

Lachgasemissie bij mestverwerking - deel 2

In een eerste bijdrage over lachgasemissie bij mestverwerking werden de eigenschappen van deze chemische stof beschreven en werd stilgestaan bij de antropogene bronnen. Daarnaast werd de bijdrage van lachgas tot het broeikaseffect toegelicht en werden enkele algemene emissiefactoren voor verschillende mestverwerkingstechnieken gegeven. In deze tweede bijdrage over lachgas wordt meer in detail stilgestaan bij de lachgasemissie tijdens nitrificatie- en denitrificatieprocessen en tijdens de biologische zuivering van de vloeibare fractie van mest in het bijzonder.

► VORMING VAN LACHGAS BIJ NITRIFICATIE EN DENITRIFICATIE

Het grootste deel van de atmosferische N_2O is van microbiologische oorsprong. Alhoewel diverse biologische processen die gepaard gaan met de oxidatie of reductie van stikstof kleine hoeveelheden N_2O kunnen voortbrengen, zijn voornamelijk nitrificatie en denitrificatie van belang. De belangrijkste vormingsroutes worden hieronder toegelicht.

N_2O -vorming tijdens nitrificatieprocessen

Nitrificatie is een aëroob proces, waarbij in een eerste stap NH_4^+ wordt geoxideerd tot nitriet (NO_2^-) door ammoniumoxideerders (vb. *Nitrosomonas*) en in een tweede stap NO_2^- verder geoxideerd wordt tot nitraat (NO_3^-) door nitrietoxideerders (vb. *Nitrobacter*):



Onder normale omstandigheden gebruiken deze micro-organismen zuurstof (O_2) als acceptor van de elektronen die vrijkomen bij de oxidatie van de N-verbinding. Indien er evenwel onvoldoende zuurstof aanwezig is kan het nitrificatieproces ontsporen, waarbij de ammoniumoxideerders nitriet (NO_2^-) gaan gebruiken als elektronenacceptor in plaats van O_2 , met de vorming van N_2O als gevolg. Dit 'ontspoord' nitrificatieproces verklaart bijvoorbeeld ook waarom er zoveel lachgas gevormd wordt in het estuarium van matig tot sterk verontreinigde rivieren zoals de Schelde. Hier treft men immers ook N-houdend afvalwater aan en lage tot zeer lage zuurstofconcentraties.

N_2O -vorming tijdens denitrificatieprocessen

Denitrificatie is het proces waarbij micro-organismen nitraat (NO_3^-) gaan gebruiken als elektronenacceptor bij het oxideren van organische verbindingen. Denitrificatie gaat door bij afwezigheid van zuurstof en zet het nitraat om in stikstofgas (N_2). Deze omzetting verloopt over een aantal intermediairen, waaronder N_2O :



Het gevolg hiervan is dat denitrificerende micro-organismen enerzijds in staat zijn om lachgas te reduceren tot het onschadelijke N_2 . Anderzijds is het zo dat onder bepaalde omstandigheden het denitrificatieproces onvolledig doorgaat en grote hoeveelheden N_2O kan vrijstellen. Eén van de vermoedelijk belangrijkste factoren hierbij is de COD/N-verhouding tijdens het

denitrificatieproces. Als er te weinig koolstof aanwezig is in verhouding tot het nitraat zal de denitrificatie onvolledig doorgaan en stoppen bij het intermediair N_2O .

Chemische N_2O -vorming tijdens nitrificatie- en denitrificatieprocessen

Een minder belangrijke bron van lachgas tijdens nitrificatie- en denitrificatieprocessen is de chemische vorming uit intermediairen van deze processen (vb. NH_2OH of NO_2^-), of de reactie van NO_2^- met bepaalde organische componenten zoals amines, en dit voornamelijk onder zure condities.

► RELEVANTE PARAMETERS TIJDENS DE BIOLOGISCHE ZUIVERING VAN VLOEIBARE MEST

Uit de kennis van de (voornamelijk) microbiologische processen en omstandigheden die de emissie van lachgas beïnvloeden, kunnen een aantal parameters weerhouden worden die de mate van lachgasemissie tijdens de biologische zuivering van zwaar stikstofbeladen afvalwater zoals de vloeibare fractie van varkensmest in sterke mate bepalen. Enkele van deze parameters worden hieronder toegelicht.

De samenstelling van de vloeibare fractie

Uit bovenstaande tekst volgt dat de COD/N-verhouding een cruciale parameter is met betrekking tot de N_2O -emissie tijdens denitrificatie. Bij te lage COD/N-verhoudingen dient een externe koolstofbron te worden gedoseerd. Zo stelden Japanse onderzoekers (Sasaki et al., 2004) recent vast dat bij de biologische zuivering van varkensmest de N_2O -emissie tijdens de denitrificatiefase 270 keer groter was bij een BOD_5/N -verhouding van 2,6 tegenover een BOD_5/N -verhouding van 4,5. Tijdens de nitrificatie werd geen verschil vastgesteld. Ook door Tallec et al. (2006) werden tijdens denitrificatie van afvalwater piekemissies N_2O genoteerd bij te lage methanolconcentraties, terwijl de N_2O -emissie slechts 0,2% bedroeg bij optimale methanolconcentraties.

Of er bij de biologische zuivering van vloeibare fractie van varkensmest al dan niet een extra koolstofbron zal moeten gedoseerd worden, hangt ondermeer af van het type mest dat moet worden behandeld. Zo heeft zeugenmest van nature een lagere COD/N-verhouding dan varkensmest, waardoor doorgaans extra koolstofbron zal moeten worden bijgedoseerd tijdens de biologische zuivering van zeugenmest.

Ook de manier waarop de ruwe mest werd gescheiden kan in sterke mate de COD/N-verhouding in de bekomen vloeibare fractie beïnvloeden. Wanneer bij het scheiden van varkensmest via centrifugatie polymeren worden toegediend om een betere fosforafscheiding te bekomen, zal bijvoorbeeld een verminderde COD/N-verhouding in de vloeibare fractie worden bekomen, wat aanzienlijk nadelig is voor de denitrificatiefase.

Het zuurstofniveau in het nitrificatiebekken

Lachgasemissie tijdens nitrificatie treedt voornamelijk op bij lage tot zeer lage O_2 -concentraties (micro-aërofiële omstandigheden). Sommige auteurs melden een minimale N_2O -emissie bij een O_2 -concentratie van 0,5 mg/l of hoger, terwijl andere auteurs hogere minimale O_2 -concentraties voorop stellen. Hierbij dient de bedenking gemaakt dat niet alleen het zuurstofniveau maar ook de uniformiteit van de beluchting een belangrijke rol speelt. Indien de beluchting dermate is uitgevoerd dat in de hoeken en de bodem van het beluchtingsbekken nagenoeg geen zuurstof aanwezig is, mogen hoge N_2O -emissies worden verwacht. Het spreekt ook voor zich dat de beluchting dient te worden gestuurd op basis van één of (voor grote bekkens) meerdere zuurstofmetingen waarbij de zuurstofmeter op de minst gunstige plaats is opgehangen (vb. vlak onder vloeistofniveau bij bodembeluchting). Sturing van de beluchting op redoxpotentiaal is niet aangewezen.

De voedingsstrategie en bedrijfsvoering in de biologische zuivering

Teneinde de beschikbare COD in de vloeibare fractie zoveel mogelijk nuttig te gebruiken voor de denitrificatie is het essentieel de vloeibare fractie te voeden in het denitrificatiebekken. Hierdoor kan de dosering van extra koolstofbron worden beperkt en wordt ook de zuurstofvraag in het nitrificatiebekken beperkt.

Teneinde een voldoende hoog verwijderingsrendement te bekomen dient de vloeistof enkele malen de nitrificatie- en denitrificatiefase te doorlopen. De omschakeling van nitrificatie naar denitrificatie en omgekeerd kan ofwel gebeuren via vloeistofcirculatie tussen 2 fysisch gescheiden bekkens ofwel via alternerend beluchten en mengen in 1 bekken. In beide gevallen is het cruciaal dat de nitrificatiefase niet wordt overbelast, en dit teneinde initiële suboptimale zuurstofconcentraties, overbelasting en sterke N_2O -emissies te vermijden. Bij de fysisch gescheiden bekkens kan dit worden bekomen door het vloeistofcirculatie-debiet te sturen in functie van het zuurstofniveau in het nitrificatiebekken. Bij altererende beluchting zal de frequentie van omschakelen dermate moeten gekozen worden dat bij het aanschakelen van de beluchting toch nog voldoende snel een hoog zuurstofniveau kan worden bekomen en de 'kritische' zone dus zoveel mogelijk kan worden beperkt.

Het nitrietniveau in het nitrificatiebekken

In veel gevallen gaat de aanwezigheid van verhoogde NO_2^- -concentraties in de biologie samen met het optreden van aanzienlijke N_2O -emissies. Ondermeer bij de opstart van de biologische zuivering is het belangrijk om de N-belasting van de installatie geleidelijk op te drijven teneinde de trager groeiende nitrietoxideerders voldoende tijd te geven om aan te groeien. Indien *Nitrobacter* weinig of niet actief is, zal er dus accumulatie van nitriet optreden, wat dan (vnl. bij lage zuurstofconcentraties) in toenemende mate door *Nitrosomonas* zal worden gebruikt als alternatieve elektronenacceptor, met N_2O -emissie tot gevolg. Bemerkt tevens dat uit nitriet via chemische weg N_2O -vorming kan optreden.

► PRAKTIJKRESULTATEN

TREVI nv voerde in het verleden diverse lachgasmetingen uit op biologische mestverwerkingsinstallaties volgens uiteenlopend concept en bedrijfsvoering. Hierbij wordt dan gewoonlijk een drijvende dynamische kamer (Lindvallbox) op het bekken aangebracht (zie Foto 1) en continu gespoeld met een gekend debiet omgevingslucht. Aan de uitgang van de dynamische kamer worden dan concentratiemetingen uitgevoerd, veelal met een foto-akoestische monitor.



Foto 1. Lindvallbox op nitrificatiebekken

Er werd vastgesteld dat voornamelijk een beduidende lachgasemissie (> 5%) kan optreden tijdens de nitrificatiefase bij suboptimale O_2 -concentraties (0,5 ppmv of lager). Ook de uniformiteit in N-belasting naar het nitrificatiebekken toe speelt een cruciale rol. In uitzonderlijke omstandigheden werden N_2O -verliezen bepaald tot boven de 50%.

In 2006 werden bij continue metingen (48 h) op een biologische mestverwerkingsinstallatie volgens het Trevi-concept N_2O -verliezen gemeten ten bedrage van 0,14% op het denitrificatiebekken en 0,13 à 0,36% op het nitrificatiebekken. Deze waarden liggen op hetzelfde niveau van de overige metingen die over de voorbije 6 jaar op Trevi-mestverwerkingsinstallaties werden uitgevoerd. Ons inziens zijn deze goede resultaten voornamelijk te wijten aan de gescheiden uitvoering van nitrificatie- en denitrificatiebekken, de voldoende hoge en uniforme zuurstofconcentraties in het nitrificatiebekken via de fijnbellige platenbeluchting, de bijdosering van een koolstofbron in het denitrificatiebekken en de constante N-belasting via de aangepaste slibretour.

► CONCLUSIE

Voornamelijk omdat het een belangrijk broeikasgas is, dient de vrijstelling van lachgas tijdens mestverwerking zoveel mogelijk te worden beperkt. Samen met compostering werd biologische zuivering van de vloeibare fractie van mest in het verleden aangewezen als een potentieel belangrijke bron van N_2O . In deze bijdragen werd aangetoond dat de N_2O -verliezen bij biologische zuivering van vloeibare mest kunnen worden beperkt tot minder dan 0,5% tov. de N-input. Dit is zelfs beduidend minder dan de hoeveelheid lachgas die zou vrijkomen indien de mest ongezuiverd zou worden uitgereden op landbouwgrond! Voldoende hoge zuurstofconcentraties tijdens de nitrificatiefase, een voldoende hoge COD/N-verhouding tijdens de denitrificatiefase, een doordachte bedrijfsvoering en het vermijden van overbelasting tijdens de biologische mestverwerking zijn hierbij de meest cruciale factoren.