



BAT | Bedst Tilgængelige Teknikker
- til reducere af ammoniakfordampning og lugt

1. udgave

Svin – Slagtesvin

Revideret: 01.09.2009

Dette BAT-Blad indgår i en serie af BAT-Blade over teknikker, som kan begrænse forureningen fra intensivt husdyrbrug under danske produktionsforhold. Anvendelse af teknikker, der er beskrevet i BAT-Blade, sikrer, at der er foretaget en vurdering af teknikkenes virkning på miljøet, og om teknikken kan anvendes på økonomisk mulige vilkår under danske produktionsforhold. I vurderingen er der samtidig taget hensyn til eventuelle fordele og ulemper vedrørende arbejdsmiljø, lugt, dyrevelfærd mv.

Oprettet: 28 .05.2009

Side: 1 af 4

Biologisk luftrensning

Resumé

To forskellige anlægstyper til biologisk rensning af luft er beskrevet. Biologisk luftvasker som kan reducere både lugt og ammoniak, og biofilter som kan reducere lugt. Til reduktion af ammoniakemissioner kan der med fordel anvendes en biologisk luftvasker kombineret med delluftrensning. Ingen af de beskrevne anlæg er endnu testet med hensyn til driftsikkerhed.

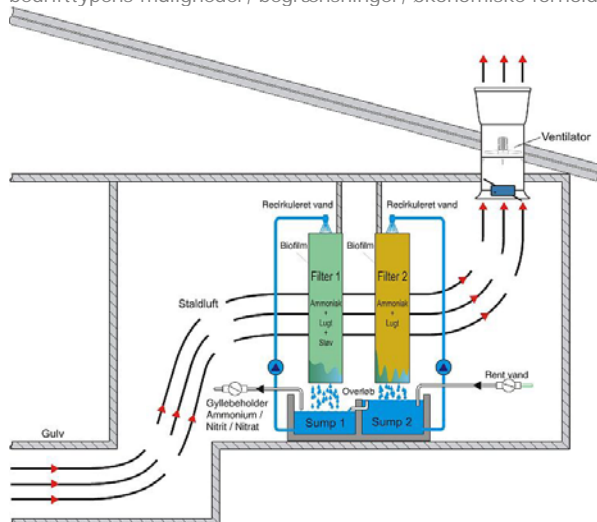
Ammoniakfordampning	Biologisk rensning af ventilationsluft kan reducere emissionen af ammoniak fra svinestalde.
Lugt fra stald	Biologisk rensning af ventilationsluft kan reducere emissionen af lugt fra svinestalde
Støv	Der er ingen påvirkning af støvindholdet i stalddrummet. Udledningen af støv fra staldanlæg til det omgivende miljø mindskes muligvis.
Drivhusgasser	Omsætning af ammoniak i biologiske luftrensningsanlæg kan give anledning til emission af lattergas. Lattergas ville også produceres såfremt ammoniak blev udledt direkte til miljøet. Lattergasproduktionen kan minimeres ved renholdelse af filtermaterialet.
Energi	Der er øget energiforbrug til drift af ventilationsanlæg og evt. pumper.
Arbejdsmiljø	Ingen påvirkning.
Smittorisiko	Ingen påvirkning.
Dyrevelfærd	Det er særdeles vigtigt at staldens ventilationsanlæg og luftrensere fungerer som en samlet helhed. I modsat fald kan dyrevelfærden forringes som følge af forringede klimaforhold i stalden.
Affald og spildevand	Ingen effekt. Vand lænset fra biologiske luftrensningsanlæg kan opbevares i gylletank.
Miljøfremmede stoffer	Ingen
Virkning på lager og mark	Biologiske luftvaskere producerer lænsevand som indeholder kvælstof i form af ammonium (50%), nitrit og nitrat (50%). Det er skønnet at halvdel af kvælstofindholdet kan udnyttes i marken.
Driftsikkerhed	Danske undersøgelser har vist, at driftsstop og tilstopning af filtre forekommer mere eller mindre hyppigt. Teknologien er under test for driftsikkerhed.

Merinvestering | Biologisk luftrensning er en ekstraomkostning ved etablering af svinestalde.

Driftsomkostninger | Der er øgede driftsomkostninger ved biologisk luftrensning.

Miljøbeskyttelsesloven pålægger den enkelte landmand at anvende Bedst Tilgængelige Teknikker, så forurening ud fra en samlet betragtning bliver mindst mulig. BAT-Bladene er udarbejdet som et led i at implementere Europa Kommissionens Direktiv 96/61/EF, der påbyder de enkelte medlemslande at implementere "Best Available Techniques" (BAT). Det vil sige at give anvisninger på, hvilke tekniske løsninger der kan vurderes at være blandt de bedste tilgængelige tekniske løsninger til begrænsning af forurening.

Dette BAT-Blad har kun vejledende karakter. BAT-Bladene udelukker ikke, at andre teknikker kan betegnes Bedst Tilgængelige Teknik. Myndighederne kan ikke stille krav om anvendelse af en bestemt teknik, men udelukkende krav til forureningsniveauet. Den økonomiske vurdering er foretaget for varierende størrelser af husdyrbrug. Ved valg af BAT-Teknik bør der altid foretages en vurdering af bedrifttypens muligheder, begrænsninger, økonomiske forhold mv.



Figur 1. Skitse af biologisk luftvasker fra SKOV A/S.

BESKRIVELSE

Biologisk luftrensning reducerer ammoniak og lugt fra staldluft igennem biologisk omsætning af de forurenende stoffer. Luften ledes igennem et filtermateriale som holdes fugtigt, så ammoniak og lugtstoffer absorberes i en vandfilm i biofiltret og efterfølgende nedbrydes af mikroorganismer der lever på filtermaterialet. Biologiske luftrensningsanlæg kan opdeles i to hovedgrupper: biologiske luftvaskere og biofiltre.

Biologiske luftvaskere er konstrueret af filterelementer med høj porøsitet, som løbende overrisles med vand. En del af den fjernede ammoniak omsættes via nitrifikation til nitrit og nitrat. Den akkumulerede ammonium, nitrit og nitrat fjernes med lænsevand. Disse anlæg kan ofte reducere både ammoniak og lugt.

I biofiltre ledes ventilationsluften gennem et filtermateriale typisk bestående af et organisk materiale, såsom træflis. Vandingen i biofiltret sker i form af opfugtning af luften inden den passerer filtermaterialet, og der produceres som oftest ikke kvælstofholdigt lænsevand i denne type anlæg. Biofiltre er typisk effektive til reduktion af lugt, men ikke ammoniak.

MILJØPÅVIRKNING

Ammoniak

Biologisk luftvasker

To afprøvninger af en biologisk luftvasker fra Skov A/S viste, at luftrensere var i stand til at reducere ammoniak ned til 1,2 – 2,4 ppm i den rensede luft, uafhængigt af koncentrationen i den urensede luft (Jensen & Hansen, 2006; Lyngbye & Hansen, 2008). Omregning fra en fast slutkoncentration til en aktuel reduktionsprocent kan ske via programmet StaldVent (Kai et al., 2007).

Andre biologiske luftvaskere er under udvikling, men kan endnu ikke betragtes som værende klar til udbredt anvendelse. Indledende tests af disse anlæg viste at de var i stand til at reducere ammoniak i staldluften. Anlæggene er: CleanTube fra Skiold A/S (Sørensen & Riis, 2008); Dorset luftrensere, forhandlet i Danmark af Rotor A/S (Gómez, 2008), VengSystem (Riis, in prep.) og Turbovent (Jonassen, in prep.). Ingen af disse anlæg er dog tilstrækkeligt dokumenterede mht. reduktion af ammoniak.

Biofilter

Der kan generelt ikke forventes en ammoniakfjernelse i biofiltre, hvis ikke der afdrænes vand fra anlægget (KTBL, 2008).

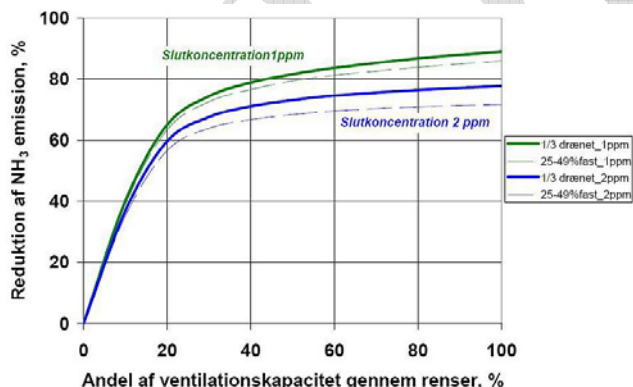
Et biofilter med træflis af fabrikatet BIO-REX Hartmann var i en afprøvning stand til at reducere ammoniak, men der blev i afprøvningsperioden tilført 2,5 gange så meget vand til filtermaterialet, som oprindeligt ønsket (Riis & Jensen, 2007). Det er uvist om den målte ammoniakreduktion var forekommet såfremt vandingsystemet havde fungeret efter hensigten.

Delluftrensning for ammoniak

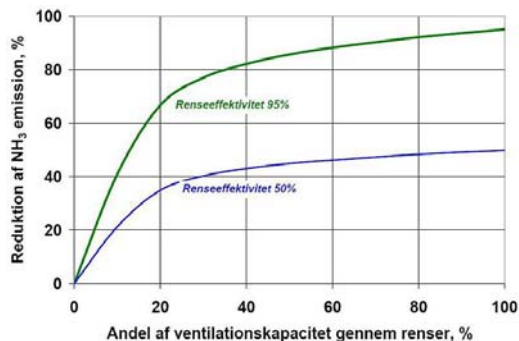
I slagtesvinestalde er der overskud af varme året rundt, og stalden køles ved at ventilere med udeluft. Om sommeren, når udetemperaturen er høj, skal der anvendes store luftmængder til at køle stalden. Om vinteren, når udetemperaturen er lav, skal der anvendes en betydeligt mindre luftmængde til at køle stalden sammenlignet med om sommeren.

Ventilationsanlægget ventilerer med under 25 pct. af maksimum kapacitet cirka halvdelen af året. Dvs. at hvis man projekterer sit ventilationsanlæg således at 25 pct. af luften renses, vil al udsugningsluft blive rensed omkring halvdelen af året.

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet har udsendt en publikation med følgende generaliserede kurve gældende for slagtesvinestalde (figur 2 og 3). På x-aksen ses, hvor stor en andel af ventilationsluften, der passerer luftrenseren, og på y-aksen ses et overslag over den samlede reduktion i ammoniakemissionen i procent i løbet af et helt år (Kai et al., 2007).



Figur 2: Sammenhæng mellem procentdel af maksimal ventilationskapacitet der passerer en luftrenser i en slagtesvinestald og den årlige reduktion i ammoniakemission for en renser, der er i stand til at reducere ned til en given koncentration. Kilde: Kai et al., 2007.



Figur 3: Sammenhæng mellem procentdel af maksimal ventilationskapacitet, der passerer en luftrensner i en slagtesvinestald og den årlige reduktion i ammoniakemission for en renser med en given renseeffekt i procent. Fra Kai et al., 2007.

Det skal bemærkes, at gulvtypen har betydning for renseeffektiviteten, når beregningen, som vist i figur 2, foretages mht. fast slutkoncentration efter renseren, som tilfældet er for en biologisk luftvasker fra Skov A/S. Det kan anbefales at der i StaldVent laves en beregning af ammoniakreduktionen på det konkrete staldanlæg.

Lugt

Biologisk luftvasker

To afprøvninger af biologisk luftvaskere fra Skov A/S viste begge en lugtreduktion på 30 % under sommerforhold (Jensen & Hansen, 2006; Lyngbye & Hansen, 2008).

Andre biologiske luftvaskere er under udvikling, men kan endnu ikke betragtes som værende klar til udbredt anvendelse. Indledende tests af disse anlæg har vist, at de har potentiale til at reducere lugt i staldluften. Anlæggene er: CleanTube fra Skiold A/S (Sørensen & Riis, 2008); Dorset luftrenser, forhandlet i Danmark af Rotor A/S (Gómez, 2008) og VengSystem (Riis, in prep.). Ingen af disse anlæg er dog tilstrækkeligt dokumenterede mht. reduktion af lugt.

Biofilter

Der er foretaget afprøvninger af flere typer biofiltre med forskellige filtermaterialer, som har demonstreret disse filteres potentiale til lugtreduktion. Ingen af disse anlæg er kommercielt tilgængelige (Jensen et al., 2005; Riis et al., 2006; Riis et al., 2008).

Det kommercielt tilgængelige BIO-REX Hartmann biofilter med træflis viste i en afprøvning af Riis & Jensen (2008) en lugtreduktion på 77 %. Under afprøvningen var der problemer med anlæggets befugtningssystem, i en grad som forventes at have betydning for den målte lugtreduktion. Det er uvist om den målte lugtreduktion var forekommet såfremt befugtningssystemet havde fungeret efter hensigten.

DRIVHUSGASSER

Der kan produceres lattergas i anlæg til biologisk luftrensning, hvor ammoniak-kvælstof oxideres til nitrit og nitrat, idet de oxiderede kvælstofforbindelser efterfølgende kan denitrificeres under iltfri forhold. En vis produktion af lattergas ville dog også forekomme såfremt den opsamlede ammoniak i stedet blev udledt til miljøet (IPCC, 2006). Produktion af lattergas i biologiske luftrensningsanlæg kan minimeres ved at holde filtermaterialets biofilm tynd, og undgå ophobninger af store støvmængder i filtermaterialet (Sørensen, 2006).

ENERGI- OG VANDFORBRUG

Energiforbruget i et anlæg fra Skov A/S blev af Lyngbye & Hansen (2006) opgjort til 9 kWh pr. produceret slagtesvin til ventilation inkl. luftrensning og 2 kWh pr. produceret slagtesvin til pumper ved rensning

af al luft. Vandforbruget blev opgjort til 0,25 m³ pr. produceret slagtesvin og mængden af lænsevand der blev ledt til gylletank var 0,02 m³ pr. produceret slagtesvin.

Biofilteret fra BIO-REX Hartmann brugte 32,5 kWh pr. gris til ventilation inkl. luftrensning samt 0,25 kWh til befugtning, ved rensning af al luft fra en slagtesvinestald under sommerforhold (Riis & Jensen, 2007). Vandforbruget blev opgjort til 0,6 m³ pr. produceret slagtesvin, mens afløbet af vand fra filtret ikke blev registreret.

VIRKNING PÅ LAGER OG MARK

Biologiske luftvaskere producerer lænsevand som indeholder kvælstof i form af ammonium, nitrit og nitrat. En dansk undersøgelse har fundet, at ca. halvdelen af lænsevandets kvælstofindhold forekommer som ammonium-kvælstof i biologiske luftvaskere fra Skov A/S (Juhler et al., 2009), og tilsvarende er fundet i en tysk undersøgelse (Hahne & Vorlop, 2004). Ammonium vil have en gødningsværdi i marken, og i økonomiberegningerne er det skønnet, at halvdelen af det fransede kvælstof kan udnyttes i marken. Det skal bemærkes, at der er en betydelig usikkerhed ved dette skøn, da det ikke er tilstrækkeligt undersøgt. Endvidere er det uvist hvad der sker med de oxiderede kvælstofforbindelser nitrit og nitrat under lagring.

UDENLANDSKE ERFARINGER

Biologiske luftrensere anvendes i Tyskland og Holland til reduktion af ammoniak og lugt. I begge lande anvendes biofiltre til reduktion af lugt men ikke ammoniak, mens biologiske luftvaskere anvendes til reduktion af både ammoniak og lugt.

FORDELE OG ULEMPER

Biologisk rensning af ventilationsluft kræver ingen kemikalier, hvorved håndtering af kemiske tilsætningsstoffer undgås.

Luftrensning indgår i ventilationssystemet og kan påvirke stalden klimaforhold såfremt filtret ikke holdes rengjort. Det er vigtigt at luftrenseren og det øvrige ventilationsanlæg fungerer som en samlet enhed.

LAGRING

Lænsevand fra biologiske luftrensere kan ledes til gyllekummer eller direkte til lagertank og udbringes på marken.

ARBEJDSMILJØ

Der er ingen særlige forhold omkring arbejdsmiljøet ved håndtering af biologisk luftrensning.

HELHEDSVURDERING AF TEKNIKKEN

Biologiske luftvaskere er den eneste tilgængelige teknik med samtidig effekt på emissioner af ammoniak og lugt fra stalde (medio 2009).

Biologiske luftvaskere kan med fordel benyttes til del-luftrensning for ammoniak, hvor kun en del af staldens samlede ventilationskapacitet renses. Biologiske luftvaskere kan også reducere lugt, i de tilfælde hvor anlægget anvendes til reduktion af lugt skal det som oftest have kapacitet til at rense al luft fra stalden.

Der må påregnes overvågning af luftrenserens funktion. Afprøvningerne af biologisk luftrensning har alle haft problemer med stabil drift af anlæggene, ligesom det er meget vigtigt for driften af filtrene, at de rengøres jævnlige. Hvis filtret i luftrenseren tilstoppes med støv og/eller meget kraftig belægning af biofilm, forøges tryktabet over luftrenseren betragteligt. Dette medfører et forhøjet energiforbrug, nedsat

luftgennemstrømning i luftrensere og efterfølgende nedsat luftskifte i staldene, hvilket kan forringe grisenes nærmiljø. Skov A/S har udviklet en automatisk vaskerobot til renholdelse af filtrene, denne er medio 2009 under test for driftsikkerhed.

Et biofilter fra BIO-REX Hartmann viste gode resultater mht. reduktion af ammoniak og lugt. En meget større vandtilførsel end ønsket forventes dog at have indvirket på biofiltrets effekt mod både ammoniak og lugt. Anlægget skal derfor testes under de af producenten ønskede driftsforhold mht. vandtilførsel og luftbelastning pr. overfladeareal, for at fastlægge anlæggets ammoniak- og lugtreduktion under realistiske driftsforhold.

UDBREDELSE AF TEKNIKKEN

Der er installeret biologisk luftrensning i ca. 35 besætninger (medio 2009). Langt hovedparten af disse anlæg er biologiske luftvaskere fra Skov A/S.

OVERSIGT OVER LEVERANDØRER

Biologisk luftvasker:

Skov A/S
Hedelund 4, Glyngøre
7870 Roslev

Biologiske luftrensere under udvikling og test:

BIO-REX Hartmann ApS
Skjalm Hvides Vej 8
4180 Slagelse

Rotor A/S
Industrivej 8
6800 Varde

Skiold A/S
Kjeldgaardsvej 3
9300 Sæby

Veng System
Nautrup Møllevej 22
7870 Roslev

ØKONOMI

Omkostningerne baseres på producentoplysninger. Ved beregninger af de enkelte teknologier er meromkostninger til anlæg og drift generelt beregnet ved nyanlæg. Omkostningerne ved teknologien kan sammenholdes med omkostningerne ved at producere et slagtesvin. Produktionsomkostningen er baseret på Fødevarerøkonomisk Instituts driftsgrenstatistik og er opgjort til 419 kr. for et produceret slagtesvin¹. Forudsætningerne for beregningerne kan ses i det økonomiske baggrundsnotat.

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, 60 og 20 pct. luftrensning. Omkostningen pr. produceret slagtesvin og pr. kg. reduceret N falder med faldende andel af luftrensning. Ved de lave grader af luftrensning er der en vis aftagende omkostning i forhold til besætningsstørrelse.

¹ Der er tale om 2004-tal, da driftsgrenstatistikken ikke er opdateret siden. Produktionsomkostningen for slagtesvin tager ikke hensyn til indkøb af gris.

Tabel 1: Skøn over økonomiske konsekvenser af biologisk luftrensning, 100 % luftrensning

100 pct. luftrens	Merinvestering i alt pr. år	Merinvestering pr. plads	Samlet årlig meromkostning i alt	Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N		Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N
				kr.	i %	
Dyreenheder	kr.	kr.	kr.	kr.		kr.
75	44.473	509	64.120	23	5,5%	60
150	88.945	509	128.125	23	5,5%	60
250	148.242	509	213.618	23	5,5%	60
500	296.485	509	427.237	23	5,5%	60
750	444.727	509	640.739	23	5,5%	60
950	563.321	509	811.613	23	5,5%	60

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

Tabel 2: Skøn over økonomiske konsekvenser af biologisk luftrensning, 60 % luftrensning

60 pct. rensning	Merinvestering i alt pr. år	Merinvestering pr. plads	Samlet årlig meromkostning i alt	Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N		Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N
				kr.	i %	
Dyreenheder	kr.	kr.	kr.	kr.		
75	26.684	305	40.407	14	3,4%	40
150	53.367	305	80.816	14	3,4%	40
250	88.945	305	134.575	14	3,4%	40
500	177.891	305	269.266	14	3,4%	40
750	266.836	305	403.840	14	3,4%	40
950	337.992	305	511.478	14	3,4%	40

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

Tabel 3: Skøn over økonomiske konsekvenser af biologisk luftrensning, 20 % luftrensning

20 pct. luftrens	Merinvestering i alt pr. år	Merinvestering pr. plads	Samlet årlig meromkostning i alt	Samlet meromkostning pr. produceret slagtesvin inkl. værdi af sparet N		Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N
				kr.	i %	
Dyreenheder	kr.	kr.	kr.	kr.		kr.
75	17.807	204	27.079	9	2,2%	34
150	22.081	126	36.246	6	1,5%	22
250	29.649	102	50.905	5	1,2%	18
500	59.297	102	101.806	5	1,2%	18
750	88.945	102	152.595	5	1,2%	18
950	112.664	102	193.319	5	1,2%	18

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

MILJØØKONOMI

Biologisk luftrensning giver også anledning til reducerede lugtgener. Dette har dog ikke været muligt at prissætte – bl.a. fordi generne i høj

grad afhænger af den konkrete lokalisering. Der er derfor ikke foretaget miljøøkonomiske beregninger.

Alternative BAT-Teknikker:

BAT-blad: Slagtesvinestalde med delvist spaltegulv

BAT-blad: Svinestalde med køling af gylle

BAT-blad: Slagtesvinestalde med luftvasker med syre

FORSLAG TIL DRIFTSVILKÅR I MILJØGODKENDELSER

Generelt kan der ikke afkræves dokumentation for de faktiske emissioner via løbende målinger. I stedet er der i nedenstående opstillet en vejledende bruttoliste over driftsvilkår, som skal sikre, at den pågældende teknologi virker efter hensigten. Formålet med den vejledende bruttoliste over egenkontrolvilkår er, at det skal kunne dokumenteres, at driftsvilkårene er overholdt. Det skal understreges, at tilsynsmyndigheden kun bør stille vilkår, såfremt det vurderes at være nødvendigt.

DRIFTSVILKÅR

1. Luftrenseranlægget skal drives og vedligeholdes jf. fabrikantens vejledning. Vedligeholdelsen registreres i driftsjournalen med angivelse af tidspunkt og årsag
2. Anlægget til biologisk luftrensning skal være i drift hele året svarende til 8760 timer (vær opmærksom på driftsstop, som følge af almindelig vedligehold)

EGENKONTROLVILKÅR

Der kan være stor forskel på hvilke muligheder for dataudtræk, som styringerne på forskellige anlæg, giver. Derfor skal det i den konkrete sag vurderes, hvilke krav til dokumentation der kan stilles. Nedenstående er blot eksempler på kontrolvilkår, som kunne gælde et anlæg fra SKOV.

1. Vandforbrug, mængde af læseprodukt og anlæggets driftstid (eller drifttid på pumper) skal dokumenteres og opbevares i husdyrbrugets logbog i mindst 5 år. Oplysningerne skal forevises på tilsynsmyndighedens forlangende.
2. Ledningsevnen/konduktiviteten (for andre anlæg kan der være en anden parameter) i anlægget skal være stabil omkring xx (den værdi, som er set-punkt i godkendelsestesten). Dette skal dokumenteres og dokumentationen opbevares i husdyrbrugets logbog i mindst 5 år. Oplysningerne skal forevises på tilsynsmyndighedens forlangende.

VEJLEDNING

Det er i dag ikke teknisk muligt at måle før- og efter-værdier for ammoniak og lugt, som er de primære parametre til dokumentation af miljøeffekten. I stedet må det dokumenteres, at anlægget har været i drift. Relevante specifikke vilkår vil afhænge af den enkelte luftrenserens opbygning og den konkrete opsætning i stald- og ventilationssystemet.

Uafhængig af produkttype, er der dog en række parametre, som er universelle for at sandsynliggøre at anlægget reelt har været i drift jf. producentens forskrifter. Det vil f.eks. være:

- Vandforbrug
- Lænsning af gødnings-/restprodukt

- Værdi for regulerende parameter, f.eks. stabil ledningsevne/konduktivitet
- Driftstid på pumper

Anlægget til biologisk luftrensning vil være ude af drift i forbindelse med regelmæssig vedligeholdelse og service. Eksempler kan være skift af reservedele eller at pumper f.eks. slukkes i forbindelse med tilsyn. Der kan desuden forventes nogle uger uden fuld miljøeffekt efter eventuelt skift af filtre. Tilsynsmyndigheden bør overveje om der skal ske underretning ved længerevarende driftstop.

UDKAST

Litteratur

DLG-Prüfbericht 5702 (2006): Abluftreinigungsanlage "Dorset-Rieselbettfilter". Dorset Milieutechnik.

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>

Gómez, A. (2008): Test af biologisk luftrensning fra Dorset Milieutechnik B.V. i en slagtesvinestald. Udredningsrapport fra AgroTech A/S.

Hahne, J. & Vorlop, K.-D. (2004): Waste Air Scrubbers Useful in Reducing Ammonia Emissions from Piggeries? Landtechnik (2), pp. 106-107.

Jensen, T.L. & Hansen, M.J. (2006): Slagtesvinestald med biologisk luftrensning fra SKOV A/S. Meddelelse nr. 737. Landsudvalget for svin, Den rullende Afprøvning.

Jensen, T.L., Riis, B.L., Feilberg, A. (2005): Reduktion af lugt og ammoniak med Oldenburg Biofilter, Agrofilter GmbH. Meddelelse nr. 727, Landsudvalget for svin, Den rullende afprøvning.

Jonassen, K.: Lugtreduktion ved biotrickling luftrensning fra Turbovent. Erfaring in prep., afprøvning 952, Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Juhler, S., Revsbech, N.P., Schramm, A., Herrmann, M., Ottosen, L.D.M & Nielsen, L.P. (2009): Distribution and rate of microbial processes in an ammonia-loaded air filter biofilm. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 75 (11), pp. 3705-3713.

Kai, P., Strøm, J.S. & Jensen, B.E. (2007): Delrensning af ammoniak i staldluft, Grøn viden, DJF husdyrbrug nr. 47, september 2007, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet.

KTBL (2008): Exhaust Air Treatment Systems for Animal Housing Facilities. Techniques - Performance - costs. KTBL publication 464. Association for Technology and Structures in Agriculture, Darmstadt, Germany.

Lyngbye, M., Hansen, M.J. (2008a): Slagtesvinestald med biologisk luftrensning fra SKOV A/S - filterarealets betydning ved maksimumventilation. Meddelelse nr. 827, Dansk Svineproduktion, Den rullende Afprøvning.

Riis, A.L., & Jensen, T.L. (2007): BIO-REX Hartmann Bio-Filter afprøvet ved en slagtesvinestald. Meddelelse nr. 807, Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Riis, B., Hansen, A.G. & Jensen, T.L. (2006): Luftrensning til stalde. Videreudvikling af biofiltre til eksisterende staldanlæg med akutte lugtproblemer. - pilottest ved svinestald. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 31.

Riis, A.L., Lyngbye, M., Feilberg, A. (2008): Afprøvning af biofilter efter amerikansk princip. Meddelelse nr. 819, Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Riis, A.L. (in prep.): Afrapportering af ammoniak- og lugtreduktion i biologisk luftrensning fra Veng-system. Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Sørensen, K.: Emission af NO og N₂O fra biologiske luftfiltre. Specialrapport, Biologisk Institut, Afdeling for Mikrobiologi, Århus Universitet.

Sørensen, K. & Riis, A.L. (2008): Ammoniak- og lugtreduktion i en biologisk luftrensning fra Skiold A/S. Erfaring 0807, Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

UDKAST