



Aanzuursystemen voor rundveedrijfmest in stallen

R.W. Melse, D.A.J. Starmans en N.W.M. Ogink



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Aanzuursystemen voor rundveedrijfmest in stallen

R.W. Melse
D.A.J. Starmans
N.W.M. Ogink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Mest, milieu en klimaat' (projectnummer BO-20-004-049)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, augustus 2015

Livestock Research Rapport 898

Samenvatting NL

Door drijfmestmest aan te zuren in de mestkelder onder de stal, kan de emissie van ammoniak gereduceerd worden. Dit aanzuren kan op twee manieren plaatsvinden: 1) Aanzuren met zwavelzuur; 2) Biologisch aanzuren, dat wil zeggen dat er zure componenten worden geproduceerd door bacteriën in de mest. Op verzoek van het Ministerie van Economische zaken worden in dit rapport de belangrijkste eigenschappen van aanzuursystemen voor rundveestallen besproken. Uit de analyse blijkt dat de maximale ammoniakemissiereductie uit de stal ca. 20% bedraagt. Dit is onvoldoende om in melkveestallen als zelfstandige emissiearme techniek te kunnen voldoen aan de toekomstige maximale emissiewaarden na 1 januari 2018. Aanzuren dient dan gecombineerd te worden met een andere emissiebeperkende maatregel, zoals emissiearme vloertechniek of luchtzuivering, waardoor het perspectief voor toepassing wordt beperkt. Verder wordt geconcludeerd dat aanzuren met zwavelzuur, in tegenstelling tot biologische aanzuren, een praktijkrijp systeem is. Aanzuren met zwavelzuur heeft verder tot gevolg dat het zwavelgehalte van de mest sterk toeneemt; bij toepassing van dit systeem moet daarom nagegaan worden welke zwavelgiften acceptabel zijn voor de bodem. De jaarkosten van biologisch aanzuren zijn ongeveer twee maal zo hoog als voor aanzuren met zwavelzuur. Verder zal toepassing van biologisch aanzuren mogelijk leiden tot een hogere methaanproductie. Gezien de relatief hoge kosten is het de vraag of biologisch aanzuren toekomst heeft, zelfs wanneer het technisch gezien praktijkrijp wordt gemaakt. Daarom wordt geconcludeerd dat het systeem van biologisch aanzuren op korte termijn geen perspectief biedt. Wel kan het systeem mogelijk financieel aantrekkelijker worden gemaakt wanneer de extra methaanopbrengst verzilverd kan worden, dus in combinatie met een vergistingssysteem. In een vervolgstudie zou kunnen nagegaan worden of een combinatiesysteem van biologisch aanzuren en vergisting financieel haalbaar zou kunnen zijn.

Summary UK

By acidification of liquid cattle manure in the pit underneath the floor, the emission of ammonia from an animal house can be reduced. Two systems for acidification can be distinguished: 1) Acidification with sulphuric acid; 2) Biological acidification, *i.e.* acid compounds are produced by bacteria in the manure. At the request of the Dutch Ministry of Economic Affairs in this report the main aspects of these systems are discussed. The analysis shows that the maximum achievable ammonia emission reduction is about 20%. Applied as a single low-emission measure in dairy barns, this reduction is not large enough to comply with the maximum levels that will come into effect from 2018, implying that this measure has to be combined with additional techniques, such as low-emission floor or air scrubbing techniques, and as such restricting perspectives for practical application. Furthermore, it is concluded that the sulphuric acid acidification system is ready for on-farm implementation, whereas the biological acidification system needs to be further developed. Acidification with sulphuric acid leads to a drastic increase of the sulphur content of the manure; attention must be paid to maximum sulphur application rates when this manure is applied to the soil; when this system is applied to the soil. The operating costs for biological acidification are about twice as much as for acidification with sulphuric acid. Besides, application of biological acidification might lead to a higher methane production. Because of the relatively high costs, it is uncertain whether biological acidification is feasible, even when it is ready for practical implementation. Therefore it is concluded that the biological acidification system is without prospects for the short term. The economic feasibility might improve when the increased methane production can be used in a digester. It is recommended to further study the feasibility of a combined system of biological acidification and manure digestion.

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Livestock Research Rapport 898

Inhoud

1	Inleiding	7
2	Aanzuren met zwavelzuur	8
	2.1 Resultaten van uitgevoerde studie	8
	2.2 Discussie n.a.v. uitgevoerde studie	8
3	Biologisch aanzuren	11
	3.1 Resultaten van uitgevoerde studie	11
	3.2 Discussie n.a.v. uitgevoerde studie	12
	3.2.1 Werking op langere duur	12
	3.2.2 Praktische haalbaarheid	12
4	Normstelling maximale emissieniveaus	14
5	Conclusies en aanbevelingen	15
	Literatuur	17

1 Inleiding

Recent is een aantal publicaties verschenen over het aanzuren van mest in de stal en de invloed daarvan op de emissie van ammoniak (Bussink et al., 2012,2014; Agrotech, 2013; Fanguiero et al., 2015).

Voor het aanzuren van mest kunnen twee varianten worden onderscheiden:

- Aanzuren met zwavelzuur (zie hoofdstuk 2);
- Biologisch aanzuren, dat wil zeggen dat er zure componenten worden geproduceerd door bacteriën in de mest (zie hoofdstuk 3).

Vanuit het Ministerie van Economische Zaken is het verzoek gekomen om kort de belangrijkste eigenschappen van deze systemen te bespreken en een visie te geven op de praktische haalbaarheid en het toekomstperspectief ervan. In onderliggend rapport worden de twee varianten van het aanzuursysteem besproken op basis van de hierboven genoemde publicaties.

2 Aanzuren met zwavelzuur

2.1 Resultaten van uitgevoerde studie

In Denemarken is een aanzuursysteem voor rundveedrijfmest ontwikkeld, dat op de markt wordt gebracht door de recentelijk gefuseerde firma's Infarm A/S en Jørgen Hyldgård Staldservice A/S. Enige tijd geleden is een rapport verschenen waarin het systeem van de laatste firma wordt uitgetest in een viertal melkveestallen in Denemarken (Agrotech, 2013); het systeem wordt op de markt gebracht onder de naam JH-FORSURING NH₄⁺. In het systeem wordt drijfmest vanuit de mestkelder onder de roosters naar een mix-tank gepompt waar zwavelzuur aan de mest wordt toegediend. Hierdoor daalt de pH van de mest. De mest wordt vervolgens teruggepompt naar de mestkelder. Wanneer de vers geproduceerde drijfmest door de roosters valt en in de kelder terecht komt, komt deze terecht in de aangezuurde mest. Doordat de pH van de mest op deze wijze afneemt, mag verwacht worden dat de ammoniakemissie uit de mestkelder afneemt. De ammoniakemissie uit de stal is gemeten met behulp van een foto-akoestische-gasdetector (INNOVA 1412) voor de ammoniakconcentratie en de CO₂-balansmethode voor het luchtdebiet. Daarnaast is de mest op regelmatige basis bemonsterd en geanalyseerd. Uit de metingen bleek dat de pH in de mest daalde tot een waarde van ca. 5,5 (4,8 - 5,9) en dat de ammoniakemissie afnam.

De emissies en emissiereducties die in het Deense onderzoek zijn gevonden kunnen niet rechtstreeks naar de Nederlandse situatie worden vertaald, aangezien er verschillen zijn in o.a. houderijsysteem. Zo bevatten de stallen, conform de Deense praktijk, relatief veel jongvee. Daarnaast was één van de vier stallen hoofdzakelijk met Jersey-koeien bevolkt; het is niet duidelijk of de CO₂ productieberekeningen (die gebruikt worden voor het berekenen van het ventilatiedebiet) gelden voor dit ras koeien, aangezien de formules zijn gebaseerd op Holstein koeien. Tenslotte weken voermanagement en productieniveau af van de Nederlandse praktijk. Zo werd er in de bemeten Deense stallen veel meer en eiwitrijker gevoerd met een gemiddelde N-excretie van 163 kg N/jaar/koe, tegenover een Nederlands gemiddelde in 2011 van 128 kg N/jaar/koe (Bruggen et al., 2013).

2.2 Discussie n.a.v. uitgevoerde studie

Emissiereductie ammoniak

Om toch een vergelijking te kunnen maken tussen de resultaten van de Deense studie en de Nederlandse situatie, wordt in plaats van een vergelijking van emissiereducties een vergelijking gemaakt op basis van de effecten van aanzuren op TAN verliespercentages in de stal. De bron voor ammoniakemissie uit stallen bestaat uit Totaal Ammoniak N (TAN), d.w.z. alle potentieel in ammoniak omzetbare N (ureum-N) die in de urine wordt uitgescheiden. De hoeveelheid NH₃ die per tijdseenheid uit een stal emitteert kan uitgedrukt worden als een percentage van deze TAN. Het effect van een emissiereducerende techniek kan daarmee ook uitgedrukt worden in de vorm van een verlaging van het TAN-verliespercentage t.o.v. het referentieniveau. Het effect is daardoor onafhankelijk van het niveau van TAN-excretie uit te drukken.

Voor de Deense situatie kan op basis van de Deense normen voor N- en TAN-excretie en de NH₃-emissiefactor van 14 kg per dier uit 2001 (Poulsen et al., 2001) een TAN-verliespercentage van 16,0% worden berekend. Wanneer gebruik wordt gemaakt van meer recente metingen aan Deense stallen door Hansen et al. (2012) dan kan een TAN-verliespercentage van 17,2% worden berekend.

In het Deense meetrapport (Agrotech, 2013) wordt voor elke meetronde gedetailleerde informatie over de N-excretie en TAN-excretie gegeven, zowel per dier als totaal voor de bemeten stal. Van elke ronde is ook de totale N-NH₃ emissie uit de stallen bekend. Op basis hiervan kan het TAN-verliespercentage worden berekend. In Tabel 1 staat deze berekening weergegeven. Het gemiddelde

TAN-verlies bedraagt 13,3%. Als we dit vergelijken met het oude en nieuwere Deense referentieniveau van respectievelijk 16,0 en 17,2%, betekent dit een ammoniakemissiereductie van respectievelijk 17 en 23 % (de emissie gaat namelijk omlaag van 16,0% dan wel 17,2% van de TAN naar 13,3 % van de TAN). Qua orde van grootte, uitgedrukt als het gemiddelde van beide percentages, levert het aanzuureffect dus een reductie van ca. 20% op. Uit Tabel 2 blijkt dat de verwachte emissiereductie voor ammoniak niet hoger is dan ca. 20%.

Tabel 1

TAN-verliespercentages per bedrijf en meting (Agrotech, 2013), overall gemiddelde, en afgeleid reductiepercentage voor ammoniakemissie, uitgedrukt voor 2 referentieniveaus (zie tekst).

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6	Gemiddelde
Bedrijf 1	11.6	16.7	14.2	16.6	11.7	9.5	13.4
Bedrijf 2	10.9	14.2	12.8	11.3	11.2	12.7	12.2
Bedrijf 3	13.5	18.1	22	11.8	12.2	13.1	15.1
Bedrijf 4	8.5	12	18.9	14.9	13.6	7.9	12.6
Gemiddelde TAN-verliespercentage:							13.3
Referentie TAN-verliespercentage:							16.0 / 17.2
Gemiddeld reductiepercentage aanzuurtechniek:							17 / 23

Het referentieniveau van het TAN-verliespercentage in de Deense situatie, ligt overigens wel hoger dan die voor de Nederlandse situatie. De huidige gemiddelde N-excretie en TAN-excretie in de stal bij volledig opstallen van melkkoeien in Nederland bedraagt respectievelijk 127,6 en 77,7 kg N/jaar/koe (Bruggen et al., 2013). De geactualiseerde inschatting van de NH₃-emissie per koe in de gemiddelde Nederlandse bedrijfssituatie bij volledig opstallen bedraagt 13,0 kg/jaar/koe bij permanent opstallen (Ogink et al., 2014). Op N-basis is dit $14/17 * 13,0 = 10,7$ kg N-NH₃. Hieruit kan afgeleid worden dat gemiddeld 13,8% van de TAN omgezet wordt geëmitteerd als NH₃.

Verder dient bedacht te worden dat voor een reguliere stal geldt dat het grootste deel van de emissie (voor gemiddelde Nederlandse omstandigheden ca. 70%) afkomstig is van de vloer en een veel kleiner gedeelte (ca. 30%) afkomstig is uit de kelder. Wanneer dus de totale emissie uit de stal door aanzuring in de kelder met ca. 20% afneemt, betekent dit dat de kelderemissie met ongeveer twee-derde wordt gereduceerd.

Naast het effect op stalemissies mag verwacht worden dat ook de emissie tijdens het aanwenden van de mest lager zal zijn als gevolg van de lagere pH, maar op dit moment is hierover nog niet voldoende bekend. Mogelijk zal de pH verlaging ook leiden tot een lagere methaanemissie tijdens opslag en uitrijden van de mest, maar hierover is nog weinig bekend. De effecten van aanzuren op emissie bij aanwending van mest worden momenteel doorgemeten in een veldexperiment uitgevoerd door WUR Plant Research International en Livestock Research, in opdracht van Proeftuin Natura 2000 Overijssel. De resultaten uit dit onderzoek zijn naar verwachting half 2015 beschikbaar (Huijsmans et al., 2015).

Zwavel

Een gevolg van het gebruik van zwavelzuur (H₂SO₄) is dat er een hoeveelheid zwavel (S) in de mest terecht komt, die uiteindelijk in de bodem terecht komt wanneer de mest wordt aangewend. Gemiddeld gezien bevat niet-aangezuurde rundveedrijfmest ca. 0,7 kg S/ton mest. Bij het aanzuren wordt gemiddeld een hoeveelheid van 5,7 kg H₂SO₄ toegevoegd per ton rundveedrijfmest, oftewel 1,7 kg S/m³. Hierdoor stijgt het zwavelgehalte tot ca. 2,4 kg S/ton mest. Uitgaand van een stikstofgehalte van 4,1 kg N/ton mest en een stikstofgift van 170 kg N/ha resp. 250 kg N/ha (voor derogatiebedrijven), betekent dit dat de zwavelgift toeneemt met 70 resp. 104 kg S/ha (Ehlert en Chardon, 2014) tot een totale hoeveelheid van 99 resp. 147 kg S/ha. Dit laatste is gelijk aan 296 resp. 440 kg SO₄/ha.

Ehlert en Chardon (2014) melden verder: "Er is geen wettelijke norm voor de maximaal toelaatbaar geachte aanvoer van sulfaat. Er is een richtwaarde voor sulfaat in grondwater en er is een MTR-waarde¹ sulfaat voor oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater. Als aangenomen wordt dat het sulfaatgehalte van uit de bouwvoor uitspoelend of afspoelend bodemvocht de richtwaarde of de MTR waarden niet mag overschrijden, dan mag niet meer dan respectievelijk 450 kg SO₄ ha⁻¹ (*op basis van richtwaarde sulfaat in grondwater, ed.*) en 300 kg SO₄ ha⁻¹ (*op basis van MTR waarde voor drinkwaterproductie, ed.*) toegediend worden." Deze twee berekende richtwaarden voor maximale toediening zitten in dezelfde range als de zwavelhoeveelheid verwacht kunnen worden bij toediening van aangezuurde mest.

¹ MTR = maximaal toelaatbare risiconiveau.

3 Biologisch aanzuren

3.1 Resultaten van uitgevoerde studie

Bij biologisch aanzuren wordt de mest met behulp van micro-organismen aangezuurd. Hierbij worden fermenteerbare koolhydraten door micro-organismen omgezet in azijnzuur en melkzuur waardoor de pH daalt. Evenals het geval is bij aanzuren met zwavelzuur (zie hoofdstuk 2), mag verwacht worden dat de ammoniakemissie uit de mestkelder hierdoor afneemt. Bij biologisch aanzuren zijn in meer of mindere mate toevoegmiddelen nodig in de vorm van gemakkelijk afbreekbare koolstofbronnen (bijv. melasse of zetmeel), organische zuren en/of melkzuurbacteriën.

In een studie in opdracht van het Productschap Zuivel is door het Nutriënten Management Instituut (NMI) nagegaan wat de mogelijkheden zijn van biologisch aanzuren van mest om zo de NH₃-emissie uit stallen en bij het toedienen van mest te verlagen (Bussink et al., 2012). De belangrijkste conclusie van deze studie was dat biologisch aanzuren perspectiefvol is, maar dat er onvoldoende bekend is met betrekking tot optimale procescondities en de noodzaak van toediening van additieven (combinatie en hoeveelheden) die nodig zijn om de pH van dunne mest tot beneden pH 6 te verlagen. Geconcludeerd werd dat er meer kwantitatieve informatie nodig is voordat het zinvol is om deze techniek op (semi-)praktijkschaal te testen. Vervolgens is in opdracht van het Productschap Zuivel en het Ministerie van Economische Zaken een vervolgstudie (Bussink et al., 2014) uitgevoerd met als doel om in een aantal proeven op lab-schaal vast te stellen welke additieven, in welke hoeveelheden en onder welke condities nodig zijn om effectief aan te kunnen zuren. Als onderdeel van deze vervolgstudie is tevens een inschatting gemaakt van de technische en economische haalbaarheid van een eventuele opschaling naar praktijkschaal.

Uit het laatste onderzoek blijkt dat biologisch aanzuren van mest alleen mogelijk is wanneer additieven worden toegevoegd, dan wel door het toevoegen van een extra zuur dan wel door het toevoegen van een extra koolstofbron. Als mogelijk te gebruiken zuren worden zwavelzuur, azijnzuur en melkzuur genoemd. Wanneer een extra koolstofbron wordt gebruikt heeft dat ook als gevolg dat het biogasproductiepotentieel van de mest toeneemt. Dit kan interessant zijn wanneer er op het veebedrijf sprake is van een mestvergistingsinstallatie.

Verder wordt in de studie geconcludeerd dat het meest veelbelovende systeem, uit zowel milieu- als economisch oogpunt, een combinatie is van het toevoegen van zwavelzuur bij het opstarten en vervolgens het toevoegen van een C-bron met een hoog suikergehalte voor het handhaven van de streef-pH. Volgens de studie bedragen de jaarkosten dan EUR 132 per koe per jaar, opgebouwd uit EUR 70 vaste kosten (rente, afschrijving en onderhoud) en EUR 62 variabele kosten (chemicaliën, elektra etc.). Daarnaast worden de kosten gerapporteerd van een systeem waarin alleen zwavelzuur wordt gedoseerd, dus zonder gebruik te maken van bacteriën (dat is dus een systeem zoals in hoofdstuk 2 werd besproken). In dat geval bedragen de jaarkosten EUR 67 per koe per jaar, opgebouwd uit EUR 39 vaste kosten en EUR 28 variabele kosten.

Aangenomen kan worden dat de reductie van de ammoniakemissie uit de stal vergelijkbaar is met het systeem dat in hoofdstuk 2 is beschreven, dus ca. 20% reductie ten opzichte van een conventionele stal, aangezien er sprake is van een vergelijkbare pH daling. Verder geldt ook hier dat een lagere pH tijdens het aanwenden van de mest naar verwachting een lagere ammoniakemissie zal geven dan bij aanwending van niet-aangezuurde mest.

Uit de laboratoriumexperimenten van Bussink et al. (2014) is verder gebleken dat de productie van methaan toeneemt, als gevolg van het toedienen van een koolstofbron: het biogasproductiepotentieel nam gemiddeld met 55% toe. Wanneer echter geen sprake is van biogaswinning, zal toepassing van het biologisch aanzuringssysteem op deze manier mogelijk leiden tot een hogere methaanemissie tijdens opslag en/of uitrijden van de mest.

3.2 Discussie n.a.v. uitgevoerde studie

3.2.1 Werking op langere duur

In het NMI rapport wordt een aantal aannames gedaan met betrekking tot de chemie van (organische) zuren, de biologische afbraak hiervan en de doorvertaling van de laboratoriumresultaten naar een praktijksituatie.

De laboratoriumexperimenten zijn uitgevoerd gedurende een periode van 30 dagen. Het is in principe mogelijk dat de bacteriepopulatie op de langere duur van samenstelling verandert. Dit zou dan tot gevolg kunnen hebben dat de C-bron op den duur niet meer omgezet zal worden naar zure afbraakproducten maar naar niet-zure afbraakproducten. Het gevolg daarvan zou dan zijn dat de pH gaat stijgen.

Vanwege de lagere kosten t.o.v. organische zuren wordt in het rapport geconcludeerd dat een systeem met zwavelzuurdosering het meest voor de hand ligt om de benodigde initiële pH-verlaging te bereiken. Dit systeem zou dan ook als "noodsysteem" kunnen worden gebruikt om er zeker van te zijn dat de pH te allen tijde lager is dan de ingestelde setpoint, ongeacht de werking van de bacteriën. Wanneer de biologische aanzuring op den duur niet meer zou functioneren (zie boven), zou het biologisch aanzuringssysteem op deze manier kunnen veranderen in een aanzuringssysteem met alléén zwavelzuur (dus een systeem zoals in hoofdstuk 2 wordt besproken).

Om vast te stellen in welke mate dit aspect een rol speelt, worden aanvullende experimenten nodig geacht op laboratorium- en/of pilot-schaal, zoals NMI zelf ook aangeeft in het rapport. Hierbij is het naar onze mening in het bijzonder van belang om vast te stellen hoe het systeem zich op de lange duur gedraagt (bijv. na zes maanden tot een jaar). Uit dergelijke experimenten zal kunnen volgen of het biologisch aanzuringssysteem een 'robuust' systeem is, dat wil zeggen of het systeem op de langere duur zal kunnen blijven functioneren in een praktijksituatie.

Daarnaast is het van belang om bij eventuele vervolgent experimenten de procesomstandigheden zoveel mogelijk overeen te laten komen met de praktijksituatie. Hierbij kan onder andere worden gedacht aan de verhouding tussen het mestputvolume en de hoeveelheid mest die telkens toegevoegd wordt, zoals die in de praktijk zal bestaan; dit zal in experimenten zoveel mogelijk moeten worden benaderd.

3.2.2 Praktische haalbaarheid

Om een beter beeld te krijgen van de praktische haalbaarheid van het voorgestelde biologische aanzuursysteem is aan een onafhankelijk adviesbureau, DLV Advies, gevraagd om een analyse te maken van de kansen voor praktijkimplementatie van dit systeem. Hiertoe heeft DLV met vier melkveehouders een telefonisch interview gehouden over dit onderwerp, twee veehouders uit Noord-Nederland, en twee uit Zuid-Nederland. Dat waren allen veehouders met nieuwbouwplannen, die op enige wijze met emissiearme huisvesting in voorbereiding zijn. DLV heeft het biologische aanzuringssysteem aan de veehouders voorgelegd en hen vervolgens gevraagd naar hun mening. Onderstaand worden de reacties van de veehouders samengevat. Opgemerkt dient te worden dat de meeste reacties niet specifiek gelden voor een biologisch aanzuringssysteem, maar ook gelden voor een systeem waarbij aangezuurd wordt met zwavelzuur.

Algemene reactie van geraadpleegde veehouders:

- Er is een duidelijke nieuwsgierigheid naar het systeem van biologisch aanzuren van mest, maar tegelijkertijd is deze wel zeer vrijblijvend.

Door veehouders aangegeven positieve punten:

- Positief is dat bij toepassing van het aanzuringssysteem de (bestaande) roosters in de stal kunnen blijven. Dit wordt genoemd voor zowel bestaande stallen (i.v.m. het besparen van verbouwkosten) als voor nieuwe stallen (wanneer aangezuurd wordt, zijn mogelijk emissiearme vloeren nodig; emissiearme vloeren worden nogal eens geassocieerd met slechte betrouwbaarheid).
- Toepassing van aanzuring van mest zou (na opstart van het systeem) schuimvorming in de mestkelder tegengaan. De veehouders geven aan dat dit zeer positief zou zijn, omdat op deze wijze een betere benutting van de mestkelder mogelijk is.

Door veehouders aangegeven aandachtspunten/vragen:

- Wat zou het effect zijn van aanwending van aangezuurde mest op de zuurgraad van de bodem? Zou dit geen problemen geven?
- Hoe zullen de jaarkosten zich op termijn ontwikkelen, zullen deze lager worden? De kosten zoals die nu zijn berekend (zie paragraaf 3.1) worden als te hoog ervaren.
- In welke mate worden betonnen kelders, inrichting en apparatuur (sneller) aangetast door de aangezuurde mest?
- Tenslotte vragen de veehouders zicht of aangezuurde mest (in de toekomst) eventueel bovengronds zou mogen worden uitgereden, vanwege een verwacht lagere emissie bij aangezuurde mest (zie het lopende onderzoek dat in paragraaf 2.2 wordt vermeld). Dit zou een positieve stimulans zijn om het aanzuringssysteem toe te passen in de stal.

Conclusie van DLV n.a.v. gevoerde gesprekken:

DLV geeft aan dat er op dit moment voor de veehouders nog te veel vraagtekens bestaan om met een systeem als biologisch aanzuren aan de slag te gaan. Het lijkt in ieder geval verstandig om eerst meer duidelijk te krijgen over de aangegeven aandachtspunten en vragen. Daarnaast is de inschatting dat de interesse uiteindelijk toch beperkt zal blijven als gevolg van de hoge investeringskosten en de aanzienlijke jaarkosten. De kosten zullen nog aanzienlijk beperkt moeten worden, om het in de praktijk toepasbaar te krijgen. Het systeem van aanzuren met zwavelzuur (zie hoofdstuk 2), lijkt twee maal zo lage jaarkosten te hebben en zal dan misschien eerder worden toegepast.

Met als achtergrond dat de maximale emissiereductie voor ammoniak niet meer is dan 20%, geeft DLV aan dat het de vraag blijft of de sector deze techniek zal omarmen. Wellicht dat mechanische ventilatie in combinatie met luchtwassing (waarbij veel hogere reductiepercentages kunnen worden behaald: ca. 70% voor biologische en ca. 90% voor chemische wassers) meer kans maakt als techniek om de ammoniakemissie uit de melkveehouderij in de toekomst te beperken.

4 Normstelling maximale emissieniveaus

Eind 2014 is het (ontwerp) Besluit emissiearme huisvestingssystemen landbouwdieren gepubliceerd (IenM, 2014). Hierin worden nieuwe maximale emissiewaarden voor dierenverblijven van melkveebedrijven aangekondigd. Tot 1 januari 2018 wordt voorgesteld dat nieuw op te richten dierenverblijven met melkvee maximaal 11,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar mogen emitteren. Na deze datum mogen nieuw op te richten dierenverblijven maximaal 8,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar emitteren. In dit ontwerpbesluit wordt gebruik gemaakt van geactualiseerde emissiefactoren voor de rundvee-categorieën (actualisatie-rapport Ogink et al., 2014), zij het dat in het ontwerpbesluit voor de nieuwe emissiefactoren geanticipeerd is op een verruiming van het emitterend oppervlak per dier in nieuwe stallen (van 3,6 naar 4,5 m², zie actualisatie-rapport). Hierdoor liggen de in het ontwerpbesluit genoemde nieuwe emissiefactoren 8% hoger dan vermeld in tabel 2 van het actualisatie-rapport. Voor een conventionele melkveestal met roostervloer met 4,5 m² zou dit een geactualiseerd emissieniveau van 14,1 kg NH₃ per dierplaats per jaar betekenen. In het ontwerpbesluit is opgenomen dat bij de toetsing op het voldoen aan maximale emissiewaarden het emissiereducerende effect van beweiden niet meer wordt mee beschouwd. Dit betekent dat er t.o.v. een stal zonder emissiearme maatregelen en een emitterend oppervlak van 4,5 m² een emissiereductie van minimaal 22% moet worden gerealiseerd om het maximale niveau van 11,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar te behalen (tot 1 januari 2018), en minimaal 39% om een niveau van 8,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar te bereiken (na 1 januari 2018).

Wanneer enkel aanzuren als emissiearme techniek wordt ingezet in een nieuwe stal, met een emissiereductie van ca. 20%, zit het bereikte emissieniveau op de rand van deze 11,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar (maximale waarde tot 2018) en wordt de 8,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar (maximale waarde na 2018) bij lange na niet gehaald.

Wanneer op korte termijn een emissiefactor voor een melkveestal met aanzuren zou worden vastgesteld (bijv. ingaand op 1 januari 2016), is het nog maar de vraag of hier net wel of net niet aan de maximale waarde van 11,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar kan worden voldaan. Een emissiereductie van ca. 20% is in ieder geval niet voldoende om als zelfstandige emissiereducerende techniek te voldoen aan de maximale emissiewaarde die per 2018 zal gelden. Dit betekent dat het aanzuren als emissiereducerende techniek gecombineerd zou moeten worden met een andere emissiereducerende maatregel zoals emissiearme vloertechniek of luchtzuivering. Dit beperkt het perspectief voor toepassing van aanzuren van mest.

5 Conclusies en aanbevelingen

Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken zijn de technieken van aanzuren met zwavelzuur en biologisch aanzuren van mest besproken. De belangrijkste resultaten worden in onderstaande tabel kort samengevat.

Tabel 2

Samenvatting belangrijkste kenmerken aanzuursystemen melkveestallen.

	Aanzuren met zwavelzuur	Biologisch aanzuren
Verwachte emissiereductie ammoniak	- Stalemissie: ca. 20% reductie t.o.v. conventionele stal - Tijdens aanwenden mest: onbekend ⁽¹⁾	- Stalemissie: ca. 20% reductie t.o.v. conventionele stal - Tijdens aanwenden mest: onbekend ⁽¹⁾
Jaarkosten	EUR 67/koe EUR 2,5 per m ³ mest	EUR 132/koe EUR 4,9 per m ³ mest
Praktijkrijpheid	Ja, wordt in de praktijk (Denemarken) reeds toegepast	Nader onderzoek nodig, want onzekerheid over werking op langere duur ("robuustheid")
Neveneffecten	- Verhoging aanvoer zwavel naar bodem wanneer mest wordt aangewend (70 - 104 kg S/ha) - De methaanemissie neemt mogelijk af - Enig gevaar voor corrosie (pH is 5-6)	- Potentieel hogere biogasopbrengst wanneer de mest vervolgens vergist wordt (55%) - De methaanemissie neemt mogelijk toe ⁽²⁾ - Enig gevaar voor corrosie (pH is 5-6)

⁽¹⁾ De mate van emissiereductie is onbekend; wel kan worden aangenomen dat emissiereductie voor beide systemen vergelijkbaar zal zijn. De effecten van aanzuren op emissie bij aanwending van mest worden momenteel doorgemetten in een veldexperiment (Huijsmans et al., 2015).

⁽²⁾ Wanneer geen biogas wordt gewonnen, zal de hogere biogasproductie mogelijk leiden tot hogere methaanemissie.

Onderstaand wordt nader ingegaan op de inhoud van Tabel 2.

Emissiereductie ammoniak

Uit Tabel 2 blijkt dat de verwachte emissiereductie voor ammoniak niet hoger is dan ca. 20%. De reden hiervoor is dat in een reguliere stal het grootste deel van de emissie (voor gemiddelde Nederlandse omstandigheden ca. 70%) afkomstig is van de vloer en een veel kleiner gedeelte (ca. 30%) afkomstig is uit de kelder. Ingeschat wordt dat door aanzuring de kelderemissie met ongeveer twee-derde wordt gereduceerd.

Het emissiereductieniveau van aanzuren (ca. 20% voor ammoniak) is onvoldoende om als zelfstandige emissiearme techniek te kunnen voldoen aan de toekomstige maximale emissiewaarden van 8,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar na 1 januari 2018. Aanzuren dient dan gecombineerd te worden met een andere emissiebeperkende maatregel, zoals emissiearme vloertechniek of luchtzuivering. Dit beperkt het perspectief voor toepassing van aanzuren van mest.

Aanzuren met zwavelzuur

Wat betreft aanzuren met zwavelzuur volgt uit Tabel 2 dat dit van de twee systemen de goedkoopste techniek en daarnaast een praktijkrijp systeem is. Wel geldt dat de maximale emissiereductie voor ammoniak niet meer is dan 20%, waardoor het de vraag blijft of de sector deze techniek zal omarmen. Verder heeft aanzuren met zwavelzuur tot gevolg dat het zwavelgehalte van de mest sterk toeneemt (van ca. 0,7 tot 2,4 kg S/ton). Wanneer deze mest onverdund wordt aangewend zal de zwavelgift (uitgaande van een gift van 170 kg N/ha) toenemen met ca. 70 kg S/ha. Hierbij moet bedacht worden dat de depositie van zwavel sinds 1980 (als gevolg van emissiereductie van SO_x uit

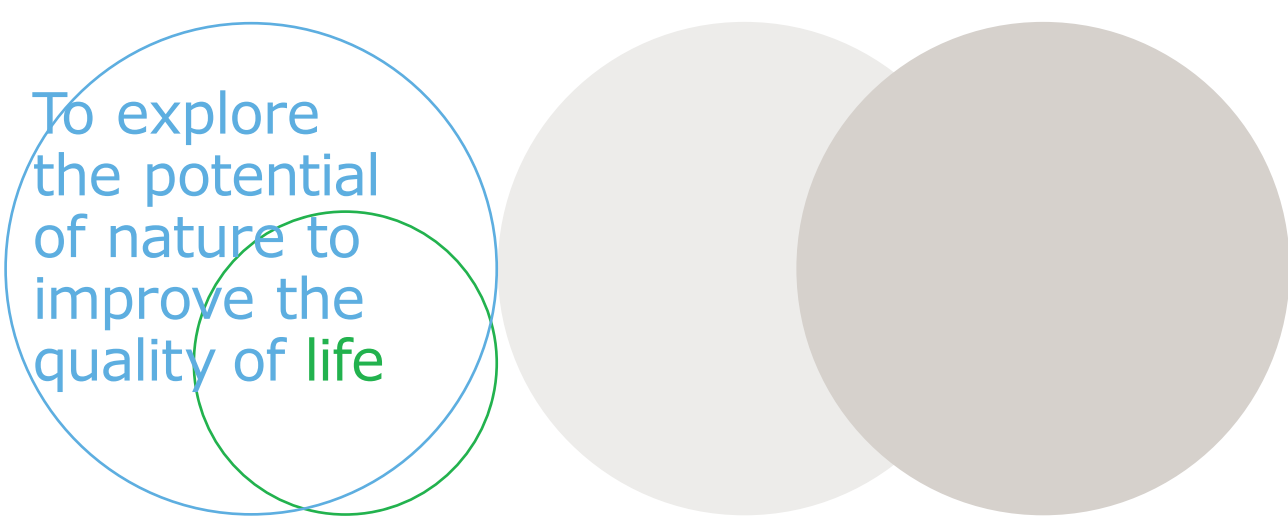
industrie en energiecentrales en industrie) juist met een vergelijkbare hoeveelheid is gedaald (van 82 kg S/ha in 1980 tot 13 kg S/ha (Ehlert en Chardon, 2014)). Aanbevolen wordt om na te gaan welke zwavelgiftten acceptabel zijn en of er aanpassing van huidige bemestingsadviezen en/of er regelgeving op dit gebied gewenst is. Overigens speelt bij de toepassing van chemische luchtwassers dezelfde problematiek, omdat hier zwavelhoudend spuiwater wordt geproduceerd.

Biologisch aanzuren

Tabel 2 vermeldt dat uit de economische analyse is gebleken dat de jaarkosten van biologische aanzuren van mest twee maal zo hoog zijn als voor aanzuren met zwavelzuur. Daarnaast wordt geconcludeerd dat het systeem van biologisch aanzuren niet praktijkrijp is, aangezien er nog te veel onzekerheden zijn over de werking en robuustheid van het systeem op de langere termijn. Hiervoor zou aanvullend lange-termijn onderzoek nodig zijn. Gezien de relatief hoge kosten is het de vraag of het systeem van biologisch aanzuren überhaupt toekomst heeft, zelfs wanneer het technisch gezien praktijkrijp wordt gemaakt. Geconcludeerd wordt dat het systeem van biologisch aanzuren op korte termijn geen perspectief biedt. Het systeem wordt financieel mogelijk aantrekkelijker wanneer de extra biogasopbrengst verzilverd kan worden, dus in combinatie met een vergistingssysteem. In een vervolgstudie zou kunnen nagegaan worden of een combinatiesysteem van biologisch aanzuren en vergisting wel financieel haalbaar zou kunnen zijn.

Literatuur

- Agrotech. (2013). Test report for JH-FORSURING NH4+. Internet: http://www.etv-denmark.com/files/agriculture/_JH_Forsuring_Test_report_ver1-5.pdf. Agrotech/DANETV, Denmark.
- Bruggen, C.van, P. Bikker, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof (2013). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011 : berekeningen met het Nationaal emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 330. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. Internet: <http://edepot.wur.nl/259020>.
- Bussink, D.W., Van Rotterdam-Los, A.M.D., Wenzl, W. (2012). Potential of biologically acidifying cattle slurry to reduce NH3-emissions, Report 1422.N.11 Nutrient Management Institute, Wageningen. Internet: <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/web/file?uuid=2d057bae-aaba-4b4f-a119-6b3385b298f8&owner=404d0c43-5b6b-4bef-96d7-b6190f5e3b60>.
- Bussink, D.W., A.M.D. Van Rotterdam-Los, I. Vermeij, H.J.C van Dooren, S. Bokma, G.J. Ouwerkerk, H. Van der Draai, W. Wenzl (2014). Reducing NH3 emissions from cattle slurry by (biological) acidification: experimental proof and practical feasibility. Report 1422.N.12. NMI, Wageningen. *In voorbereiding*.
- Ehlert, P.A.I., W.J. Chardon (2014). Veranderingen van de zwavelbalans van de Nederlandse bodem. Beantwoording van een helpdeskvraag; Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2516. Internet: <http://edepot.wur.nl/304766>
- Fangueiro, D, M. Hjorth, F. Gioelli (2015). Acidification of animal slurry - a review. Journal of Environmental Management 149, 46-56. Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479714004848>.
- Hansen, M. N., P. Kai, B.E. Madsen, P. Hansen, G-Q. Zhang, J. Ove Johnsen. (2012). Ammonia emission from naturally ventilated dairy cow buildings -Environmental effect of slats and pit cleaning.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol, H. van Schooten (2015). Toediening van aangezuurde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Ammoniakemissie en gewasopbrengst. Wageningen UR, Plant Research International. *In voorbereiding*.
- IenM (2014). Voorhang van het ontwerpbesluit houdende regels ter beperking van de emissie uit huisvestingssystemen voor landbouwhuisdieren (Besluit emissiearme huisvestingssystemen landbouwdieren). Web: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2014-24770.html>
- Ogink, N.W.M., C.M. Groenestein, J. Mosquera Losada (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Livestock Research rapport 744. Internet: <http://edepot.wur.nl/294436>
- Poulsen, H. D., C.F. Børsting, H. B. Rom, S.G. Sommer (2001). Kvælstof, fosfor og kali-um i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport Husdyrbrug (pp. 1–154).



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 898



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
