



Miljøstyrelsens BAT-blade

2. udgave

Svin – Slagtesvin

Revideret: 19.05.2009

Dette BAT-blad indgår i Miljøstyrelsens serie af BAT-blade over teknikker, som kan begrænse forureningen fra husdyrbrug. BAT-bladene indeholder udførlige beskrivelser af teknikernes virkning på miljøet og evt. sideeffekter. BAT-bladene indeholder desuden detaljerede beregninger af de miljø-, drifts- og velfærdsøkonomiske omkostninger ved anvendelse af teknikkerne. I beskrivelsen er der samtidig taget hensyn til eventuelle fordele og ulemper vedrørende arbejdsmiljø, dyrevelfærd mv.

Oprettet: 15.03.2004

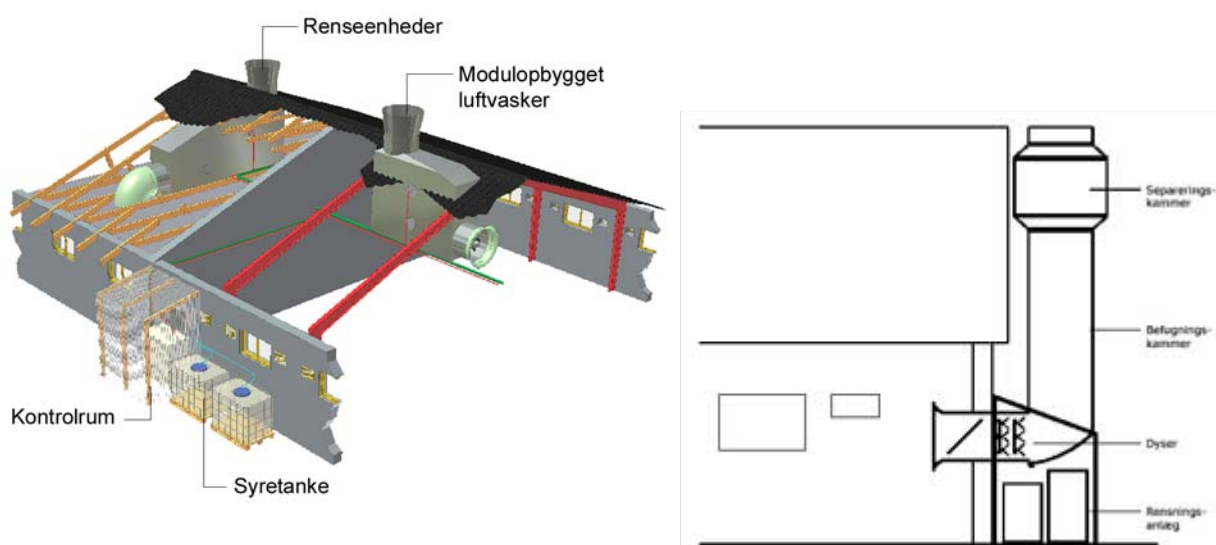
Side 1 af 8

Luftvasker med syre

Resumé

| | |
|---------------------------|---|
| Ammoniakfordampning | Ammoniakreduktionen afhænger af luftrensens kapacitet i forhold til staldens ventilationskapacitet. Ved rensning af al ventilationsluft forventes en reduktion på ca. 90 pct. |
| Lugt fra stald | Danske undersøgelser viser, at syreskrubbere ikke kan påregnes nogen lugtreducerende effekt. |
| Støv | Dette er ikke undersøgt, men der forventes ingen påvirkning af støvkoncentrationen i staldrummet. Der forventes en støvreduktion i anlæggets afgangsluft, men det er dog ikke dokumenteret under danske forhold. |
| Drivhusgasser | Luftrensning med syre forventes ikke at påvirke udledningen af drivhusgas. |
| Energi | Der er øget energiforbrug til drift af vandpumper og til ventilation. |
| Arbejdsmiljø | Ved forkert håndtering af syre er der risiko for ætsning. |
| Smitterisiko | Der er ingen påvirkning af smitterisikoen i staldrummet. |
| Dyrevelfærd | Det er særdeles vigtigt at staldens ventilationsanlæg og luftrensere fungerer som en samlet helhed. |
| Affald og spildevand | Teknikken giver ikke anledning til udledning af affald og spildevand. |
| Miljøfremmede stoffer | Teknikken giver ikke anledning til udledning af miljøfremmede stoffer. |
| Virkning på lager og mark | Udbringes den opsamlede N på mark, kan det påvirke markudbyttet positivt |
| Driftssikkerhed | Danske undersøgelser har vist, at tilstopning af filtret forekommer mere eller mindre hyppigt. Tilstopning er kritisk, idet det påvirker renseseffektiviteten, energiforbruget og øger risikoen for driftsproblemer i stalden i form af bl.a. dårligt indeklima og forringet dyrevelfærd. |
| Merinvestering | Der er øgede investeringer i f.t. referencesystemet |
| Driftsomkostninger | Der er øgede driftsomkostninger i f.t. referencesystemet. |

Alle ansøgere om miljøgodkendelse af husdyrbrug skal som udgangspunkt benytte den miljømæssigt bedste tilgængelige teknologi, der på engelsk forkortes til BAT (Best Available Techniques). Miljøstyrelsen har derfor lavet en serie af informationblade kaldet BAT-blade. BAT-bladene beskriver relevante teknologier, der bør tages i betragtning, når kommunen skal vurdere, hvad der i de konkrete tilfælde skal betegnes som BAT. BAT-bladene kan også bruges af ansøgere som inspiration til at vælge de miljømæssigt bedste tilgængelige teknologier. Det skal pointeres, at det står landmanden frit for at vælge de miljøteknologier og staldsystemer, der passer ham bedst. Men emissionerne skal i sidste ende ligge under det emissionsniveau, som kommunen konkret vurderer er det bedste tilgængelige. På www.mst.dk/landbrug/BAT-blade kan du se alle nuværende og planlagte BAT-blade.



Figur 1: Eksempler på udformning af luftrensning med syre. Til venstre en luftvasker med filtermatrice indbygget i moduler/renseenheder placeret decentralt i de enkelte staldafsnit og kontrol af syretildeling centralt i et kontrolrum. Til højre et eksempel på en luftvasker baseret på dannelse af en tåge af svovlsyreopløsning med efterfølgende separering af dråberne i et separeringskammer.

BESKRIVELSE

Denne type af luftrensning er baseret på en kemisk renseproces, hvor ventilationsluften ledes igennem en filtermatrice, der konstant overrisles med en svovlsyreopløsning. Derved opsamles ammoniak og støv fra luften. Luftens passage gennem filtret kan finde sted enten efter tværstrøms- eller modstrømsprincippet. Filtermatrixen skaber en passende væskeoverflade, som er nødvendigt for massetransporten af ammoniak fra luften til væsken.

Alternativt ledes luften gennem en tæt tåge af vanddråber indeholdende svovlsyre dannet ved hjælp af et antal dysekranser. Dråbernes størrelse og antal sikrer på samme vis som en filtermatrice en passende væskeoverflade. Dråberne skilles fra luften i et separeringskammer.

Luften kan enten samles via kanaler i loftsrummet eller under gulvet til en central luftvasker, eller der kan monteres decentrale enheder til erstatning for de ventilatorer, der normalt placeres i staldens tag.

Etablering af luftrensning kræver et teknikrum samt beholdere til koncentreret svovlsyre og returvæske. Teknikrummet indeholder en blandetank, pumper, doseringsudstyr samt enheder til styring af hele luftrensningssystemet.

Returvæsken fra renseprocessen opsamles i de førnævnte beholdere. Returvæsken er en flydende svovlholdig ammoniumgødning. Væsken er stabil og kan køres direkte ud på markerne som gødningstilskud eller hældes direkte i gylletanken.

MILJØPÅVIRKNING

Ammoniak

Undersøgelser viser, at luftrensning med syre kan reducere ammoniakindholdet i luften, der ledes gennem renseren med 90 pct. eller mere.

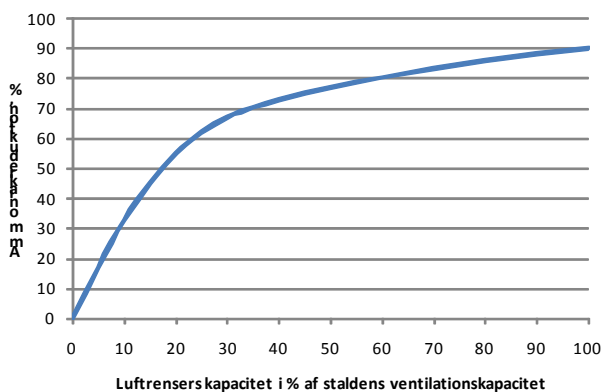
Pedersen (2007) rapporterede en renseeffektivitet på 97 pct. for en to-trins kombineret syre- og biologisk luftvasker fra det hollandske firma Bovema. Luftvaskeren havde en kapacitet på 31 pct. af staldens samlede ventilationskapacitet.

Riis (2008) rapporterede om en renseseffektivitet på 99,7 pct. på den af luften fra en smågrise-stald, der blev ledt gennem en 1-trins luftrenser fra det hollandske firma Bovema med en samlet kapacitet på 34 pct. af staldens samlede ventilationskapacitet. Den samlede reduktion blev opgjort til 57 pct.

Riis (2009) rapporterede en ammoniakreduktion på 92 pct. for en kemisk luftvasker fra Scan Airclean ved fuld luftrensning i en kombineret smågrise- og poltestald.

Delluftrensning

Ved delluftrensning, hvor luftrenserens kapacitet er prioriteret, kan nedenstående figur 2 anvendes til at fastlægge en samlet ammoniakreduktion for en slagtesvinestald med drænet gulv. Figuren bygger på idealiserede forhold. I praksis kan der forekomme afvigelser i form af fx brug af anden ventilationstype, ventilationsstrategi og dimensionering af ventilationsanlægget, og det må derfor anbefales, at der foretages konkrete beregninger med Staldvent til fastlæggelse af et mere præcist estimat for renseseffektiviteten (Kai et al., 2007).



Figur 2. Principiel sammenhæng mellem den samlede renseseffektivitet og luftrenserens kapacitet i forhold til staldens ventilationskapacitet.

Der er registreret et vandforbrug på ca. 90 liter og et syreforbrug på ca. 3 kg svovlsyre pr. kg NH₃ reduceret (LugtTek, 2004).

Lugt

Danske undersøgelser viser, at der ikke kan påvises lugtreduktion ved brug af kemiske luftvaskere. Indtil videre kan der derfor ikke påregnes nogen væsentlig lugtreduktion.

Drivhusgasser

Der forventes ingen effekt af luftrensning på lattergasemissionen. Kun ved substitution af kvælstof i handelsgødning med sparet ammoni-

akfordampning i markens gødningsplan vil der kunne forventes en lavere lattergasemission svarende til 1 pct. af den substituerede mængde kvælstof (IPCC, 2006).

ENERGIFORBRUG

Luftmodstanden gennem filteret og driften af vandpumper mv. medfører et øget energiforbrug afhængigt af luftrenser og mængden af luftrensning.

Pedersen (2007) rapporterede et merenergiforbrug på ca. 2-4 kWh pr. produceret slagtesvin ved 31 pct. delluftrensning.

Riis (2009) opgjorde energiforbruget til ventilation og luftrensning til 6,8 kWh pr. produceret smågris og 24 kWh pr. produceret polt ved 100 pct. luftrensning. Der var tale om et centralt luftrensningsanlæg, hvortil luften fra de enkelte staldafsnit blev ledt.

Riis (2008) rapporterede et energiforbrug til luftrensning på 1,3 kWh pr. produceret smågris ved 34 pct. delluftrensning i et centralkanalanlæg.

UDENLANDSKE ERFARINGER

Luftrensning med syre er beskrevet i en række udenlandske undersøgelser, hvor der typisk findes en ammoniakreduktion på over 95 pct. og ca. 30 pct. for lugt (BAT-Reference nr. 4.6.5.2; Ogink & Koerkamp, 2001; Mosquera et al., 2007).

FORDELE OG ULEMPER

Ved decentrale luftrensningsanlæg erstattes de eksisterende ventilatorer og skorstene. Der skal dermed ikke investeres i ekstra skorstene.

Centrale luftrensningsanlæg kræver, at luften samles. Dette gøres typisk i langsgående isoleerede udsugningskanaler i loftsrummet.

Hvis man kombinerer den decentrale luftrensning med trinvis indkobling af ventilatorer, er det muligt at rense en større eller mindre del af luften. Dette er muligt ved, at der f.eks. kun monteres rensenheder på halvdelen af skorstenene, idet ventilatorerne kører på delydelse det meste af tiden. Det er dog ikke muligt, at opnå en samlet reduktion på 90 pct. i ammoniakfordampningen på denne måde.

Vedligeholdelse

Der må påregnes et vist tidsforbrug til overvågning af luftrenserens funktion. Hvis filtret i luftrenseren tilstoppes med støv/slam, forøges tryktabet over luftrenseren betragteligt og det ned-

sætter luftgennemstrømningen gennem luftrenseren. Dette har som konsekvens, at luften ikke renses som forventet. Mere alvorligt er det, at nedsat luftskifte i staldene kan forårsage driftsproblemer herunder dårligt trivsel, halebid og i yderste konsekvens dødsfald blandt grisene.

I forhold til syreforbruget og dermed renseeffektiviteten og driftsomkostningerne er det af afgørende betydning af pH-måleren i luftrenseren kalibreres jævnlige.

Arbejds miljø



Arbejdssikkerheden i forbindelse med svovlsyre er særdeles vigtig. Dette skyldes, at der er stor fare for ætsning. Ved tilsætning af svovlsyre skal anvisningerne fra fabrikanten følges. Der skal være en leverandørbrugsanvisning samt en arbejdspladsbrugsanvisning til anlægget, jf. At-vejledning C.O.12 og C.O.11. Mere information på Arbejdstilsynets hjemmeside.

UDBREDELSE AF TEKNIKKEN

Der er installeret luftrensning i mellem 25 og 30 besætninger (januar 2009), hvoraf langt hovedparten er luftrenseranlæg fra det tidligere Scainairclean. Luftrensning er relevant for nybyggeri, men ligeledes ved renovering af eksisterende stalde.

HELHEDSVURDERING AF TEKNIKKEN

Gennemgangen af litteraturen viser, at luftrensning med svovlsyre kan være særdeles effektivt i forhold til at reducere ammoniakemissioner fra stalde.

Delluftrensning, hvor kun en mindre andel af staldens samlede ventilationskapacitet renses, er en effektiv metode til at reducere ammoniak, hvis der ikke er behov for fuld luftrensning. Dette reducerer omkostningerne og kan derfor øge udbredelsen af teknologien.

De danske forsøg med kemiske luftrensere viser at der fortsat er problemer med driften, hvilket indikerer, at anlæggene ikke er færdigudviklede. Centrale udsugningskanaler skal dimensioneres korrekt for at undgå problemer med styringen af ventilationen og dermed klimaet i de enkelte staldsektioner. Kanalerne skal udformes korrekt med hensyn til materialevalg og konstruktion for at sikre holdbarhed og minimere tryktab ved flytning af store mængder af luft fra de enkelte staldsektioner til den centrale luftrenser.

LUFTRENSNING MED SYRE I ANDRE SVINESTALDE

Dette BAT-blad har kun vurderet teknikken i forhold til slagtesvinestalde med mekanisk ventilation. Teknisk set kan luftrensning med syre effektivt reducere ammoniakemissionen fra stalde til andre kategorier af svin såsom sostalde og smågrisestalde. Nærværende BAT-blad har imidlertid kun fokuseret på slagtesvinestalde.

Teknikken kan som udgangspunkt ikke anvendes i stalde med naturlig ventilation.

Gylleforsuring er ikke godkendt til brug i bedrifter, der har autorisation som økologisk virksomhed.

DRIFTSØKONOMI

Der er stor forskel på omkostningerne ved luftrensning afhængig af hvilket anlæg, der tages udgangspunkt i. I det følgende præsenteres derfor udelukkende resultaterne baseret på det anlæg som vurderes at være billigst i såvel anlægsinvestering som drift. Såvel oplysninger om anlægsinvestering som forbrug er baseret på producentoplysninger.

Det er muligt at dimensionere anlægget, så det opfylder et givet myndighedskrav for en given ammoniakreduktion. I det følgende præsenteres de økonomiske konsekvenser ved henholdsvis 100 og 20 pct. luftrensning. Som figur 3 viser, er der en tilnærmelsesvis lineær sammenhæng mellem omkostningerne ved de to luftrensniveauer, således at omkostningerne ved eksempelvis 60 pct. luftrensning enkelt kan udledes.

Omkostningen pr. produceret slagtesvin og pr. kg. reduceret N falder med faldende andel af luftrensning. Ved de lave grader af luftrensning er der en klar økonomisk fordel jo større besætningen er, denne sammenhæng er mindre klar for de høje grader af luftrensning.

Omkostningerne ved teknologien kan sammenholdes med omkostningerne ved at producere et slagtesvin. Produktionsomkostningen er baseret på Fødevareøkonomisk Institutets driftsgrensstistik og er opgjort til 419 kr.¹ Ved 100 pct. luftrensning varierer omkostningen mellem 3,7 og 5,5 pct. Da omkostningerne falder ved lavere rensegrader falder denne procentdel jo mindre andel af luften som renses.

¹Der er tale om 2004-tal, da driftsgrensstatistikken ikke opdateret siden. Produktionsomkostningen medtager ikke omkostningen til indkøb af gris.



Table 1: Skøn over økonomiske konsekvenser af BAT-Teknik sammenlignet med referencesystemet, 100 pct. luftrensning.

| Svovlsyrebehandling af gyllen i stalde med drænet gulv | Merinvestering pr. sti | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin ekskl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret ekskl. værdi af sparet N | Værdi af ændret N-indhold | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N |
|--|------------------------|---|-----|--|---------------------------|--|-----|---|
| | | kr. | i % | | | kr. | kr. | |
| Dyreenheder | kr. | kr. | i % | kr. | kr. | kr. | i % | kr. |
| 75 | 463 | 22 | 5,2 | 64 | 12.816 | 17 | 4,1 | 50 |
| 150 | 384 | 19 | 4,6 | 56 | 25.632 | 15 | 3,5 | 43 |
| 250 | 394 | 20 | 4,8 | 58 | 42.721 | 15 | 3,7 | 44 |
| 500 | 394 | 20 | 4,8 | 58 | 85.441 | 15 | 3,7 | 44 |
| 750 | 394 | 20 | 4,8 | 58 | 128.162 | 15 | 3,7 | 44 |
| 950 | 445 | 23 | 5,5 | 67 | 162.339 | 18 | 4,4 | 53 |

Beregningerne er foretaget på baggrund af nybyggeri. Økonomiske konsekvenser er beregnet på et decentralt luftrensningsanlæg. Økonomivurderingerne er baseret på producentoplysninger og skøn.

Table 2: Skøn over økonomiske konsekvenser af BAT-Teknik sammenlignet med referencesystemet, 60 pct. luftrensning.

| Svovlsyrebehandling af gyllen i stalde med drænet gulv | Merinvestering pr. sti | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin ekskl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret ekskl. værdi af sparet N | Værdi af ændret N-indhold | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N |
|--|------------------------|---|-----|--|---------------------------|--|-----|---|
| | | kr. | i % | | | kr. | kr. | |
| Dyreenheder | kr. | kr. | i % | kr. | kr. | kr. | i % | kr. |
| 75 | 427 | 19 | 4,6 | 62 | 11.619 | 15 | 3,5 | 48 |
| 150 | 349 | 17 | 3,9 | 54 | 23.238 | 12 | 2,9 | 40 |
| 250 | 231 | 12 | 2,8 | 38 | 38.729 | 7 | 1,8 | 24 |
| 500 | 231 | 12 | 2,8 | 38 | 77.459 | 7 | 1,8 | 24 |
| 750 | 231 | 12 | 2,8 | 38 | 116.188 | 7 | 1,8 | 24 |
| 950 | 273 | 14 | 3,3 | 44 | 147.172 | 9 | 2,2 | 30 |

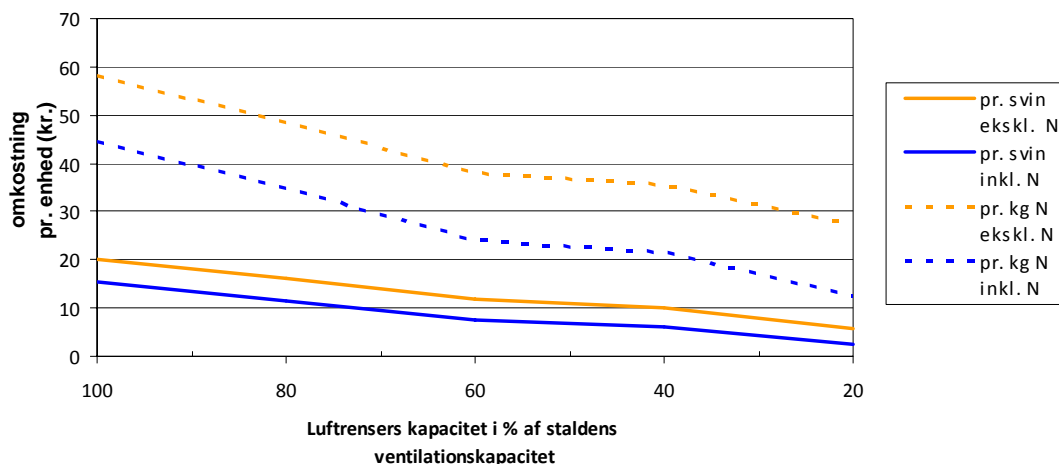
Beregningerne er foretaget på baggrund af nybyggeri. De økonomiske konsekvenser er beregnet på et decentralt luftrensningsanlæg. Økonomivurderingerne er baseret på producentoplysninger og skøn.

Table 3: Skøn over økonomiske konsekvenser af BAT-Teknik sammenlignet med referencesystemet, 20 pct. luftrensning.

| | Merinvestering pr. sti | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin ekskl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret ekskl. værdi af sparet N | Værdi af ændret N-indhold | Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N | | Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N |
|-------------|------------------------|---|-----|--|---------------------------|--|-----|---|
| | | kr. | i % | | | kr. | kr. | |
| Dyreenheder | kr. | kr. | i % | kr. | kr. | kr. | i % | kr. |
| 75 | 297 | 12 | 2,9 | 58 | 8.300 | 9 | 2,2 | 44 |
| 150 | 214 | 10 | 2,3 | 45 | 16.600 | 6 | 1,5 | 31 |
| 250 | 128 | 6 | 1,4 | 27 | 27.666 | 3 | 0,6 | 13 |
| 500 | 105 | 5 | 1,2 | 24 | 55.332 | 2 | 0,5 | 9 |
| 750 | 98 | 5 | 1,1 | 23 | 82.998 | 2 | 0,4 | 8 |
| 950 | 88 | 4 | 1,0 | 20 | 105.130 | 1 | 0,3 | 6 |

Beregningerne er foretaget på baggrund af nybyggeri. De økonomiske konsekvenser er beregnet på et decentralt luftrensningsanlæg. Økonomivurderingerne er baseret på producentoplysninger og skøn.

Figur 2: Sammenhæng mellem andelen af luftrensning og henholdsvis omkostningen pr. produceret slagtesvin og reduceret kg. N, baseret på en besætning med 250 DE.



MILJØØKONOMI

Miljøøkonomiske beregninger adskiller sig fra de driftsøkonomiske beregninger ved at vurdere BAT-teknikken fra samfundets side. Dette betyder bl.a., at eventuelle sideeffekter udover ammoniakreduktionen, f.eks. reduktion af drivhusgasser eller lugt, tillægges en værdi og medtages i det samlede regnestykke. Det har dog ikke på nuværende tidspunkt har været muligt at vurdere størrelsen af sideeffekterne, og værdien af sideeffekterne har derfor ikke kunnet medtages i beregningerne. De miljøøkonomiske beregninger er derfor på nuværende tidspunkt mangelfulde og ikke vist i BAT-bladet².

² Resultaterne fremgår af "Forudsætninger for de økonomiske beregninger af BAT-teknologier"

FORSLAG TIL DRIFTSVILKÅR I MILJØGODKENDELSER

For at sikre tilsynsmyndigheden mulighed for at kontrollere at de vilkår, der er lagt til grund for en given miljøgodkendelse af et husdyrbrug, er opfyldt på driftsstedet for miljøgodkendelsen, er der i det følgende formuleret en række forslag til driftsvilkår, der efter behov kan indføres i miljøgodkendelsen, idet det som udgangspunkt ikke er praksis at afkræve dokumentation for den faktiske virkning af miljøteknologien på ammoniakemissionen via løbende målinger. Det skal understreges, at tilsynsmyndigheden kun bør stille vilkår, såfremt det vurderes at være nødvendigt.

Nedenstående forslag til vilkår skal tilrettes efter oplysninger og beregninger i fx StaldVent.

"I staldafsnit xxx skal der etableres luftrenseanlæg i henhold til ansøgningen (efter BAT-blad "Luftvasker med syre"). Anlægget skal have en kapacitet på mindst yyy m³/time afgangsluft og være i drift året rundt (8.760 timer/år)."

Idet der forekommer mange forskellige ventilationsstrategier og dimensioneringer, bør der foreligge beregninger, som dokumenterer anlæggets specifikke renseseffekt. For at sikre den oplyste renseseffekt, kan nedenstående vilkår stilles:

"Der skal kontinuert tilledes afgangsluft til luftrenseranlægget i en mængde på op til xxx m³/time. De første 0-xxx m³/time afgangsluft, skal altid ledes igennem luftrenseren."

"Svovlsyreopløsningen, der overrisler filterelementerne, skal have en pH-værdi på maksimal 2,0. Udskrifter af pH målingerne fra datastyringsenheden på luftrenseren skal indsættes i logbogen. (grafer en gang pr. år, udskrifter fra datastyringsenheden på luftrenseren)."

For at sikre en kontinuerlig drift og funktion af anlægget, skal der foretages eftersyn og vedligeholdelse:

"Tryktabet over luftrenseren må ikke overstige xx Pa."

"For at undgå tilstopning, skal filterelementet renses, når tryktabet over luftrenseren overstiger xx Pa, dog mindst yy gange årligt."

"Der skal indgås fast serviceaftale med producenten om kontrol jf. servicemanualen, herunder kalibrering af pH-målere, minimum x gange årligt."

"Der skal føres logbog over vandforbruget og syreforbruget i luftrenseranlægget. (grafer en gang pr. år)."

"Beskrivelser af kontrol, kalibrering samt eventuelle driftsstop skal noteres i en driftsjournal og kopi af kontrolrapporten skal være tilgængelig for tilsynsmyndigheden i minimum 5 år."

Litteratur

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Dokument on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. July 2003. <http://www.jrc.es/pub/english.cgi/0/733169> pp. 231-232. Nr. 4.6.5.2.

IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.

Kai, P.; J.S. Strøm & B.-E. Jensen. 2007. Delrensning af ammoniak i staldluft. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Grøn Viden Husdyrbrug nr. 47, pp. 6.

Meddelelse nr. 346: Mortensen, B. & Damsted, E. (2003): Rensning af staldluft med udstyr fra Scan-Airclean Aps, Status oktober 2003. pp. 1-3.

Mosquera, J., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld & G. Nijeboer. 2007. Rendementsmeting luchtwasser 90/95% ammoniakreductie Inno+ luchtwassysteem (Effektivitetsmålinger på 90/95% ammoniakreduktion Inno+ luftvaskers evne til at reducere ammoniak). Rapport 43. Animal Sciences Group, Wageningen UR, pp. 17.

Ogink, N.W.N. & P.W.G.G Koerkamp (2001): Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture. Environmental Protection Agency 2001, environmental research R&D report series No. 14.

Poulsen, H.D., C.F. Børsting, H.B. Rom og S.G. Sommer (2001): Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normalt 2000. DJF rapport Nr. 36. pp.9.

Riis, A.L. (2007): Bovema S-air to-trins luftrensere afprøvet i en smågrisestald under sommerforhold. Dansk Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 776.

Riis, A.L. (2008): Ammoniakreduktion og driftsomkostninger ved Bovema S-air ét-trins luftrensere i en smågrisestald. Danske Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, meddelelse nr. 820, pp. 17.

Riis, A.L. (2009): Central luftrensere fra ScanAirclean A/S afprøvet i en kombineret smågrise- og poltestald. Dansk Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse i tryk.

Staldvent 5,0 (2004): Energiforbrug til luftrensning sammenlignet med referencestald uden luftrensning. pp. 1.

LugtTek A/S (2004): Neutralisering af ammoniak med svovlsyre. LugtTek A/S. c/o Agro Business Park. Niels Pedersens Allé 2. Postboks 2. 8830 Tjele. Telefon: 8999 2515. pp. 1.