

Til Departementet

Levering på bestillingen "Uvildig vurdering af dokumentation for forslag til ammoniakreducerende virkemidler fra NEC-udvalgsmedlemmer"

Departementet har i en bestilling sendt d. 27. februar 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at *"foretage en vurdering af om den indsendte dokumentation fra udvalgets medlemmer, er af en sådan kvalitet, at ammoniakreduktionseffekterne af de indsendte forslag kan betegnes som veldokumenterede svarende til Teknologilisteniveauet med den smidiggørelse og fleksibilitet, der er indlejret heri"*.

Nedenfor følger besvarelsen, der er udarbejdet af Seniorrådgiver Tavs Nyord, Seniorrådgiver Peter Kai og Lektor Anders Feilberg alle fra Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet, samt Seniorforskerne Martin Tang Sørensen og Nuria Canibe fra Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet. Fagfællebedømmere har været Professor Sven G. Sommer, Seniorrådgiver Michael J Hansen, Seniorrådgiver Peter Kai og Lektor Anders Feilberg alle fra Institut for Ingeniørvidenskab, samt seniorrådgiver Christian Friis Børsting fra Institut for Husdyrvidenskab. Det fremgår i besvarelsen ud fra de enkelte virkemidler, hvilke af ovennævnte personer, der har været forfattere og fagfællebedømmere af teksten for det pågældende virkemiddel.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevarerministeriet og Aarhus Universitet", "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Klaus Horsted
Specialkonsulent, Kvalitetssikrer DCA-centerenheden



Vurdering af dokumentation for indmeldte virkemidler

Forfattere: Tavs Nyord, Peter Kai, Anders Feilberg, Martin Tang Sørensen, Nuria Canibe

Fagfællebedømmere: Sven G Sommer, Michael J Hansen, Peter Kai, Christian Friis Børsting, Anders Feilberg

Aarhus Universitet har vurderet den medsendte dokumentation for virkemidler til reduktion af ammoniakfordampning, samt vurderet virkemidler hvor der ingen medsendt dokumentation har været, men hvor MFVM har bedt om en umiddelbar vurdering af, hvor veldokumenteret effekten af virkemidlet er. Virkemidlerne er indmeldt til det af Miljøministeren nedsatte "NEC udvalg" og nedenstående vurdering skal anvendes i forbindelse med vurdering af, hvorvidt et virkemiddel skal være i den gruppe af virkemidler med veldokumenteret effekt og dermed placeres i Tabel 1 – NEC udvalgets interne oversigt over virkemidler - eller om dokumentationen af virkemidlets effekt er usikker, og derfor efter møde placeres i Tabel 2.

Virkemidlerne er ikke formuleret præcis på samme måde i det medsendte materiale, og i en del tilfælde er virkemidlerne slet ikke defineret. Vi har tilladt os, at reformulere virkemidlerne som følger nedenfor, og har efter hvert virkemiddel indsat kommentarer, der er rettet mod den medsendte dokumentation for virkemidlerne, eller givet en umiddelbar vurdering af, hvor veldokumenteret effekten af virkemidlet er. Desuden er der indsat kommentarer om, hvorvidt der ifølge forskerne findes yderligere dokumentation. Disse kommentarer skal ikke læses som en komplet undersøgelse af virkemidlets miljøeffekt, men udelukkende en umiddelbar vurdering af, hvorvidt der findes yderligere dokumentation for en evt. miljøeffekt. De virkemidler, der allerede er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste, er ikke vurderet og omtales ikke i nedenstående.

- **Slangebaseret gylleudlægger** (burde give mulighed for tidlig udbringning af gylle) ->Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er medsendt meget sparsom dokumentation for dette virkemiddel. Der er dog ingen tvivl om, at udbringning af gylle ved lavere temperaturer end normalt, vil betyde lavere ammoniakfordampning. Dette er en meget veldokumenteret effekt. Spørgsmålet her er dog, hvorvidt man kan dokumentere, at anvendelse af slangebaserede gylleudlæggere vil føre til udbringning af gylle ved lavere temperaturer end ved udbringning med gyllevogn. Det fremsendte materiale dokumenterer ikke dette, og det vurderes, at dette vil være yderst vanskeligt at dokumentere.
- **Slæbeskær til gylleudbringning** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Forslaget er formuleret således, at man mener, at slæbeskær bør sidestilles med græsnedfældning (nedfældning i åbne render i jordoverfladen). Der er ikke medsendt dokumentation for, at dette måtte være tilfældet. Det vurderes, at det vil blive meget vanskeligt, at finde dokumentation for at udbringning med slæbeskær har samme effekt på efterfølgende ammoniakfordampning, som græsnedfældning.
Det kan dog tilføjes, at man måske bør overveje om virkemidlet bør ændres til: krav om overfladeudbringning af gylle skal ske med slæbeskær (og ikke slæbeslanger). Der forefindes (dog sparsom) dokumentation for, at gylleudbringning med slæbeskær medfører et lavere ammoniaktab end udbringning med slæbeslanger.
- **Separering af gylle + bioforgasning eller afbrænding af fiberfraktion** (effekt ifb. med udbringning af væskefraktion) -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Overskriften for beskrivelsen af dette virkemiddel er omformuleret, idet det vurderes, at man har ønsket en vurdering af separation tænkt ind i et system af behandlinger. Den medsendte dokumenta-

tion er fire artikler, hvoraf to er publiceret i peer review tidskrifter. I 2 artikler af samme hovedforfatter, ud af de 4 artikler, findes der en samlet ammoniakreducerende effekt ved at separere gylle. I én artikel øges emissionen, og der er ikke kvantificeret en effekt i den sidste artikel. Det går igen i alle 4 artikler, at det er afgørende, hvorledes den tørstofrige fraktion af frasepareret tørstof håndteres. Det vurderes, at dokumentationen er valid, og at der i øvrigt findes en del anden dokumentation vedrørende en evt. ammoniakreducerende effekt når almindelige gylle sammenlignes med væskefraktionen fra separeret gylle.

I vores vurdering forudsættes, at den tørstofrige fraktion enten sendes/returneres til biogasanlæg og/eller afbrændes. For at den faste fraktion kan afbrændes forudsættes det, at den bliver tørret og ved den proces fordampes ammoniak, som skal tilbageholdes ved luftfiltrering, for at teknologien kan bidrage til en reduceret ammoniakfordampning. Derfor er det vigtigt at understrege, at virkemidlet "separering af gylle" ikke kan stå alene som virkemiddel, men bør kombineres med enten recirkulering af fiberfraktion til biogasanlæg, eller opbevaring af fiberfraktion uden nævneværdigt tab af ammoniak i lagerperioden og ved udbringning, eller tørring med tilhørende ammoniakindsamling og afbrænding/pyrolyse, hvor man i øvrigt bør sikre sig, at NO_x emissionen begrænses mest muligt. At afbrænde den tørstofrige fraktion kræver i dag, at der betales affaldsforbrændingsafgift, hvilket ikke gør det til et økonomisk realistisk virkemiddel.

- **Udtørring af møg i slagtekyllingestalde (med gulvvarme)** -> Forfatter Peter Kai, fagfællebedømmer Michael J Hansen

Der er ikke fundet undersøgelser eller beskrivelse af et sådan system i Danmark. Der foreligger således ingen dokumentation, der kan berettigg optagelse af nævnte teknologi på Miljøstyrelsens Teknologiliste.

I Nederlandene er der beskrevet et staldsystem til slagtekyllinger med kombineret gulvvarme og gulvkøling i kombination med et sandpude-varmelager og en varmepumpe. Dette system er benævnt Combideck. Systemet fungerer ved, at gulvet i stalden tilføres varme i de første ca. 3 uger af produktionstiden, hvilket bidrager til at udtørre gødningen. Dette efterfølges af en uge uden hverken varme-tilsætning eller køling via gulvet. I de sidste uger inden tømning af stalden, køles gulvet med henblik på at reducere den mikrobielle omsætning af urinsyre til urinstof og videre til ammonium. Den indvundne varme lagres i varmelageret og genbruges til gulvopvarmning ved opstart af næste hold kyllinger.

Combideck er nævnt i BREF (2017) med en forventet ammoniakreducerende effekt på "op til 40 %" og omtaler en "test", hvor ammoniakemissionen blev reduceret fra 0,066 til 0,045 kg/år per stiplads svarende til 32 %.

En rapport fra UNECE (2014) beskriver, at systemet har en ammoniakreducerende effekt på 40 %. Det er dog uvist, hvilken dokumentation dette bygger på.

Combideck er opført på den Nederlandske pendant til Miljøstyrelsens teknologiliste med en ammoniakemission på 0,038 kg NH₃/år per stiplads (id-nr. E 5.5) svarende til 44 % lavere ammoniakemission sammenlignet med referencen ("øvrige staldsystemer": 0,066 kg NH₃/år per stiplads) (Infomil, 2020). Dokumentationen for den angivne ammoniakreduktion er uvis.

BREF (2017). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). JRC Science for Policy Report. 858 pp.

Infomil (2020). E 5 diercategorie vleeskuikens. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/stalstypen/emissiefactoren-per/map-stalstypen/5-diercategorie/>

UNECE (2014). Options for ammonia mitigation. Guidance from the UNECE task force on reactive nitrogen. Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Edinburgh UK, on behalf of Task Force on Reactive Nitrogen, of the UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution.

- **Gødningsskrabere på og under spaltegulve, samt på fast drænedegulve** -> Forfatter Peter Kai, fagfællebedømmer Michael J Hansen
Anvendelse af gødningsskrabere oven på spaltegulvet i kvægstalde har tidligere været optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste med en skønnet effekt på 25%, men er nu fjernet fra listen efter et nyere studie baseret på VERA-testprotokol (stalde og management) ikke kunne påvise forskel i ammoniakemissionen fra to kvægstalde ved skrabning af gulvene henholdsvis 6 gange dagligt og 0-1 gang dagligt (Kai et al., 2017). På baggrund af Kai et al. (2017), blev hyppig skrabning af spaltegulve efterfølgende fjernet fra Miljøstyrelsens Teknologiliste og kan derfor ikke længere benyttes som teknologi til ammoniakreduktion.
Anvendelse af gødningsskraber under spaltegulvet er allerede i dag et specifikt staldsystem – ”sengestald med spalter (kanal, linespil)”, for hvilket der udarbejdes årlige gødningsnormer jf. normtal for husdyrgødning (Lund et al., 2019). Staldsystemet er i henhold til Kai et al. (2018) forbundet med et ammoniaktab i stalden på 12% af urin-N af dyr. Der foreligger dog kun yderst beskedne dokumentation for staldtypen, dvs. ikke på et niveau, hvor optagelse på Miljøstyrelsens Teknologiliste ville være aktuelt. Ved ansøgning om miljøgodkendelse af ”sengestalde med spalter (kanal, linespil)” sidestilles denne staldtype i Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens Bilag 3 med ”sengestald med spalter (kanal, bagskyl eller ringkanal)”.
Anvendelse af gødningsskraber på fast drænedegulve er allerede et eksplicit krav til staldsystemet i henhold til både Kai et al. (2018) og Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens Bilag 3. Staldtypen er dokumenteret ved en undersøgelse baseret på VERA-testprotokollen i fire stalde (Kai et al., 2017). På baggrund af Kai et al. (2017) er emissionsfaktoren blev opdateret i såvel normtal for husdyrgødning som i Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens Bilag 3.

Kai, P., A.P. S. Adamsen, M.L. Jensen, P. Kasper og A. Feilberg (2017). Ammonia emission from Danish cubicle barns for dairy cows. Effect of floor type and manure scraping. DCA rapport nr. 110.
Kai, P, M.J. Hansen, P. Tybirk, M.L. Lindgaard, H.B. Jensen, H. Bækgaard (2018). Kapitel 8 – tab fra stalde. https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_8_Stalde_2018-19.pdf
Lund, P., A.L.F. Hellwing, C.F. Børsting (eds.): Normtal for husdyrgødning – 2019, 38 sider. <http://anis.au.dk/normtal/>
- **Automatisk højdestyring på gylleudlæggerbomme** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Effekten af dette foreslåede virkemiddel på ammoniaktabet ved udbringning af gylle, vil fremkomme ved at sikre, at slæbeslangerne er i konstant kontakt med jordoverfladen når gyllen forlader slangerne. I danske undersøgelser er det konstateret, at placeres gyllen på jordoverfladen, vil tabet være mellem 25 og 40 % lavere, end hvis gyllen ”tabes” fra 20 cm højde over afgrøden (Pedersen et al. in review). Trods den sparsomme dokumentation for netop dette forhold, så er der nok ingen tvivl om, at placering af gylle på jordoverfladen vil betyde et lavere ammoniaktab, end hvis en (selv mindre) del af afgrøden tilsvines. Ved tilsvining af afgrøden øges ammoniaktabet, som følge af at gyllens specifikke overflade (og dermed kontaktarealet mellem gylle og atmosfærisk luft) øges.

Der foreligger dog ingen dokumentation for om disse ultralydssensorer reelt vil sikre, at gylle placeres på jordoverfladen uden at tilsvine afgrøden nævneværdigt. Umiddelbart vurderes dette dog nok at være tilfældet, men bør undersøges nærmere. Dernæst skal det nævnes, at også andre faktorer end kun slangernes afstand til jordoverfladen vil have betydning for evt. tilsvining af afgrøden. Her betyder fremkørselshastighed, afgrødens udviklingstrin og dosering af gylle per ha også en del. Det bør nævnes, at ved udregning af ammoniaktabet fra slæbeslangeudbragt gylle i dag, så forudsættes det, at slangerne slæber hen ad jorden, da det er sådan forsøgene, der ligger til grund for emissionsfaktorerne, er udført. Så implementering af det foreslåede virkemiddel, vil ikke reducere ammoniaktabet. Derimod kan korrekt brug af ultralydssensorer sikre, at effekten af slæbeslangerne opnås.

Pedersen J.M., Nyord T., Hafner S.D., Feilberg A. Ammonia emission measurement with an online wind tunnel system for evaluation of manure application techniques. *In review Atmospheric Environment*.

- **Designergylle** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel, og det vurderes, at dette tiltag ingen eller kun indirekte effekt vil have på ammoniakfordampningen.
- **Lavproteinfoder til slagtesvin** -> Forfatter Martin Tang Sørensen, fagfællebedømmer Peter Kai
Det vurderes, at den medsendte dokumentation er valid, for så vidt angår de biologiske sammenhænge vedrørende protein- og aminosyreudnyttelse hos slagtesvin, herunder også udskillelse af N i urin og gødning. Ammoniakfordampningen er i dokumentet beregnet som for normtallene, dvs. i overensstemmelse med det pt. bedste skøn.

I dokumentet er der gennemført beregninger på grundlag af, at råprotein reduceres fra 153,6 til 143,2 g pr. kg foder svarende til en reduktion fra 15,36 til 14,32 %, dvs. en reduktion på 1,0 %-point. Denne reduktion i råproteinindhold gav en reduktion i ammoniakfordampningen på 16,1 % (ved konstant vægt). Dette estimat er i god overensstemmelse med resultatet af en nylig metaanalyse (Sajeev et al., 2017), hvor reduktion i ammoniakfordampning blev estimeret til 11 ± 6 % pr. %-point reduktion i foderets råproteinindhold. Overensstemmelsen med metaanalysen bidrager til dokumentets validitet.

Sajeev et al., 2017 er en østrigsk, polsk, tysk videnskabelig artikel:

Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W. & Winiwarter, W. (2017) Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutr Cycl Agroecosyst*, <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9893-3>

- **Hyppig udmugning (fjerkræ/mink)** -> Forfatter Peter Kai, fagfællebedømmer Michael J Hansen
Dette virkemiddel inkluderer det forslag, der specifikt gik på gødningsbånd hos mink og fjerkræ.

Mink: Minkbure med gødningsrender og ugentlig tømning er anført i normtal for husdyrgødning med følgende ammoniaktab: gødning afsat i gødningsrender: 30% af urin-N af dyr; gødning afsat under burene: 40% af total-N af dyr. Disse tal er baseret på et studie af Hansen (2012), som undersøgte effekten af henholdsvis tømning af gødningsrenderne under minkburene to gange ugentligt og dagligt ved sammenligning med ugentlig tømning. Testen blev gennemført på grundlag af VERA-

testprotokollen (stalde og management), og vurdering af testrapporten er foretaget af Miljøstyrelsens MELT-udvalg. Resultatet af undersøgelsen har bevirket, at både tømning af gødningsrenderne under minkbure to gange ugentligt og daglig tømning er optaget på Miljøstyrelsens Teknologiliste med en ammoniakreducerende effekt på 27%. Effekten er uafhængig af om tømning af renderne sker manuelt eller automatisk.

Hansen, M. (2012). Ammonia emission from mink houses. Reduction of emission by frequent removal of mink slurry. Test report and evaluation. AgroTech, 21 pp.

Miljøstyrelsens Teknologiliste: <https://mst.dk/erhverv/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/gaa-til-teknologilisten/staldindretning/>

Fjerkræ: Hyppig udmugning i stald til æglæggende høner

Hyppig udmugning er allerede midlertidigt optaget på Miljøstyrelsens Teknologiliste med følgende effekter:

Tabel 1. Ammoniakreduktion (% reduktion sammenlignet med ugentlig tømning) ved hyppig tømning af gødningsbånd i stalde til æglæggende høner.

	Fritgående høner (skrabe-, frilands-, øko.)	Burægsstalde
2 x ugentlig udmugning	30	54
daglig udmugning	36	66

Der er dog kun tale om en midlertidig optagelse på Teknologilisten, hvilket skyldes dokumentationsniveauet er for spinkelt til en permanent optagelse, idet der kun er målt i én burægsstald og én skrabeægsstald (Provsgaard og Cortina, 2009). Samtidig fandt Provsgaard og Cortina (2009), at det målte stalddtab i burægsstalden med gødningsbånd ved to gange ugentlig udmugning var på niveau med stalddtabet beregnet ved anvendelse af normtal for husdyrgødning (NH₃-emission: 10 % af N ab dyr), mens ugentlig udmugning svarede til et ammoniaktab på ca. 20 % af N ab dyr.

Dekker et al. (2011) undersøgte gasemissioner fra stalde med etageanlæg til økologiske høner og fandt, at antallet af dage mellem tømning af gødningsbåndene påvirkede ammoniakemissionen, idet ammoniakemissionen steg med 5,47 % per dag efter tømning af gødningsbåndene.

Ovenstående viser, at ammoniakemissionen i stalde med etageanlæg og gødningsbånd uden tvivl er påvirket af tømningshyppigheden. Der er dog et behov for yderligere dokumentation for at fastlægge ammoniakemissionerne fra de forskellige stalddtyper og udmugningshyppigheder med større sikkerhed.

Dekker, S.E.M., A.J.A. Aarnink, I.J.M. de Boer, P.W.G. Groot Koerkamp (2011). Emissions of ammonia, nitrous oxide, and methane from aviaries with organic laying hen husbandry. Biosystems Engineering 110: 123-133.

Provsgaard, N. og A.G. Cortina (2009). Undersøgelse af lugt- og ammoniakemission samt mulig miljøteknologi til bur- og skrabeægsstalde. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret Fjerkræ, 11 pp.

- **Fortynding af gylle** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Den mekanisme der har ammoniakreducerende effekt, er det samme som ved separering af gylle, nemlig at en gylle med lavere tørstofind-

hold vil have tendens til hurtigere at infiltrere i jorden, hvorved perioden hvor ammoniak kan fordampe fra gyllen reduceres, hvorfor potentialet for ammoniakfordampning også reduceres. Det vurderes, at der er valid dokumentation for den ammoniakreducerende effekt af at fortynde gylle.

- **Reduceret anvendelse af kvælstof fra husdyrgødning (skærpelse af harmonikravet)**
-> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Virkemidlet forstås således: der sættes en lavere grænse for mængden af kvælstof der må bringes ud på en hektar via husdyrgødning, end de nuværende 170 kg total N (230 kg total N for undtagelsesbrug). Det antages, at mængden af husdyrgødning ikke påvirkes af dette virkemiddel. Det vurderes umiddelbart, at der ikke findes dokumentation for at dette virkemiddel skulle medføre lavere ammoniaktab. Vores vurdering er, at et skærpet harmonikravet kan medføre at arealet hvortil husdyrgødning udbringes bliver større, hvilket med stor sandsynlighed vil øge den samlede emission af ammoniak.
- **Bedre udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning (udnyttelsesprocenten)** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Virkningsmekanismen for dette virkemiddel vurderes at være: øget kvælstofudnyttelseskrav for husdyrgødning vil medføre reduceret mulighed for indkøb af handelsgødningskvælstof på ejendomsniveau. Det antages, at mængden af husdyrgødning ikke påvirkes af dette virkemiddel. Samtidig må man forvente, at landmanden vil forsøge at reducere ammoniaktab for at undgå et reduceret udbytte, hvorfor der kan være en ikke ubetydelig indirekte effekt på ammoniaktabet af dette virkemiddel. Det antages dog, at den samlede kvælstofmængde reduceres, hvilket vil betyde lavere ammoniaktab fra udbragt handelsgødning, samt tab fra afgrøder reduceres. Det vurderes, at der er valid dokumentation for dette virkemiddel.
- **Reduceret kvælstofkvote** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Virkningen af dette virkemiddel vil være det samme som virkemidlet "Bedre udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning (udnyttelsesprocenten)".
- **Benzoesyre til smågrise** -> Forfatter Nuria Canibe, fagfællebedømmer Christian Friis Børsting
Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Det konkluderes, at dokumentationen for effekten på ammoniakfordampningen er usikker ved tilsætning af de tilladte 0,5 ppm til smågrise foder.
- **Flaring af "headspace luft" fra overdækkede gylletanke** -> Forfatter Anders Feilberg, fagfællebedømmer Peter Kai
Afbrending ("flaring") af opkoncentreret metan fra overdækkede gylletanke er en foreslået teknologi til reduktion af metan-udledning, som også vil påvirke ammoniaktabet. Vurderingen er, at flaring vil medføre en væsentlig omdannelse af ammoniak til kvælstofoxider (NO_x). Omdannelsen afhænger af specifikke betingelser såsom ammoniakkoncentration og støkiometri mellem brændstof (metan) og ilt. Der findes formentlig ikke specifikke studier af omdannelsen af ammoniak til NO_x ved flaring af metan fra lagret gylle, men omdannelsen af ammoniak ved forbrænding af metan blandet med luft er undersøgt. Ved lave koncentrationer af ammoniak (ppm-niveauer) forventes en stor omdannelse af ammoniak til NO_x og stort set ingen produktion af N₂. Endvidere vil der være en vis produktion af NO_x fra selve forbrændingsprocessen, hvor N₂ omdannes til NO_x. Dette medfører, at det må forventes, at der ikke sker nogen reduktion af udledningen af kvælstof og da NO_x vil deponeres (herunder i

form af HNO_3 efter oxidation af NO_x) og ligesom ammoniak medfører negative helbredseffekter, er flaring ikke at opfatte som en relevant teknologi til reduktion af ammoniakemission. Under særlige betingelser, (høj koncentration af ammoniak og underskud af ilt) kan en omdannelse af ammoniak til frit kvælstof opnås, men det vurderes ikke, at dette er opnåeligt for udledninger fra lagret gylle.

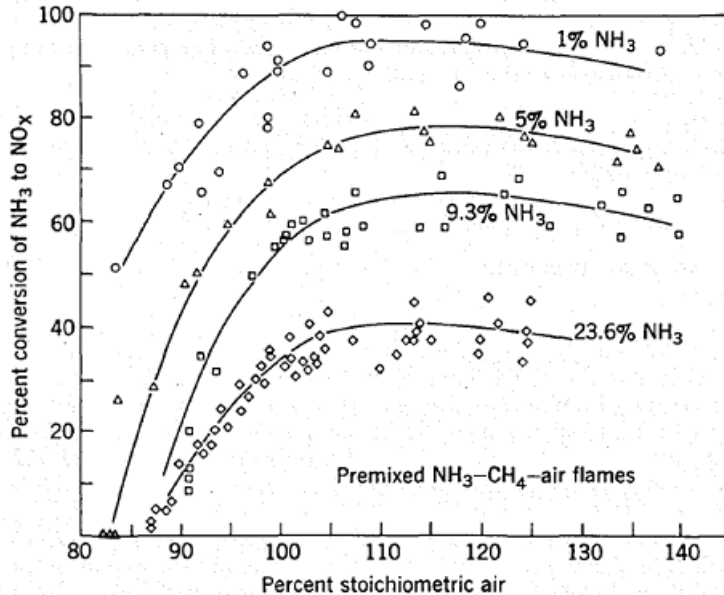


Figure 1. NH_3 combustion-conversion to NO_x .

- Biofiltrering af "headspace luft" fra overdækkede gylletanke** -> Forfatter Anders Feilberg, fagfællebedømmer Peter Kai

Biofiltrering af headspace fra overdækket lagring af gylle er ligeledes en teknologi, der primært er testet til at reducere udledningen af metan fra gyllelagre. Biofiltrering af metan kræver lange opholdstider og dermed forholdsvis store filtre, hvilket gør teknologien forholdsvis omkostningskrævende (Melse og Van der Werf, 2005). Det er rapporteret, at denne type filtre kan have en forholdsvis høj reduktion af ammoniak på >90%, men at der samtidig kan ske en betydelig produktion af lattergas som følge af omdannelse af ammoniak (Melse og Van der Werf, 2005). Denne lattergasproduktion udgør både et kvælstoftab og kompromitterer samtidig den reduktion af drivhusgasudledning, der ellers opnås ved fjernelse af metan. Hvis formålet alene er at reducere ammoniakudledningen vil det sandsynligvis være muligt at konstruere biologiske luftfiltre, der ikke medfører en væsentlig dannelse af lattergas (som det er kendt for staldemissioner). Der er dog behov for yderligere undersøgelser af hvorvidt dette er muligt samt hvorvidt dette vil medføre en væsentlig effekt, idet biofiltrering forudsætter, at der allerede er overdækning af gyllelagret, hvilket i sig selv giver en væsentlig reduktion af ammoniakemissionen.
- Lagerforsuring af gylle tidligt i lagerperioden** -> Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Anders Feilberg

Der er ikke medsendt dokumentation for dette virkemiddel. Det er velbeskrevet, at sænkes pH i gylle reduceres tabet af ammoniak fra gyllen – også i lagerperioden. Det er dog ikke dokumenteret hvornår lagerforsuringen rent praktisk kan påbegyndes (hvor meget gylle skal der være i tanken før man kan tilsætte syre uden lagertanken fysisk tager skade af syrepåvirkningen, der hvor syren hældes i),

og hvor ofte der skal "genforsures" i forbindelse med, at der pumpes frisk gylle i lagertanken fra stal-
dens fortank, og hvordan dette påvirker den samlede effekt på ammoniaktabet. Derfor udestår der et
dokumentationsarbejde før effekten af dette virkemiddel kan siges at være veldokumenteret.

- **Forsuring af afgasset biomasse** -> *Forfatter Tavs Nyord, fagfællebedømmer Sven G Sommer*
Der er ikke fremsendt dokumentation for dette virkemiddel. Forsuring af gylle i enten lager eller i
forbindelse med udbringning, er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste med forskellig effekt på
kvæg- og svinegylle. Dette gælder ikke for afgasset gylle. Som det gælder for "Lagerforsuring af gylle
tidligt i lagerperioden" er selve virkningsmekanismen for dette virkemiddel nemlig at sænke pH i gyl-
len, særdeles veldokumenteret. Der er dog udført få forsøg med lager/markforsuring af afgasset
gylle, men i disse er der fundet en god effekt af tilførsel af syre til afgasset gylle (Hafner et al, upubli-
ceret data). Virkemidlet kan dog ikke antages at være veldokumenteret. Desuden blev syreforbruget
fundet at være endog væsentligt højere end ved forsuring af kvæg- og svinegylle, som følge af den hø-
jere bufferkapacitet, der er i afgasset gylle.