



# LUGTREDUKTION I BIOLOGISK LUFTRENSER FRA DORSET MILIEUTECHNIEK B.V.

MEDDELELSE NR. 966

Rotor A/S's biologiske luftrensere fra det hollandske firma Dorset Milieutechniek B.V. reducerede lugtemissionen med 74 %.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: KAREN SØRENSEN

UDGIVET: 15. MAJ 2013

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde og Miljø

## Sammendrag

Formålet med denne afprøvning var at fastlægge luftrensersens lugtreduktion, når lugtprøverne blev analyseret på det lugtlaboratorium, som oftest anvendes i tyske test af luftrensere. På 10 måledage i sommerperioden blev der fundet en reduktion i lugtemissionen fra en slagtesvinestald på 74 %. Prøverne blev analyseret på det tyske laboratorium, LUFA Nord-West. Denne lugtreduktion er i samme størrelsesorden som lugtreduktionen i andre biologiske luftrensere, når lugtprøverne analyseres af tysk laboratorium. Lugtkoncentrationen blev reduceret fra en gennemsnitlig koncentration på 380  $\text{OU}_E/\text{m}^3/1.000 \text{ kg dyr}$  til 100  $\text{OU}_E/\text{m}^3/1.000 \text{ kg dyr}$ .

Luftrenseren reducerede ammoniakemissionen med 92 %, når koncentrationen af ammoniak på 6 dage blev målt som døgnmålinger med infrarød spektroskopi, og med 87 %, når koncentrationen af ammoniak på 10 måledage blev målt som punktmålinger med sporgasrør ved maksimal ventilation.

Overrislingsvandet indeholdt ifølge laboratorieanalyser en kvælstofmængde på gennemsnitligt 2,3 kg N/m<sup>3</sup>. Kvælstofindholdet var fordelt ligeligt mellem ammonium-N og produkterne af den biologiske ammoniumoxidation, nitrit-N og nitrat-N.

#### TILSKUD

Projektet har fået tilskud fra Svineafgiftsfonden samt EU og Fødevareministeriets Landdistriktsprogram og har projekt ID: VSP09/10/62 samt journalnr.: 3663-D-09-00365.

## Baggrund

Det danske ventilationsfirma Rotor A/S forhandler en biologisk luftrensere fra det hollandske firma Dorset Milieutechniek B.V. Luftrenseren har tidligere vist gode resultater mht. reduktion af ammoniak og lugt i en tysk DLG-test [1] og er på baggrund af den tyske test godkendt til brug ved svinestalde i både Tyskland og Holland. Luftrenseren er ligeledes blevet testet i Danmark, og blev i 2011 optaget midlertidigt på Miljøstyrelsens Teknologiliste med en lugtreducerende effekt på 40 % [2], [3].

En tidligere afprøvning af luftrenseren foretaget af Videntcenter for Svineproduktion i 2009/2010, fandt at luftrenseren reducerede lugtemissionen med 34 til 40 % [4]. I denne afprøvning blev lugtprøverne analyserede på de danske laboratorier DMRI og Eurofins. Et mindre antal prøver analyseret på det tyske laboratorium LUFA Nord-West antydede, at lugtreduktionen kunne være en del højere, hvilket ligeledes var observeret ved afprøvningen af en anden biologisk luftrensere [5]. Derfor blev der foretaget endnu en afprøvning med henblik på at vurdere anlæggets lugtreduktion med tyske målinger i sommeren 2011.

Formålet med denne afprøvning var således at fastlægge luftrenserens lugtreduktion, når lugtprøverne blev analyseret på det laboratorium, som oftest anvendes i tyske test af luftrenserne. Samtidig var det ønsket at fastlægge kvælstofindholdet i det lænsevand, som luftrenseren producerede.

## Materiale og metode

Den testede biologiske luftrensere var en 1-trins renser med filterelementet placeret horisontalt i renseren. Filterelementet var 90 cm tykt og bestod af plastikelementer med kanaler. Filterelementet blev befugtet ved hjælp af lavtryksdyser placeret, hvor luften ledes ind i anlægget samt ved kontinuerlig overrisling med vand vha. tilsvarende dyser placeret over filteret. Den dimensionerende belastning i det afprøvede anlæg var 2.000 m<sup>3</sup> luft pr. time pr. m<sup>2</sup> frontareal af filteret ved maksimal ventilation.

Luftrenseren rensede al luft fra en sektion med 280 stipladser til slagtesvin med et samlet ventilationsbehov på 28.000 m<sup>3</sup>/t. Luften blev suget igennem anlægget vha. to ventilatorer placeret i toppen af luftrenseren.



Figur 1. Luftrenser fra Dorset Milieutechnik B.V. som i Danmark forhandles af Rotor A/S.

Anlægget var placeret udenfor en staldsektion til slagtesvin, hvor vinduerne blev taget ud og erstattet med Ø800 ventilationsrør med spjæld, hvorved al ventilationsluft fra stalden kunne trækkes denne vej ud. Der var 4 påstik i alt med en dimensioneret luftydelse på 7.000 m<sup>3</sup>/time pr. påstik ved maksimal ventilation. Mellem stalden og luftrenseren blev der etableret en luftkanal, hvor luften blev samlet, inden den gik ind i luftrenseren. Stalden var indrettet med diffus ventilation, og de eksisterende udsugningsenheder i staldsektionens loft blev frakoblet under afprøvningens forløb. Stalden var indrettet med 20 stier med fuldspaltegulv og tørfodring ad libitum.

## Registreringer

Der blev udtaget luftprøver til analyse for lugtkoncentration på 10 måledage i perioden 16. juni til 6. oktober 2011. På alle måledage i sommerperioden blev prøverne udtaget, mens ventilationen kørte ved minimum 80 % af den maksimale ventilationskapacitet. Der blev udtaget prøver på 2 måledage sidst i produktionsperioden ved ét hold slagtesvin, mens de resterende 8 måledage blev udført jævnt fordelt over det efterfølgende hold slagtesvin.

På måledagene blev der udtaget samtidige luftprøver fra udsugningsluften før og efter luftrenseren kl. 11 og kl. 12.30. Prøverne fra staldluften blev udtaget midt for indløbet til luftrenseren, mens prøverne af den rensede luft blev udtaget i det ene ventilationsafkast. Luftprøverne blev opsamlet i nalophanposer med et volumen på 30 l. Poserne blev fyldt med ca. 1 l. pr. minut, og prøveudtagningen forløb over 30 minutter. Opsamlingen af luftprøverne og bestemmelse af lugtkoncentrationen ved olfaktometri blev gjort i h.t. europæiske norm (DS/EN 13725:2003).

Alle prøver blev analyseret dagen efter udtagelsen hos det tyske lugtlaboratorium LUFA Nord-West, Oldenburg.

Koncentrationerne af ammoniak, kuldioxid og svovlbrinte blev målt i luftstrømmen før og efter luftrensere. Ammoniak og kuldioxid blev på alle måledage målt med sporgasrør (Kitagawa 105SD og 126SF), og svovlbrintekonzentrationen blev på 8 måledage målt med Jerome 631-XE (Arizona Instrument LLC). Ammoniakkonzentrationen blev desuden målt på ved brug af infrarød spektroskopi (INNOVA, Lumasense Technology), som 24-timers målinger på 6 måledage.

Udetemperatur og staldtemperatur blev målt med VE 10 temperaturfølere fra VengSystem A/S. Ventilationsydelsen i luftrensere blev målt med Fancom målevinger, placeret før spjældet i de fire påstik. Temperatur og relativ luftfugtighed blev målt med TSI VelociCalc 9555-måler i forbindelse med udtagning af luftprøver til analyse for lugt.

På hver måledag blev der udtaget en vandprøve fra luftrensers overrislingsvand til umiddelbar analyse for pH og ledningsevne. Herefter blev vandprøverne nedfrosset og sendt til Eurofins for analyse for Total-N, og de uorganiske kvælstofforbindelser  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  og  $\text{NO}_3^-$  (SM 17 udg. 4500).

Dyrenes antal blev registreret, og deres vægt vurderet visuelt på alle måledage. På slagetidspunktet blev dyrene fra sektionen med luftrensere mærket separat, og indsættelses- og slagtevægt anvendt til kontrol af den estimerede vægt på de enkelte måledage. Måledagene var fordelt over hele dyrenes vækstperiode.

## Beregninger og statistik

Ammoniak- og svovlbrintekonzentrationer samt logaritmetransformerede lugtkonzentrationer før og efter den biologiske luftrensere blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS, under hensyntagen til gentagne målinger per dag.

# Resultater og diskussion

## Reduktion af lugt

Lugtkonzentrationen blev reduceret fra gennemsnitligt  $380 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  til gennemsnitligt  $100 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ . Samlet set blev lugtemissionen statistisk sikkert reduceret med 74 %, tabel 1.

**Tabel 1.** Lugtkoncentration og -emissioner før og efter biologisk luftrensning fra Dorset, samt procentuel reduktion af lugtemissionen på 10 måledage i sommerperioden 2011. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Antal måledage (stk.)	Lugtkoncentration før (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Lugtkoncentration efter (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Lugtemission før (OU <sub>E</sub> /s/1000 kg dyr)	Lugtemission efter (OU <sub>E</sub> /s/1000 kg dyr)	Reduktion i lugtemission (%)
10	380 (270 - 520)	100*** (70 - 140)	133 (89 - 199)	35*** (23 - 52)	74

\*\*\*: Statistisk sikker forskel mellem værdier før og efter luftrensning ( $p < 0,001$ )

Dyrenes vægt på måledagene var i gennemsnit 72 kg.

### Reduktion af svovlbrinte

Luftrenseren kunne på alle måledage reducere koncentrationen af svovlbrinte (H<sub>2</sub>S). Emissionen af svovlbrinte blev reduceret med 28 % i måleperioden, tabel 2.

**Tabel 2.** Svovlbrintekoncentration og -emission før og efter biologisk luftrensning fra Dorset Milieutechnik B.V. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Antal måledage (stk.)	H <sub>2</sub> S koncentration før (ppm)	H <sub>2</sub> S koncentration efter (ppm)	H <sub>2</sub> S emission før (mg H <sub>2</sub> S/t/dyr)	H <sub>2</sub> S emission efter (mg H <sub>2</sub> S/t/dyr)	Reduktion i emission (%)
8	0,34 (0,30 - 0,38)	0,24*** (0,20 - 0,28)	11,8 (10,1 - 13,4)	8,5*** (6,8 - 10,2)	28

\*\*\*: Statistisk sikker forskel ( $p < 0,001$ )

Den målte reduktion i svovlbrinteemissionen svarer til den målte reduktion ved afprøvningen af anlægget i 2009-2010, hvor der blev målt en reduktion på 31 % i sommerperioden [4].

### Reduktion af ammoniak

Reduktionen af ammoniak blev målt for at sikre, at driften af den biologiske luftrensning var repræsentativ for anlægget, således at målingerne af lugtreduktionen kunne supplere den tidligere, mere omfattende, afprøvning i 2009/2010.

Koncentrationen af ammoniak blev reduceret fra gennemsnitligt 6,5 ppm til gennemsnitligt 0,9 ppm på de 10 måledage, når ammoniakkoncentrationen blev målt med sporgasrør, tabel 3. Dette svarede til en reduktion i ammoniakemissionen på 87 %.

**Tabel 3.** Ammoniakkoncentration og -emission før og efter biologisk luftrensere fra Dorset, samt den procentuelle reduktion af emissionen af ammoniak. Målinger foretaget med sporgasrør. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Antal måledage (stk.)	NH <sub>3</sub> koncentration før (ppm)	NH <sub>3</sub> koncentration efter (ppm)	NH <sub>3</sub> emission før (g NH <sub>3</sub> -N/dyr/t)	NH <sub>3</sub> emission efter (g NH <sub>3</sub> -N/dyr/t)	Reduktion i emission (%)
10	6,5 (5,1 – 7,9)	0,9*** (0 – 2,3)	0,30 (0,23 – 0,36)	0,04*** (0 – 0,11)	87

\*\*\*: Statistisk sikker forskel mellem værdier for før og efter luftrensere ( $p < 0,001$ )

De kontinuerlige 24-timers målinger med infrarød spektroskopi viste en reduktion i ammoniakkoncentrationen på 92 %, tabel 4.

**Tabel 4.** Koncentrationer og emissioner af ammoniak før og efter biologisk luftrensere fra Dorset Miliutechnik B.V. Målinger blev foretaget over 24 timer med infrarød spektrometri. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Antal måledage (stk.)	NH <sub>3</sub> koncentration før (ppm)	NH <sub>3</sub> koncentration efter (ppm)	NH <sub>3</sub> emission før (g NH <sub>3</sub> -N/dyr/t)	NH <sub>3</sub> emission efter (g NH <sub>3</sub> -N/dyr/t)	Reduktion i emission (%)
6	6,1 (5,5 – 6,7)	0,6*** (0,04 – 1,2)	0,24 (0,22 – 0,26)	0,02*** (0,0 – 0,05)	92

\*\*\*: Statistisk sikker forskel mellem værdier for før og efter luftrensere ( $p < 0,001$ )

I den tidligere afprøvning blev ammoniakreduktionen målt til 77 % i sommerperioden [4]. Den højere procentuelle reduktion af ammoniak i denne afprøvning skyldes, at ammoniakkoncentrationen blev reduceret til et lavere niveau efter luftrenseren end i den tidligere afprøvning, mens koncentrationen af ammoniak i den urensede luft var på samme niveau. Det kunne dermed konkluderes, at den biologiske omsætning i luftrenseren var i god drift i afprøvningsperioden.

### Kvælstofindhold i lænsevand

Det lænsede vand fra biologiske luftrensere indeholder kvælstof, som har en gødningsværdi. Det opsamlede kvælstof forekommer i vandet i form af både ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), og som de oxiderede forbindelser nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) og nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), som er produkterne af den bakterielle omsætning af ammoniak i anlægget. Lænsevandets indhold af de forskellige kvælstofforbindelser fremgår af tabel 4. Der blev fundet et indhold af total-N på gennemsnitligt 2,3 kg/m<sup>3</sup>, hvoraf gennemsnitligt 44 % var ammonium-N, mens langt størstedelen af den mikrobielt omsatte kvælstof var nitrat-N.

**Tabel 5.** Gennemsnitsværdier for ledningsevne og koncentrationer af kvælstofforbindelser i lænsevand fra Dorset luftrensere. Min. og maks. værdier er angivet i parentes.

N (stk.)	Konduktivitet (mS/cm)	Total N (kg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (kg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (kg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (kg/m <sup>3</sup> )	Andel NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (%)
8	11,6 (9,8 – 13,0)	2,30 (1,80 – 2,60)	0,81 (0,68 – 0,89)	0,07 (0,04 – 0,14)	0,93 (0,80 – 1,10)	44 (43 - 49)

I den tidligere danske afprøvning af Dorset luftrenseren blev der fundet en god korrelation mellem lænsevandets indhold af kvælstof og ledningsevne. Denne sammenhæng blev brugt til at beregne, hvad kvælstofindholdet kunne have været i anlægget ved målingerne i 2010. Det kunne beregnes, at der kan have været 2,2 kg/m<sup>3</sup> kvælstof i lænsevandet [4], hvilket bliver bekræftet af målingerne foretaget i 2011, tabel 5.

## Konklusion

Den biologiske luftrensere fra Rotor A/S, produceret af det hollandske firma Dorset Milieutechniek B.V., reducerede lugtkoncentrationen fra en slagtesvinestald med fuldspaltegulv med 74 %, når prøverne blev analyseret på det tyske lugtlaboratorium LUFA Nord-West.

Luftrenseren reducerede ammoniakemissionen med 92 %, når koncentrationen af ammoniak blev målt med infrarød spektroskopi, og med 87 % når koncentrationen af ammoniak blev målt med sporgasrør ved maksimal ventilation. Den procentuelle ammoniakreduktion var højere end målt i en tidligere afprøvning, og skyldtes, at luftrenseren reducerede ammoniakkoncentrationen i den rensede luft til et lavere niveau.

Analyser af overrislingsvandet fra luftrenseren viste et gennemsnitligt kvælstofindhold på 2,3 kg N/m<sup>3</sup>. Det er i god overensstemmelse med den tidligere fundne sammenhæng mellem ledningsevne og kvælstofindhold.

# Referencer

[1]	DLG-Prüfbericht 5702. Abluftreinigungsanlage "Dorset-Rieselbettfilter". DLG Signum TEST 05/06 bestanden.
[2]	Miljøstyrelsen (2012): <a href="#">Miljøstyrelsens Teknologiliste</a> . Version opdateret maj 2012.
[3]	Cortina, A.G. (2010). Test report for Dorset Biological Combi-Aircleaner. Version 3-0. AgroTech A/S
[4]	Sørensen, K. (2011): Afprøvning af biologisk luftrensere fra Dorset Milieutechnik B.V. <a href="#">Meddelelse nr. 925, Videncenter for Svineproduktion</a>
[5]	Riis, A.L. (2012): Test af Farm AirClean 3-trins BIO Flex fra Skov A/S i en slagtesvinestald. <a href="#">Meddelelse nr. 930, Videncenter for Svineproduktion</a>

## Deltagere

**Teknikere:** Mike Petersen, Kim Albrechtsen, Videncenter for Svineproduktion

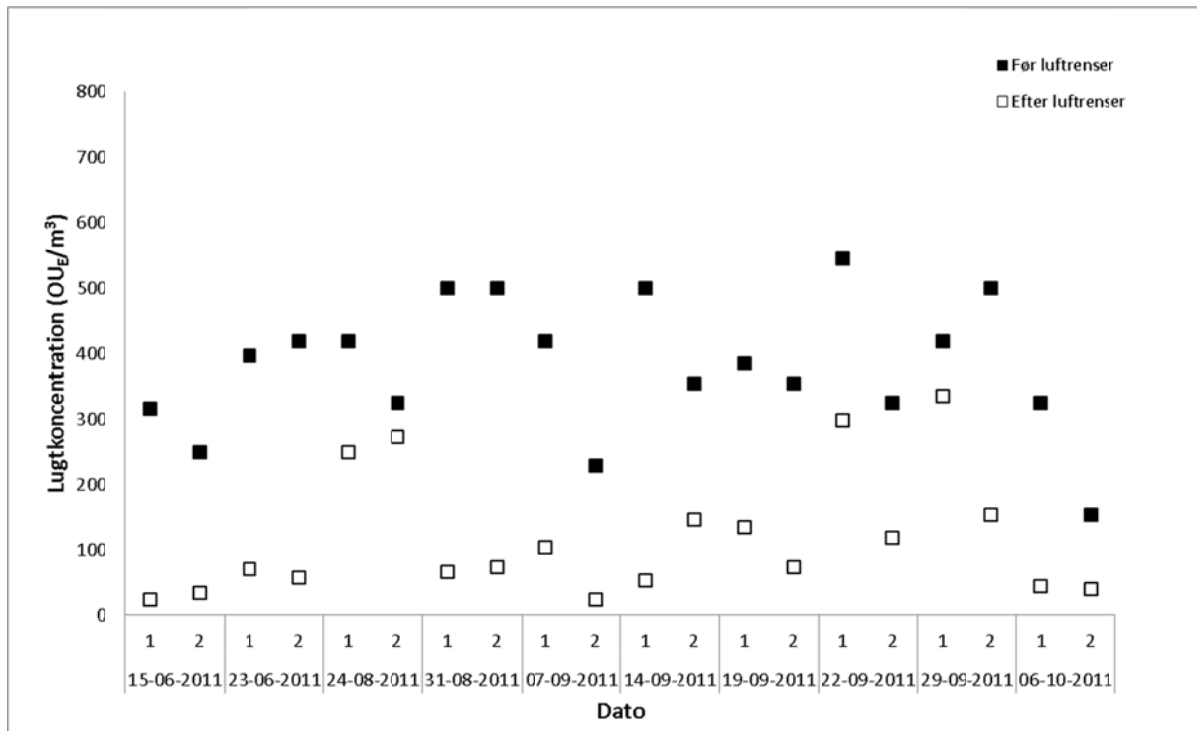
**Statistikere:** Mai-Britt Friis Nielsen, Videncenter for Svineproduktion

**Afprøvning nr.:** 1027

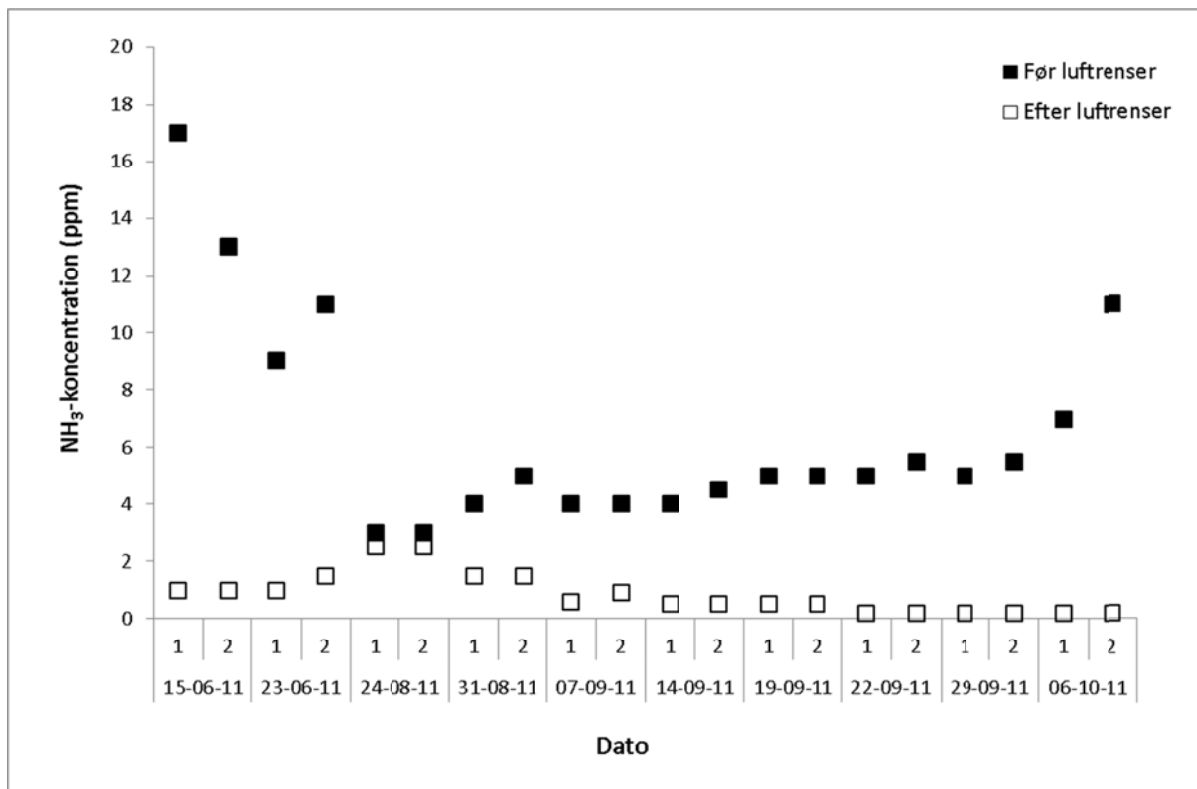
//NP//



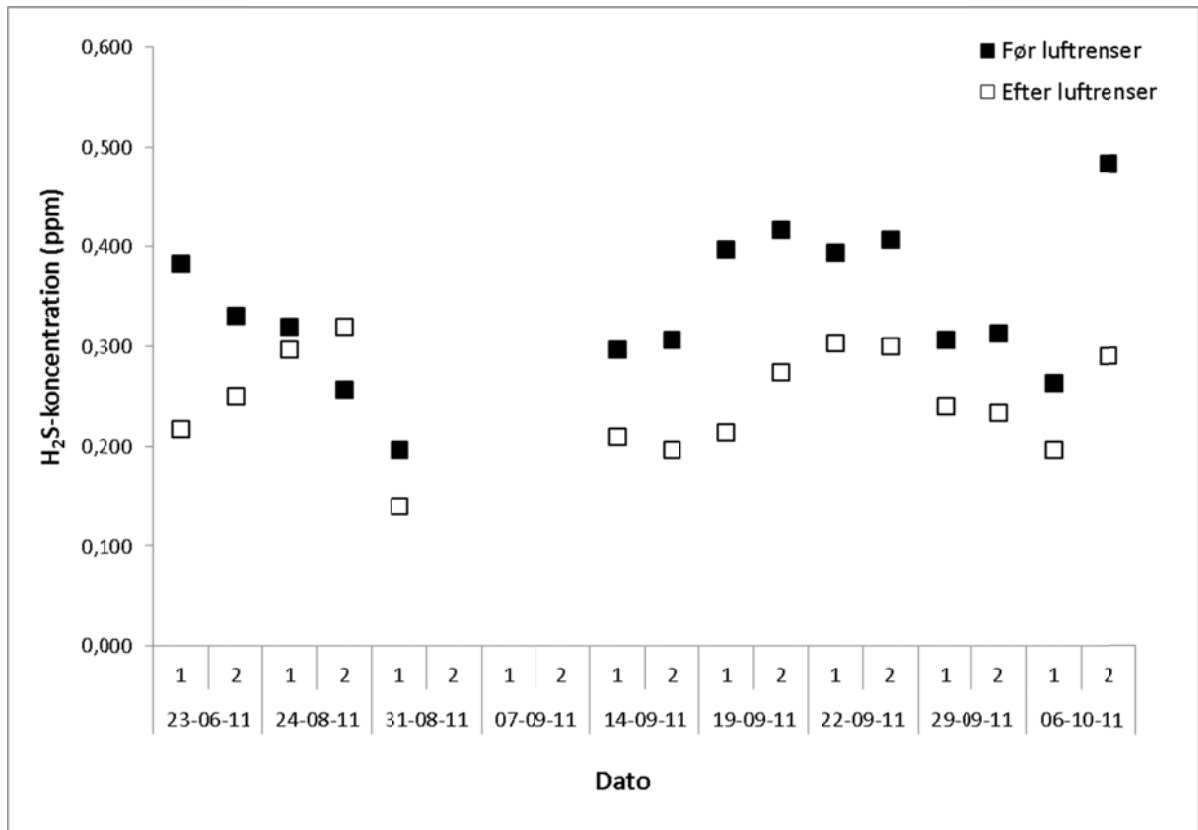
# Appendiks



Figur A1: Lugtkoncentrationer i luften før og efter biologisk luftrener fra Dorset Milieutechnik B.V. målt på tysk laboratorium.



Figur A2: Koncentrationen af NH<sub>3</sub> i luften før og efter biologisk luftrener fra Dorset Milieutechnik B.V. målt med sporgasrør.



Figur A3: Koncentration af H<sub>2</sub>S i luften før og efter biologisk luftrener fra Dorset Milieutechnik B.V.