

## Met biologisch aanzuren van mest minder ammoniak en minder broeikasgassen en meer groen gas

Nederland kent doelstellingen op het gebied van klimaat, energie en de vermindering van de stikstofbelasting van natuur en oppervlakte- en grondwater. De uitstoot van ammoniak moet in 2030 50% zijn gedaald en in 2027 moet Nederland voldoen aan de criteria van de KRW. De uitstoot van broeikasgassen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) moet met 55% omlaag in 2030 en in 2050 moeten we  $\text{CO}_2$ -neutraliteit bereiken. Een oplossingsrichting die tot nu onderbelicht is gebleven is het toevoegen van gemakkelijk afbreekbaar organische materiaal en/of organische zuren aan mest. Dit wordt ook wel biologisch aanzuren van mest genoemd. Daarmee wordt de emissie van ammoniak en methaan zeer sterk verlaagd en tegelijk neemt de energie-inhoud voor vergisting toe. Meer groen gas productie uit mest levert een bijdrage aan het verminderen van het gebruik van aardgas en leidt daarnaast tot netto minder  $\text{CO}_2$ -uitstoot. Omdat voor biologisch aanzuren geen tijdrovende, juridisch ingewikkelde of dure stalaanpassingen nodig zijn, kan snel een grote stap gezet worden. Met deze discussie paper wordt een bijdrage geleverd aan het vergroten van de kennis rondom biologische aanzuren van mest en wordt een impuls gegeven om te komen tot een uitrol van biologisch aanzuren van mest op de boerderij (zie kader).

Biologisch aanzuren van mest in de mestkelder/-opslag is het aan mest toevoegen van gemakkelijk afbreekbaar substraat en/of organische zuren. Voorbeelden van gemakkelijk afbreekbaar substraat zijn reststoffen uit de levensmiddelenindustrie, zoals wei, riet- en bietmelasse<sup>1, 2</sup>, bietsnippers en energierijke gewassen. Het toevoegen van deze gemakkelijk verteerbare organische stof leidt tot een hogere productie van vetzuren. Uiteindelijk wordt er azijnzuur en melkzuur gevormd<sup>3, 4</sup>. Hierdoor zal een snelle pH-daling optreden en de ammoniak- en methaanproductie sterk verminderen of zelfs tot stilstand komen<sup>1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9</sup>. Het is een proces dat vergelijkbaar is met inkuilen van voeders of fermenteren van voedsel zoals bij zuurkool gebeurt.

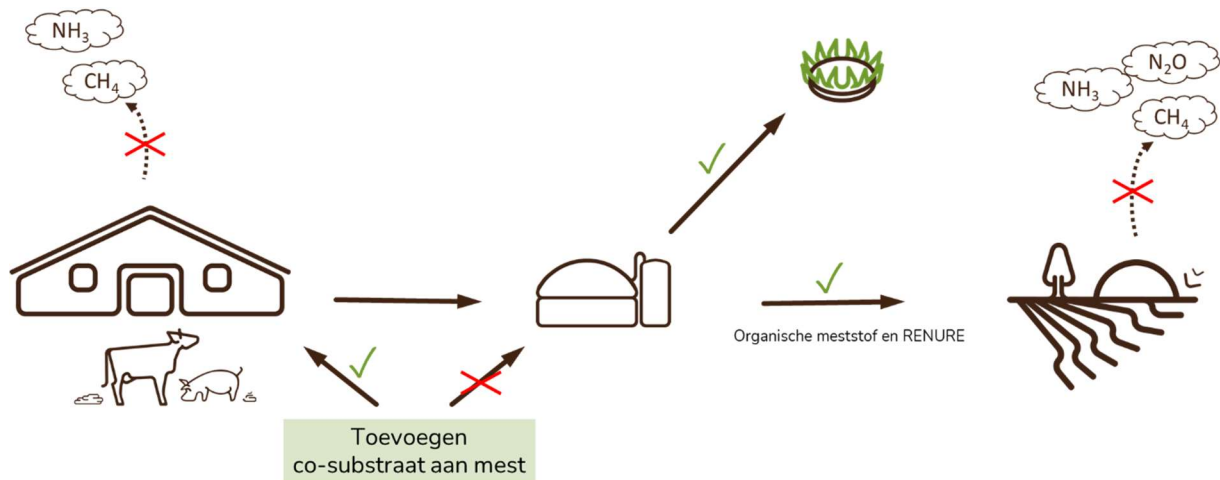
De emissie van ammoniak en methaan wordt via biologische aanzuring zelfs sterker gereduceerd dan met zwavelzuur<sup>10</sup>. Bovendien wordt door directe (binnen 24 uur) verzuring van mest het methaanvormend potentieel behouden. Dit betekent dat de aangezuurde mest over een langere periode hetzelfde biogaspotentieel behoudt als dagverse mest.

Onderzoek geeft aan dat de fermenteerbare energie uit het toegevoegde substraat weer volledig beschikbaar komt voor methaanproductie zodra de aangezuurde mest in het pH gunstige milieu van de vergister (pH 7-8) wordt gebracht<sup>8</sup>. Het groen gas potentieel uit mest (plus toevoeging) neemt daarmee sterk toe. Met andere woorden: op de boerderij worden de emissies van ammoniak en broeikasgassen **sterk gereduceerd**. Voor de vergisting wordt de mest waardevoller, omdat het leidt tot meer groen gas en meer productie van kunstmestvervangers (RENURE).

Hiermee kan mestvergisting (groen gas) in combinatie met ammoniak strippen (kunstmestvervanger) de financiële drager worden voor de reductie van ammoniak- en broeikasgasemissies.

## Aanzuren remt de ammoniak- en broeikasgasemissie uit mest

Aanzuren van mest is een techniek die past bij de doelstelling om ammoniak- en broeikasgasemissies sterk te verlagen zoals in een recente WUR-studie<sup>11</sup> is aangeven. Aanzuren van mest in de stal is een route die zowel de emissie uit de stal als bij uitrijden op het land vermindert. Door de daling van de zuurgraad (pH) van de mest wordt de omzetting van opgelost ammonium naar gasvormig ammoniak sterk geremd. Op bedrijfsniveau daalt de ammoniakemissie hierdoor met 50-60%<sup>7</sup>. Ook de methaanemissie daalt door aanzuren<sup>11</sup>. Internationaal is er veel onderzoek naar gedaan, vooral naar aanzuren met zwavelzuur. In Denemarken wordt het systeem van aanzuren toegepast bij toedienen van mest en direct in de stal. Een bezwaar van aanzuren met zwavelzuur voor de Nederlandse situatie is dat het leidt tot overbemesting met zwavel. Dit is mede een reden waarom het in Nederland geen opgang heeft gemaakt. Biologisch aanzuren heeft dit nadeel niet. Deze techniek is bewezen<sup>12</sup>, maar wel kostbaarder<sup>4, 11</sup>. Dit verandert echter sterk als de biologische aangezuurde mest naar een vergister gaat. Langs deze route zijn de kosten die gemaakt worden met het aanzuren terug te verdienen via omzetting naar groen gas. De biologisch aangezuurde mest levert meer groen gas op dan gewone mest. Biologisch aanzuren verdient zich langs deze route dus terug. Mestvergisting wordt zo de financiële drager voor de ammoniak- en methaanreductie op de boerderij.



Figuur 1: Biologisch aanzuren van mest door het verleggen van een deel van de input aan co-substraten van vergister naar mestkelder

## De groen gas productieketen anders schakelen

Groen gas productie draagt bij aan de realisatie van een CO<sub>2</sub>-neutrale energie-infrastructuur in 2050, en aan een lagere afhankelijkheid van de import van fossiele energie. Op de route naar CO<sub>2</sub> neutraliteit zal gedeeltelijke vervanging van aardgas door groen gas een belangrijke rol spelen. Het huidige kabinet heeft in het coalitieakkoord de ambitie opgenomen om in 2030 1,6 miljard m<sup>3</sup> groen gas in te voeden in het gasnet voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Daarnaast is nog 0,4 miljard m<sup>3</sup> nodig voor inzet in biobrandstoffen. In 2030 is dus het streven om 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas te produceren. Op dit moment bedraagt de productie ongeveer 11% van deze doelstelling. Er is dus een enorm opschaling gewenst. De noodzaak voor een snelle opschaling is verder

toegenomen doordat de beschikbaarheid van aardgas onder druk is komen te staan door geopolitieke spanningen.

Om de 2 miljard m<sup>3</sup> (2BCM) groen gas doelstelling in 2030 te halen op basis van in Nederland beschikbare biograndstoffen is de inzet van mest cruciaal. Ruim de helft van de 2 BCM doelstelling zal uit mest moeten komen. Op dit moment wordt echter slechts 4 à 5% van de mest in Nederland vergist. Mestvergisting vindt plaats in de vorm van mono-mestvergisting en van co-vergisting. Bij co-vergisting worden organische reststromen, ook wel co-substraten genoemd, toegevoegd aan mest.

Biologisch aanzuren van mest kan de gewenste opschaling versnellen. Dat zou simpelweg kunnen door (een deel van) de energierijke co-substraten niet aan de vergister toe te voegen, maar al direct aan de mest op de boerderij om zo mest biologisch aan te zuren. De verrijkte aangezuurde mest gaat vervolgens naar de vergister. Met deze combinatie ontstaat een win-win situatie met minder ammoniak- en methaanemissie op de boerderij en meer groen gas uit de vergister.

### Ammoniakemissie arme mest is belangrijke stap in de keten

Door het toevoegen van gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal (biologisch aanzuren) in de mestput daalt de stalemissie. Echter, in stallen ligt er ook faeces en urine op de roostervloeren, wat de belangrijkste bron van ammoniakemissie uit stallen is. Door nu de roostervloeren te gaan spoelen wordt de ammoniakemissie van de roostervloer sterk gereduceerd.

Het blijkt effectief te werken als niet met water, maar met een dunne fractie van de biologisch aangezuurde mest wordt gespoeld<sup>11</sup>. Hiermee wordt voorkomen dat het mestvolume onnodig vergroot. De potentiële reductie van ammoniakemissie in de melkveehouderij na biologisch aanzuren van mest en spoelen van de roosters met een verzuurde vloeistof wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Verdeling ammoniakemissie melkveehouderij	Verdeling bronnen huidige ammoniakemissie	Emissie na toevoegen organisch materiaal aan mest
<b>Stal</b>	51% Vloer	31% Spoelen rooster ~10%
	Put	20% Biologisch aanzuren mest put ~10%
<b>Land</b>	49% Toediening	39% ~5%
	Kunstmest en beweiding	8% 8%
		2% 2%
<b>Totale emissie</b>	100%	100% ~35%
<b>Reductie</b>	0%	0% ~65%

Tabel 1: Reductie potentieel biologisch aanzuren mest ammoniakemissie melkveehouderij<sup>13</sup>

### Co-substraten toevoegen in de mestput in plaats van in de vergister

Geschikte grondstoffen zijn organische zuren zoals azijnzuur, melkzuur, citroenzuur, reststromen uit de voedingsindustrie zoals wei, bietmelasse, bietsnippers en energierijke gewassen. Deze reststromen vinden nu al hun weg naar de vergister. Zoals uitgelegd is het

pleidooi om deze al op de boerderij aan de mest toe te voegen, waarna de biologisch aangezuurde mest alsnog bij de vergister komt om er biogas uit te winnen.

In de regel zijn koolhydraatrijke producten, die zeer geschikt zijn voor vergisting, ook geschikt voor biologische aanzuring. In landen als Duitsland wordt hiervoor een breder scala aan energiegewassen geteeld. Mogelijk zitten daar interessante gewassen bij, waarbij bouwplannen worden geoptimaliseerd, zonder dat dit ten koste gaat van het areaal voor de voedselproductie. Een voorbeeld van een mogelijk interessant gewas is Silphie (Zonnekroon).

### **Voor wie**

Biologisch aanzuren kan snel geïmplementeerd worden in bestaande stallen zonder dat het grote investeringen vergt. Hiermee kan het een techniek zijn voor bedrijven die op langere termijn overwegen te stoppen en nu verder kunnen zonder hoge investeringen te doen. Op bedrijfsniveau kan het de emissies van ammoniak met meer dan 50% verlagen. Als de biologisch aangezuurde mest vervolgens naar de vergister gaat, en het digestaat na vergisting gestript wordt, blijft een ammoniakemissie arme meststof over. Deze ammoniakemissie arme meststof geeft bij toepassing ook minder risico op uit- en afspoeling van nitraat in vergelijking tot drijfmest.

Op alle plekken in Nederland, maar zeker in nabijheid van Natura 2000-gebieden is dit van belang.

### **Hoe verder**

De techniek van toevoegen van organische materiaal aan mest (biologisch aanzuren) is bewezen. Er wordt met natuurlijke, biologische grondstoffen en met biologische processen gewerkt. Een belangrijk voordeel is dat er geen complexe installaties nodig zijn en alle technieken beschikbaar zijn. Systemen om aangezuurde mest te scheiden in een dikke en dunne fractie zijn volop beschikbaar. Sproeisystemen om vloeistof/dunne fractie over vloeren te sproeien zijn ook beschikbaar

Tot op heden is in Nederland nog weinig ervaring opgedaan met biologisch aanzuren van mest. Het werd als te duur ervaren en de urgentie om emissie te beperken was er minder tot niet. Nu is de situatie sterk gewijzigd en kan het een integrale bijdrage leveren aan diverse doelen. Het is daarom noodzaak om nu in de praktijk met proeven/demo's aan de slag te gaan.

In een fieldlab, met daarin een melkveehouder en een vergister, kunnen de beschikbare systemen toegepast en beoordeeld worden op de handling. Verschillende co-substraten of organische zuren kunnen dan worden getest om hun meerwaarde voor de emissiereductie en groen gas productie te bepalen. Parallel hieraan zijn dan in samenwerking met overheden, de mogelijkheden voor borging en handhaving te ontwikkelen. Het eindresultaat is een integrale reductie van de ammoniak- en methaanemissie uit de veehouderij.

**Nederlands Centrum Mestverwaarding**

Rembert van Noort

Nicky Kamminga

[www.mestverwaarding.nl](http://www.mestverwaarding.nl)**Platform Groen Gas**

Ton Voncken

[www.platformgroengas.nl](http://www.platformgroengas.nl)**NMI**

Wim Bussink

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)**Sanovations**

Prof. Johan Sanders

[jmsanders@sanovations.com](mailto:jmsanders@sanovations.com)

## Literatuurverwijzingen

---

<sup>1</sup> Prado, J., Chieppe, J., Raymundo, A. & Fanguero D. (2020). Bio-acidification and enhanced crusting as an alternative to sulphuric acid addition to slurry to mitigate ammonia and greenhouse gases emissions during short term storage. *Journal of Cleaner Production* 263, 121443.

<sup>2</sup> Kavanagh, I., Fenton, O., Healy, M.G., Burchill, W., Lanigan G.J. & Krol D.J. (2021). Mitigating ammonia and greenhouse gas emissions from stored cattle slurry using agricultural waste, commercially available products and a chemical acidifier. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126251.

<sup>3</sup> Sanders, W.T.M. (2001). Anaerobic hydrolysis during digestion of complex substrates. PhD Thesis. Wageningen University & Research, Wageningen.

<sup>4</sup> Bussink, D.W., Van Rotterdam-Los, A.M.D., Vermeij, I., Van Dooren, H.C.J., Bokma, S., Ouwerkerk, G.J., van der Draai, H. & Wenzl, D. (2014). Reducing NH<sub>3</sub> emissions from cattle slurry by (biological) acidification: experimental proof and practical feasibility. Wageningen: Nutrient Management Institute NMI. Report 1422.N.12. pp.54.

<sup>5</sup> Lameijer, E., & Vervoort, K. (1995). Eu patent 0 612 704 B1.

<sup>6</sup> Clemens J & Wulf S (2005). Reduktion der Ammoniakausgasung aus Kofermentationssubstraten und Gülle während der Lagerung und Ausbringung durch interne Versauerung mit in NRW anfallenden organischen Kohlenstofffraktionen.

<sup>7</sup> Bussink, D.W., & Van Rotterdam-Los, A.M.D. (2011). Perspectieven om broeikasgas- en ammoniakemissies te reduceren door het aanzuren van mest. Wageningen: Nutriënten Management Instituut NMI. Rapport 1426.N.11 pp.51

<sup>8</sup> Gioelli, F., Grella, M., Scarpeci, T.E., Rollè, L., Pierre, F.D. & Dinuccio, E. (2022). Bio-Acidification of Cattle Slurry with Whey Reduces Gaseous Emission during Storage with Positive Effects on Biogas Production. *Sustainability*, 14, 12331.

<https://doi.org/10.3390/su141912331>

<sup>9</sup> Regueiro, I., Gómez-Muñoz, B., Lübeck, M., Hjorth, M. & Stoumann Jensen, I. (2022) a Bio-acidification of animal slurry: Efficiency, stability and the mechanisms involved. *Bioresource Technology Reports*, 19, 101135.

<sup>10</sup> Overmeyer, V., Kube, A., Clemens, J., Büscher, W. & Trimborn, M. (2021). One-Time Acidification of Slurry: What Is the Most Effective Acid and Treatment Strategy? *Agronomy*, 11, 1319. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071319>

<sup>11</sup> Puente-Rodríguez, D., Gollenbeek, L.R., Verdoes, N. & Bos, A.P. (2022.) Perspectief van het aanzuren van mest in Nederland om methaan- en ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1375. pp. 32.

---

<sup>12</sup> Hendriks, J.G.L., Vrielink, M.G.M. (1996). Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/29988>

<sup>13</sup> Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, G.L. Velthof en T. van der Zee (2022). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 224. 229 blz.; 8 fig.; 24 tab.; 81 ref; 34 bijlagen.