



## Teknologiblad

Version: 3. udgave

Dyretype: Malkekvæg

Oprettet: 15.03.2004

Teknologitype: Staldindretning - Svovlsyrebehandling af gylle

Revideret: 23.05.2011

Kode: TB

Side 1 af 9

# Svovlsyrebehandling af gylle

## Resumé

Ammoniakfordampning		Der er ved en undersøgelse fundet en reduktion på ca. 50 % sammenlignet med referencesystemet <sup>1</sup> .
Lugt fra stald		Svovlsyrebehandling af gylle har ikke nogen dokumenteret effekt på lugtemissionen fra stalden.
Støv		Dette er ikke undersøgt, men forventes uændret.
Drivhusgasser		Der forventes en lavere methanemission fra stald og lager. Ved indregning af sparet ammoniakfordampning i gødningsregnskabet forventes der en lavere lattergasemission.
Energi		Teknikken er forbundet med et højere energiforbrug end referencesystemet <sup>1</sup> , primært som følge af øget omrøring af gyllekanaler.
Arbejds miljø		En lavere ammoniakkoncentration i stalden forbedrer arbejdsmiljøet. Syre må ikke tilsættes manuelt på grund af fare for ætsning og svovlbrinteudvikling.
Smitterisiko		Dette er ikke undersøgt, men forventes uændret.
Dyrevelfærd		Denne er ikke undersøgt, men kan potentielt forbedre dyrevelfærden grundet en lavere ammoniakkoncentration i stalden.
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		Ammoniakfordampningen under lagring er fastlagt til 1% af den tilførte mængde kvælstof. Ammoniakfordampningen i forbindelse med udbringning er ca. 65 % lavere. Kvælstofvirkningen øges med 10-15 procentpoint.
Driftssikkerhed		Teknikken er endnu så ny, at anlæggets levetid ikke kan fastlægges ud fra erfaringer.
Merinvestering		Der er øgede investeringer set i forhold til referencesystemet <sup>1</sup>
Driftsomkostninger		Der er øgede driftsomkostninger set i forhold til referencesystemet

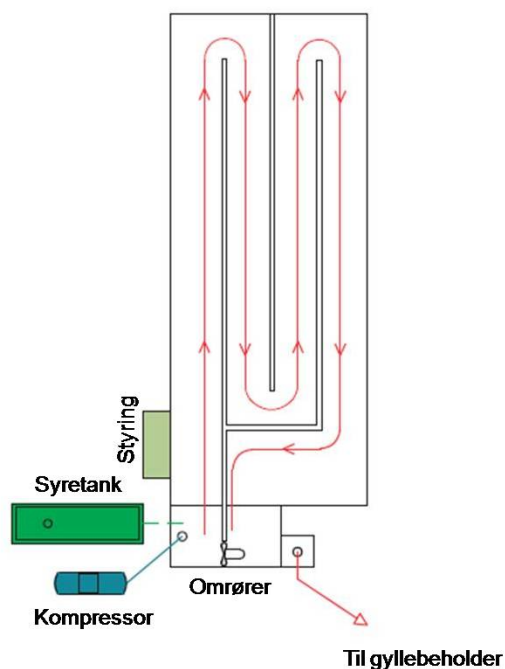
Teknologiblade er ikke produktspecifikke, men beskriver, med udgangspunkt i Miljøstyrelsens Teknologiliste, generelt tilgængelige teknologier inden for en bestemt teknologitype. Teknologilisten er Miljøstyrelsens vejledende liste over

<sup>1</sup> Referencesystem: Løsdriftsstald med sengebåse og spaltegulv i gangarealer. Under spaltegulvet er en ringkanal.

miljøeffektiv teknologi som har en dokumenteret miljøeffekt og er driftsstabil. Teknologilisten optager i videst mulig omfang produkter og i mindre grad teknologityper. Miljøstyrelsen anbefaler, at kommunerne tager udgangspunkt i de teknikker og teknologier, som er opført på Miljøstyrelsens Teknologiliste. Alternativt påhviler det kommunen at vurdere og sikre, at den i miljøgodkendelsen godkendte teknik eller teknologi lever op til de ønskede krav.

Dette Teknologiblad er udarbejdet for Miljøstyrelsen af:

AgroTech A/S (teknisk del), NIRAS Konsulenterne (økonomisk del) og Miljøstyrelsen (forslag til kontrolvilkår)



Figur 1: Principskitse af forsøringsanlæg i kvægstald med ringkanal.

### Beskrivelse

Tilsætning af syre til gylle bevirker, at gyllens pH-værdi falder, hvorved gyllens indhold af ammoniask kvælstof i stigende omfang omdannes til ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), der ikke fordamper. Ved tilsætning af 5-7 kg koncentreret svovlsyre ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pr. 1000 kg kvæggylle sænkes gyllens pH-værdi til mellem pH 5,5 og 6,0.

Anlægget til svovlsyrebehandling af gyllen er integreret med staldens ringkanalsystem og består af følgende hovedkomponenter: mixerbrønd integreret i staldens omrørebrønd, syrebeholder og kompressor (figur 1).

Ved behandlingen pumpes gylle på sædvanlig vis rundt i ringkanalen i stalden ved hjælp af en røreværkspumpe placeret i en skillevæg i staldens omrøringsbrønd (Landbrugets byggeblade nr. 103.05-05, 2004). Omrørebrøndens trykside fungerer samtidig som mixerbrønd, hvor svovlsyre tilsættes under omrøring og beluftning således, at gyllens pH-værdi sænkes til 5,5 (målværdi). Behandlings-hyppigheden afhænger af gyllens pH-værdi målt før hver behandling således, at hyppigheden stiger med stigende initial pH-værdi. Ved normaldrift bliver al gylle i en ringkanal behandlet mindst én gang dagligt. Alle processer styres og overvåges automatisk.

### Miljøpåvirkning

#### Ammoniak

En dansk undersøgelse har vist, at svovlsyre-tilsætning til gyllekanaler i kvægstalde kan reducere ammoniakfordampningen med ca. 50 % i forhold til referencesystemet<sup>1</sup> (Zhang et al., 2004).

#### Lugt

Der er ikke rapporteret om lugtmålinger i kvægstalde til afklaring af en eventuel lugtmæssig effekt af gylleforsuring. Der er gennemført olfaktometriske lugtmålinger i forbindelse med to forsøg af gylleforsuring i slagtesvinestalde (Pedersen, 2004 og 2007). Forsøgene påviste ingen statistisk sikker lugtmæssig effekt af gylleforsuring.

### Drivhusgasser

Et laboratorieforsøg har vist at emissionen af metan fra svovlsyrebehandlet kvæggylle var 90 % lavere end den ubehandlede kontrolgylle ved målinger over 100 dage i et såkaldt semi-field anlæg (Petersen og Eriksen, 2008). Et andet laboratorieforsøg viste at emissionen af metan fra kvæggylle lagret i syv uger var 67% lavere end den ubehandlede kontrolgylle (Hansen, 2008). Forsøgene giver dog ikke grundlag for at præcisere effekten af gylleforsuring, men det kan konkluderes, at forsuring har en markant negativ indvirkning på metanproduktionen under lagring.

Der foreligger ingen dokumentation for effekten af gylleforsuring på emissionen af lattergas. Ifølge det internationale klimapanelts metodik forventes der ingen nettoeffekt af gylleforsuring på lattergasemissionen. Ved substitution af kvælstof i handelsgødning med sparet ammoniakfordampning i markens gødningsplan kan der forventes en lavere lattergasemission (IPCC, 2006).

### **Energiforbrug**

Der foreligger ingen uafhængige målinger af energiforbruget ved gylleforsuring på kvægejendomme. I henhold til InFarm A/S kan der forventes et merenergiforbrug på ca. 1 kWh pr. m<sup>3</sup> kvæggylle.

### **Udenlandske erfaringer**

I Holland og Tyskland har forsøg vist tilsvarende reduktion ved manuelt styret tilsætning af svovlsyre til gyllen. Der er ingen metode til automatisk tilsætning af svovlsyre.

### **Fordele og ulemper**

#### Lagring

Der kan være problemer med at opretholde et naturligt dannet flydelag på gyllebeholderen. Gældende lovgivning stiller krav om et flydelag, og det skal derfor etableres og vedligeholdes efterfølgende, hvis gylle ikke danner et naturligt flydelag.

Ved etablering af et forsøringsanlæg bortfalder lovkravet om fast overdækning af gyllebeholdere ved placering helt eller delvist inden for de såkaldte bufferzoner omkring sårbare naturtyper, jf. husdyrgødningsbekendtgørelsens § 16, stk. 3. Ved etablering inden for 300 m fra nabobeboelse skal gyllebeholdere dog altid forsynes med fast overdækning, jf. husdyrgødningsbekendtgørelsens § 16, stk. 4.

#### Holdbarhed af beton

Den sure gylle kan have negative konsekvenser for holdbarheden ved nogle typer af beton på grund af sulfatreaktion. Anbefalingerne for valg af beton bør derfor følges, jf. Landbrugets Byggeblad nr. 102.17.19 – "Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle" 2003.

#### Arbejds miljø

Teknikken medvirker til en reduktion i ammoniakkoncentrationen i staldrummet med forbedret arbejdsmiljø til følge.

Arbejdssikkerheden i forbindelse med svovlsyre-tilsætning er særdeles vigtig. Dette skyldes, at der er fare for ætsning og svovlbrinteudvikling ved håndtering af svovlsyre.

Der skal forefindes en leverandørbrugsanvisning samt en arbejdspladsbrugsanvisning til anlægget, jf. AT-vejledning C.0.12 og C.0.11. Mere information kan findes på Arbejdstilsynets hjemmeside.

### **Udbredelse af teknikken**

Der er 10 kvægejendomme, hvor gyllen syrebehandles (januar 2009). Syrebehandling af gyllen er relevant for nybyggeri såvel som for eksisterende stalde. Det skal i den forbindelse vurderes, om den anvendte beton i stalden er af en tilstrækkelig høj kvalitet til at modstå syrepåvirkning.

Forsuring af gylle er en teknologi, der normalt implementeres på hele bedriften, da teknologien ikke egner sig til en lille del af bedriften. Det skyldes blandt andet det faktum, at det normalt ikke er formålstjenligt at have to forskellige gylletyper på den samme bedrift eller at sammenblende almindelig gylle med forsuret gylle, idet der så ikke kan påregnes fuld effekt af forsuringen i lager såvel som ved udbringning.

### Helhedsvurdering af teknikken

Gylleforsuring er en teknik, der reducerer ammoniakemissionen fra såvel stald, lager som ved udbringning. Baseret på Normtal for husdyrgødning (2008) kan det estimeres, at der netto spares 11 kg NH<sub>3</sub>-N fordampning fra stald, lager og udbringning pr. DE ved anvendelse af gylleforsuring i kvægstalde til malkøer. Estimatet er uafhængigt af race.

Forsuring af kvæggylle medfører, at indholdet af kvælstof i gyllen ab lager er ca. 5 % højere end ved normal gyllehåndtering.

Forsuring af slagtesvinegylle medfører, at indholdet af kvælstof i gyllen ab lager er 7-13 % højere end ved normal gyllehåndtering. Ved slangeudlægning af forsuret gylle kan der forventes en stigning i gødningsvirkningen på 20-25 % (Kai et al., 2008), mens forsuring ikke øger kvælstofvirkningen ved nedfældning (Sørensen og Eriksen, 2009).

### Drivhusgasser

Gylleforsuring af kvæggylle medfører formodentlig en kraftig reduktion i emissionen af metan fra stald og lager. Omvendt medfører det øgede kvælstofindhold i gyllen ingen forskel på lattergasemissionen. Såfremt det forøgede kvælstof-indhold indgår i gødningsregnskabet og således substituerer en tilsvarende mængde kvælstof i handelsgødning, kan der forventes en reduktion i lattergasemissionen (IPCC, 2006).

### Økologiske besætninger

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

Gylleforsuring kan ikke anvendes i stalde med dybstrøelse eller mekanisk udmugning.

### Økonomi

De økonomiske beregninger viser de økonomiske konsekvenser for landmanden ved at implementere teknologien. Udover anlægsinvesteringer er teknikken forbundet med meromkostninger til syreforbrug og energi til pumper i anlægget, arbejdstid, omkostninger til vedligehold og servicering af anlægget samt etablering af flydelag.

Økonomivurderingerne er baseret på producentoplysninger og opgjort i forhold til nyanlæg. Forudsætningerne for beregningerne kan ses i det økonomiske baggrundsnotat for forsuring.

Resultaterne fremgår af nedenstående tre tabeller. Fælles for resultaterne er således, at omkostningerne både pr. årsko og kg. N reduceret falder væsentligt jo større besætningsstørrelsen er.

Omkostningerne ved teknologien kan sammenholdes med omkostningerne ved at producere et kg EKM (energikorrigeret mælk). Produktionsomkostningen er baseret på Fødevareøkonomisk Instituts driftsgrensstatisik fra 2008 og er opgjort til 2,4 kr. pr. EKM.

Tabel 1: Skøn over økonomiske konsekvenser af gylleforsuring i kvægstalde med ringkanal og bagskylsanlæg sammenlignet med referencesystemet.

Dyreenheder	Samlet årlig meromkostning i alt (ekskl. værdi af N) kr.	Samlet meromkostning pr. EKM inkl. værdi af sparet N		Samlet meromkostning pr. kg N reduceret inkl. værdi af sparet N kr.
		kr.	i %	
75	81.354	0,14	6%	95
150	94.986	0,07	3%	50
250	114.463	0,05	2%	33
500	167.897	0,03	1%	21
750	231.278	0,03	1%	18
950	266.235	0,02	1%	15

### **Vejledende indretnings-, drifts- og egenkontrolvilkår**

*I det følgende er der formuleret forslag til indretnings-, drifts- og egenkontrolvilkår, som kan være relevante, såfremt den ovenfor beskrevne teknologi anvendes i forbindelse med miljøgodkendelser af husdyrbrug. Formålet hermed er at henlede opmærksomheden på, hvordan den beskrevne miljøeffekt opnås i praksis ved fastsættelse af vilkår.*

*I relation til fastsættelse af vilkår skal det understreges, at vilkår kun skal meddeles efter en konkret vurdering og skal være præcise og forudsigelige i deres indhold, så en manglende efterlevelse af vilkårene let kan påvises og håndhæves af tilsynsmyndigheden.*

*De vejledende vilkår er udarbejdet af Miljøstyrelsen i samarbejde med en kommunal sparringsgruppe sammensat af et repræsentativt udsnit af landets kommuner – i såvel geografisk som størrelsesmæssig henseende - samt med de forfattere, som har udarbejdet den tekniske del af Teknologibladene.*

### **Indretning og drift**

1. Der skal etableres et anlæg til svovlsyrebehandling af gylle fra staldafsnit \_\_\_\_\_.
2. Svovlsyretanken skal være udstyret med et indbygget opsamlingskar. Svovlsyretanken skal placeres på en plads med støbt bund og være sikret mod påkørsel.
3. Der må kun anvendes svovlsyre.
4. Før svovlsyrebehandling må den gennemsnitlige pH-værdi i gyllen på månedsbasis maksimalt være 6,0. Alle målte pH-værdier før svovlsyrebehandling skal dog være mindre end 6,5.
5. Styringen af svovlsyrebehandlingsanlægget skal indstilles til at behandle gyllen til pH-værdi 5,5.
6. Svovlsyrebehandlet gylle må ikke opbevares sammen med ubehandlet gylle.
7. Svovlsyrebehandlingsanlægget skal vedligeholdes i overensstemmelse med producentens vejledning. Producentens vejledning skal opbevares på husdyrbruget.

### **Egenkontrol**

8. Gyllens pH-værdi skal registreres elektronisk før og efter hver svovlsyrebehandling. Der skal endvidere føres en elektronisk statistik, der som minimum indeholder oplysninger om de gennemsnitlige pH-værdier i gyllen på månedsbasis før svovlsyrebehandling.
9. Der skal indgås en skriftlig aftale med producenten om serviceeftersyn af svovlsyrebehandlingsanlægget, herunder kalibrering af pH-målere. Svovlsyrebehandlingsanlægget skal kontrolleres mindst hver fjerde måned. Serviceaftale med producenten skal opbevares på husdyrbruget.
10. Tilsynsmyndigheden skal underrettes i følgende situationer:
  - Den gennemsnitlige pH-værdi i gyllen på månedsbasis er større end 6,0 før svovlsyrebehandling
  - Der måles pH-værdier før svovlsyrebehandling, som er større end 6,5, i en sammenhængende periode på mere end \_\_\_\_ dage/uger
  - Svovlsyrebehandlingsanlægget er ude af drift i en periode på mere end \_\_\_\_\_ dage/uger.
11. Data for pH-målinger, dokumentation for kalibrering af pH-måler samt kontrolrapporter skal opbevares på husdyrbruget i mindst fem år og forevises på tilsynsmyndighedens forlangende.

### **Vejledning til den kommunale sagsbehandler:**

Det bemærkes, at ovennævnte forslag til vilkår er udformet således, at de skulle kunne gælde alle typer af svovlsyrebehandlingsanlæg. Hvis der for den pågældende type anlæg, som ansøger ønsker at anvende, imidlertid gør sig særlige forhold gældende (det kunne være i relation til mulighederne for registre-

ring af relevante data), kan det være nødvendigt at tage hensyn hertil ved fastsættelsen af vilkår i den enkelte godkendelse.

En af måderne, hvorpå man kan sikre, at anlægget eller andre dele af gyllelageret ikke nedbrydes af svovlsyre, er at vælge en betonkvalitet i overensstemmelse med Landbrugets Byggeblad nr. 102.17.19 – "Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle". Det bemærkes dog, at der normalt ikke vil være problemer hermed, da svovlsyren under behandlingen af gyllen bliver kemisk nedbrudt til vand, sulfat m.m.

Formålet med vilkår nr. 2 er at forebygge lækage af svovlsyretanken og uheld. Sikring mod påkørsel kunne være placering af barrierer foran svovlsyretanken. Det bemærkes, at disse forslag til vilkår er en skærpelse af de generelle krav til opbevaring af svovlsyre, jf. § 39 i bekendtgørelse nr. 329 af 16/05/2002 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter, som blandt andet foreskriver, at svovlsyre skal opbevares forsvarligt, utilgængeligt for børn, og ikke sammen med eller i nærheden af foderstoffer.

Der skal ikke stilles vilkår om, at svovlsyrebehandlingsanlægget skal være i drift hele året svarende til 8.760 timer, da hyppigheden af behandlinger afhænger af gyllens pH-værdi. Svovlsyrebehandlingsanlægget er således kun i drift, når gyllens pH-værdi tilsiger en behandling.

Svovlsyren kan ikke erstattes af andre former for syre såsom salpetersyre, saltsyre, fosforsyre, eddikesyre, myresyre eller propionsyre. Syrerne er enten uden effekt, skadelige for inventaret, skadelige for sundheden, eller tilfører gyllen uønskede stoffer såsom klor og fosfor.

Gyllens pH-værdi er bestemmende for ammoniakfordampningen fra gyllen. Der er ikke direkte sammenhæng mellem syreforbrug og pH-værdi, da syreforbruget blandt andet afhænger af ammoniakindholdet samt tørstofindholdet i gyllen.

Der kan forventes syreforbrug på 5-7 kg pr. m<sup>3</sup> gylle for kvægbrug for at sikre en reduktion af gyllens pH-værdi reduceres til ca. 5,5. Fastsættelse af driftsvilkår i forhold til forbruget af svovlsyre vil dog ikke være relevant, idet syreforbruget blandt andet varierer på grund af gyllens indhold af ammoniakalsk kvælstof (TAN = NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) og tørstof. I praksis kan syreforbruget afvige fra det typiske forbrug, uden at dette nødvendigvis har nogen negativ indvirkning på gyllens pH-værdi og dermed den forventede effekt på ammoniakfordampningen. Derimod skal der stilles vilkår om, at svovlsyrebehandlingsanlægget skal indstilles til at behandle gyllen til pH-værdi 5,5.

Under normale lagringsforhold stiger gyllens pH-værdi lidt under lagring. Denne stigning er indeholdt i den opnåede reduktion i ammoniakfordampningen. Det er derfor ikke nødvendigt at stille krav til dokumentation af gyllens pH-værdi under lagring. Det forudsættes dog, at den forsurede gylle ikke blandes med ikke forsuret gylle.

Vilkåret om, at der ikke må ske sammenblanding af svovlsyrebehandlet og ubehandlet gylle, sikrer endvidere, at den forventede ammoniakreduktion fra lager og udbringning opnås. Hvis der sker sammenblanding af ubehandlet gylle og svovlsyrebehandlet gylle, vil pH-værdien i gyllen stige igen, hvormed reduktionen i ammoniakfordampningen vil gå tabt.

For så vidt angår aftale om serviceeftersyn, er det Miljøstyrelsens opfattelse, at det er nødvendigt med indgåelse af aftale med producenten om udvidet service for at sikre en hensigtsmæssig drift af svovlsyrebehandlingsanlægget – det såkaldte superserviceaftale med tre årlige besøg.

Der er ikke behov for, at landmanden fører en manuel logbog over eventuelle driftsstop med angivelse af tidspunkt og årsag, hvis svovlsyrebehandlingsanlægget selv registrerer dette, jf. følgende eksempel:

Alarmrapport		infarm® NH4+		Anlægsadresse:	
Stald 1,2 samt Øvrige Hårde og Bløde alarmer Fra :10-10-2010 Til :09-11-2010		Tlf: +45 96 32 68 00 E-Mail: sales@infarm.dk		infarm A/S DEMO	
Genereret: 09-11-2010 08:44:52					
Alarmpunkt	Stald	Type	Beskrivelse	Alarm annulleret (af)	
01-11-2010 11:15:56	2	HÅRD	Fejl på kanalomrører stald 2	03-11-2010 08:24:18 (ejer)	

Situationerne omtalt i vilkår nr. 10 indikerer, at der for eksempel kan være problemer med svovlsyrebehandlingsanlægget, at der er mangel på svovlsyre, eller at landmanden ikke anvender svovlsyrebehandlingsanlægget. Det kan derfor være relevant for kommunen som tilsynsmyndighed – som skal føre tilsyn med, at vilkårene i godkendelsen overholdes, jf. husdyrgodkendelseslovens § 44, stk. 2 – at få underretning fra landmanden i de nævnte situationer, da dette kan have betydning for, om emissionsgrænseværdien for ammoniak overholdes i praksis.

Data fra pH-måleren i form af registreringer af pH-værdien før og efter de enkelte behandlinger samt statistikrapporter gemmes elektronisk hos landmanden på lokal database. Det vil være muligt for tilsynsmyndigheden at se disse data elektronisk hos landmanden. Endvidere vil der være mulighed for, at landmanden kan sende elektroniske filer med data eller udtræk heraf til tilsynsmyndigheden, såfremt der skulle opstå behov herfor. Der vil dermed som udgangspunkt ikke være behov for egentlige udskrifter af pH-målinger. Det bemærkes, at registreringer af eventuelle pH-værdier over 6,5 fremgår af data for de enkelte behandlinger og ikke af statistikrapporterne.

Idet det afgørende er pH-værdien i gyllen før og efter svovlsyrebehandlingen, er der ikke behov for en løbende registrering af pH-værdien.

Registreringer vil for eksempel kunne se sådan ud:

Cyklusrapport										
 <span style="float: right;">Anlægsadresse: Infarm A/S DEMO</span>										
Stald 1,2 Fra :10-10-2010 Til :09-11-2010			Tlf: +45 96 32 68 00 E-Mail: sales@infarm.dk			Eksempel				
Genereret: 09-11-2010 08:42:11										
Stald No.	Forsuring Start	Forsuring Slut	pH Start	pH Slut	Rundskyltid [s]	Overpumpningstid [s]	Behandlingstid [s]	Syre i tank (før) [kg]	Syre i tank (efter) [kg]	Behandling Færdiggjort
2	10-10-2010 02:59:54	10-10-2010 05:25:01	5,69	5,49	600	0	8707	6851	6554	Ja

Statistikrapport					
 <span style="float: right;">Anlægsadresse: Infarm A/S DEMO</span>					
Stald 1,2 Fra :10-10-2010 Til :09-11-2010			Tlf: +45 96 32 68 00 E-Mail: sales@infarm.dk		Eksempel
Genereret: 09-11-2010 08:43:05					
Lokalitet	Antal behandlinger	Gns. antal behandlinger pr. dag	Gns. pH værdi start	Gns. pH værdi slut	Antal alarmer
Stald 1	31	1,00	5,93	5,37	
Stald 2	31	1,00	5,64	5,43	2

Data fra pH-målere vil kunne bruges til at kontrollere, at vilkår nr. 4 og 5 efterleves i praksis.

## Litteratur

Arbejdspladsbrugsanvisning for stoffer og materiale. At-vejledning [C.0.11](#). November 2005. Erstatte april 2003.

Bekendtgørelse om trykbeholdere og rørsystemer under tryk. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 746 af 26. november 1987.

Eriksen, J. E. 2006. Hvad betyder forsuring for svovlomsætning og svovlvirkning i marken? Herning Kongrescenter, Plantekongres 2006, 108-109.

Frandsen, T.O. og K.M. Schelde. 2007. Gylleforsuring Infarm A/S. Orienterende undersøgelse af anlægget hos en række landmænd i samarbejde med Infarm A/S. Farmtest Bygninger nr. 41, pp. 21.

Hansen, M.N., S.G. Sommer, N.J. Hutchings og P. Sørensen. 2008. Emissionsfaktorer til beregning af ammoniakfordampning ved lagring og udbringning af husdyrgødning. DJF husdyrbrug nr. 84, pp. 43.

IPCC (1996): [IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories](#).

IPCC. (2000): [IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories](#).

IPCC (2006): [IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use](#).

Kai, P., P. Pedersen, J.E. Jensen, M.N. Hansen, S.G. Sommer. 2008. A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions. *Europ. J. Agronomy* 28 (2008) 148–154.

Landbrugets Byggeblad nr. 102.17-19 (2003): Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle. pp. 2.

Landbrugets byggeblad nr. 103.05-05 (2004): Ringkanalanlæg i kvægstalde – anlægs- og driftsvejledning. pp. 6.

Leverandørbrugsanvisning (sikkerhedsdatablad) og teknisk datablad for stoffer og materialer. At-vejledning [C.0.12](#). Maj 2003. Erstatte At-anvisning nr. 3.1.0.1 af september 1997.

Nørgaard N.H. (2002): [Økonomisk perspektiv](#). Temadag om gylleforsuring, LandboNord.

Pedersen, P. 2004. [Svovlsyrebehandling af gylle i slagtesvinestald med drænet gulv](#). Meddelelse nr. 683, Landsudvalget for Svin, pp. 12.

Poulsen, H.D. 2008. Normtal for husdyrgødning – forudsætninger for stalddatab.

Sørensen, P. 2006. Hvordan påvirker forsuring kvælstofvirkningen i marken? Plantekongres 2006, 10.-11. januar 2006, Herning Kongrescenter. Danmarks JordbrugsForskning og Dansk Landbrugsrådgivning, Sammendrag af indlæg, p. 106-107.

Zhang, G., J.S. Strøm, A.G. Hansen, A.J. Freudendal, og J.B. Rasmussen (2004): Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde – Måling af emission fra stalde med forskellige gulv- og gødningssystemer. Farmtest Kvæg nr. 21, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik. [www.landscentret.dk/farmtest](http://www.landscentret.dk/farmtest). ISSN 1601-6785.

Sørensen, P, og J. Eriksen (2009): Effects of slurry acidification with sulfuric acid combined with aeration on the turnover and plant availability of nitrogen. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131, 240-246.