

## Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



**Miljø- og Fødevareministeriet**  
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond  
for Udvikling af Landdistrikterne

**LDP 2020**



Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne



---

# Ammoniak fordampning ved udbringning af separeret kvæggylle

---

**Opgave udført på bestilling fra Seges, Planteinnovation**

Faglig rapport fra Institut for Ingeniørvidenskab

2018

Tavs Nyord





## Data

Serietitel og nummer	Faglig rapport fra Institut for Ingeniørvidenskab
Titel	Ammoniak fordampning ved udbringning af separeret kvæggylle
Undertitel	Opgave udført på bestilling fra Seges, Planteinnovation
Forfatter(e)	
Afdeling	Department of Engineering, Section for Biological and Chemical Engineering, AU
Udgiver	Aarhus Universitet
Udgivelsesår	2018
Redaktion afsluttet	Maj 2018
Faglig kommentering	Peter Kai, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet
Finansiel støtte	Rekvireret opgave for Seges, Planteinnovation.
Bedes citeret	Nyord, 2018.
Gengivelse	Tilladt ved aftale med Seges og AU
Sammenfatning	Der blev gennemført 2 forsøg ved AU Foulum, der undersøgte ammoniakfordampningen efter udbringning af henholdsvis kvæggylle (ca. 7% tørstofindhold) og væskefraktion fra separeret kvæggylle (ca. 3,5 % tørstofindhold) på slætgræs, i 2017. Resultaterne for begge forsøg viste relativt samstemmende, at ammoniakfordampningen blev reduceret med ca. 30 % ved at separere gyllen.
Emneord	Ammoniak fordampning, separeret kvæggylle, slætgræs
Forsidefoto	Jens Bonderup Kjeldsen, AU Foulum oktober 2017.
Sideantal	12

## Indhold

<b>Introduktion .....</b>	<b>5</b>
<b>1.0 Forsøg .....</b>	<b>6</b>
1.1/ Mark og parceller.....	6
1.2/ Vejr.....	6
1.3/ Gylle.....	6
1.4/ Udbringning .....	7
1.5/ Målemetode og databearbejdning.....	8
<b>2.0 Resultater .....</b>	<b>9</b>
2.1/ Fordampningsforløb .....	9
2.2/ Total fordampning .....	10
<b>3.0 Konklusion.....</b>	<b>11</b>
<b>4.0 Referencer .....</b>	<b>12</b>

---

## Introduktion

Seges Planteinnovation bestilte i 2017 en eksperimentel undersøgelse af effekten på ammoniakfordampning ( $\text{NH}_3$ -fordampning) ved separering af kvæggylle, hos Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab. Formålet med forsøgene var, at undersøge effekten på  $\text{NH}_3$ -tabet fra gylle efter udbringning på marken, ved at reducere tørstofindholdet i kvæggylle, under praktisk realistiske forhold i Danmark.

Årsagen til bestillingen skal findes i, at mange kvægbrug i Danmark i dag reducerer tørstofindholdet i gylle ved separering, med det formål enten at genbruge fiberfraktionen i stalden, som lejemateriale i sengebåsene, eller eksporterer den og de tilhørende næringsstoffer til biogas-anlæg. Da mange kvægbrug samtidig har slætgræs i sædskiftet, hvor der er lovkrav om nedfældning eller forsuring ved udbringning af husdyrgødning, er det Seges Planteinnovations ønske at få sidestillet separering, lovgivningsmæssigt, med nedfældning eller forsuring, således at landmænd, der separerer gyllen, ikke også skal have udgifter til nedfældning eller forsuring, ved udbringning af gylle på græs. Andre undersøgelser har tidligere fundet, at reduceret tørstofindhold reducerer  $\text{NH}_3$  emissionen efter udbringning på marken (Sommer et al 2003; Sommer et al, 2004; Thomsen et al, 2010). Argumentet for at dette er tilfældet er, at reduceret tørstofindhold leder til hurtigere infiltration af gylle i jorden hvilket afkorter tiden, hvor fordampningen af  $\text{NH}_3$  kan ske.

## 1.0 Forsøg

Der blev gennemført 2 markforsøg, hvor NH<sub>3</sub> fordampningen blev målt med en metode der kaldes Z-inst-metode (Leuning et al, 1985; Sommer et al, 2005; Wilson et al, 1983). Z-inst-metoden benytter sig af NH<sub>3</sub>-opsamlere placeret i én højde over jorden, i parceller med et veldefineret areal, på typisk omkring 1000 m<sup>2</sup>. Afstanden fra opsamlerene til jordoverfladen afhænger af afgrødehøjden. Markforsøgene fandt sted på AU Foulum på mark 68 og mark 68-1 (GPS-koordinater 56.488766, 9.609752), i juni (1. forsøg) og oktober (2. forsøg) måned 2017. Gyllen, der blev spredt på markerne, var henholdsvis kvæggylle og væskefraktionen af kvæggylle fra samme gylletank, blot reduceret i tørstofindhold, ved separering med en skruepresse.

### 1.1/ Mark og parceller

Marken var en slætgræsmark (1 års mark), med en kløver-græs blanding etableret i vårbyg året inden. Der var taget 2 slæt inden 1. forsøg og 4 slæt inden 2. forsøg i 2017. Afgrødehøjden var i gennemsnit hhv. ca. 11 og 20 cm for 1 og 2 forsøg.

Jordbunden på marken er kategoriseret som sandjord med JB nr. 1-3 (lerindhold på omkring 5 %), med relativt højt indhold af tørstof (ca. 6 %).

Der blev anlagt 4 parceller med en indbyrdes afstand på minimum 100 m. Marken er indkredset og opdelt af et levende hegn med en højde af ca. 4 m. Ingen af parcellerne blev anlagt med mindre afstand til det levende hegn end 300 m i den fremherskende vindretning. Af samme grund blev placeringen af parcellerne først endelig fastlagt om morgenen på udbringningsdagen. Gyllen blev bragt ud i et rektangulært område (ca. 44 m længde · 36 m bredde), men parcellen blev afgrænset af overdækning med plastik, således at parcellen blev tilnærmelsesvist rund, se forsidebillede. Parcellens form blev en 8 kant, med hver side anlagt op ad periferien på en cirkel med radius på 18 m. Nettoparcellen havde en størrelse på ca. 1023 m<sup>2</sup>, hvorimod en cirkel med radius på 18, er arealet 1018 m<sup>2</sup>.

### 1.2/ Vejr

Tabel 1 Vejrdata for ammoniakfordampningsforsøg 1 og 2. Dag 1 svare til de først 24 timer efter udbringning af gylle.

Start dato for forsøg	Gennemsnitlig lufttemperatur Dag 1 (°C i 2 m højde)	Gennemsnitlig lufttemperatur i hele måleperioden (°C i 2 m højde)	Nedbør Dag 1 (mm)	Nedbør for hele måleperioden (mm)	Gennemsnitlig vindhastighed Dag 1 (m/s i 2 m højde)	Gennemsnitlig vindhastighed for hele måleperioden (m/s i 2 m højde)
Forsøg 1, 26/6	12,0	13,6	0,0	12,8	5,9	4,4
Forsøg 2, 10/10	10,9	12,1	1,1	15,9	2,9	4,0

### 1.3/ Gylle

Gyllen blev leveret fra en kommerciel malkekvægsbesætning i Midtjylland. Separeringen foregik på AU Foulum i april 2017. Halvdelen af gyllen blev separeret med en skruepresse (Börger Skruepresse, model AC 50hp, sold 50µ, modtryk 1,5 bar). Efter separering blev de to gylletyper opbevaret i to 30 m<sup>3</sup> overdækkede betontanke på AU Foulum indtil udbringning. Begge gylletyper blev kraftigt omrørt i minimum 3 timer inden udbringning.

I forbindelse med omrøringen af de to gylletanke blev der udtaget 3 gylleprøver fra hver gylletank. Prøverne blev frosset ned, indtil de blev analyseret. Resultatet af gylleanalyserne fremgår af tabel 2.

**Tabel 2 Analyseresultater for gylle anvendt i ammoniakfordampningsforsøg.**

	Tørstofindhold (%)	pH	Total nitrogen (g/l)	Ammonium indhold (g/l)	Total fosfor (g/l)	Kalium (g/l)
Forsøg 1, alm. kvæggylle (reference)	7,1	6,9	4,7	1,9	0,6	2,6
Forsøg 1, væskefraktion	3,5	7,4	3,9	1,8	0,4	2,4
Forsøg 2, alm. kvæggylle (reference)	7,1	7,0	3,0	1,8	0,4	2,2
Forsøg 2, væskefraktion	3,5	7,6	3,1	1,7	0,4	2,1

#### 1.4/ Udbringning

Gyllen blev bragt ud med slæbeslanger, monteret på en PGV 20, Samson gyllespreder (Samson Agro, Vestermarksvej 25, 8800 Viborg).



**Figur 1 Gyllevogn klar til udspreddning af gylle på græs, juni 2017, AU Foulum.**

Gyllen blev bragt ud i løbet af 5 min. i hver parcel. Ammoniakmålerne blev sat op, da halvdelen af gyllen var bragt ud i parcellen. Tildækning af områder i bruttoparcellen med plastik, blev påbegyndt straks efter udbringning blev afsluttet.



Tildelingsmængden af gylle, var præcis 30 ton/ha i alle parceller. Der blev udbragt 56 til 64 kg ammonium/ha i de 8 forsøgsparcer. Forskellen fremkommer ved forskellige mængder ammonium pr. kg gylle. Der blev taget 1 gylleanalyse for hver parcel.

### 1.5/ Målemetode og databearbejdning

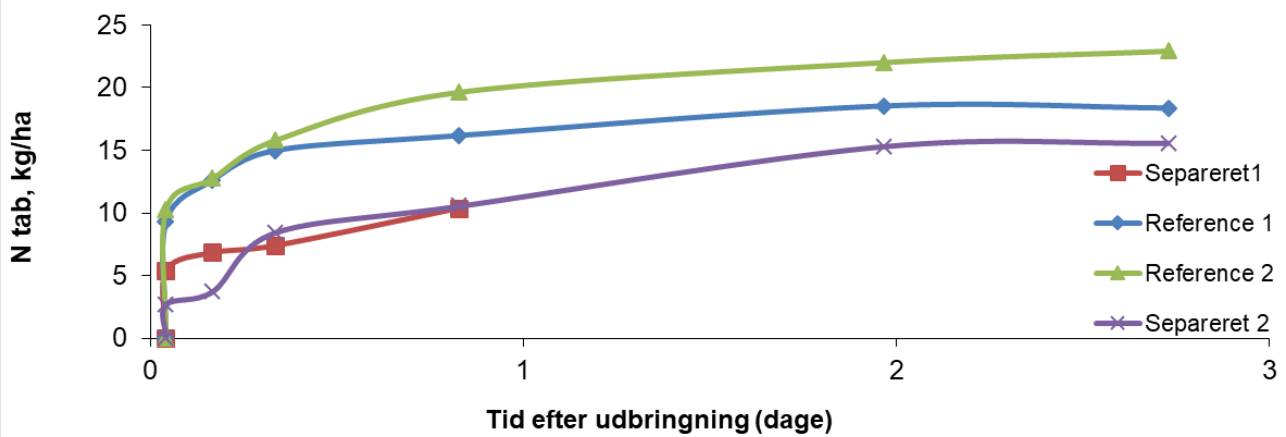
Ammoniakkoncentrationen i luften blev målt med såkaldte "Leuning samplere" (Leuning et al, 1985), hvor  $\text{NH}_3$  opsamles i et rør, hvori en oprullet tynd metalplade er coatet med oxalsyre, som ammoniakken i luften reagerer med og dermed omdannes til ammonium. Ammonium vaskes ud af røret og koncentrationen måles. Ved hjælp af mikrometeorologisk teori, udregnes  $\text{NH}_3$ -fordampningen på baggrund af afgrødehøjde og koncentrationsmålinger. Specifikt er beregningen af  $\text{NH}_3$ -fordampningen er sket ved anvendelse af "enkelt-højde" IHF metode og har fulgt den såkaldte Z-inst metode (Sommer et al, 1995). Der blev målt emission i 48-65 timer efter udbringning. Regn gjorde det unødvendigt at måle længere tid, se tabel 1.

Ved 1. forsøg væltede den ene af masterne, der holder  $\text{NH}_3$ -opsamlerne, den første nat efter udbringning. Derfor er der for den ene af gentagelserne for behandlingen "Separeret" (gylle med reduceret tørstofindhold), kun måling de første 19 timer efter udbringning.

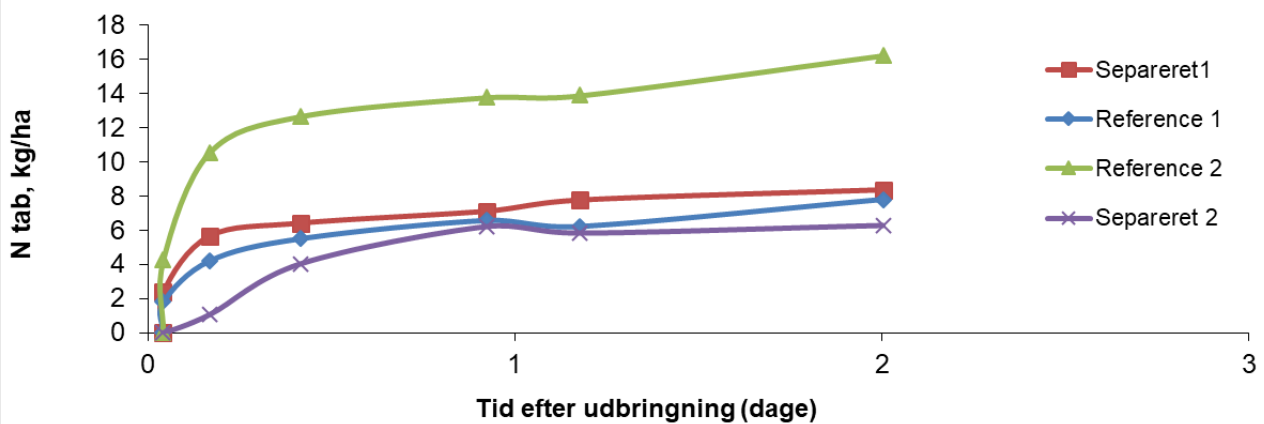
## 2.0 Resultater

### 2.1/ Fordampningsforløb

Nedfor er vist kurver der beskriver den akkumulerede  $\text{NH}_3$ -fordampning fra behandlingerne i de to forsøg.



Figur 2 Kumuleret ammoniakfordampning for to forskellige behandlinger af kvæggylle (forsøg 1). Fordampningen er omregnet til kg/ha



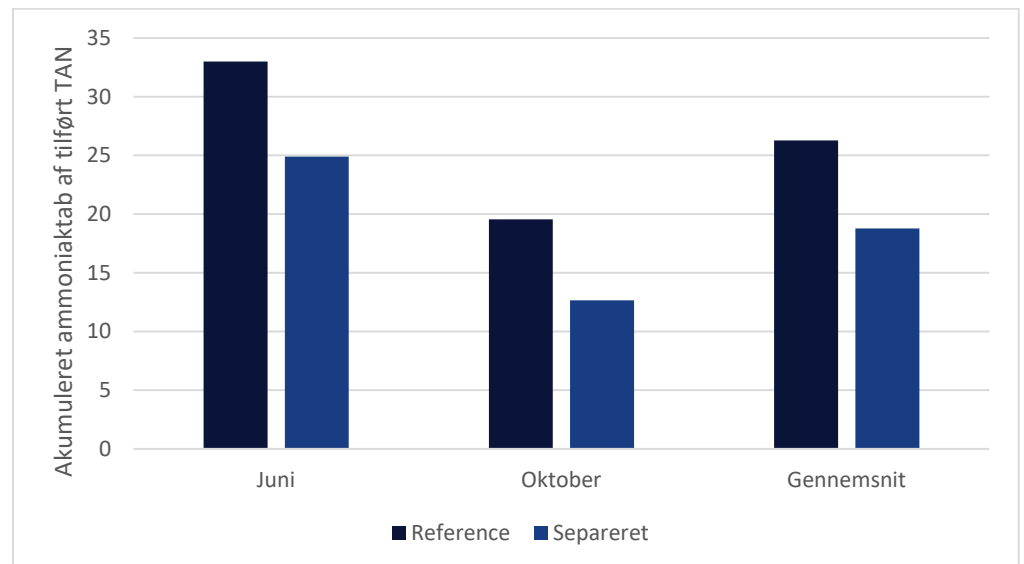
Figur 3 Kumuleret ammoniakfordampning for to forskellige behandlinger af kvæggylle (forsøg 2). Fordampningen er omregnet til kg/ha.

Som det ses af figur 1 og 2 så har  $\text{NH}_3$ -fordampning fra gyllen i de to forsøg, fulgt et "normalt emissionsmønster" over tid (Hafner et al, 2018). Dvs. relativ stor fordampning i de første ca. 6 timer, hvorefter fordampningsraten aftog, for til sidst at nærme sig nul (dvs. meget lille stigning i akkumuleret fordampning, som vist i figur 1 og 2). Det kan bemærkes at i begge forsøg har måleperioden været relativt kort, henholdsvis ca. 3 døgn og 2 døgn, på grund af relativt store mængder nedbør. Nedbøren får gyllen til at infiltrere i jorden, hvilket reducerer fordampningen, som følge af at ammonium bindes til jordkolloider og organisk stof og derved ikke fordampes til atmosfæren. Det kan dog ikke udelukkes, at en mindre del af ammonium fra gyllen, ved en senere tør periode, vil kunne transporteres til jordoverfladen og fordampe. Det vil dog med meget stor sandsynlighed kun være en mindre del af den totale fordampning, der vil ske på denne måde. Derfor anses det ikke som et problem, at fordampningsmålingerne blev afsluttet tidligere end forventet.

Grunden til at målingerne for behandling "separeret 1" i forsøg 1, ikke har forløbet lige lang tid som de øvrige målinger i det forsøg, skyldes en væltet mast, hvorpå ammoniakmålerne var monteret, se afsnit 1.5. Det fremgår også af figur 1, at observationen "Separeret 1", har et kurveforløb der minder meget om observationen "Separeret 2", hvorfor der regnes med emissionen ved målingens slutning fra "Separeret 2", når total fordampningen for behandlingerne udregnes.

## 2.2/ Total fordampning

Af figur 4 fremgår det at udbringning af separeret kvæggylle, medførte reduceret  $\text{NH}_3$ -fordampningen i de to forsøg, med ca. 30 % sammenlignet med ikke-separeret kvæggylle. Ved at separere gyllen, blev tørstofindholdet halveret fra ca. 7 til 3,5 %. Denne reduktion i tørstofindholdet medfører i langt de fleste tilfælde hurtigere infiltration af gylle i jorden, hvorved perioden, hvor  $\text{NH}_3$  kan fordampe, reduceres og dermed sænkes potentialet for fordampning (Sommer et al, 2004).



Figur 4 Total ammoniakfordampning fra kvæggylle (Reference) og væskefraktion fra separeret kvæggylle opgjort som relativt tab, i forhold til udbragt ammonium N med gyllen.

Trods de forskellige omstændigheder i klima og jordforhold i forsøg 1 og 2, er reduktionen i  $\text{NH}_3$ -fordampning relativt identisk i de to forsøg. Dette kan være udtryk for generel tendens, men kan også være en tilfældighed. For at kunne sandsynliggøre dette, så kræver det dog langt flere forsøg eller sammenligning med tidligere resultater.

## 3.0 Konklusion

NH<sub>3</sub>-fordampningen efter udbringning af væskefraktion fra separeret kvæggylle, blev i disse to enkeltstående forsøg, reduceret med ca. 30% i gennemsnit, sammenlignet med ikke separeret kvæggylle. Reduktionen skyldes sandsynligvis lavere tørstofindhold i gyllen med deraf følgende øget infiltrationshastighed i jorden.

## 4.0 Referencer

Hafner,S.D., A.Pacholski, S.Bittman, W.Burchill, W.Bussink, M.Chantigny, M.Carozzi, S.Genermont, C.Hani, M.N.Hansen, J.Huijsmans, D.Hunt, T.Kupper, G.Lanigan, B.Loubet, T.Misselbrook, J.J.Meisinger, A.Neftel, T.Nyord, S.V.Pedersen, J.Sintermann, R.B.Thompson, B.Vermeulen, A.V.Vestergaard, P.Voylovokov, J.R.Williams, and S.G.Sommer. 2018. The ALFAM2 database on ammonia emission from field-applied manure: Description and illustrative analysis. *Agricultural and Forest Meteorology* 258:66-79.

Leuning,R., J.R.Freny, O.T.Denmead, and J.R.Simpson. 1985. A sampler for measuring atmospheric ammonia flux. *Atmospheric Environment* 19:1117-1124.

Sommer,S.G., S.Géneremont, P.Cellier, N.J.Hutchings, J.E.Olesen, and T.Morvan. 2003. Processes controlling ammonia emission from livestock slurry in the field. *European Journal of Soil Science* 19:465-486.

Sommer,S.G., M.N.Hansen, and H.T.Søgaard. 2004. Infiltration of slurry and ammonia volatilization. *Biosystems Engineering* 88:359-367.

Sommer,S.G., S.M.McGinn, and T.K.Flesch. 2005. Simple use of the backwards Lagrangian stochastic dispersion technique for measuring ammonia emission from small field-plots. *European Journal of Agronomy* 23:1-7.

Sommer,S.G., H.Mikkelsen, and J.Mellqvist. 1995. Evaluation of meteorological techniques for measurements of ammonia loss from pig slurry. *Agricultural and Forest Meteorology* 74:169-179.

Thomsen,I.K., A.R.Pedersen, T.Nyord, and S.O.Petersen. 2010. Effects of slurry pre-treatment and application technique on short-term N<sub>2</sub>O emissions as determined by a new non-linear approach. *Agriculture Ecosystems & Environment* 136:227-235.

Wilson,J.D., V.R.Cathpoole, O.T.Denmead, and G.W.Thurtell. 1983. Verification of a simple micrometeorological method for estimating the rate of gaseous mass transfer from the ground to the atmosphere. *Agricultural Meteorology* 29:183-189.

