

636: 504.3.054.7: 628.52

B 10-1

ex. 3

RENSNING AF AFKASTLUFT

FRA STALDE (SVIN).

Rapport til Miljøstyrelsens Landbrugskontor

Maj 1986

Agri Contact
Torupvejen 97
3390 Hundested

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.0.	INDLEDNING.....	1
1.1.	Baggrund.....	1
1.2.	Formål.....	1
1.3.	Fremgangsmåde.....	1
2.0.	RENSNING AF STALDLUFT.....	2
2.1.	Biofiltre.....	4
2.1.1.	Biovasker.....	5
2.1.2.	Filterbede (kompost, sphagnum el.lign.).....	8
2.1.3.	Sammenfatning.....	14
2.2.	Andre rensningsmuligheder.....	16
3.0.	KONKLUSION/FORSLAG TIL VIDERE AKTIVITETER....	18
4.0.	REFERENCER.....	20
Bilag 1:	Adresser på kontaktede institutioner og personer.....	5 sider
Bilag 2:	Notitser fra Agri Contacts arkiv.....	19 sider
Bilag 3:	Udskrifter fra litteratursøgning ved Dokumentationscentret, K.V.L.....	249 sider
Bilag 4:	Overslag for skrubbere.....	1 side

1.0. INDLEDNING.

1.1. Baggrund.

Moderne svineproduktion er i de senere år kommet i et stigende modsætningsforhold til den omkringboende befolkning på grund af bl.a. lugtgener.

Der er flere årsager hertil. Dels er de bebyggede områder rykket tættere ind på landbrugsmæssige aktiviteter, herunder animalsk produktion, dels er den animalske produktion blevet koncentreret i færre men større enheder, der belaster de pågældende omgivelser mere end tidligere. Lugtgenerne kan stamme fra udbragt husdyrgødning (specielt gylle), gødningsoplæg og fra staldene selv via afkastluften herfra.

Hensynet til lugtgener for de omkringboende spiller en væsentlig rolle i Miljøstyrelsens behandling af klage- og godkendelsessager vedrørende animalsk produktion.

På denne baggrund har Miljøstyrelsen Landbrugskontoret ønsket at få belyst hvilke muligheder, der måtte være for at reducere lugtgenerne fra en af disse kilder: Afkastluften fra stalde (specielt svinestalde).

1.2. Formål.

Formålet hermed har været at skabe grundlag for vurdering af nogle potentielle løsningsmuligheder, samt at pege på nogle aktiviteter, der kunne gøre det muligt at afhjælpe det delproblem, som lugtgener fra specielt svineproduktion kan udgøre.

1.3. Fremgangsmåde.

Arbejdet er udført af cand.scient. Jørgen Olsen, Agri Contact og er baseret på postal kontakt til en række udenlandske forskere og forskningsinstitutioner.

(Bilag 1)

Der er desuden foretaget en søgning i Agri Contacts eget arkiv (bilag 2), samt en informationssøgning ved Dokumentationscentret, K.V.L. (bilag 3).

Der er søgt i databaserne:

	<u>Antal udskrifter</u>	<u>Heraf bestilte</u>
CRIS	44	3 (kontaktet)
AGREP	8	1 (kontaktet)
AGRIS	41	9
CAB Abstracts	128	7
FSTA	117	5
ENVIROLINE	47	0

2.0. RENSNING AF STALDLUFT.

En af vanskelighederne ved at skulle foretage en rensning af staldluften for ildelugtende komponenter er, at der findes en meget lang række af stoffer, som i større eller mindre omfang bidrager til det samlede lugtindtryk (tabel 1).

<i>Komponent</i>	<i>Komponent</i>	<i>Komponent</i>
<i>Methanol</i>	<i>Pentanal</i>	<i>Benzosyre</i>
<i>Ethanol</i>	<i>Hexanal</i>	<i>Methylphthalen</i>
<i>1-Propanol</i>	<i>Heptanal</i>	<i>Indol</i>
<i>2-Propanol</i>	<i>Octanal</i>	<i>Skatol</i>
<i>1-Butanol</i>	<i>Decanal</i>	<i>Acetophenon</i>
<i>2-Butanol</i>	<i>2-Methyl-1-propanal</i>	<i>Ammoniak</i>
<i>2-Methyl-1-propanol</i>	<i>Ethansyre</i>	<i>Mono-methylamin</i>
<i>3-Methyl-1-butanol</i>	<i>Propansyre</i>	<i>Ethylamin</i>
<i>2-Ethoxy-1-propanol</i>	<i>Butansyre</i>	<i>Trimethylamin</i>
<i>2-Methyl-2-pentanol</i>	<i>2-Methylpropansyre</i>	<i>Triethylamin</i>
<i>2,3-Butandiol</i>	<i>Pentansyre</i>	<i>Carbonylsulfid</i>
<i>3-Hydroxy-2-butanon</i>	<i>3-Methylbutansyre</i>	<i>Hydrogensulfid</i>
<i>Propanon</i>	<i>Hexansyre</i>	<i>Methanthiol</i>
<i>2-Butanon</i>	<i>4-Methylpentansyre</i>	<i>Dimethylsulfid</i>
<i>3-Pentanon</i>	<i>Heptansyre</i>	<i>Dimethyltrisulfid</i>
<i>Cyclopentanon</i>	<i>Octansyre</i>	<i>Diethyldisulfid</i>
<i>2-Octanon</i>	<i>Nonansyre</i>	<i>Propanthiol</i>
<i>2,3-Butanedion</i>	<i>Ethylacetat</i>	<i>Butanthiol</i>
<i>Diethylether</i>	<i>4-Methylphenol</i>	<i>Dipropyldisulfid</i>
<i>Methanal</i>	<i>4-Ethylphenol</i>	<i>2-Methylthiopen</i>
<i>Ethanal</i>	<i>Toluen</i>	<i>Propylprop-1-enyldisulfid</i>
<i>Propanal</i>	<i>Xylen</i>	<i>2,4-Dimethylthiopen</i>
<i>Butanal</i>	<i>Benzaldehyd</i>	<i>2-Methylfuran</i>

Tabel 1: Flygtige stoffer, som man har konstateret i luften i svinestalde (uddrag af tabel fra ref. 1). Stoffer, der kun er konstateret i gødningen, er ikke medtaget.

Nogle af disse (f.eks. skatol) kan lugtes i selv meget små koncentrationer (tabel 2).

	<i>Lugttærskel værdi (ppm)</i>
<i>Ammoniak</i>	5
<i>Monomethylamin</i>	0,021
<i>Trimethylamin</i>	0,00021
<i>Svovlbrinte</i>	0,00047
<i>Methylmerkaptan</i>	0,0021
<i>Eddikesyre</i>	0,19
<i>Smørsyre</i>	0,005
<i>Diacetyl</i>	0,00065
<i>Indol</i>	0,00012
<i>Skatol</i>	0,00010
<i>P-cresol</i>	0,0021

Tabel 2: Lugttærskelværdi for nogle af staldluftens indholdsstoffer (uddrag fra tabel i ref. 10).

Et andet problem i denne forbindelse er selve målingen af lugten, hvilket vil være en forudsætning for at bestemme effekten af en given foranstaltning. En måde (og den mest anvendte) er at lade et panel af personer lugte til luftprøver efter en fastlagt, standardiseret procedure. For en nærmere beskrivelse heraf henvises f.eks. til Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4, 1985, Begrænsning af lugtgener fra virksomheder. En anden måde er at måle koncentrationen af nogle enkelte og let målelige indikatorstoffer (som ikke nødvendigvis er de mest ildelugtende). P-cresol og flygtige fedtsyrer anses for at være de bedste indikatorer for den mikrobielle udvikling af flygtige forbindelser i affaldsprodukter fra svinestalde. (ref. 1).

Endelig er der ofte tale om meget store luftmængder, der skal udventileres. Eksempelvis regner man herhjemme med et maksimalt udluftningsbehov på ca. 100 m³ pr. time pr. slagtesvin (ref. 2).

Der findes en række forskellige systemer til rensning af luft fra industrivirksomheder:

Aktiv kulfiltre

Kemiske scrubbere

Forbrænding (i fyringsanlæg) ved 500 - 1200°C

Katalytisk forbrænding (oxidation) ved 250 - 500°C

Biologisk rensning

Af disse systemer anses de første 4 for at være urealistiske set ud fra et landbrugsmæssigt synspunkt på grund af relativt høje anlægsomkostninger eller meget stort energiforbrug. Fläkt Danmark A/S har eksempelvis lavet et overslag over, hvad en kemisk scrubber koster (1, 2 eller 3 rensningstrin). (Bilag 4). For 3-trins rensning og en kapacitet på 50.000 m³ luft pr. time ville anlægget koste omkring 2 mill. kr., hvilket er urealistisk i denne sammenhæng. Dertil kommer problemer med bortskaffelse af anvendte kemikalier.

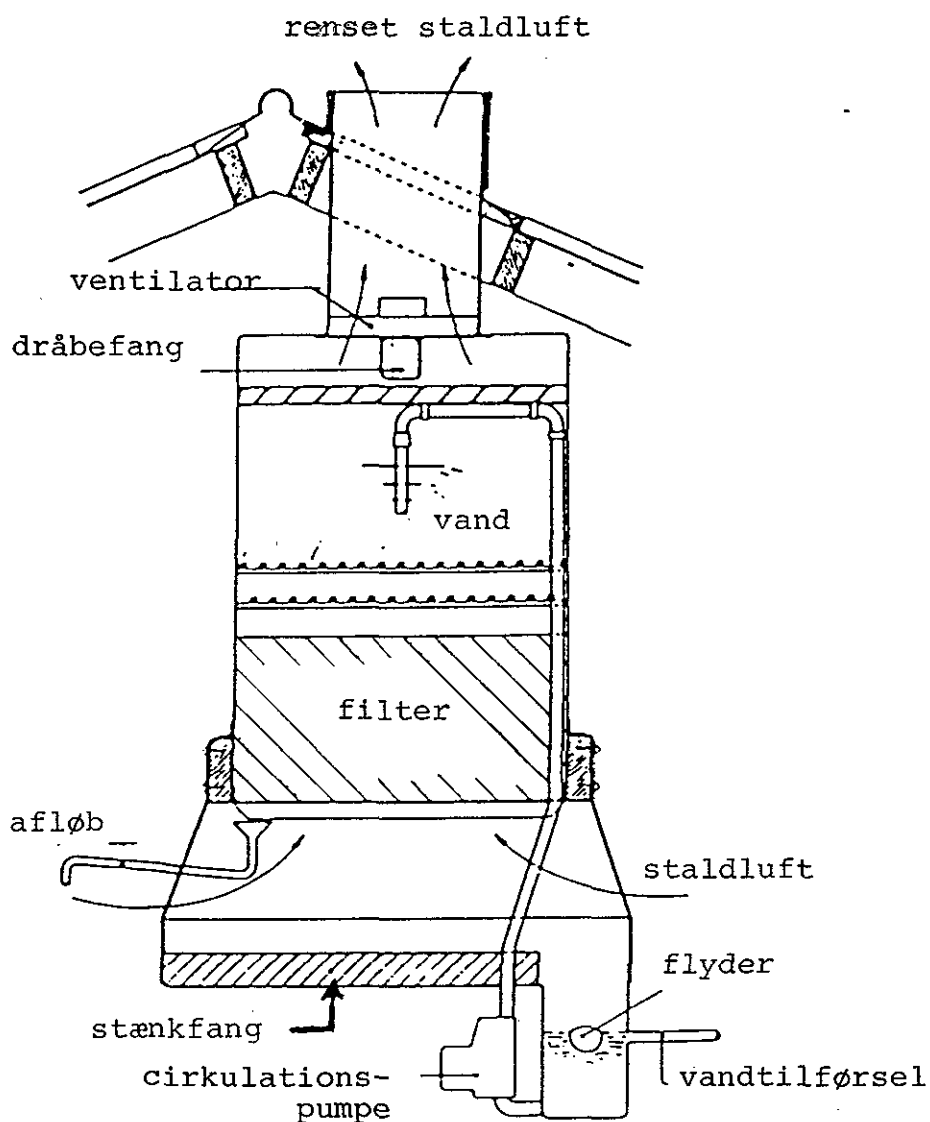
Biologisk rensning synes at være mere interessant set ud fra et landbrugsmæssigt synspunkt og vil blive nærmere behandlet i det følgende.

2.1. Biofiltre.

Der arbejdes her med 2 forskellige former for lugtfjernelse. Den ene baseres på en vaskning af luften, idet denne passerer gennem et filter bestående af et meget porøst materiale, som konstant overrisles med vand. På filtrets indre overflade opbygges en film af mikroorganismer, som nedbryder/omdanner ildelugtende indholdsstoffer i luften. Den anden form for lugtfjernelse baseres på, at afkastluften passerer gennem et filterbed placeret uden for stalden. Filterbedet kan bestå af en række forskellige biologisk aktive materialer (kompost, tørvemos el.lign.). Ligesom i biovaskeren sker luftrensningen ved, at de ildelugtende stoffer absorberes i filtermaterialets vandfase, hvorefter de hertil knyttede mikroorganismer nedbryder/omdanner stofferne.

2.1.1. Biovasker.

Disse har i en årrække været under udvikling og afprøvning ved Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG) i Wageningen, Holland. Princippet i en biovasker er vist på figur 1.



Figur 1: Skitse af modstrømsluftvasker (biovasker).
(Ref. 4).

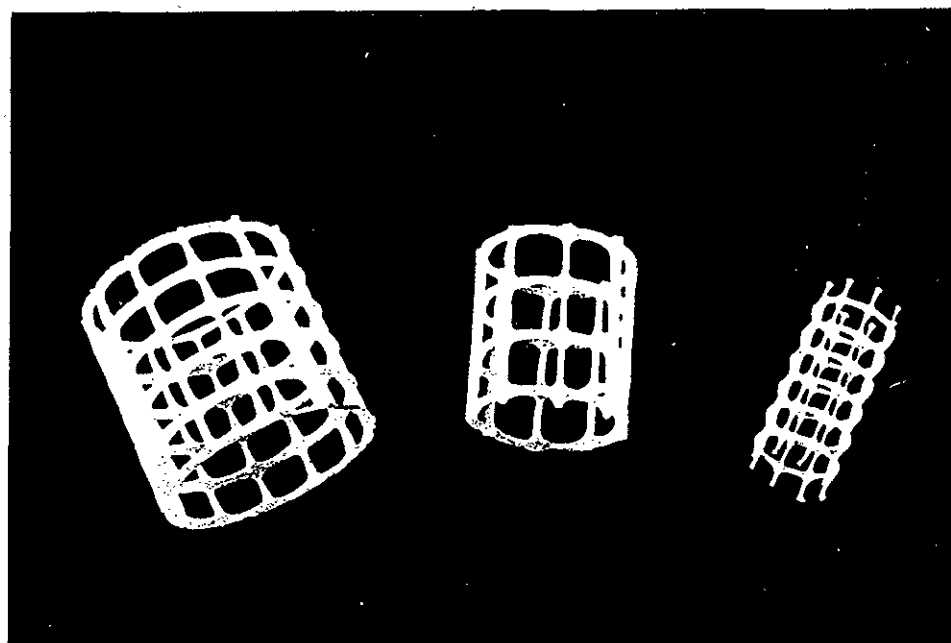
Ved det hollandske institut har såvel rensningseffektivitet som omkostninger været vurderet.

Renseeffekten målt som reduktionen af luftens indhold af p-cresol samt iso-valerianesyre (3-Methylbutansyre) varierer afhængigt af det anvendte fyldmateriale samt

vandgennemstrømningen. Med et kunststoffyld som det, der er vist yderst til højre på figur 2, har man for p-cresol kunnet reducere koncentrationen i luften fra 108 til 1,3 mikrogram/m³ (99% reduktion). For Iso-valerianesyren reduceres koncentrationen fra 56 til 2,5 mikrogram/m³ (96% reduktion).

Bestemmelse af stofbalancen gennem en måned viste desuden, at de fjernede stoffer (P-cresol og Iso-valerianesyre) ikke blev fjernet med skyllevandet, efterhånden som dette udskiftes, men derimod for 98 - 99%'s vedkommende blev nedbrudt mikrobielt.

— 2 cm.



Figur 2: Eksempler på fyldmateriale af kunststof i bio-vaskere. (Ref. 7).

Det kræver naturligvis et vist overtryk at tvinge luften gennem filtret, og trykfaldet gennem filtret er afhængig af dets tæthed, d.v.s. dels af fyldmateriale og dels af den dannede biofilms tykkelse. Trykfaldet er målt til at ligge i størrelsesordenen 3 - 10 mm vandsøjle. Det vil sige, at det er det overtryk, ventilatoren skal kunne præstere udover det, der ville være tilfældet, hvis der ikke var indskudt et filter.

Ved vurderingen af driftsomkostningerne har man tilsyneladende ikke inkluderet dette mer-energiforbrug, men "kun" medtaget vandforbrug og el-forbrug til drift af cirkulationspumpe, foruden renter og afskrivninger på anlægget.

For en biovasker med en kapacitet på 6.000 m³ pr. time (beregnet til 60 stipladser i en svinestald), regner man med et årligt vandforbrug på 182,5 m³ (365 dage á 0,5 m³) og et el-forbrug (cirkulationspumpe) på 3212 kWh (365 dage á 8,88 kWh). Desuden påregnes årligt 2 arbejdstimer til vedligeholdelse (rensning).

Med prisniveauet fra 1979 anslås investeringen til nævnte system at ligge på 90 - 180 Gylden (294 - 588 D.kr.) pr. stiplads, og de årlige driftsomkostninger anslås til 12 - 17 Gylden (39 - 56 D.kr.) pr. produceret svin (2,5 svin pr. år pr. stiplads).

Som nævnt tidligere er ventilatormotorens mer-energiforbrug til overvindelse af filtrets luftmodstand tilsyneladende ikke medregnet.

Dette merforbrug vil være afhængig af, hvor ofte ventilatoren er igang, samt hvor stor luftmængde, der skal udventileres.

Fra Flåkt Danmark A/S oplyses det, at den krævede motoreffekt (P_E) målt i kW kan beregnes således:

$$P_E = \frac{Q \times p \times 10^{-3}}{X} \quad \text{hvor:}$$

Q = Ventileret luftvolumen (m³ pr. sek.)

p = Modtryk i Pascal (Pa)

X = Motorens virkningsgrad i % (Ref. 3).

Antager man, at filtret yder et modtryk på 10 mm vandsøjle (ca. 100 Pa), og ventilator-motoren har en virkningsgrad på 80%, skal motoreffekten ved udventilering af 6.000 m³ luft pr. time (1,67 m³ pr. sek.) øges med:

$$\frac{1,67 \text{ m}^3 \text{ sek}^{-1} \times 100 \text{ Pa} \times 10^{-3}}{80\%} = 2,1 \text{ kW}$$

Ved Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm har man tidligere arbejdet med vaskning af afkastluften i vaske-tårne, der var fyldt med plastkugler. På grund af de stigende energipriser blev dette arbejde imidlertid indstillet. (Ref. 11).

Ved Jordbrugsteknisk Institut, K.V.L. har man også arbejdet med vaskning af staldluft. Det primære formål var her at reducere afkastluftens støvindhold, som normalt volder vanskeligheder i forbindelse med varmegenvinding. Det blev i den forbindelse anført, at også vaskevandet ville være velegnet til varmegenvinding. (Ref.12).

2.1.2. Filterbede (kompost, sphagnum el.lign).

Ved bl.a. IMAG, Wageningen og ved Technische Universität München, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, har man arbejdet med filterbede bestående af f.eks. kompost eller tørvemos til rensning af ildelugtende afkastluft fra ventilationssystemer. (Ref. 7, 8, 9, 14).

Baseret på erfaringerne herfra har man såvel herhjemme som i Sverige afprøvet denne rensningsmetode. Herhjemme er det hovedsagligt i industrielle anvendelser som f.eks. rensning af luften fra komposteringsanlæg, kødfo-derfabrikker, fiskemelsindustri m.v., der arbejdes med denne rensemetode.

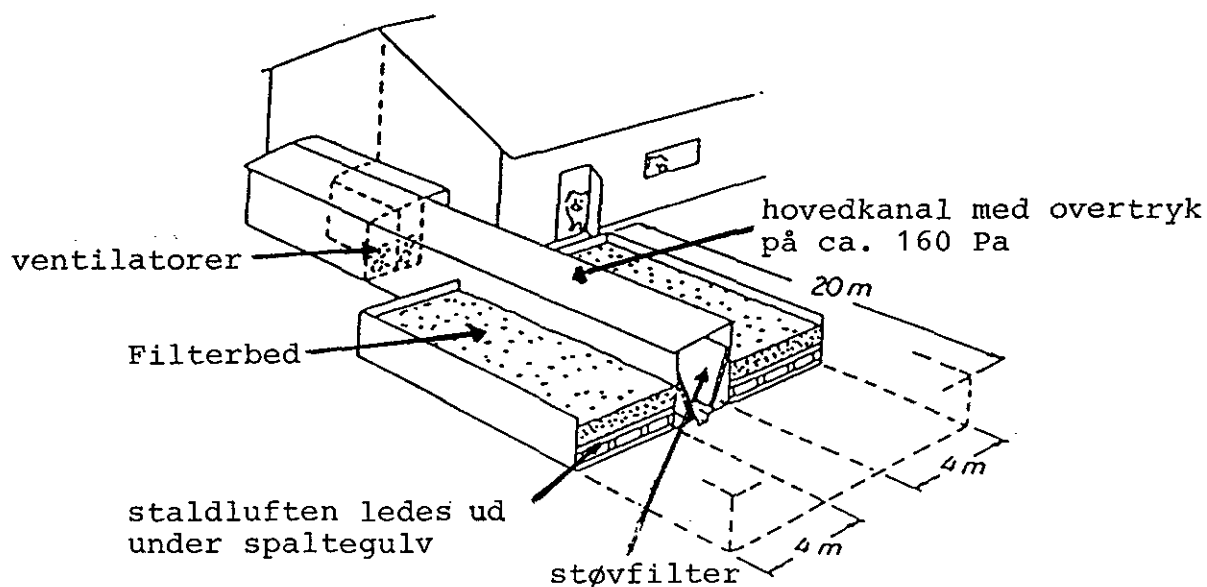
Det skal her bemærkes, at der så vidt vides, i disse anvendelser er tale om kompost filtre, som har en væsentlig større luftmodstand, end filtre opbygget af sphagnum (tabel 3) (ref. 7, 9).

Filtertype	Kompostfilter	Sphagnumfilter	Biovasker med kunststoffyld
Luftgennemstrømning m^3 pr. time pr. m^2 filteroverflade	70	290	3600
Luft hastighed (m. pr. sek.)	0,02	0,08	1
Filtertykkelse (m)	1	0,05	0,05
Luftens opholdstid (sekunder)	ca. 50	6	0,5
Tryktab over filt- ret (mm vandsøjle)	120	10 - 13	3 - 10

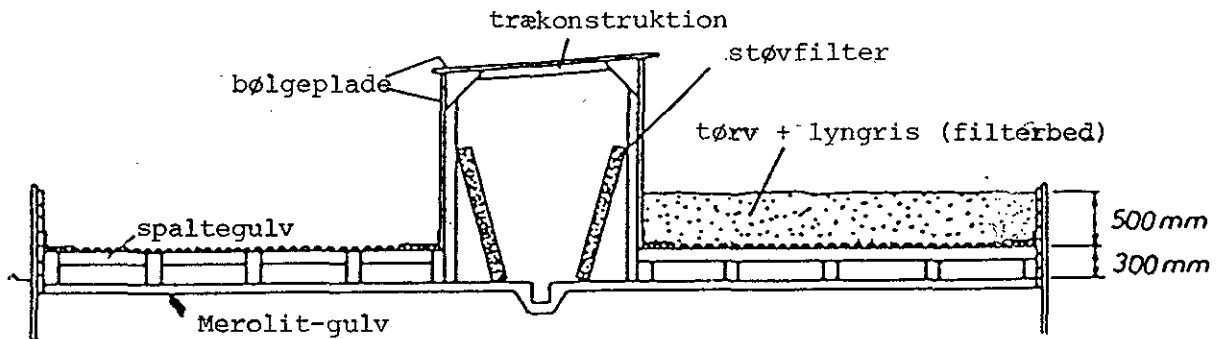
Tabel 3: Sammenligning mellem forskellige filtertypers egenskaber.
(Ref. 7).

Ved Sveriges Lantbruksuniversitet, Jordbrugstekniska Institutet har man undersøgt et filterbed, der bl.a. på grund af naboklager over lugtgener, blev installeret i forbindelse med en svinestald.

Konstruktionen af dette anlæg er skitseret i figur 3 og figur 4.



Figur 3: Skitse over filteranlægget i Örebro len (ref. 4).



Figur 4: Tværsnit af filteranlægget (ref. 4).

Ligesom biovaskerne arbejder dette system med undertryksventilation. Filtermaterialet var en blanding af tørvemos (max. 90%) og lyngris (min 10%). Dette gav et minimum af luftmodstand.

Effektiviteten af filteranlægget blev vurderet ved hjælp af et lugtepanel, dels i vintersituationen og dels i sommersituationen.

Heraf fremgik det, at i vintersituationen skete der en tydelig reduktion i lugtintensiteten, ved at lade staldluften passere gennem filtret. I sommersituationen kunne man ikke konstatere nogen reduktion i lugtintensiteten på grund af filtret. Derimod ændrede lugten karakter, således at den blev mere skovagtig i forhold til den ubehandlede staldluft.

Disse effekter har betydet, at klager fra de omkringboende over lugtgener er ophørt.

I forbindelse med vurderingen af filteranlægget har man lavet en specificeret opstilling af omkostningerne til bygning af anlægget. Ved opførelse i forbindelse med eksisterende stalde, må man regne med indkøb og montering af nye ventilatorer (i dette tilfælde 6 stk.). Den samlede anlægspris anslås herefter til godt 170.000 S.kr. eller 243 S.kr. pr. stiplads (700 pladser).

Ved nyopførelse af stalde regner man med, at indkøb og montering af ventilatorer under alle omstændigheder må påregnes, og derfor ikke skal betragtes som en udgift

til filteranlægget som sådan. Desuden påregnes også et lidt mindre materialeforbrug, hvorved anlægsprisen reduceres til knap 118.000 S.kr. eller 168 S.kr. pr. stiplads.

Man har ikke i denne undersøgelse vurderet driftsomkostningerne for anlægget. Herunder specielt det merforbrug i elektricitet, der må forventes som følge af det overtryk, der skal til for at drive afkastluften gennem filtret.

Dette overtryk er i undersøgelserne (sommermålingerne) målt til ca. 16 mm vandsøjle (160 Pa) i hovedkanalen (mellem ventilatorerne og filtret) ved en total udventilering på ca. 55.000 m³ pr. time (5 ventilatorer i drift).

Anvendes samme formel som i eksemplet med biovaskere, vil den øgede motoreffekt ved udventilering af 55.000 m³ luft pr. time (15,3 m³ pr. sek.) gennem sphagnum-filtret være:

$$\frac{15,3 \text{ m}^3 \text{ sek}^{-1} \times 160 \text{ Pa} \times 10^{-3}}{80\%} = 31 \text{ kW}$$

eller ca. 6 kW pr. ventilator.

Vedligeholdelsen af anlægget omfatter dels befugtning af filtermaterialet, når der er fare for udtørring, dels en løsning/opblanding af filtermaterialet ca. hver 3. måned. Desuden skal støvfiltret bankes ca. hver 3. måned.

I tyske undersøgelser (ved Institut für Landtechnik, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik), har man beregnet anlægsomkostningerne til 4 forskellige udluftningssystemer, samt vurderet de årlige faste omkostninger og energiforbruget pr. stiplads (ref. 8).

De 4 systemer, der behandles, er:

1. Ventilatorer placeret i 2 - 2,5 meters højde i staldvæggen (sideudluftning). Der er ikke tilsluttet nogen form for luftrensning.

2. Ventilatorer placeret i udluftningskanaler i taget (vertikal udluftning). Der er ikke tilsluttet nogen form for luftrensning.
3. Ventilatorer placeret i staldvæggen og afkastluften presses ud i et trykkammer, hvorfra luften ledes ud og op gennem et filterbed, der renses luften for ildelugtende stoffer.
4. Samme som system nr. 3, men stalden er dobbelt så lang, hvilket bevirker, at trykkammeret langs staldvæggen skal forlænges.

Systemerne 1 - 4 er dimensioneret til 250 stipladser (slagtesvin). I system 1 - 3 er stipladserne arrangeret i 4 rækker ned gennem stalden. I system 4 er stipladserne arrangeret i 2 rækker ned gennem stalden, hvorfor staldlængden er den dobbelte.

Gennemsnitsvægten er 70 - 75 kg. pr. dyr, og der regnes med en udventileret luftmængde på 14.000 m³ pr. time (56 m³ pr. time pr. dyr, hvilket må anses for at være temmeligt lavt sat).

De beløb, der nævnes i det følgende, er baseret på et prisniveau fra midten af 70'erne og må derfor kun betragtes som relative.

Anlægsomkostninger for system 1 - 4:

1. Den billigste løsning til 14,94 DM pr. stiplads.
De anvendte ventilatorer (3 stk.) er af typen ECDQ-400 til en samlet pris af 1471,85 DM.
2. Denne løsning giver en bedre fortyndning af staldluften og reducerer således lugtgenerne lidt. Den er imidlertid dyrere og koster 22,67 DM pr. stiplads. Dette skyldes merudgifterne forbundet med udluftningskanalerne i taget (ca. 1760 DM). Hvorimod der kun er behov for en

lidt dyrere ventilatortype (3 stk. ECDQ-450) til en samlet pris af 1.798,20 DM.

3. Her er indskudt et filterbed bestående af tørvemos og anlægsomkostningerne hertil er beregnet til:

Selve filterbedet	:	2530,50 DM
Trykkammer	:	2006,30 DM

Ialt		4636,80 DM
------	--	------------

Desuden skal der anvendes en væsentlig dyrere ventilatortype (3 stk. HQW 45) til en samlet pris af 2912,00 DM (1100 - 1500 DM dyrere end i de foregående systemer). Endelig bruges et stort antal arbejdstimer til opbygning af trykkammer og filterbed (ca. 220 timer). Alt i alt udgifter til 50,12 DM pr. stiplads.

4. I system 4 er det på grund af den dobbelte staldlængde nødvendigt at forlænge trykkammeret (ca. 2,7 gange så langt som i system 3) og samtidig er det nødvendigt at montere en ekstra ventilator (ialt 4 stk. af typen 2CC4-454) til en samlet pris af 3640,80 DM. Derved kommer anlægsudgiften op på 68,18 DM pr. stiplads.

De faste årlige udgifter er anslået til 15% af anlægsomkostningerne:

System 1	:	2,24 DM pr. år pr. stiplads
System 2	:	3,40 DM pr. år pr. stiplads
System 3	:	7,52 DM pr. år pr. stiplads
System 4	:	10,23 DM pr. år pr. stiplads

Med de valgte ventilatorer er det årlige energiforbrug for de 4 systemer beregnet til:

System 1	:	26,5 kWh pr. stiplads
System 2	:	31,5 kWh pr. stiplads
System 3	:	39,9 kWh pr. stiplads
System 4	:	50,5 kWh pr. stiplads

Hvis man antager, at der almindeligvis benyttes undertryksventilation gennem udluftningskanaler (skorstene) i taget, vil det være rimeligt at sammenligne systemerne 2 og 3. De procentvise meromkostninger til luftrensning ved hjælp af filterbed ville da være:

Anlægsudgifter	:	121% højere
Faste udgifter	:	121% højere
Energiforbrug	:	27% højere

2.1.3. Sammenstilling af omkostninger, ressourceforbrug m.v. til biologisk luftrensning.

De væsentligste informationer fra de foregående afsnit er af oversigtsmæssige hensyn søgt sammenstillet i følgende skema. Der må her tages forbehold for de meget forskellige forudsætninger, der har ligget til grund for de værdier, som litteraturen har angivet. Desuden synes der at være en betydelig divergens mellem de meromkostninger litteraturen tillægger ventilationen ved luftrensningen (anskaffelse og drift af ventilatorer) og det man vil forvente i praksis. Det oplyses eksempelvis, at en ventilator, der skal arbejde mod et yderligere modtryk på i størrelsesordenen 160 Pa, sandsynligvis vil koste 3 - 4 gange så meget som en traditionelt anvendt ventilator med samme udluftningskapacitet. Beløbene er i skemaet omregnet til danske kroner.

Reference:	Biovasker	Sphagnumfilterbed	
	(7)	(8)	(9)
Anlægsomkostninger pr. stiplads:	294 - 588 kr. ¹	185 kr. ²	187 - 279 kr. ³
Faste omkostninger ⁴ pr. stiplads:	98 - 140 kr. pr. år	28 kr. pr. år	-
Drift ⁵ pr. stiplads:	54 kWh pr. år (cirkulationspumpe til skyllevand) + 153 kWh pr. år ⁶ (til ventilatorer der arbejder mod et modtryk på 100 Pa ⁷)	8,4 kWh pr. år (ventilatorers merforbrug)	194 kWh pr. år ⁶ (ventilatorers merforbrug)
Vandforbrug pr. stiplads:	3 m ³ pr. år	Filtret vandes efter behov	
Pladskrav:	Kan monteres oppe under loftet direkte under udsugningen og tager således i princippet ikke plads op på gulvet. Der skal dog være nem adgang for vedligeholdelse og reparation	Filtret optager ca. $\frac{1}{4}$ m ² pr. stiplads i grundareal uden for stalden. Dertil kommer trykkammeret	
Renseeffekt:	12 - 88% reduktion i lugtens heder (ref. 7). Op til 99% reduktion i indholdet af p-cresol og op til 86% reduktion i indholdet af iso-valerianesyre	I de svenske undersøgelser har et lugtepanel kunnet registrere en tydelig reduktion i lugtintensiteten om vinteren. Om sommeren var der kun tale om at lugten ændrede karakter yderligere dokumentation for luftfjernelse har ikke kunnet findes	

- ¹ Der er her regnet med montering på eksisterende ventilator. Prisniveau fra 1979.
- ² Heri er inkluderet forøget omkostning til kraftigere ventilatorer på ca. 60%. Prisniveau 1977.
- ³ Prisniveau fra 1984. Den laveste pris er baseret på nyanlæg, hvor man ikke medregner udgifter til ventilatorer som en ekstra udgift til filterbedet. I den høje pris er regnet med ombygning af eksisterende anlæg og indkøb af nye ventilatorer (man regner ikke med at filterbedet vil kræve dyrere ventilatorer end der traditionelt anvendes).
- ⁴ Renter og afskrivning af anlægget.
- ⁵ Ekstra el-forbrug som følge af indskudt filteranlæg.
- ⁶ Teoretisk beregnet ud fra oplyste værdier for flow og modtryk samt med den forudsætning, at ventilatormotoren har en udnyttelsesgrad på 80%.
- ⁷ 100 Pa svarer til 10 mm vandsøjle.

2.2. Andre rensningsmuligheder.

Som nævnt betragtes biovaskere og filterbede i øjeblikket som de mest interessante løsningsmuligheder, hvor rensning af staldluft af miljømæssige årsager vil være påkrævet. Hvorvidt denne rensning vil være økonomisk mulig må bero på en mere tilbundsgående undersøgelse og vurdering i praksis samt nøje overvejelser i hvert enkelt tilfælde.

Andre rensningsmetoder kunne imidlertid komme på tale. Der tænkes her bl.a. på anvendelse af aktiv kulfiltre. I øjeblikket anvendes aktiv kulfiltre i forbindelse med bl.a. rensning af luft fra fødevareproduktioner og er relativt dyre industrianlæg, men firmaet Strøm & Petersen Vejle A/S er interesseret i at gå aktivt ind i en udvikling af billigere løsninger specielt beregnet på landbrugssektoren. Man har et pilotanlæg stående, som kunne bruges til at vurdere kulfiltres effektivitet i forbindelse med rensning af staldluft. (Ref. 5). Der vil imidlertid være et stort problem på grund af det store støvindhold i staldluften, der meget hurtigt vil kunne blokere filtret. Der skal desuden anvendes meget store kulmængder (i størrelsesordenen 6 tons for et industrielt filter med en kapacitet på 40.000 m³ pr. time), som med mellemrum skal regenereres eller reaktiviteres.

Fra firmaet H. Moldow A/S er det oplyst, at der eksisterer et velfungerende luftrensingsanlæg, der nu har kørt i ca. 20 år på en kyllingefarm. Af hensyn til en vis kommerciel interesse fra H. Moldow's side, har det ikke været muligt at få detaljerede oplysninger om systemets konstruktion og funktionsmåde. Følgende kan dog oplyses:

- Der er ikke tale om kompostfilter (filterbed).
- Systemet har en kapacitet på 10.000 - 15.000 m³ pr. time pr. enhed.
- Renseenheden er monteret direkte på det enkelte afkast (400 - 500 mm rør) og fylder i størrelsesordenen 3 m².

- Anlægget har et konstant trykfald på 200 Pa. (20 mm vandsøjle).
- Systemet er vedligeholdelsesfrit og selvrensende.
- Til driften medgår et billigt produkt (arten er ikke oplyst).
- Energiforbruget anslås til ca. 10% over det normale (uden rensenhed indskudt).
- Prisen på en enhed vil ligge på ca. 30.000 kr., hvis det udføres i rustfrit stål af H. Moldow A/S. Systemet skulle imidlertid være så simpelt, at landmanden selv kan bygge det i løbet af få dage, idet andre materialet end stål kan anvendes (vandfast krydsfinér, zinkplader, beton o.s.v.). Dog skal man være opmærksom på, at holdbarheden derved nedsættes på grund af de aggressive luftarter i ventilationsluften.
- Med hensyn til effektiviteten anføres det blot, at lugten er fjernet. Desuden har man ved måling konstateret en fjernelse af ammoniak. (Ref. 6).

De ovenfor omtalte foranstaltninger har været rettet mod rensning af afkastluften, det vil sige fjernelse af stoffer, som dannes i stalden. En alternativ løsning ville være at gribe ind ved kilden og søge at forhindre/reducere dannelsen af de ildelugtende forbindelser. Dette er et felt, der arbejdes på flere steder, i forsøg på at forbedre staldhygiejnen og arbejdsmiljøet i staldene.

Her skal kort nævnes emner som:

- Reduktion af støv i staldluften.
- Tilsætning af f.eks. kalk til gødning i stalden for reduktion af uønsket bakterieaktivitet og for reduktion af ammoniakudvikling.
- Specielle opvarmningssystemer i fjerkræhuse for reduktion af ammoniakudvikling i gødningen.
- Mere hensigtsmæssige staldindretninger (herunder ventilationssystemer) hvor tilsvining af stierne reduceres.

3.0. KONKLUSION/FORSLAG TIL VIDERE AKTIVITETER.

Hvis en sikker vurdering af biologiske rensemetoders praktiske anvendelsesmuligheder skal kunne laves, synes der på basis af dette indledende arbejde, at være behov for en mere tilbundsående undersøgelse af biofiltrenes effektivitet og ikke mindst de faktiske driftomkostninger, som er forbundet hermed, under danske forhold. En sådan afprøvning kunne tænkes foretaget gennem de rullende afprøvninger under Landsudvalget for Svineavl og -produktion i tilknytning til svinestalde, hvor der i praksis er konstateret problemer med lugtgener for omkringboende. Det bør her bemærkes, at danske undersøgelser ved Statens Byggetekniske Institut har været igang for nogle år siden, men disse blev indstillet på grund af stigende energipriser, som ville gøre rensning i vasketårne økonomisk urealistisk. Selv om der er fundet løsninger, som giver et minimum af luftmodstand i systemet, er omkostningerne, der er forbundet med rensningen (ud fra de oplysninger det har været muligt at skaffe), stadig for høje til at kunne udgøre en realistisk løsning, hvor myndighederne måtte kræve en reduktion i lugtemissionen fra svinestalde (eksisterende såvel som projekterede).

En nærmere undersøgelse af det system, som er delvist beskrevet af H. Moldow A/S, kunne iværksættes for at få bekræftet eller afkræftet dets potentielle anvendelighed. I givet fald kunne en afprøvning tænkes at finde sted som ovenfor nævnt.

Rensning af afkastluften fra staldbygninger må betragtes som en "helbredende" foranstaltning, og i det omfang forebyggelse, (der oftes vil være den billigste løsning), kan finde sted, bør dette tilstræbes.

Derfor må man også pege på det ønskelige i at få kortlagt, hvad der er årsag til dannelsen af de ildelugtende stoffer og på basis heraf søge at finde egnede og økonomisk forsvarlige foranstaltninger, som kan modvirke udviklingen af ilde lugte. Det kan her nævnes, at der ved Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik ved Universität Kiel, har været lavet et omfattende arbejde for at afdække kilderne til lugtgener fra forskellige typer af slagtesvinestalde (ref. 13).

Det er indtrykket, at der er en udvikling igang, som tilstræber at reducere lugtgenerne fra husdyrproduktion, og en overvågning af denne udvikling kunne vise sig nyttig.

4.0. REFERENCER.

1. Origin of objectionable odorous components in pig-gery wastes and the possibility of applying indicator components for studying odour development.
I : Agriculture and environment, nr. 5, 1980, side 241 - 260.
Af: S.F. Spoelstra.
2. Håndbog for driftsplanlægning 1984-85.
3. Personlig oplysning fra Jørn Jacobsen, Fläkt Danmark A/S.
4. Biofilter för luktreducering.
installation och utvärdering.
Af: Lena Rodhe m.fl..
I : JTI-Rapport 76, Uppsala 1986
5. Personlig oplysning fra direktør Holger Strøm, Strøm & Petersen Vejle A/S.
6. Personlig oplysning fra Poul Lindhart, H. Moldow A/S
7. Stanksbestrijdingstechnieken voor stallen in de instensieve veehouderij.
Af: M. van Geelen m.fl..
I : IMAG Pbulikation nr. 167, april 1982
8. Untersuchungen über Erdfilter zur Verringerung der Geruchsbelästigung aus Tierhaltungen.
I : Schriftenreihe der Landtechnik,
Weihenstephan, 1977.
Af: H.D. Zeisig m.fl..
9. Biofilter für Landwirtschaft und Industrie, insbesondere Tabakindustrie.
I : Manuskript til indlæg i VDI-rapport fra symposium afholdt i Baden-Baden, oktober 1985.
Af: H.D. Zeisig.
10. Messen von Geruchsstoffkonzentrationen, Erfassen van Geruch.
Af: Frithjof Schoedder
I : Grundl. Landtechnik, Bind 27, nr. 3, pp. 73-82, 1977.

11. Personlig oplysning fra civiling. Torben Huld,
Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.

12. Rensning af staldluft for varmegenvinding.
Af: Hans Jørgen Olsen m.fl..
I : Meddelelse nr. 26, 1975 fra Jordbrugsteknisk
Institut, K.V.L..

13. Ermittlung von Geruchsquellen in Schweinemastanla-
gen.
Af: Matthias Wagner.
I : Doktorafhandling ved Agrarwissenschaftlichen
Fakultät, Universität Kiel, 1981.

14. The rapid developement of biofiltration for the
purification of diversified waste gas streams.
Af: J.A. Don
I : Indlæg ved VDI symposiet "Gerucksstoffe",
Baden-Baden, Tyskland, oktober 1985.