven een aardig schatting van de grasopbrengst met vaak niet meer dan 100 kg ds/ha afwijking van de werkelijke opbrengst. Het nadeel is dat het wat bewerkelijker is. De grashoogtemeters zelf kosten enkele honderden tot meer dan 1000 euro per stuk. Er is ook genoeg voorlichtingsmateriaal om deze goed in te zetten. Het is wel extra werk voor de veehouder. Met satellietmetingen/drones zijn grasopbrengstschattingen goed mogelijk, maar het bepalen van het eiwitgehalte is daarmee een stuk lastiger. Met het stapelen van technieken – metingen in combinatie met grasgroeimodellen – is meer te bereiken (Pelikaan 2020; <https://edepot.wur.nl/526017>). Een praktijkrijpsysteem is er echter nog niet.

Een andere ontwikkeling is het gebruik van handheld sensors om de graskwaliteit te monitoren. Met sommige sensors kan men daarmee direct het eiwitgehalte van het gras meten binnen 1- 2 minuten. Een voorbeeld daarvan is de scanner van Agrocures (www.Agrocures.com). De kosten van dergelijk systeem liggen zo rond de 7000 euro. Voor een individuele veehouder kan het daarmee te duur zijn maar het kan mogelijk wel interessant zijn in studiegroepen verband.

5. Minder jongvee (langere levensduur van de veestapel)

Er is toenemende aandacht voor de levensduur van de veestapel. Tussen 2016 en 2020 daalde het vervangingspercentage van 27 naar 21 procent en steeg het aantal koeien ouder dan 68 maanden (5 jaar en 8 maanden) van 19 naar 25 procent (<https://www.melkvee.nl/artikel/407224-leeftijdsopbouw-nederlandse-melkveestapel-verandert/>). Op basis van diverse onderzoeken is een koe die 9 lactaties meegaat economisch optimaal (<https://www.vruchtbarekringloopoverijssel.nl/nieuws/levensduur-koe-verlengen;meded-Willem-van-Laarhoven>). Omdat te bereiken is er veel aandacht nodig voor de zorg van de dieren. Op bedrijven met heel hoge producties per dier is dit waarschijnlijk ook lastiger te realiseren dan op bedrijven met een iets lagere productie. Minder jongvee betekent minder voer en minder mest. Tegelijk is een wat oudere veestapel vaak ook iets efficiënter qua melkproductie.

Wat op het vlak van levensduur verlenging mogelijk is, is dus sterk afhankelijk van de bedrijfsvoering en de ondernemer. Het effect op de ammoniakemissie vraagt detailrekenwerk maar een grove inschatting is dat een reductie van het vervangingspercentage van 30% naar 20% of 25% naar 15% tot 5% minder emissie kan geven op bedrijfsniveau.

Referenties

- Braam CR, Ketelaars JJMH & Smits MCJ (1997). Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *NJAS* (49-64).
- Bruggen, C. van, Bannink A, Bleeker A, Bussink DW, Groenestein CM, Huijsmans JFM, Kros J, Lagerwerf LA, Oltmer K, Ros MBH, van Schijndel MW, Velthof GL & van der Zee TC (2023). *Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 242. 228 p.
- Dooren, HJC van, Ogink NWM, van Riel JW, Mosquera J, Zonderland JL (2019). Beïnvloeding van de ammoniakemissie uit melkveestallen met roostervloer door beweiding; Onderzoek op Dairy Campus. Wageningen Livestock Research, Rapport 1130.
- Dooren, HJC van, Blanken K & Ogink NWM (2022). Reductie van ammoniakemissie door gebruik van water in melkveestallen; Resultaten van emissiemetingen op Dairy Campus. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1304.
- Huijsmans JFM, Hol JMG & van Schooten HA. Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. *Plant Research International*. PRI-rapport 633, pp.33
- Ogink NWM, Groenestein CM, J. Mosquera J (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Wageningen Livestock Research, Rapport 744, 28 p.
- Retz S, Georg H, Godbout S & Weghe HVD (2010). Impact of the manure removal from slatted floor in a dairy barn on the ammonia emission. <https://library.csbe-scgab.ca/docs/meetings/2010/CSBE100616.pdf>
- Van Boxmeer EGG, Schilder H, Verdoes N, Galama PJ, Kupers GCC (2023). Samenstelling mestproducten uit innovatieve stalsystemen in de melkvee-, varkens- en kalverhouderij; Betere stal, betere mest, betere oogst. Wageningen Livestock Research, Rapport 1410.