

Verslag

Gevaren van mestverwerking

Verslag van de bijeenkomst van de Contactgroep Gezondheid en Chemie (CGC) en de Nederlandse Vereniging voor Medische Milieukunde (NVMM) op 13 september 2018

Paul Scheepers¹

Op donderdag 13 september organiseerde de Contactgroep Gezondheid en Chemie (CGC) en de Nederlandse Vereniging voor Medisch Milieukunde (NVMM) in 's-Hertogenbosch een bijeenkomst over de gevaren van mestverwerking in de agrarische sector. Deze sector staat onder druk om te voldoen aan Europese regels ten aanzien van het gebruik van ruimte en grondstoffen. De verwerking van nevenstromen zoals mest vormt daarbij een belangrijke schakel. Oplossingen in de mestverwerking kunnen leiden tot meer duurzaam gebruik van grondstoffen, land en energie. Voor de sector biedt dit kansen maar er zijn ook gevolgen voor mens en milieu.

Recente ontwikkelingen in de verwerking van mest

In de mestverwerking voltrekt zich al een aantal jaren een schaalvergroting waarbij agrarische ondernemers in coöperatief verband grootschalig hun mestoverschotten gaan verwerken. In het buitengebied verschijnen hierdoor steeds meer procesinstallaties voor mestvergisting. Toenemende mestoverschotten zorgen voor een toename van mesttransporten, mestopslag en verwerkingsinstallaties en daarmee samenhangende risico's. Vanwege het 'groene' karakter van deze installaties lijken de gevaren van een giftige gaswolkontsnapping naar de omgeving onderschat te worden (vgl. het Zevekote incident in West-Vlaanderen in maart 2017, zie <https://www.hln.be/nieuws/binnenland/alles-wat-we-weten-over-gifwolk-in-west-vlaanderen~a35557d6/>). De boeren die meegaan in de keuze voor 'hightech' krijgen steeds meer te maken met procestechnologie en de veiligheid van deze installaties voor hun werknemers en voor de omgeving.

De eerste spreker, Hans Verkerk, is als landbouwkundig ingenieur nauw betrokken bij de kennisontwikkeling over mestverwerking bij ondernemers in de agrarische sector. Als beleidsmedewerker meststoffendistributie bij Cumela Nederland houdt hij zich bezig met ontwikkelingen in de procesmatige bewerking van organische mest. Deze organisatie behartigt de belangen van ondernemers in groen, grond en infra, waaronder de mesttransporteurs, mestverwerkers en mestexporteurs. Daarnaast is hij werkzaam voor Bureau Mest Afzet, een expertisebureau op het gebied van mestverwerking en mestexport. De tweede spreker, Fridtjof de Buissonjé van de afdeling Livestock Research van de Wageningen Universiteit heeft zich als technisch onderzoeker gespecialiseerd in alles wat met veehouderij en mest te maken heeft,

¹ Voorzitter CGC

zoals samenstelling en eigenschappen van mest, mestverwerking, mestbeleid en bemesting. Hij heeft veel praktijkervaring op het gebied van technische installaties en processen bij mestverwerking.

Om de kunnen voldoen aan EU regelgeving wordt de Nederlandse veestapel gereguleerd met een systeem van productierechten. Hiermee worden de gebruiksnormen voor de stikstof en fosfor geleidelijk en steeds verder aangescherpt. In 2016 was fosfor uit mest met 177.000 ton goed voor 91,8 % van de totale afvalstroom fosfor in Nederland (CBS, 2016). In het zelfde jaar is hiervan 53.000 ton (ca. 30 %) verwerkt en geëxporteerd. In de praktijk is te zien dat ondanks ongeveer gelijkblijvende veestapel er stikstof en fosfor wordt geproduceerd. Dit verklaart de lichte stijging van mestproductie in kg mest in de periode sinds 2000-2017. Dit is te verklaren vanuit de steeds verder toegenomen productie-efficiëntie. Hieronder worden achtereenvolgens de mestverwerking in de vee-veeltsector en uit de pluimveesector besproken.

Drijfmest en co-vergisters

Drijfmest wordt vooral geproduceerd bij vee-veeltbedrijven die koeien en varkens houden op roostervloeren. Deze mest heeft een vrij laag droge stofgehalte (<12 %). Tweeduizend vijftien was het eerste jaar dat de cijfers lieten zien dat de drijfmestproductie van rundvee de productie van varkensmest voorbij streefde. Een belangrijke technologie voor de verwerking van deze mest is de co-vergisting. In deze installaties wordt biogas (voornamelijk kooldioxide en methaan) geproduceerd. Ammoniak dat in de gasfase ontwijkt wordt met water afgevangen in een scrubber. Er wordt zwavelzuur toegevoegd aan de ammoniumoplossing zodat ammoniumsulfaat ontstaat die weer als meststof kan worden hergebruikt. Deze verwerking is aantrekkelijk vanwege de lage kostprijs van zwavelzuur als gevolg van een enorm aanbod uit de olie-industrie o.a. door ontzwaveling van fossiele brandstoffen. Het ammonium-houdende spuiwater wordt onbehandeld in de landbouw als meststof afgezet. Een ander deel van de dunne fractie wordt na de mest/digestaat-scheiding nog na behandeld met omgekeerde osmose waarna dit water geloosd kan worden op oppervlaktewater of riool. Tijdens de osmose-behandeling wordt een significante reductie in kiemgetallen gerealiseerd. De mineralen blijven achter in de vaste mestfractie, het digestaat, met een droge stofgehalte van 20-40 %. Voordat deze opgewerkte/gedroogde organische fractie mag worden

geëxporteerd, moeten eerst pathogenen door verhitting worden afgedood (het 'biothermisch hygiëniseren') want de mestscheiding zelf leidt niet (voldoende mate) tot het afdoden van ziektekiemen. In Nederland zijn inmiddels ca. 100 co-vergiftingsinstallaties in bedrijf.

Droge mest afkomstig van pluimvee

Pluimvee produceert vaste mest op vloeren en transportbanden. Deze wordt nagedroogd waarbij het droge stof gehalte verder toeneemt tot 50 - 70 %. Deze gedroogde mest kan, na verkregen toestemming uit het buitenland, verder onbehandeld worden geëxporteerd. In tegenstelling tot varkensmest en koemest is voor de droge fractie geen bio-thermische behandeling vereist voor het afdoden van pathogenen. Als een kippenkadaver achterblijft in de mest, bestaat het risico van een botulinebesmetting. Deze mest wordt liever niet toegepast op weidegrond omdat vooral koeien gevoelig zijn voor een botuline variant (botuline C en D) die voor de mens minder schadelijk is maar dodelijk kan aflopen voor herkauwers. Circa een derde van de geproduceerde pluimveemest wordt in een biomassacentrale verbrand.

Redden van slachtoffers

In het tweede deel van de bijeenkomst is aandacht besteed aan de respons bij incidenten met mest en de risico's voor hulpverleners. Dit onderwerp wordt besproken door Jetty Middelkoop. In haar functie als Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) bij brandweer Amsterdam Amstelland rukt zij regelmatig uit naar incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken, zoals branden, lekkages, verkeersongevallen en dumpingen. In haar vrije tijd heeft zij zich gespecialiseerd in gassen uit natuurlijke materialen – met als belangrijkste onderdeel – mestgassen. Zij houdt hiervan een internationaal incidentregister bij (zie www.hazmatcat.nl). Problemen met het vrijkomen van mestgassen ontstaan vaak bij het mixen. Schuimvorming is een indicatie dat mestgassen vrijkomen. Hierin zijn concentraties waterstofdioxide (H_2S) gevonden van 1.800 tot 39.600 ppm.

Meermalen zijn personen onwel geworden na het betreden van een besloten ruimte waarin (resten van) mest aanwezig was. Op 19 juni 2013 kwamen in Makkinga drie mensen om het leven bij het reinigen van een mestsilo. Hierover is een rapport verschenen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV, 2014). Oefeningen geven vaak geen goed beeld van wat komt kijken bij redding van personen. Een redding begint met het uitschakelen van pomp en/of mixer. Daarna wordt alles opengezet wat open kan. Bij een echt incident is het bijzonder moeilijk om een bewusteloze persoon via een mangat uit een tank te halen. Via een nauwe opening verloopt de redding het snelst als een hijsband aan de enkels van het slachtoffer wordt bevestigd en de persoon daaraan uit de tank wordt gehesen. Hierbij is een verreiker, autoladder, hoogwerker als hijsmiddel nodig. Met mankracht lukt het niet met minder dan vier personen om een bewusteloos slachtoffer uit een tank te redden.

Ook andere onorthodoxe methodes zoals het kantelen van een mesttank of mestcontainer moeten worden overwogen om een snelle redding te kunnen realiseren. Het maken van een opening door snijden of knippen moet wel veilig kunnen, mede gezien explosiegevaar. Bij een mestzak is het opensnijden veruit de snelste methode. Zijn er meer slachtoffers of verloopt de redding moeizaam dan is aan te raden geforceerd te gaan ventileren om toxische gassen zoveel als mogelijk af te voeren. Ook is het goed om een team stand by te hebben om eigen personeel zo nodig uit een benarde positie te bevrijden.

Behandeling van slachtoffers

Eline Mooyaart werkt als anesthesioloog/intensivist in het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG). Tijdens haar opleiding in de IC geneeskunde heeft zij enkele slachtoffers van mestgassen behandeld en werd haar interesse in de pathofysiologische gevolgen en behandeling van inhalatie van mestgassen gewekt. In 2016 heeft zij een overzicht gepubliceerd van 56 ziekenhuisopnames gerelateerd aan mestgasincidenten in de periode 1980-2013 (Mooyaart et al., 2016). Van deze slachtoffers hebben 24 (43 %) het overleefd. Acht slachtoffers (14 %) zijn ter plaatse gereanimeerd en van hen hebben zes het overleefd zonder neurologische restschade. De helft van de slachtoffers is in het ziekenhuis opgenomen, waarvan vijftien slachtoffers op de intensive care unit (ICU) Onder de slachtoffers bevonden zich vaak familieleden van agrariërs, waaronder soms ook (jonge) kinderen van gezinnen afkomstig van agrarische bedrijven. Jaarlijks zijn er enkele doden te betreuren als gevolg van mest-gerelateerde incidenten. Het typisch verloop na ziekenhuisopname wordt besproken aan de hand van een casus. Een bewusteloze man van 23 jaar werd gedurende de eerste 24 u in de ICU gekoeld tot 33°C en daarna langzaam opgewarmd. Het eerste herstel bleek na vier dagen uit beweging van ledematen. Na negen dagen reageerde de patiënt op simpele vragen en was nog sprake van een halfzijdige parese. De kracht in ledematen kwam na verloop van tijd terug in een 23-daagse periode dat de patiënt is verpleegd in een revalidatiecentrum. Na een jaar is de spraak nog niet volledig hersteld, maar wordt weer op de tractor gereden.

Slachtoffers van mestongevallen hebben naast de bedwelming door mestgassen ook andere verwondingen als gevolg van bijvoorbeeld verstikking door verdrinking, fracturen, inwendige bloedingen en intracranieel traumatisch letsel. Slachtoffers zijn vaak ernstig besmet met bacteriën, virussen en schimmels. Die zitten in alle lichaamsopeningen (neus, ogen, oren, mond en ook in wondjes). Infecties worden bestreden met antibiotica, antivirale medicatie en antischimmel medicatie. Bij ingestie en aspiratie kan een longontsteking optreden die verergert door oedeemvorming als gevolg van inademing van waterstof disulfide (H_2S). Als pathogenen in de bloedbaan komen, kan sepsis optreden wat kan leiden tot een acute levensbedreigende bloeddruk daling (shock). Op de ICU bestaat een levensreddende behandeling dan uit

beademing en het geven van bloeddruk ondersteunende medicijnen. In het uiterste geval zou een hartlong machine (ECMO) kunnen worden ingebracht.

Mestgas bestaat onder meer uit methaan, kooldioxide, ammoniak, waterstofcyanide, stikstof, zuurstof en H₂S. De meeste aandacht gaat vaak uit naar H₂S. Dit gas wordt bij zeer lage concentraties van 0,02 ppm goed waargenomen en herkend aan de typische 'rotte eieren' lucht. Lopen de concentraties op naar 100-200 ppm dan treedt verlies op van geurwaarneming als eerste manifestatie van een intoxicatie. Bij deze concentratie treedt nog wel een irritatie op van de hogere luchtwegen (hoesten). Het werkingsmechanisme van H₂S is gebaseerd op remming van cytochroom A3 oxidase dat betrokken is bij het zuurstofverbruik in de oxidatieve fosforylering (ademhalingsketen). Dit systeem zorgt voor de energievoorziening op cellulair niveau (vorming van adenosinetriphosfaat, ATP) dat hierdoor wordt geremd. Dan wordt de celstofwisseling stilgelegd. Uit onderzoek bij muizen is gebleken dat deze werking van H₂S leidt ook tot een tijdelijke onderbreking van vitale functies maar zonder dat de dood intreedt (Blackstone et al., 2005). Deze situatie kan worden vergeleken bij de winterslaap bij dieren en wordt ook wel aangeduid als 'schijndood' of 'suspended animation'. Dit proces is bij muizen omkeerbaar zonder waarneembare restschade (Volpato et al., 2008). Bij een zeer lage zuurstofspanning van 3 % kan deze slaaptoestand worden verlengd naar 6,5 uur. Bij schapen en varkens zijn soortgelijke proeven uitgevoerd om te onderzoeken of deze 'suspended animation' ook bij grotere zoogdieren en uiteindelijk misschien zelfs wel bij de mens kan worden opgewekt. Gebleken is dat H₂S hiervoor op dit moment niet geschikt is (Haouzi and Notet, 2008; Li en Zhang, 2008). De opgedane kennis wordt nu wel toegepast om humane (donor) organen zoals levers en nieren te beschermen tegen een zuurstoftekort (Bos et al., 2009; 2012).

Discussie

In Nederland is de bouw van nieuwe mestverwerkingsinstallaties gestagneerd doordat ze bedrijfseconomisch nauwelijks rendabel zijn. In de toekomst wordt meer ingezet op volledige verwerking (inclusief de dunne fractie). Het digestaat is in het buitenland steeds moeilijker af te zetten. Over het geheel gezien wordt geen sterke stijging in de mestverwerking voorzien en inmiddels is het heel lastig een vergunning voor een mestverwerkingsinstallatie rond te krijgen.

Mestgassen komen op ieder veeteeltbedrijf voor. Aan de agrariërs, mesttransporteurs en mestverwerkers wordt op het Internet e-learning aangeboden (zie www.mestgassen.nl). Bij veel personen die zich bezig houden met mestverwerking is kennis over gevaarlijke stoffen vaak slechts beperkt aanwezig. Het risico van bedrijfsblindheid wordt binnen de sector wel onderkend.

Naast de problemen rond het mixen en scheiden van mest is een vergistingsinstallatie moeilijk aan de gang te houden. Vooral in het verdampingsproces treden vaak storingen op.

Om het vochtgehalte van de 'droge' fractie verder te reduceren worden soms extra chemicaliën toegevoegd zoals ongebluste kalk dat zeven maal zijn eigen gewicht aan water kan opnemen. Deze toevoeging gaat gepaard met een heftige chemische reactie. Ook andere chemische middelen worden in verschillende processtappen ingezet zoals flocculanten, ijzerchloride, natronloog, salpeterzuur en zwavelzuur die ook kunnen leiden tot het ontstaan van giftige gassen. Ingewijden melden dat er rond het gebruik van dit soort stoffen vaak dingen fout gaan zonder dat letsel ontstaat, waardoor deze incidenten en 'bijna-ongevallen' onder de radar blijven. De expertise binnen de agrarische sector is vaak slechts aanwezig bij enkele adviseurs. Het vertrek van een adviseur bij LTO kan dan al leiden tot een acuut optredend gebrek aan expertise.

In de discussie over redding van slachtoffers komt naar voren dat een silo of mestcontainer standaard zou moeten worden voorzien van een noodtoegangsdeur of -luik dat van buitenaf kan worden geopend om een slachtoffer dat op de bodem van de silo of tank ligt snel te kunnen redden. Een dergelijke voorziening zou bij deze installaties verplicht gesteld moeten worden.

Literatuur

- Blackstone E, Morrison M, Roth M (2005) H₂S induces a suspended animation-like state in mice. *Science*. 2005 Apr 22;308(5721):518.
- Bos EM, Leuvenink HG, Snijder PM, Kloosterhuis NJ, Hillebrands JL, Leemans JC, Florquin S, van Goor H (2009) Hydrogen sulfide-induced hypometabolism prevents renal ischemia/reperfusion injury. *J Am Soc Nephrol*. 20(9):1901-5.
- Bos EM, Snijder PM, Jekel H, Weij M, Leemans JC, van Dijk MC, Hillebrands JL, Lisman T, van Goor H, Leuvenink HG. (2012) Beneficial effects of gaseous hydrogen sulfide in hepatic ischemia/reperfusion injury. *Transpl Int*. 2012 Aug;25(8):897-908.
- Kitamura T, Kiyohara K, Sakai T, Iwami T, Nishiyama C, Kajino K, Nishiuchi T, Hayashi Y, Katayama Y, Yoshiya K, Shimazu T. (2004) Epidemiology and outcome of adult out-of-hospital cardiac arrest of non-cardiac origin in Osaka: a population-based study. *BMJ Open*. 4(12):e006462.
- Mooyaart EAQ, Gelderman ELG, Nijsten MW, de Vos R, Hirner JM, de Lange DW, Leuvenink HDG, van den Bergh WM. (2016) Outcome after hydrogen sulphide intoxication. *Resuscitation*. 103:1-6.
- OVV (2014) Dodelijk ongeval in mestsilo te Makkinga. Rapport Onderzoeksraad voor Veiligheid, Februari 2014, Den Haag. Zie <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/3015/dodelijk-ongeval-in-mestsilo-te-makkinga>
- Haouzi P, Notet V, Chenuel B, Chalon B, Sponne I, Ogier V, Bihain B. (2008) H₂S induced hypometabolism in mice is missing in sedated sheep. *Respir Physiol Neurobiol*. 160(1):109-15.
- Li J, Zhang G, Cai S, Redington AN (2008) Effect of inhaled hydrogen sulfide on metabolic responses in anesthetized, paralyzed, and mechanically ventilated piglets. *Pediatr Crit Care Med* 2008;9:110-2. *Pediatr Crit Care Med*. 9(1):110-2.
- Volpato GP, Searles R, Yu B, Scherrer-Crosbie M, Bloch KD, Ichinose F, Zapol WM. (2008) Inhaled hydrogen sulfide: a rapidly reversible inhibitor of cardiac and metabolic function in the mouse. *Anesthesiology*. 108(4):659-68.