



[LandbrugsInfo](#) > [Tværfaglige emner](#) > [Gylleseparering](#) > Forsuring af ubehandlet og afgasset husdyrgødning og fraktioner efter gylleseparering

Info - Byggeri og Teknik  
nr.: 1356

Dato: 02-07-2004

Forfattere: [Torkild Birkmose](#) [Henrik Møller](#) (DJF, Bygholm)  
Kim Fjeldgård (DJF, Bygholm) Karsten Buchhave (Bigadan)

## Forsuring af ubehandlet og afgasset husdyrgødning og fraktioner efter gylleseparering

De foreløbige erfaringer tyder på, at hvis der tilsættes svovlsyre til gylle under udbringning kan der opnås en momentan sænkning af pH ved et svovlsyreniveau, der dækker planternes behov for svovl. Dette er især interessant ved afgasset gylle, hvor pH er højt, og risikoen for ammoniakfordampning derfor er stor. I afgasset separeret gylle, der kan anvendes til fuldgødsning, er der endvidere en omkostningsbesparelse ved at kunne køre gødningen ud på én gang, samtidigt med at der er et potentiale for at reducere ammoniakfordampningen under udbringning. Erfaringer viser, at det er muligt at sænke gyllens pH med ca. 0,5 enheder ved at tilsætte svovlsyre svarede til omtrent den mængde svovl, som afgrøderne har behov for. Forsøgene viser imidlertid også, at reduktionen i pH er momentan, og at der i timerne efter tilsætning sker en stigning i pH til det oprindelige niveau.

Ved forsuring af gylle til pH 5,5 eller derunder kan der opnås en længerevarende pH sænkning. En længerevarende pH sænkning kan opnås ved tilsætning af ca. 5 liter svovlsyre pr. ton gylle. Dette gælder dog ikke for afgasset gylle, hvor der kræves større syremængder. Forsuringen er mest effektiv i væskefraktionen fra kemisk fældet gylle, hvor der opnås et permanent pH på under 4 ved tilsætning af 5 liter pr. ton.

Hvis der vælges en strategi med længerevarende sænkning, bør sænkningen ske til pH under 5,5. Dette vil imidlertid betyde en overdosering med svovl, hvis gødningen efterfølgende bruges til at dække størstedelen af planternes N-behov. Permanent sænkning af pH har størst potentiale i ikke afgasset gylle, hvor syrebehovet er mindst.

N-koncentrater fra Green Farm Energy og Funki Manura har som udgangspunkt et pH på 10-12. Det er ikke realistisk at reducere pH til under pH 6 ved syretilsætning, idet forbruget af syre er for stort i forhold til kvælstofindholdet. Dels bliver behandlingsomkostningen for stor, og dels bliver svovlindholdet for højt, hvis gødningen anvendes som den eneste kvælstofgødning.

### Indhold

[Baggrund](#)  
[Laboratorieforsøg, metode og resultater](#)  
[Forsøg med forsuring under udbringning](#)  
[Diskussion](#)

### Baggrund

Der har gennem de seneste år været gennemført flere forsøg med forsuring af gylle med henblik på at mindske ammoniakfordampningen under lagring og efter udbringning. Resultaterne af disse forsøg har ofte været skuffende, fordi pH-værdien stiger ret hurtigt igen efter tilsætningen, og tilsætning i lagertanke har derfor haft begrænset effekt. I de seneste år har Staring Maskinfabrik dog ved kombineret forsuring og beluftning i stalden haft succes med at sænke pH til et permanent lavt niveau på ca. 5,5. Til forsuring anvendes normalt svovlsyre. Dels fordi denne syretype er relativ billig, og dels fordi gyllen samtidig beriges med plantetilgængelig svovl, hvorved gyllens gødningsværdi øges.

I forbindelse med separering af afgasset gylle med en dekantercentrifuge på Fangel Bioenergi er der vist

fornyset interesse for tilsætning af svovlsyre til væskefraktionen. Baggrunden er, at ved separeringen fremkommer en fraktion, som egner sig til fuldgødsning af de fleste afgrøder i kornsædskiftet med de fleste næringsstoffer, men der mangler svovl. Væskefraktionen er særlig velegnet til fuldgødsning, fordi der er en høj tilgængelighed af kvælstof, og fosforindholdet er relativt lavt. Ved tilsætning af svovlsyre beriges gyllen med den nødvendige svovl, og det reducerede pH sikrer en meget høj kvælstofudnyttelse. Ved at sænke pH med blot ca. 0,5 enheder tyder tidligere undersøgelser på, at ammoniakfordampningen i marken kan reduceres med ca. 25 pct.

Danmarks JordbrugsForskning har i samarbejde med Landscentret, Planteavl og firmaet Bigadan undersøgt kort- og langtidseffekten på pH i forskellige typer husdyrgødning efter tilsætning af svovlsyre til gyllen umiddelbart før udbringning. Undersøgelsen blev gennemført dels som laboratorieforsøg, og dels som markforsøg.

Formålet med forsøgene var at undersøge kort- og langtidsvirkningen ved at tilsætte svovlsyre til gyllen. Herunder at klarlægge, hvor meget syre, der skal tilsættes for at få en tilstrækkelig sænkning af pH og at klarlægge, hvor længe den opnåede pH-sænkning bliver bevaret.

[▲ til top](#)

## Laboratorieforsøg

### Metode:

Følgende husdyrgødningstyper blev undersøgt:

- Svinegylle
- Kvæggylle
- Afgasset gylle (Fangel Bioenergi)
- Afgasset og centrifugeret gylle (Fangel Bioenergi)
- Kemisk fældet svinegylle
- N-koncentrat fra Green Farm Energy (GFE)
- N-koncentrat fra Funki Manura

Gødningsprodukterne blev analyseret for TS, VS, NH<sub>4</sub>-N, alkalinitet, COD og VFA (se tabel 1). Der blev udtaget seks delprøver af hver gødningstype (med undtagelse af N-koncentraterne). Der blev tilsat forskellige syreniveauer, svarende til 0,5, 1, 1,5, 2, 3 og 5 liter pr. ton til de seks prøver. pH blev efterfølgende målt over en uge med den største målefrekvens i starten af forløbet.

N-koncentraterne blev titreret på traditionel vis. Ved titreringen blev der gradvist tilsat mere og mere koncentreret svovlsyre, og pH i væsken blev målt kontinuerligt.

### Resultater:

**Tabel 1:** Kemiske analyser af gødningsprodukter til laboratorieforsøgene

Prøve	pH ved start	Ammonium-N, mg/l	VFA, mg/l	COD, mg/l	Alkalinitet, CaCO <sub>3</sub> konc. mg/l
Kvæggylle	7,1	2.100	7.802	22.450	24.793
Svinegylle	7,1	3.100	1.035	14.225	23.289
Afgasset gylle	7,7	1.800	2.674	9.800	31.109
Afgasset centrifugeret	7,9	3.900	3.404	11.250	31.055

gylle					
Kemisk fældet svinegylle	8,1	2.250	6.135	9.163	15.874
N-koncentrat Funki	9,7	29.500	431	4.925	
N-koncentrat GFE	11,7	154.000	18	650	

Det fremgår af figur 1, hvordan pH varierer over ca. en uge efter syretilsætning. Tendensen er den samme for alle gødningstyper og for alle syretilsætningsniveauer. Der sker et kraftigt fald i pH ved syretilsætningen efterfulgt af en relativ hurtig stigning over en times tid, hvorefter pH kun stiger langsomt. Årsagen til den stigning, der finder sted i den første time efter tilsætningen, er at kulsyre (CO<sub>2</sub>), der er opløst i gyllen efter pH sænkningen, afdamper, hvilket betyder, at der fjernes syre, og pH stiger. Den længerevarende pH stigning skyldes derimod mikrobiologisk aktivitet, der bl.a. betyder, at fedtsyrer nedbrydes. Det skal bemærkes, at pH i den ubehandlede gylle også stiger som følge af mikrobiologisk omsætning i løbet af den første uge.

Som forventet ses den største effekt ved tilsætning af 5,0 l svovlsyre pr. ton gylle. pH sænkningen varierer mellem gødningstyperne og er afhængig af gyllens buffervirkning, der bl.a. kan aflæses i gyllens alkalinitet.

Af figur 2 fremgår det, at der opnås størst effekt i kemisk fældet gylle, samt i kvæg- og svinegylle, hvor der opnås en varig pH sænkning til under 5,5 ved højeste syredosering, medens den højeste dosering er for lav til at give en varig pH sænkning i afgasset gylle og centrifugeret afgasset gylle. Det tyder på, at pH skal sænkes til pH 5,5 eller derunder, for at pH skal forblive lavt. Det kan forklares med, at ved pH niveauer under 5,5 ophører den mikrobiologiske aktivitet ("syrekonservering"). Ved højere pH-værdier end ca. 5,5 vil pH stige som følge af mikrobiologisk nedbrydning af fedtsyrer.

I figur 3 er vist titreringskurverne for N-koncentraterne fra Green Farm Energy og fra Funki Manura.

For begge koncentrater gælder det, at pH som udgangspunkt er meget højt (pH 10-12). pH falder kun langsomt ved syretilsætning, indtil der er tilsat henholdsvis ca. 50 og ca. 170 ml svovlsyre pr. liter. Årsagen til dette langsomme fald er, at koncentraternes indhold af ammonium/ammoniak skaber et kraftigt buffersystem. Først når dette buffersystem er nedbrudt, sker der et kraftigt fald i pH. Forskellen i kurveforløbet mellem de to koncentrater skyldes primært forskelligt indhold af ammonium/ammoniak.

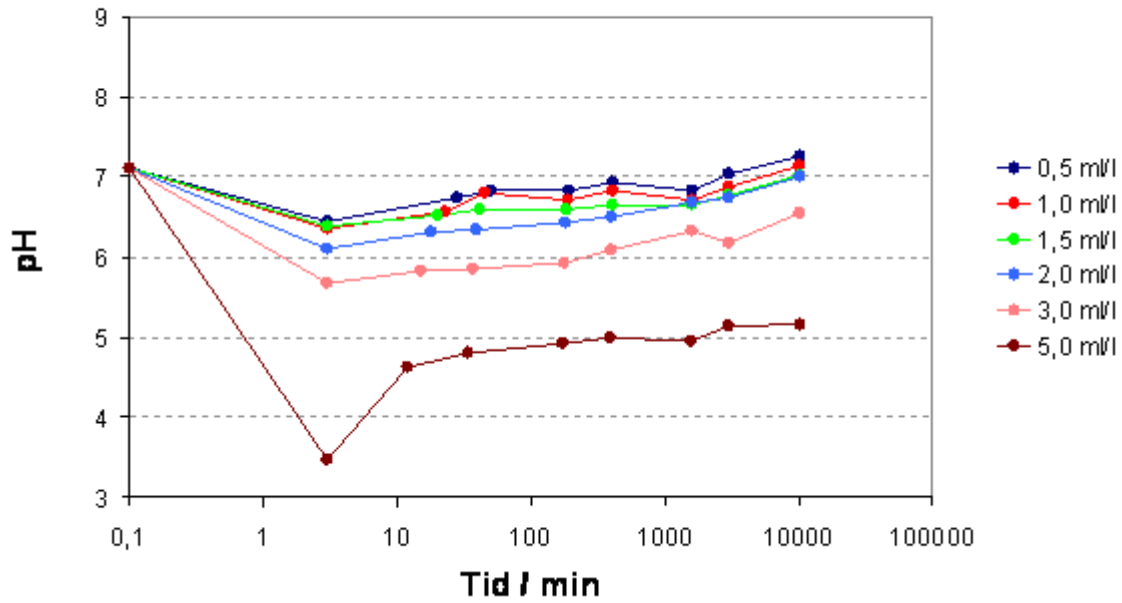
Ved pH ca. 5 er forholdet mellem kvælstof og svovl i de forsurende produkter ca. 2:1, (et sted mellem 10:1 og 5:1 er ønskeligt). Ved fuldgødsning af afgrøderne vil dette forhold føre til, at der tilføres 3-5 gange mere svovl, end planterne har behov for.

[▲ til top](#)

De efterfølgende fem diagrammer viser pH værdier som funktion af tid (logaritmisk skala) ved forskellige doseringer af 96 pct. svovlsyre til forskellige husdyrgødningstyper. 10.000 minutter svarer ca. til 7 døgn.

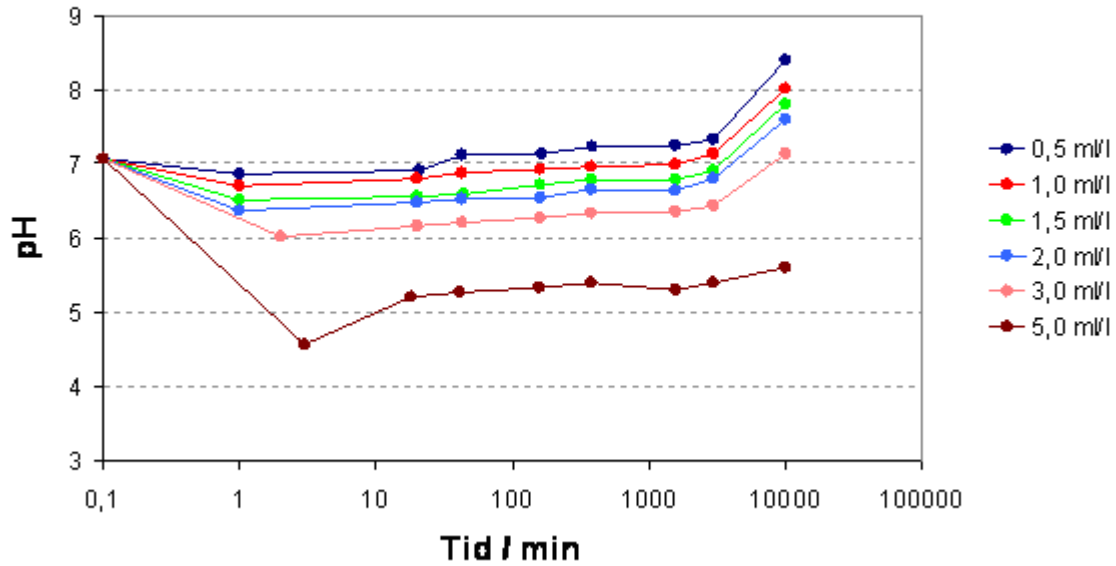
### Figur 1a

### Kvæggylle - start pH 7,1



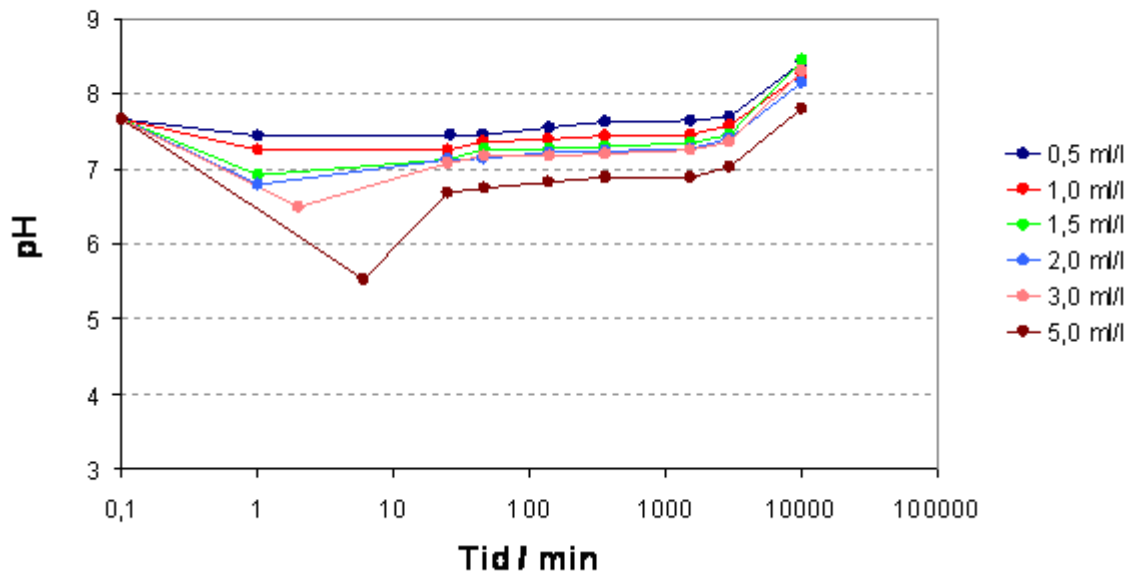
Figur 1b

### Svinegylle - start pH 7,1



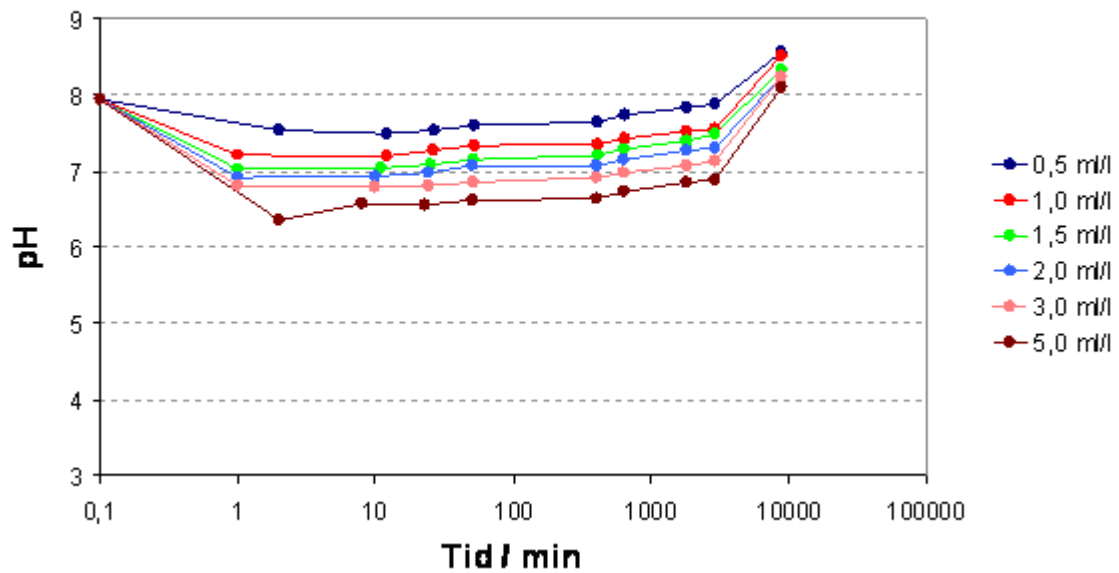
Figur 1c

### Afgasset gylle - start pH 7,7



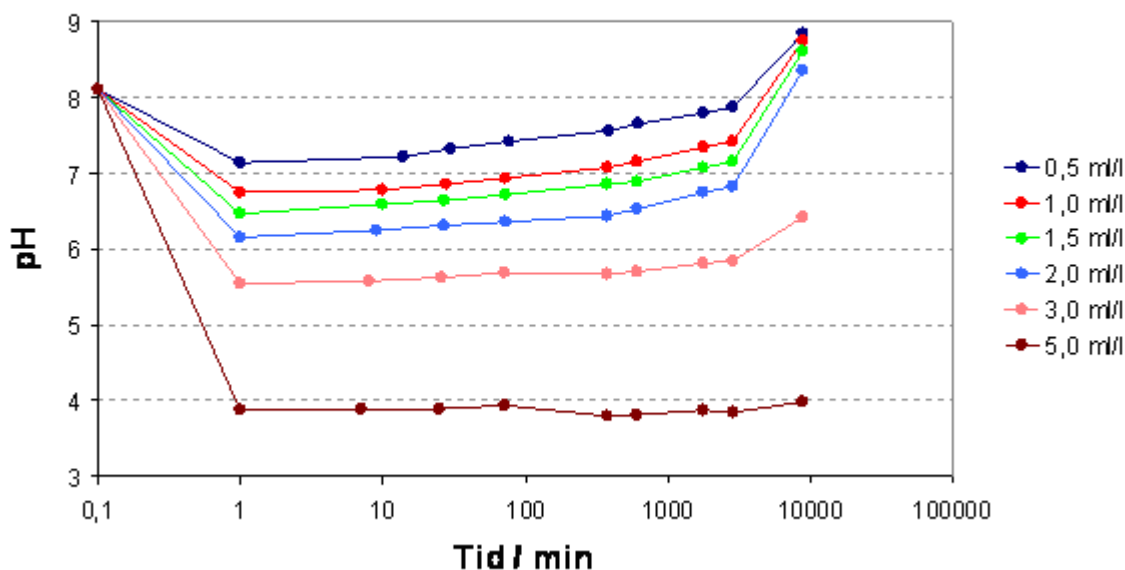
Figur 1d

### Afgasset dekanter svinegylle - start pH 7,9



Figur 1e

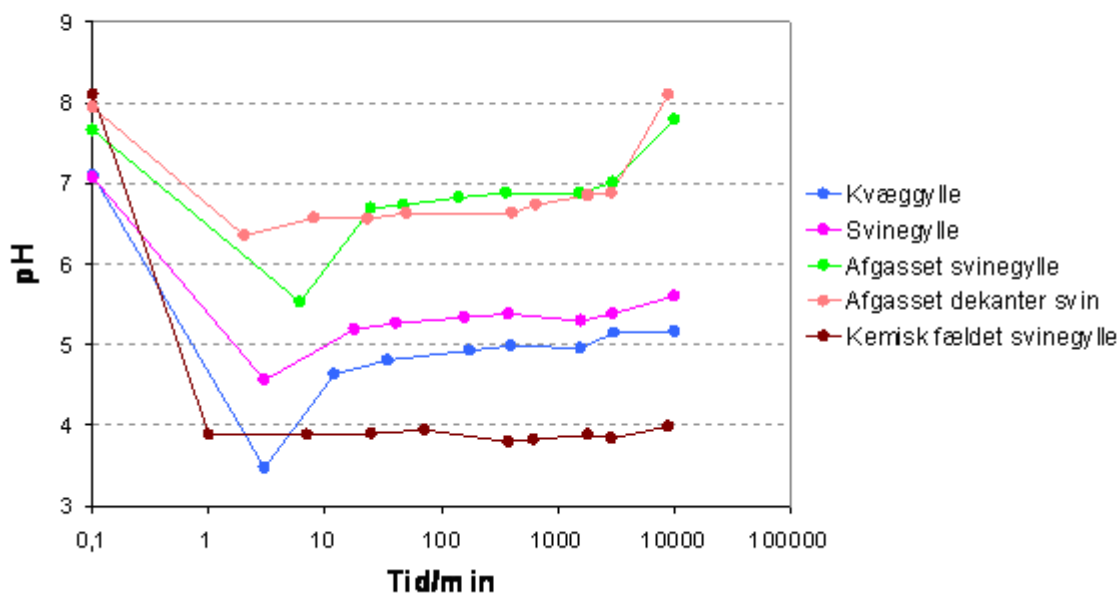
### Kemisk fældet svinegylle - start pH 8,1



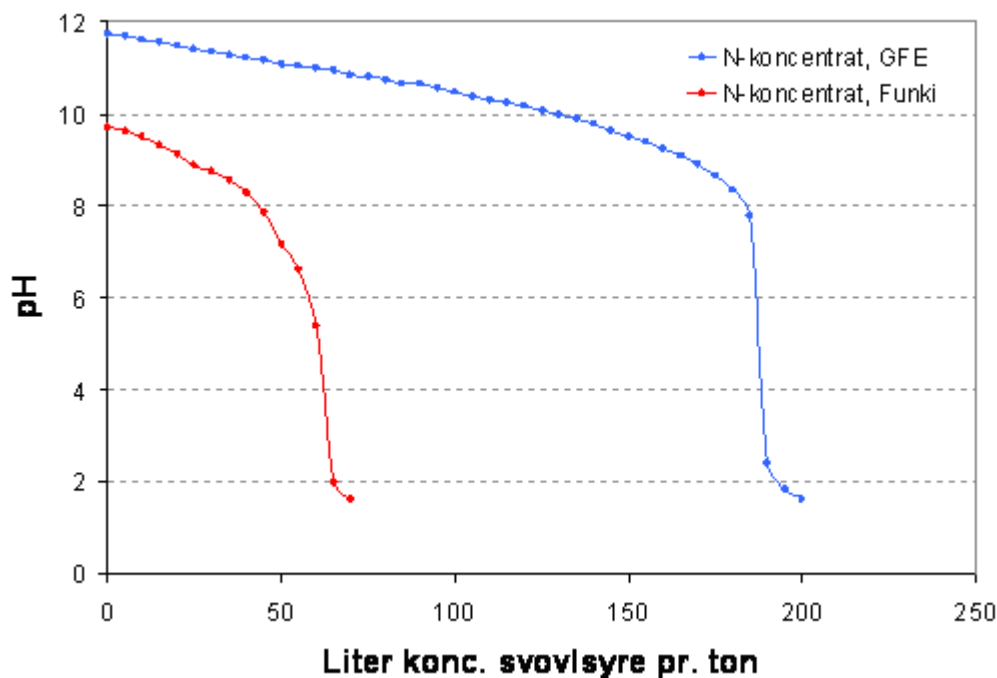
▲ til top

Figur 2. pH værdier og ændringer som funktion af tid (logaritmisk skala) i forskellige gødningstyper ved høj syredosering (5 liter koncentreret svovlsyre pr. ton) til forskellige husdyrgødningstyper. 10.000 minutter svarer ca. til 7 døgn.

### Høj syre dosering (5,0 l/ton)



**Figur 3.** Titreringskurve for N-koncentrater. pH værdier som funktion af tilsat svovlsyremængde i N-koncentrater fra Green Farm Energy og Funki Manura.



▲ til top

### Forsøg med forsuring under udbringning

I praksis tjener tilsætning af svovlsyre to formål: at sænke pH og dermed reducere ammoniakfordampningen og at berige gyllen med svovl, så det bliver muligt at foretage en fuldøgdskning af de fleste afgrøder med gyllen. For at undersøge, om det var praktisk muligt at håndtere tilsætning af svovlsyre under udbringning af gylle, blev der gennemført et demonstrationsforsøg med separeret afgasset gylle fra Fangel Bioenergi. Forsøgene blev udført i samarbejde med Danske Maskinstationer, Egekærslund Maskinstation og Kemira. I forbindelse med demonstrationsforsøget blev pH i gyllen målt.

#### Metode:

I forsøget blev der anvendt svovlsyre i en mængde, der omtrentlig vil opfylde planternes behov for svovl. Med udgangspunkt i afgasset gylle med et indhold på 5 kg N pr. ton, en dosering på 160 kg N pr. ha og 20 kg S pr. ha svarer dette til en dosering på ca. 2 kg koncentreret  $H_2SO_4$  pr. ton gylle svarende til 1,1 liter koncentreret  $H_2SO_4$  pr. ton gylle. I forsøget blev der anvendt tre doseringer af svovlsyre: 0,6, 1,3 og 2,0 liter svovlsyre pr. ton gylle.

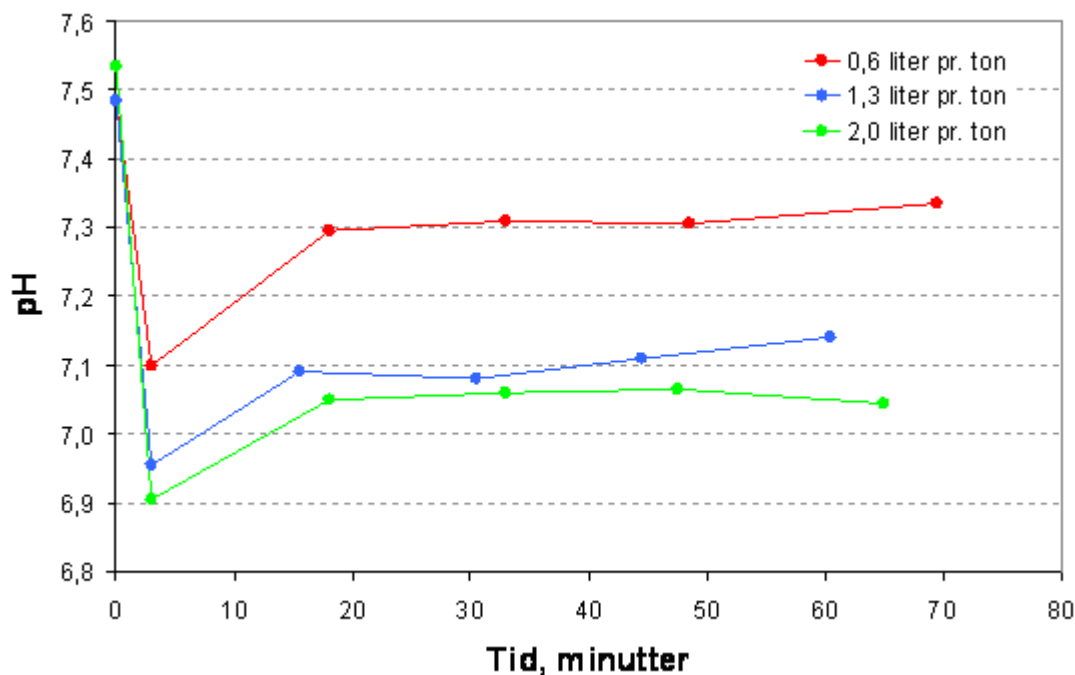
Gyllen blev udbragt med en selvkørende gylleudlægger, og svovlsyren blev tilsat ved pumpen med et stationært doseringsanlæg. Derved blev det undgået at medbringe koncentreret svovlsyre i marken.

Gyllen blev opsamlet ved udløbet af slangerne i marken, og ændringen i pH i gyllen blev fulgt over en time. For hvert doseringsniveau blev der foretaget to gentagelser. Til hver gentagelse blev der udtaget to prøver: en før forsuringen og en efter forsuringen udtaget ved slæbeslangerne. pH blev målt i begge prøver umiddelbart efter udtagning. I prøven udtaget ved slæbeslangerne blev pH desuden målt efter ca. 15, 30, 45 og 60 min.

#### Resultater:

Af figur 4 fremgår det, hvordan pH ændres fra umiddelbart før syretilsætning ( $t = 0$  min), til udbringning på marken ( $t = 3$  min), og i ca. en time efter tilsætning af syre.

**Figur 4.** Variationen i pH i tiden efter forsuring under udbringning i marken.



Ved syretilsætningen sker der et kraftigt fald i pH efterfulgt af en stigning i pH, hvorefter de alle på under 30 min stabiliserer sig. Det ses, at pH for alle forsøg efter en time stadig er lavere end pH før syretilsætning. Tendensen er den samme for alle tre syreniveauer, men den største effekt ses som forventet ved tilsætning af 2,0 l svovlsyre pr. ton gylle.

▲ til top

Tabel 2 viser gennemsnitsværdierne for pH i gylletanken før syretilsætning (start), når gyllen kommer ud af slangen (3 min.) samt efter 30 og 60 min.

**Tabel 2.** Gennemsnit af interpolerede pH-værdier før syretilsætning (start), når gyllen kommer ud af slangen (3 min) samt efter 30 og 60 min.

Syreniveau, liter svovlsyre pr. tons gylle	0,6	1,3	2,0
pH start	7,49	7,49	7,54
pH efter 3 min.	7,10	6,96	6,91
pH efter 30 min.	7,31	7,09	7,06
pH efter 60 min.	7,32	7,15	7,05

Den anvendte afgassede gylle blev analyseret for tørstof, total N, ammonium-N, P og K. Der blev udbragt 45 ton gylle pr. ha. Resultatet af analysen og den udbragte mængde næringsstoffer udspreddt pr. hektar kan ses i tabel 3.

**Tabel 3.** Næringsstofkoncentration i den separerede afgassede gylle og den udbragte mængde næringsstof pr. ha.

Næringsstof	Næringsstofkoncentration i gyllen,	Næringsstofmængde ved udbringning af
-------------	------------------------------------	--------------------------------------



	<b>Kg/ton</b>	<b>45 ton gylle pr. ha, Kg/ha</b>
Total N	3,81	160,0
Ammonium N	3,12	140,4
Fosfor	0,15	6,8
Kalium	2,02	90,9
Tørstof	16	720
Svovl (uden tilsætning af svovlsyre) )	0,0	0,0
Svovl (tilsætning af 0,6 l svovlsyre/ton gylle) )	0,38	17,1
Svovl (tilsætning af 1,3 l svovlsyre/ton gylle) )	0,76	34,2
Svovl (tilsætning af 2,0 l svovlsyre/ton gylle) )	1,21	54,45

\*)Beregnet indhold. Svovlbidrag fra tilsat svovlsyre alene.

Forsøgene viser, at tilsætning af svovlsyre til separeret afgasset gylle under udbringning resulterer i et omgående fald i pH efterfulgt af en mindre stigning, indtil pH stabiliserer sig på et konstant niveau. Denne stabilisering sker på under 30 min.

Den største effekt på ammoniak fordampningen opnås, hvis gyllen inden for få minutter trækker ned i jorden, idet pH i gyllen på overfladen stiger med tiden, og dermed øges fordampningspotentialet.

[▲ til top](#)

## Diskussion

Forsøgene viser, at det er muligt at sænke gyllens pH med ca. 0,5 enheder ved at tilsætte svovlsyre svarede til omtrent den mængde svovl, som afgrøderne har behov for. Forsøgene viser imidlertid også, at reduktionen i pH er momentan, og at der i timerne og dagene efter tilsætning sker en normalisering af pH igen. Derfor er det vigtigt for effekten, at tilsætningen af syre sker umiddelbart før eller i forbindelse med udbringning.

Den største nytteværdi af syretilsætningen forekommer i afgrøder eller systemer, hvor man ønsker at fuldgødske med gylle, og der således ikke skal suppleres med næringsstoffer i handelsgødning. Det kan f.eks. være, hvor der gødskes med væskefraktionen fra en dekanter, hvor det er muligt at fuldgødske med kvælstof, men hvor der mangler svovl.

Titrationen af N-koncentrater fra Green Farm Energy og Funki Manura viste, at det ikke er økonomisk eller planteernæringsmæssigt realistisk at sænke pH i koncentraterne med syre. Dertil skal der anvendes for meget syre.

Demonstrationsforsøget viste, at det er praktisk muligt at tilsætte svovlsyre til gyllen fra et stationært doseringsanlæg under udbringning med en selvkørende slangeudlægger, uden det gav problemer med skumning og lignende.

I praksis vil det formentlig give problemer at dosere svovlsyre til traditionelle gyllevogne. Sandsynligvis vil det give skumning fra gyllevognen, hvis syren tilsættes fra et stationært anlæg ved gården. Hvis syren tilsættes i marken under udbringning, skal koncentreret svovlsyre medbringes på gyllevognen. Af arbejdsmiljømæssige hensyn kan dette være problematisk.

[▲ til top](#)

---

Info - Byggeri og Teknik

Landscentret, Planteavl

---

Udgivet dato: 02-07-2004 13:41:00

Revideret dato: (Ikke oplyst)

Bekræftet dato: 02-07-2004 13:41:00

© 1996,2002 Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Udkærvej 15, DK-8200 Århus N. Tlf. 87 40 50 00 E-mail:  
landbrugsinfo@landscentret.dk