

## Projektbeskrivelse for projekter under Vandmiljøplan III

i henhold til Fødevareministeriets aktstykke 166 af 17. maj 2004,  
tiltrådt af Finansudvalget den 26. maj 2004

### 1. Projektets titel

---

Udvikling af gylleteknologi koncepter til reduktion af miljøpåvirkning og optimering af gødningsværdi af husdyrgødning.

### 2. Projekt resumé (Maks. 10 linier)

---

Adskillelse af gyllens næringsstoffer – specielt kvælstof og fosfor – ved gylleseparering kan sikre en mere præcis tildeling af plantenæringsstoffer svarende til afgrødens behov og derved bidrage til en reduktion af udledning af kvælstof og fosfor til miljøet som krævet i aftalen om Vandmiljøplan III. Opkoncentrering af gyllens næringsstoffer kan bidrage til, at det bliver enklere at omfordele næringsstofferne fra områder med stor husdyrproduktion til områder med mindre husdyrproduktion, hvorved der opnås ”plantenæringsstof harmoni”. Ny teknologi vil også bidrage til reduktion i ammoniakemissioner og lugtgener. I dette projekt udvikles og dokumenteres teknologier til behandling af husdyrgødning med henblik på reduktion af miljøpåvirkning og optimering af gødningsværdien, der anvendes i hele kæden fra husdyrgødningen forlader stalden til slutanvendelse i marken. I projektet indgår forædling af de fiberrige separationsprodukter med henblik på at fremme værdien og øge muligheden for at afsætte produkterne.

### 3. Institution og afdeling

---

Danmarks JordbrugsForskning (DJF-JBT)  
Afdeling for Jordbrugsteknik  
Forskningscenter Bygholm  
Postboks 536, 8700 Horsens

Danmarks JordbrugsForskning (DJF-JPM)  
Afdeling for Jordbrugsproduktion og Miljø  
Forskningscenter Foulum  
Postboks 50, 8830 Tjele

Dansk Landbrugsrådgivning (DL-BT)  
Landscentret,  
Byggeri og Teknik  
Udkærsvej 15, DK-8200 Århus N

Dansk Landbrugsrådgivning (DL-P)  
Landscentret,  
Planteavl  
Udkørsvej 15, DK-8200 Århus N

#### 4. Projektleder og kontaktperson

---

##### *Projektleder*

Seniorforsker Sven G. Sommer, Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsteknik. Tlf.: 76296063, E-mail: Sveng.sommer@agrsci.dk

##### *Kontaktperson*

Seniorforsker Peter Sørensen, Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsproduktion og Miljø. Tlf.: 89991748, E-mail: Peter.Sorensen@agrsci.dk.

Specialkonsulent Jørgen Hinge, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik. Tlf.: 87 40 55 74, E-mail: JOH@landscentret.dk

Konsulent Torkild Søndergaard Birkmose, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteavl. Tlf. 87 40 54 32, E-mail: [TSB@landscentret.dk](mailto:TSB@landscentret.dk).

#### 5. Projektperiode

---

Start: September 2004

Forventet sluttidspunkt: Juni 2006

#### 6. Samarbejdsrelationer

---

##### **Styring af projektet**

Projektet vil blive koordineret af Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsteknik ved Sven G. Sommer. Øvrige deltagere i projektet er Danmarks Jordbrugsforskning, Afdeling for jordbrugsforskning og miljø og Dansk landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik samt Planteavl.

##### *Styregruppen og arbejdsgruppe*

Der er nedsat en styregruppe for de specifikke projekter iværksat i forbindelse med vedtagelse af vandmiljøhandlingsplan III (VMPIII).

I dette projekt nedsættes en arbejdsgruppe der skal følge fremgangen i projektet og bidrage til at sikre samarbejdet mellem projektets deltagere. Arbejdsgruppe, der mødes ½ årligt, vil bestå af følgende deltagende institutioner:

- Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsteknik, Sven G. Sommer og Henrik B. Møller

- Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsproduktion og Miljø, Peter Sørensen og Bent T. Christensen
- Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik, Jørgen Hinge
- Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteavl, Torkild Søndergaard Birkmose

Det er koordinators opgave at sikre projektet gennemføres som beskrevet i projektet og at projektdeltagerne samarbejder om fælles eksperimenter som beskrevet i projektbeskrivelse, gennemfører delprojekter som angivet ved anførte milepæle samt leverer de i denne projektbeskrivelse nævnte resultater. Koordinator er ansvarlig for udfærdigelse af statusrapporter og slutrapport.

Projektdeltagerne ansvar er at gennemføre delprojekter i henhold til projektbeskrivelse og sikre et godt samarbejde ved at delprojekter gennemføres som beskrevet, gennemfører projektet som angivet ved milepæle og leverer de resultater der er lovet i projektet. Der kan kun ske ændringer i projektet efter aftale med koordinator og de projektdeltagere der berøres af ændringerne. Projektdeltagerne skal bidrage med beskrivelse af fremgang i delprojekterne til statusrapporten og til slutrapporten.

## 7. Projektets hovedformål

---

Dette projekt vil bidrage med udvikling af teknologi og driftsteknik til reduktion af kvælstof og fosforudledning til miljøet som aftalt i Vandmijøplan III. Projekter sigter mod optimering af separation af gylle, reduktion af lugt fra udbragt gødning, samt til udvikling af metoder til håndtering og udbringning af gylle med henblik på reduktion af miljøgener. Teknologierne udvikles med det formål at reducere udledning af kvælstof og fosfor fra landbruget til miljøet og sikre en optimal udnyttelse af næringsstoffer i den udbragte gødning. Projektet vil bidrage med viden og information til at sikre bedst mulig udnyttelse af teknologi til separering af gylle og reduktion af eventuelle negative sideeffekter som følge af ny teknologi. Endvidere vil der blive forsket i forarbejdning af separeringsprodukter.

Indsatsen er fokuseret på følgende hovedområder:

1. Optimering og udvikling af teknologi til separering af gylle med henblik på at opnå N og P harmoni
2. Teknologier til forædling af separeringsprodukter og karakterisering af gødningsværdi
3. Samspil mellem lugt, ammoniaktab, udvaskningstab og anvendt teknologi

## 8. Projektets baggrund, afgrænsning og nyhedsværdi

---

### **Baggrund**

I Danmark har specialisering af landbrugsproduktionen medført storproduktion på enkelte landbrug og koncentreret af husdyrproduktionen regionalt. Derfor er der områder, hvor det ikke er muligt at opfylde kravene om harmoni mellem produktionen af kvælstof og fosfor i husdyrgødning og afgrødernes næringsstofbehov. Dette på trods af, at det samlet set er muligt at opretholde en bæredygtig og harmonisk husdyrproduktion i Danmark.

Kravene om harmoni mellem husdyr- og planteproduktion bliver til stadighed strammet og i aftalen om Vandmiljøplan III er der krav om harmoni mellem produktion og behov for både kvælstof og fosfor med det sigte at reducere udledning af kvælstof og fosfor til miljøet. Dette krav vil øge efterspørgslen på tekniske løsninger af overskudsproblemer. Det store volumen af gylle med lavt indhold af næringsstoffer udgør den største hindring for at fjerne de lokale overskudsproblemer ved transport. Der er derfor behov for at kunne separere gylle i en væskefraktion med lavt næringsstofindhold og en "lille" tørstoffrig fraktion med højt indhold af næringsstoffer. Væskefraktionen forventes at blive anvendt til vanding lokalt og tørstoffractionen transporteres bort. Teknikker, der effektivt separerer gyllen, er imidlertid dyre i indkøb og i drift, og en del af de udviklede separatore er meget komplicerede. Det er derfor et mål for forskningen at udvikle separeringsteknologier der er tilpasset løsning af den enkelte husdyrproducentens harmoniproblemer.

Det må også forventes at der vil blive stillet yderligere krav til reduktion af ammoniak emission fra husdyrproduktion og at kravene vil blive strammet i bufferzoner ved naturområder, der er sårbare for afsætning af kvælstof. En af de meget lovende teknologier til reduktion af ammoniakfordampning fra stalde er forsuring af gyllen i fortank og gyllekanal, som producerer en gylle med et højt sovlindehold, lavt pH og et højt indhold af organiske syre. Fuld udnyttelse af potentialet i denne gylle stiller nye krav til efterbehandling og udbringning.

Afledt af ny teknologi til separering af gylle og reduktion af ammoniakfordampning opstår behov for udvikling af teknologi til behandling af separeringsprodukter og behov for ændret eller ny håndtering af behandlet husdyrgødningen og af separeringsprodukterne. Der er også behov for vurdering af risiko for udnyttelse og tab af svovl og udvaskning af nitrat og svovlforbindelser ved udbringning af separeringsprodukter og forsuret gylle i marken.

### **Afgrænsning**

Dette projekt vil bidrage med viden og information til sikring af en optimal udnyttelse af teknologi til separering af gylle og reduktion af ammoniakfordampning, samt til forarbejdning af separeringsprodukter med henblik på at sikre mindst mulig påvirkning af miljøet og høj gødningsvirkning. Der vil blive udarbejdet vejledninger til brug ved valg af separeringsteknologi som vil blive opdateret løbende. En væsentlig indsats bliver at udvikle teknologi til separering af ammonium fra væskefraktionen produceret ved "enkel" fosforfjernelse. Væskefraktionen fra separering har ofte et stort ammoniaktabspotentiale, derfor er en af aktiviteterne i projektet at udvikle nedspulings teknologi til sikker udbringning af væskefraktionen. I projektet undersøges effekten af forgæring af gylle i biogasanlæg og separation på omsætning af organisk kvælstof og

sedimentation under lagring. Potentialet for forædling af fiberfraktion ved pyrolyse vil blive undersøgt og tilgængeligheden af næringsstoffer i askefraktion vil blive kvantificeret. En hurtig analyse til bestemmelse af indholdet og kvaliteten af plantenæringsstoffer i separations produkter og forædlede separations produkter udvikles. Forsuring af gylle med henblik på at reducere påvirkning af miljøet forårsaget af ammoniakfordampning fra stalde og lagre giver nye gylletyper. Mulighed for behandling af den forsurede gylle med henblik på at øge kvælstofudnyttelsen undersøges, og sideeffekter i form af sulfatreduktion kvantificeres. Udnyttelse af kvælstof i gylle og fiberfraktion vil være genstand for en sammenfatning af viden og undersøgelser i markforsøg, herunder vil risiko for svidningsskader samt køre- og strukturskader ved gylleudbringning blive undersøgt. I markforsøg gennemføres undersøgelser med henblik på dokumentation af effekten af nedfældning på kvælstofudnyttelse og på reduktion af lugtgener.

I forhold til projekter der emnemæssigt ligger tæt op af dette projekt og som er finansieret af ministeriet er der følgende afgrænsning:

- 93S-2465-Å02-01326 (900) Husdyrgødning, dokumentation af miljøeffekter ved bioforgasning og separation af gylle – begrænsning af lugt og ammoniakfordampning og næringsstofftab (afsluttet). Det nye projekt præsenteret her i ansøgningen vil som noget nyt bidrage med dokumentation af effekt på lugt og udbytte ved gyllenedfældning i afgrøder, hvor projektet 93S-2465-Å02-01326 (900) alene så på effekten af separation og bioforgasning af gylle.
- 93S-2465-Å01344 (212) Optimal gødnings- og miljømæssig anvendelse af separerings produkter af husdyrgødning.. Projektet har skabt en grundlæggende viden om næringsstofudnyttelsen i forskellige separeringsprodukter. Herunder er det bl.a. demonstreret, at ammoniakfordampningen fra overfladeudbragt ammoniakvæske er meget betydelig. Nødvendigheden af et egnet udbringningsudstyr blev dermed demonstreret.
- 3401-65-03-422. Husdyrgødnings sammensætning og gødningsværdi bestemt ved NIR analyse (Afsluttes december 2005) I det etablerede projekt undersøges potentialet for anvendelse af NIR til hurtig-analyse af gylle. I nærværende projekt vil vi undersøge mulighederne for anvendelse af NIR til analyse af separeringsprodukter.
- Staring Miljø A/S har deltaget i et nu afsluttet innovationsprojekt ("Landbrugsmaskiner/-udstyr – Gylleforsuringsanlæg") hvor selve gylleforsuringsteknikken blev udviklet og der blev målt på effekter på ammoniaktab, lugt samt udbytteeffekter i mark. Staring Miljø A/S har et projekt i gang omkring separering af forsuret gylle. Desuden er der søgt penge til et projekt om effekt af brintoverilte tilsætning på lugt fra gylle. I nærværende projekt fokuseres på effekten af forsuring/beluftning på omsætning og udnyttelse af kvælstof og svovl i gylle samt på omsætning og udnyttelse af produkter efter kombineret forsuring og separering af gylle
- 

## Nyhedsværdi

Projekt vil bidrage med udvikling og implementering af ny teknologi og driftsteknik til separering af gylle, reduktion af lugt fra udbragt gødning, samt til udvikling af metoder til håndtering og udbringning af gylle med henblik på reduktion af miljøgener i forbindelser med håndtering af husdyrgødningen og med det formål at sikre en optimal udnyttelse af næringsstoffer i den udbragte gødning. Der produceres ny viden og teknik til reduktion af ammonium i væskefraktionen og optimal udbringning af væskefraktionen fra separering. Aktiviteter vil bidrage til forædling af fiberfraktionen og måling af de nye gødningsprodukters værdi som plantenæring. Projektet vil bidrage med ny viden om optimal udnyttelse af gødningsprodukterne og med dokumentation af effekten af ny teknologisk effekt på udnyttelsen af næringsstoffer i udbragt gylle og reduktion af lugtgener. Endelig vil der tilvejebringes ny viden om sideeffekter af forsuring af gylle – svovlgødskning, svovlreduktion og om udbringning af gylle med ny teknologi – svidningsskader, køre og strukturskader.

## 9. Samlet projektbeskrivelse, herunder detaljeret beskrivelse af delprojekter og milepæle

---

### Organisering af projektet

Projektet gennemføres i form af følgende tre delprojekter:

- **Delprojekt I:** (DL-BT, DJF-JBT)
- **Delprojekt II:** (DJF-JPM, DJF-JBT)
- **Delprojekt III:** (DL-P, DL-BT, DJF-JPM og DJF-JBT)

I det følgende gives et kort resume over de enkelte delprojekter samt de forventede resultater i delprojekterne. En detaljeret beskrivelse af delprojekterne er vedlagt som bilag til ansøgningen.

### Delprojekt I: Beslutningsstøtte til og udvikling af separeringsteknologi

#### *Resume*

Producenter, der ønsker at investere i udstyr til separering og behandling af gylle har behov for uhindret adgang til den nyeste viden om gylleseparering og behandlingsanlæg. Der er udviklet gyllebehandlingsanlæg som er blevet testet eller har været i drift hos danske og udenlandske landmænd og der er lovende anlæg under udvikling under overvågning af virksomheden eller institutionen, der udvikler anlægget. I denne del af projektet vil viden fra test og afprøvning af gyllebehandlingsanlæg blive indsamlet med henblik på at vurdere styrke og svagheder ved forskellige anlæg og anlægskoncepter. Endvidere vil der blive givet støtte til vurdering af økonomien ved separation med forskellige teknologier. Resultatet af vidensindsamlingen vil blive offentliggjort i en rapport der udformes så den kan anvendes til støtte ved beslutning om valg af anlæg til løsning af ”harmoniproblemer”.

Der findes i dag flere robuste teknologier, der kan separere fosfor fra gylle over i en mindre tørstofrig fiberfraktion. Disse teknikker separerer også en del af den organiske kvælstof fra gyllen men størstedelen af kvælstoffet i form af ammonium fjernes ikke fra væskefraktionen. En mulig teknik til separering af ammonium er stripping af ammoniak fra væskefraktionen ved opvarmning eller tilsætning af base, hvor den ”strippede”

ammoniak ledes over i en luftstrøm fra stripperen, hvorefter luften ledes gennem en scrubber hvor ammoniakken tilbageholdes i en lille mængde syre. Denne teknik skal udvikles til brug i landbruget og tilpasses f.eks. en forbehandling i biogas anlæg eller separering.

Gylle der behandles i biogas anlæg eller i kombinationer af biogasanlæg og separatorer ændrer sammensætning. I biogasanlægget omdannes organisk kvælstof til ammonium som er let tilgængeligt for afgrøder efter udbringning af gødningen i marken. Det er vigtigt at vide hvor meget kvælstof der bliver omsat for at kunne kvantificere indholdet af omsætteligt kvælstof i udbragt forgæret gylle. Dette vil blive undersøgt ved omsætning af gylle i biogasanlæg under kontrollerede forhold. Forgæret og separeret gylle lagdeles også forskelligt i forhold til ubehandlet gylle. Det vil derfor blive undersøgt hvor meget bundfald og flydelag, men især hvor meget bundfældning reduceres ved en forbehandling af gylle. Et resultat kunne være at omrøringsstrategier bør ændres på ejendomme hvor gyllen behandles ved separering, i biogas anlæg eller i anlæg hvor gylle behandles i biogasanlæg og efterfølgende separeres.

### **I.1: Beslutningsstøtte til valg af separeringsteknologi**

#### Resultater

Dec. 2004- juli 2005: Viden vedrørende separering af gylle formidles via LandbrugsInfo (temaside om gylleseparering) og DJF's hjemmeside fra dec. 2004 og ved artikler i fagpressen.

Juli 2005 foreligger teknisk rapport der formidles i papirudgave og via LandbrugsInfo samt på DJF's hjemmeside.

### **I.2. Udvikling af ammoniak stripper og skrubber**

#### Resultater

September 2004-November 2005: Bidrag til formidling i delprojekt III.1.1.

September 2005: National artikel om ammoniak fjernelse

September 2005. International artikel om ammoniak fjernelse.

Juni 2006. Artikel om ammoniakfjernelse.

### **I.3: Omsætning af kvælstof ved fermentering i biogasanlæg**

#### Resultater

September 2005: National artikel om omsætning af organisk kvælstof i biogasreaktorer

November 2005: National artikel om omsætning af N i jord iblandet fermenteret gylle.

### **I.4: Lagdeling i lagre af behandlet gylle**

Resultater

Februar-Marts 2005: Dansk publikation om lagdeling af N, P og tørstof i lagre med afgasset, separeret og ubehandlet gylle

## **Delprojekt II. Forædling af fiberfraktion fra separering af gylle**

*Resume*

Ved separering af gylle dannes en fiberfraktion med højt tørstof og næringsstofindhold. På trods af at fiberfraktionen har et højt indhold af fosfor og indeholder en del kvælstof har det ikke været muligt at afsætte fraktionen. Forædling af fiberfraktionen ved fjernelse af det organiske stof og vand vil øge værdien af produktet. En lovende teknik til behandling er tørring af fiberfraktionen og iltfri omsætning ved pyrolyse, hvor det organiske stof omsættes til gasser ved høj temperatur. I asken findes ikke-flygtige forbindelser som fosfor og kalium og undersøgelser vil vise om kvælstof vil blive udledt som reduceret ammoniak. I denne aktivitet undersøges forgasningspotentialet af fiberfraktionen fra forskellige separatorer, der laves en massebalance for næringsstoffer og tungmetaller ved pyrolyse samt måles emission af gasser ved forbehandling.

For at kunne afsætte separeringsprodukter er det vigtigt at kunne dokumentere produkternes gødningsværdi og der er behov for løbende at udføre analyser af produkterne for at dokumentere indholdet af næringsstoffer. Derfor gennemføres undersøgelser af produkternes indhold af tilgængeligt fosfor og kalium og der afprøves en ny hurtig metode baseret på NIR til samtidig analyse af N, P og K samt plantetilgængelighed af N.

### **II.1: Pyrolyse af fiberfraktion**

Resultater

April. 2005: Dansk publikation om effekt af tørring af fiberfraktion

September. 2005: Dansk publikation om pyrolyse af fiber fraktion

September 2005: Dansk publikation om tungmetalindhold i askefraktion fra pyrolyse

### **II.2: Plantetilgængelighed af P og K i pyrolysebehandlet fiberfraktion (DJF-JPM)**

Resultater

Dec. 2005: Dansk publikation om undersøgelse af P og K tilgængelighed i forasket fiberfraktion

### **II.3. Hurtig-analyse af N, P og K i separeringsprodukter**

Resultater:

Dec. 2005: Dansk publikation om hurtig analyse af total-N, ammonium, P, K, plantetilgængelighed af N og tørstof i separeringsprodukter.



### **III. Udvikling af teknologi til optimal udbringning af gylle og nye gødningstyper.**

#### *Resume*

Visse gyllebehandlingsanlæg der løser problemer med overskud af næringsstoffer på husdyrbrug producerer flydende kvælstofgødninger med et højt ammoniaktabspotentiale. Udviklingen af disse anlæg har således skabt et behov for driftsikre og effektive gødningsspredere, der kan udbringe den kvælstofrige flydende gødning, præcist i små rater uden at ammoniak tabes under eller efter udbringning. En af erfaringerne fra mindre forprojekt med udvikling nedspulingsteknologi var, at det for at sikre en dyb nedspuling, kræves at dyserne skal yde mange liter pr. minut. Med så koncentrerede gødninger som der produceres i gyllebehandlingsanlæg, og med krav om begrænset afstand mellem dyserne, vil det resultere i udbringning af for store mængder kvælstof pr. ha. I dette projekt er det målet at udvikle og teste en punktnedfælder, idet der ved punktnedfældning kan udbringes små volumener af gødning med stort indhold af kvælstof pr. ha., og samtidig anvendes dyser med højere ydelse pr. minut, end ved kontinuerlig nedspuling. Derved opnås større sikkerhed for en dyb nedspuling og dermed lavere ammoniaktab.

En dansk og en international oversigtsartikel udfærdiges om optimal udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning ved anvendelse af forskellige teknik. Det vurderes, hvilken udnyttelse det vil være muligt at opnå med forskellige udbringningsmetoder og – strategier, og hvilke ændringer der er nødvendige. Imidlertid er der udviklet nye teknologier, der producerer gødningsprodukter hvis håndtering og gødningsværdi, der ikke er viden om. Forsuret gylle og fiberfraktionen fra separering vil blive undersøgt og muligheder for at forbedre produkternes værdi som gødning vil indgå i undersøgelserne.

Forsuret gylle: Det er usikkert hvorledes teknikken påvirker omsætning af kvælstof og organisk stof under lagring og efter tilførsel til jorden. Betydning af forsuring med svovlsyre for omsætning og udnyttelse af kvælstof i gylle vil blive undersøgt, herunder betydningen af gyllens oxidering kemisk og ved beluftning.

Forsuret gylle: Der er ofte behov for svovlgødning på arealer der får gylle. Den tilførte sulfat kan både tabes i luftformige forbindelser eller bindes i organiske forbindelse. Det undersøges hvad der sker med sulfat efter forsuring af gylle med svovlsyre og plantetilgængeligheden af svovl i svovlsyrebehandlet gylle undersøges.

Forsuret gylle: Under visse omstændigheder sker der svidningsskader efter udbringning af gylle i etableret afgrøde. Det undersøges hvorvidt forsuring/beluftning og separering af gylle har indflydelse på svidningsskader.

Fiberfraktion: Ved anvendelse af den fosforholdige fiberfraktion til vintersæd er der stor risiko for udvaskningstab af kvælstof ved tilførsel om efteråret og tab ved ammoniak-fordampning ved tilførsel om foråret. Udvasningen af kvælstof efter tilførsel af fiberfraktioner forår og efterår til ler- og sandjord undersøges. Endvidere undersøges omsætning og udnyttelse af kvælstof i fiberrigt næringsstofkoncentrat, separeret efter forsuring af gylle.

Udbringning af gylle ved nedfældning bliver aldrig en succes, før de udbyttedmæssige og økonomiske konsekvenser er klarlagt. Forsøg har hidtil ikke demonstreret nettomerudbytter for nedfældning i vinterhvede, men det kan skyldes at der ikke er

anvendt det udstyr, som i dag anvendes i praksis. Der er således behov for forsøg, der dokumentere nettomerudbytter for at fremme udbredelsen af metoden. Det vurderes at nedfældning kan være en enkel metode til at reducere eller fjerne lugt efter udbringning af gylle, der er et stort og formentlig stigende problem. Imidlertid findes der kun ringe dokumentation for den lugtreducerende effekt af forskellige metoder. I forbindelse med nedfældning af gylle vil der blive gennemført lugtmålinger med det formål at anviser og dokumentere lavteknologiske og enkle metoder til reduktion af lugtgener efter udbringning af gylle. Gyllenedfældere er store og tunge maskiner som udgør en risiko for køre- og strukturskader ved udbringning af gylle i vinterafgrøder. Jordfysiske effekter af kørsel med forskellige typer af store gyllevogne kvantificeres derfor under varierende fugtighedsforhold og relateres til udbytte effekter.

### **III.1** *Udvikling af teknologi til udbringning af ammoniak væske fra gylle separering*

Resultater:

September 2004-November 2005: Bidrag til formidling i delprojekt III.1.1.

Sept. 2005: Dansk artikel om teknik nedspuling af ammonium væske fraktioner fra separering af gylle..

September 2005. International artikel om nedspuling af væskefraktion fra separering af gylle.

Juni 2006. Artikel om nedspuling af væskefraktion fra separering af gylle.

### **III.2.** *Optimering af husdyrgødningens næringsstoffeffekt og reduktion af udvaskning ved anvendelse af separeringsfraktioner og svovlsyre behandlet gylle (DJF-JPM)*

Resultater:

Sept. 2005: Dansk rapport om betydningen af forskellige teknologier for udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødning.

Dec. 2005: Dansk publikation om N tilgængelighed ved gødskning med forsuret gylle – effekt af oxydering kemisk og ved beluftning.

Dec. 2005: Dansk publikation om tab af svovl og plantetilgængelighed af svovl i svovlsyreforsuret gylle

December 2005: Dansk publikation om udnyttelse og omsætning af forsuret gødningskoncentrat.

Feb. 2006: Dansk publikation om risiko for svidningsskader efter gødskning med forskelligt behandlet gylle.

Juni 2006: Revideret manuskript om mulighederne for optimal udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning sendt til internationalt tidsskrift.

Juli 2006: Dansk publikation om N-udnyttelse og udvaskning ved udbringning af fiberfraktion efterår og forår – effekt af udbringningsstrategi

### III.3 Udbringning af gylle i afgrøder

Resultater:

Løbende 2004-06: Vedligehold af temaside om gylleudbringning på LandbrugsInfo

November 2005: Dansk publikation om lugtgener ved udbringning af gylle i afgrøder indeholdende dokumentation for hvilke udbringningsmetoder og hvilke former for behandling af gyllen, der kan bidrage til væsentlig reduktion af lugtgenerne ved udbringning (Martin N. Hansen og Torkild Birkmose).

December 2005: Afrapportering af forsøgsresultater fra udbytteforsøg i Oversigt over Landsforsøgene 2005

April 2006: Dansk publikation om udbytte ved udbringning af gylle i afgrøder.

April 2006: Dansk publikation om strukturskader ved udbringning af gylle i afgrøder.

#### Skema til angivelse af milepæle

Milepælene kan angives ved hjælp af en kort tekst. Perioden for de enkelte milepæle markeres ved afkrydsning i relevant start- og slutkvartal.

Aktivitet (evt. milepæl nr.)	år 1				år 2				år 3				år 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>I.1: Beslutningsstøtte</b>																
1. Indsamling af information og data			x	x	x	x										
2. Separering: Internettet				x												
3. Separering: Rapport						x										
<b>I.2: Ammoniak stripper og skrubber</b>																
1. Udvikling af udstyr				x												
2. Eksperimentelt					x	x		x	x							
3. Rapport, artikler						x	x			x						
<b>I.3: Effekt af behandling på org. N i gylle</b>																
1. Omsætning af N i biogasanlæg og gyllekanaler				x	x	x										
2. Artikel							x									

I.4. Sedimentation under lagring af behandlet gylle																				
1. Lagdeling i lagre af behandlet gylle				x																
2. Artikel					x															
<b>II.1. Pyrolyse af fiberfraktion</b>																				
1. Forbehandling				x	x															
2. Batchforsøg					x	x														
3. Karakterisering af mineralsammensætning i askefraktion					x	x	X													
4. Artikler						x	x													
<b>II.2. Analyse-slutprodukter</b>																				
1. Hurtig analyse af N, P og K							x	x	x	x	x									
2. Plantetilgængeligt P og K							x	x	x	x	x									
<b>III.1 Udvikling af teknik til udbringning af væskefraktion</b>																				
1. Design af ny teknik					x	x														
2. Eksperimenter							x	x		x	x									
3. Rapport									x	x							x			
<b>III.2. Optimering af næringsstoffekt og reduktion af udvaskning</b>																				
1. Oversigtsartikler, N-udnyttelse					x	x	x	x	x	x										
2. Forsuret gylle – N virkning					x	x	x	x	x	x										
3. Forsuret gylle – S tab og gødningsvirkning					x	x	x	x	x	x										
4. Svidningsskader og gylleteknologi					x	x	x	x	x	x										
5. Fiberfraktion – N udnyttelse effekt af udbringningspraksis					x	x	x	x	x	x	x	x								
<b>III.3. Udbringning af gylle i afgrøder</b>																				
1. Lugt							x	x	x	x										
2. Udbytte								x	x	x										
3. Strukturskader							x	x	x	x	x	x								

## 8. Budget

*I henhold til aktstykke 166 er de forventede løn- og driftsrelaterede omkostninger til hele projektet som følger:*

År	2004	2005	2006	total
Mand-måneder	9	78	17	<b>104</b>

**Beløbene i skemaet er i 1000 kr**

Year:	2004	2005	2006	total
Løn				
VIP	486	3566	947	4999
TAP	46	968	126	1140
Drift	44	740	177	961
Udstyr	0	200	200	400
Andet <sup>1)</sup>	100	800	100	1000
<b>Totale omkostninger</b>	<b>676</b>	<b>6274</b>	<b>1550</b>	<b>8500</b>

Bemærkninger:

<sup>1)</sup> Køb af ydelser hos Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret

Delprojekt: I, II og III

Institution: DJF-JBT

År	2004	2005	2006	total
Mand-måneder	7	52	11	70

Beløbene er i 1000 kr

Year:	2004	2005	2006	total
Løn				
VIP	414	2505	552	3471
TAP		402	76	478
Drift	42	452	157	651
Udstyr	0	200	200	400
Andet <sup>1)</sup>	100	800	100	1000
<b>Totale omkostninger</b>	556	4359	1085	6000

Bemærkninger:

<sup>1)</sup> 1,0 mio. kr. til køb af ydelser hos Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret

Delprojekt:II og III \_\_\_\_\_

Institution: DJF JPM \_\_\_\_\_

År	2004	2005	2006	total
Mand-måneder	2	26	6	34

Beløbene er i 1000 kr

År:	2004	2005	2006	total
Løn				
VIP	72	1060	395	1527
TAP	46	568	49	663
Drift	2	288	20	310
Udstyr	0	0	0	0
Andet	0	0	0	0
<b>Totale omkostninger</b>	120	1916	464	2500

Bemærkninger:

## 9. Evt. supplerende oplysninger

---

Projektleder Michael Støckler Agro Business Park (AGP) har oplyst at virksomheden vil bidrage til syntesen af viden og erfaringer med separeringsanlæg med henblik på at udforme et beslutningsstøtte værktøj (I.1)

Lektor Tjalfe Poulsen, Sektion for Miljøteknologi, Aalborg Universitet (AAU), vil bidrage til undersøgelsen II.1.

## 10. Underskrifter

---

<i>Projektleder</i>	<i>Dato</i>	<i>Institution</i>	<i>Dato</i>
		Danmarks JordbrugsForskning	
		Dansk Landbrugsrådgivning	



## **Delprojekt I: Beslutningsstøtte til og udvikling af separeringsteknologi**

### *Resume*

Producenter, der ønsker at investere i udstyr til separering og behandling af gylle har behov for uhindret adgang til den nyeste viden om gylleseparerings og behandlingsanlæg. Der er udviklet gyllebehandlingsanlæg som er blevet testet eller har været i drift hos danske og udenlandske landmænd og der er lovende anlæg under udvikling under overvågning af virksomheden eller institutionen, der udvikler anlægget. I denne del af projektet vil viden fra test og afprøvning af gyllebehandlingsanlæg blive indsamlet med henblik på at vurdere styrke og svagheder ved forskellige anlæg og anlægskoncepter. Endvidere vil der blive givet støtte til vurdering af økonomien ved separation med forskellige teknologier. Resultatet af vidensindsamlingen vil blive offentliggjort i en rapport der udformes så den kan anvendes til støtte ved beslutning om valg af anlæg til løsning af ”harmoniproblemer”.

Der findes i dag flere robuste teknologier, der kan separere fosfor fra gylle over i en mindre tørstofrig fiberfraktion. Disse teknikker separerer også en del af den organiske kvælstof fra gyllen men størstedelen af kvælstoffet i form af ammonium fjernes ikke fra væskefraktionen. En mulig teknik til separering af ammonium er stripping af ammoniak fra væskefraktionen ved opvarmning eller tilsætning af base, hvor den ”strippede” ammoniak ledes over i en luftstrøm fra stipperen, hvorefter luften ledes gennem en scrubber hvor ammoniakken tilbageholdes i en lille mængde syre. Denne teknik skal udvikles til brug i landbruget og tilpasses f.eks. en forbehandling i biogas anlæg eller separering.

Gylle der behandles i biogas anlæg eller i kombinationer af biogasanlæg og separatorer ændrer sammensætning. I biogasanlægget omdannes organisk kvælstof til ammonium som er let tilgængeligt for afgrøder efter udbringning af gødningen i marken. Det er vigtigt at vide hvor meget kvælstof der bliver omsat for at kunne kvantificere indholdet af omsætteligt kvælstof i udbragt forgæret gylle. Dette vil blive undersøgt ved omsætning af gylle i biogasanlæg under kontrollerede forhold. Forgæret og separeret gylle lagdeles også forskelligt i forhold til ubehandlet gylle. Det vil derfor blive undersøgt hvor meget bundfald og flydelag, men især hvor bundfældning reduceres ved en forbehandling af gylle. Et resultat kunne være at omrøringsstrategier bør ændres på ejendomme hvor gyllen behandles ved separering, i biogas anlæg eller i anlæg hvor gylle behandles i biogasanlæg og efterfølgende separeres.

### **I.1: Beslutningsstøtte til valg af separeringsteknologi**

Der indsamles viden erhvervet ved udvikling af danske og udenlandske separeringskoncepter med henblik på at udarbejde en rapport, der giver en oversigt over enhedsoperationer og kombinationer af enhedsoperationer i større separeringsanlæg. Indsamling af data vil omfatte besøg hos relevante nationale og evt. internationale virksomheder og institutioner, der har opbygget et erfaring med teknologien.

Af rapporten vil fremgå fordele og ulemper ved de forskellige teknologier, samt en beskrivelse af de gødningsfraktioner der produceres. Kombinationer med biogas produktion vil indgå som element i beskrivelserne. I beskrivelsen af teknologierne vil

indgå en økonomivurdering. Der skrives kapitler om behov og krav til lagre samt transport.

Udkast til disposition af rapportens

Beskrivelse teknikker (dekantering, fældning, ammoniakstripping, scrubbing, ultrafiltrering, RO mv)

- teknisk procesbeskrivelse
- beskrivelse af produkter fra separering
- behov for hjælpestoffer, energiforbrug mv.
- styrker og svagheder
- potentiale for løsning af landbrugets miljømæssige udfordringer
- økonomi

Beskrivelse koncepter

- status
- erfaringer fra anlæg i drift
- perspektiver, krav til udvikling - forskning

Tidsplan

September-December 2004 Indsamling af data, besøg hos virksomheder og institutioner

December 2004-Materiale lægges løbende på internettet

Januar-Juni 2005.Teknisk rapport

Juni- August 2005 Rapporten tilpasses og lægges på internettet

Resultater

Dec. 2004- juli 2005: Viden vedrørende separering af gylle formidles via LandbrugsInfo (temaside om gylleseparering) og DJF's hjemmeside fra dec. 2004 og ved artikler i fagpressen.

Juli 2005 foreligger teknisk rapport der formidles i papirudgave og via LandbrugsInfo samt på DJF's hjemmeside.

Projektdeltagere

Jørgen Hinge (DL-BT), Henrik B. Møller (DJF-JBT), Kim Fjeldgaard (DJF-JBT)

## **I.2. Udvikling af ammoniak stripper og skrubber**

Målet med denne forskningsaktivitet er at producere en væskefraktion eller rettere et destillatet med en lav koncentration af kvælstof, som vil kunne udbringes på et lille areal, og samtidig et koncentreret gødningsprodukt som kan transporteres over store afstande, hvorved det kan sælges til andre bedrifter.

Udformningen og anvendelsen af teknologi til kvælstoffjernelse kræver en grundlæggende forståelse af de kemiske ligevægte og processer, der finder sted i gylle. Den ”optimale” strategi vil ofte afhænge af gyllens karakteristika, således vil en indledende udrådning af gylle ændre de kemiske ligevægte fundamentalt. Projektet vil give et overblik over de kemiske ligevægte af betydning for kvælstoffjernelse og denne viden benyttes til udvikling af effektiv inddampning af væskefraktionen fra separaton samt udvikling af effektiv luftstripping.

Projektet er opdelt i følgende tre delprojekter

1. Undersøgelse af inddampnings effektivitet mht. tilbageholdelse af kvælstof
2. Undersøgelse af buffervirkningen af forskellige gylletyper og fraktioner fra gylleseparering
3. Undersøgelse af luftstrippings effektivitet mht. kvælstoffjernelse

#### **I.2.1. Undersøgelse af buffervirkningen af forskellige gylletyper og fraktioner fra gylleseparering.**

Det er tidligere set, at der ved forsuring af gylle sker et fald i pH hvorefter pH atter stiger til et konstant niveau, der ikke ligger langt under startværdien. Dette skyldes at de pH buffer komponenterne i gyllen, og at pH som konsekvens heraf ikke ændres væsentligt ved tilsætning af moderate mængder syre eller base. Det er derfor relevant at undersøge buffervirkningen af forskellige gylletyper og separeringsfraktioner.

De undersøgte gylletyper er kvæggylle, svinegylle, afgasset svinegylle, afgasset svinegylle separeret i en dekanter centrifuge, N-koncentrat fra Funki A/S, N-koncentrat fra GreenFarmEnergy A/S og svinegylle hvorfra tørstof er kemisk fældet.

#### **I.2.2. Undersøgelse af inddampnings effektivitet mht. tilbageholdelse af kvælstof**

Gylle inddampes med henblik på at opnå et koncentreret gødningsprodukt med et lille volumen samt en stor mængde destillat med en lav kvælstofkoncentration. De stoffer, der forlader koncentratet sammen med vandet, vil være ikke ladede flygtige stoffer med lavt kogepunkt, idet ioner vil forblive i koncentratet. Der vil fortrinsvis være tale om fordampning af ammoniak samt fedtsyrer. Fordampningen heraf vil afhænge af pH i gyllenføden/koncentratet idet lavere pH øger andelen af kvælstof på ammoniumform og samtidig øger fordampningen af fedtsyrer. Det vil derfor været nødvendigt at undersøge hvilket pH, der bør justeres til samt hvordan pH varierer gennem inddampningsprocessen. Der vil til dette forsøg blive anvendt svinegylle, hvorfra tørstof er kemisk fældet. Hertil tilsættes varierende mængder svovlsyre for at opnå en ønsket pH værdi under inddampningen.

#### **I.2.3. Undersøgelse af luftstrippings effektivitet mht. kvælstoffjernelse**

Ved luftstripping af ammoniak udnyttes, at ammoniak er flygtigt. Ved at lede gyllen i gennem en stripperkolonne pakket med fyldlegemer med en stor overflade pr volumen

øges fordampningspotentialen væsentligt. Ved at tildele en luftstrøm i modsat retning af gyllen vil den fordampede ammoniak blive ført bort, hvorved ligevægten forskydes i gyllen, og der kan fordampe mere ammoniak. Ammoniakken kan herefter opsamles ved at lede luftstrømmen gennem en syreskrubber hvori ammoniakken bliver bundet som ammonium.

Fordampningen af ammoniak er afhængig af temperatur og pH samt koncentrationen af ammoniak. Desuden forventes koncentrationen af kuldioxid også at have en væsentlig betydning for ammoniakstrippingen, idet kuldioxid også stripkes, af hvorved pH ændres (stiger). Målet er at evaluere hvorledes effektiviteten af luftstripping påvirkes af gylletype.

Da det er vigtigt med et lavt indhold af tørstof for at undgå tilstopning i stripperkolonnen under forsøgene vil der udelukkende blive anvendt gylle, der har været gennem en indledende separering.

Forsøgsvariable faktorer vil være koncentrationen af ammoniak og kuldioxid, temperatur, gas/væske forhold under strippingen samt tilsætning af base for at hæve pH.

Der vil til de indledende processtudier blive anvendt kunstig fremstillet "gylle"

### I.2.1-I.2.3: Analysemetoder

For at kunne analysere resultaterne fra de 3 delprojekter vil prøver fra gylle og separeringsproduktioer blive analyseret for Ammonium-N, Total N, Kuldioxid, flygtige fede syrer (VFA), kemisk iltforbrug (COD), pH, ledningsevne.

#### Tidsplan

November 2004-marts 2005: Undersøgelser i delprojekt III.1.

April 2005. Databehandling og national artikel III.1.

Juni-September 2005: Undersøgelser i delprojekt III.2

Oktober 2004-marts 2005: Undersøgelser i delprojekt III.3.

April 2006. Databehandling og national artikel III.3.

Juni 2006: International artikel

#### Resultater

September 2004-November 2005: Bidrag til formidling i delprojekt III.1.1.

September 2005: National artikel om ammoniak fjernelse

September 2005. International artikel om ammoniak fjernelse.

Juni 2006. Artikel om ammoniakfjernelse.

#### Projektdeltager

Kim Fjeldgaard (DJF-JBT)

### **I.3: Omsætning af kvælstof ved fermentering i biogasanlæg**

I denne forskningsaktivitet vil det under kontrollerede forhold blive undersøgt hvor meget biogasbehandling påvirker raten af omsætningen af organisk kvælstof i gylle. Processen i pilot-biogasreaktorerne på forskningscenter Bygholm kan kontrolleres nøje og til- og fraførsel af organisk materiale kan styres med en præcision på mindre end 1%. Bio-omsætningen i form af gasproduktion kan måles on-line med en lignende præcision.

Omsætningen af organisk kvælstof i gylle behandlet i reaktoren undersøges ved løbende at udtage prøver af den ubehandlede gylle og af den fermenterede gylle til bestemmelse for indhold af kvælstof og organisk stof. Foruden at bestemme prøvernes indhold af organisk N og ammonium vil støttevariable som tørstof, VS, COD og VFA blive bestemt. Eksterne faktorer som temperatur og opholdstid vil blive justeret og registreres online. Det vil således være muligt at bestemme omsætningen som funktion af forskellige kombinationer af temperatur og opholdstid.

Undersøgelsens resultater vil bidrage med viden om omsætningsraten af organisk N til ammonium som funktion af rågyllets sammensætning og driften af biogas reaktoren.

Plantetilgængeligheden af kvælstof i gylle med forskellig kendt forbehandling undersøges ved at tilføre gyllen til jord og følge dannelsen af mineralsk N i jorden i løbet af 3 måneders omsætning under kontrollerede forhold i laboratoriet.

#### Tidsplan

November 2004-Juni 2005: Eksperimentelle undersøgelser af omsætning af organisk N ved fermentering i biogas reaktor og af omsætning af N i fermenteret opblandet i jord.

Juni – september 2005: Databehandling.

September 2005: Udformning af artikler.

#### Resultater

September 2005: National artikel om omsætning af organisk kvælstof i biogasreaktorer

November 2005: National artikel om omsætning af N i jord iblandet fermenteret gylle.

#### Projektdeltagere

Henrik B. Møller (DJF-JBT) og Peter Sørensen (DJF-JPM)

### **I.4: Lagdeling i lagre af behandlet gylle**

Behandling af gylle ved separering og fermentering af gylle i biogasanlæg ændrer gyllens kemiske og fysiske egenskaber og som følge heraf sedimentation og dannelse af flydelag under lagring. I dette delprojekt bestemmes lagdelingen af tørstof og næringsstoffer under lagring af rågylle, gylle behandlet i biogasanlæg og gylle separeret med dekantercentrifuge.

Stratificering af tørstof og næringsstoffer i lagre af afgasset og separeret gylle undersøges ved at overføre omhyggeligt omrørt gylle til 2 m lange transparente kolonner med en diameter på 12 cm. I kolonnerne bestemmes lagdelingen af tørstof og næringsstoffer visuelt og beskrives som funktion af behandling af gyllen. Efter 6 mdr. lagring af gyllen nedfryses kolonnerne. De frosne kolonner saves op således at de enkelte lag kan udtages til analyse for tørstof, fosfor, kvælstof, kalium etc. Herved opnås en meget præcis viden om lagdelingen af lagret gylle og effekten af forbehandling kan studeres under kontrollerede betingelser.

De undersøgte gylletyper vil alle stamme fra svinebesætninger. Gyllen vil være 1; rågylle, 2; rågylle separeret med dekanter centrifuge, 3; afgasset gylle og 4; afgasset gylle separeret med dekantercentrifuge. Hver behandling vil blive undersøgt ved lagring af hver type gylle i 2 kolonner. Gyllen er udtaget og overført til kolonnerne og lagringen påbegyndt.

#### Tidsplan

November –December 2004. Analyse af gylleprøver.

December 2004- januar 2005: Databehandling og formulering af artikel.

#### Resultater

Februar-Marts 2005: Dansk publikation om lagdeling af N, P og tørstof i lagre med afgasset, separeret og ubehandlet gylle

#### Projektdeltagere

Martin N. Hansen og Sven G. Sommer (DJF-JBT)

### **Delprojekt II. Forædling af fiberfraktion fra separering af gylle**

#### *Resume*

Ved separering af gylle dannes en fiberfraktion med højt tørstof og næringsstofindhold. På trods af at fiberfraktionen har et højt indhold af fosfor og indeholder en del kvælstof har det ikke været muligt at afsætte fraktionen. Forædling af fiberfraktionen ved fjernelse af det organiske stof og vand vil øge værdien af produktet. En lovende teknik til behandling er tørring af fiberfraktionen og iltfri omsætning ved pyrolyse, hvor det organiske stof omsættes til gasser ved høj temperatur. I asken findes ikke flygtige forbindelser som fosfor og kalium og undersøgelser vil vise om kvælstof vil blive udledt som reduceret ammoniak. I denne aktivitet undersøges forgasningspotentialen af fiberfraktionen fra forskellige separatorer, der laves en massebalance for næringsstoffer og tungmetaller ved pyrolyse samt måling emission af gasser ved forbehandling.

For at kunne afsætte separeringsprodukter er det vigtigt at kunne dokumentere produktens gødningsværdi og der er behov for løbende at udføre analyser af produkterne for at dokumentere indholdet af næringsstoffer. Derfor gennemføres undersøgelser af produktens indhold af tilgængeligt fosfor og kalium og der afprøves en ny hurtig metode baseret på NIR til samtidig analyse af N, P og K samt plantetilgængelighed af N.

## **II.1: Pyrolyse af fiberfraktion**

Der vil blive gennemført et undersøgelse af potentialet for pyrolyse af fiberfraktion fra gylleseparering. Resultaterne skal benyttes til en vurdering af potentialet for metoden, behov for forbehandling af fiberfraktion og til beregning af massebalancer af uorganiske elementer. I projektet vil også indgå et litteratur studie vedr. effekter af forbehandling på kvælstof- og kulstofindhold. Mulighederne for at knytte MsC. Studenter fra AAU til projektet vil blive undersøgt og udnyttet, idet lektor Tjalfe Poulsen vil deltage i projektet.

Fiberfraktionen fra separering af gylle har et vandindhold på 70-80% og er derfor ikke umiddelbart egnet til behandling ved pyrolyse. Spildvarme fra elproduktion vil kunne benyttes til effektiv tørring af fiberfraktionen. Imidlertid vil ammoniak og flygtige lavmolekylære organisk kvælstof fordampe ved denne proces. Den fordampede kvælstof kan tilbageholdes i en ammoniakskrubber (I.2) og vil ikke gå tabt. En positiv sideeffekt af forbehandlingen er et produkt med et lavere indhold af kvælstof end den ubehandlede fiberfraktion og som konsekvens mindre kvælstof, der kan tabes ved pyrolysen. Den tørrede fiberfraktion undersøges ved forgasning i batchforsøg og askens sammensætning undersøges for plantetilgængeligt fosfor og tungmetaller.

I undersøgelsen analyseres potentialet for pyrolyse og forgasning af fiberfraktionen fra gylle afvandet dels med dekanter centrifuge og dels ved kemisk udfældning og sibånds separering. Ammoniaktabet ved tørring undersøges som funktion af temperatur og varighed af perioden med tørring.

### Tidsplan

November 2004 –Marts 2005: Effekt af forbehandling.

Januar – Juli 2005: Batchforsøg med pyrolyse.

April-september 2005: Karakterisering af askefraktion.

### Resultater

April. 2005: Dansk publikation om effekt af tørring af fiberfraktion (Sven G. Sommer, DJF-JBT).

September. 2005: Dansk publikation om pyrolyse af fiber fraktion (Sven G. Sommer, Tjalfe Poulsen, AAU)

September 2005: Dansk publikation om tungmetalindhold i askefraktion fra pyrolyse (Tjalfe Poulsen, AAU).

### Projektdeltagere

Sven G. Sommer/Lis Jacobsen (DJF-JBT) og Tjalfe Poulsen (Aalborg Universitet)

## **II.2: Plantetilgængelighed af P og K i pyrolysebehandlet fiberfraktion (DJF-JPM)**

Tidligere undersøgelser med afbrænding af slam har tydet på, at tilgængeligheden af fosfor reduceres ved afbrænding, men der er ingen viden om effekten ved foraskning af

fiberfraktion. Endvidere har forbrænding af halm vist at en del af kalium bindes i svært opløselige forbindelser ved forbrænding af organisk biomasse. Disse erfaringer viser det er nødvendig at undersøge fosfor og kalium tilgængeligheden i pyrolyse-forasket fiberfraktion. I denne aktivitet undersøges asken med henblik på at vurdere gødningsværdien og for at vurdere om der er behov for yderligere behandling af produktet.

Der vil blive udført analyse af fosforfraktioner i den foraskede og i tilsvarende ubehandlet fiberfraktion. Analyserne vil bl.a. omfatte total P, vandopløseligt P og citratopløseligt P. Der arbejdes i øjeblikket med nye metoder til analyse af P i gødning, som vil blive inddraget hvis det skønnes relevant.

Endvidere undersøges indholdet af vandopløseligt K og total K i den foraskede og i tilsvarende ubehandlet fiberfraktion

Tidsplan:

April- oktober 2005: P og K analyser udføres

Oktober- december 2005: Skrivning af rapport om P og K tilgængelighed

Resultater:

Dec. 2005: Dansk publikation om undersøgelse af P og K tilgængelighed i forasket fiberfraktion

Projektdeltager

Goswin Heckrath, Margrete Askegård og Peter Sørensen (DJF-JPM)

### **II.3. Hurtig-analyse af N, P og K i separeringsprodukter**

Separeringsprodukter vil normalt skulle sælges, og en forudsætning herfor vil være en løbende dokumentation af indholdet af næringsstoffer. En hurtig og billig metode til analyse af total N, ammonium-N, total C, P, K og tørstof i separeringsprodukter baseret på NIR analyse (nær-infrarød spektroskopi) vil blive afprøvet. Amerikanske undersøgelser har vist lovende muligheder for analyse af husdyrgødning med NIR. I et igangværende projekt afprøves NIR metoden til analyse af ubehandlet gylle. Metoden udvikles og afprøves i samarbejde med Steins Laboratorium A/S.

Gødningens ammonium-N indhold indgår i dag som grundlag for vurdering af kvælstofvirkningen af husdyrgødning. Efter tilførsel af husdyrgødning til jord sker der en omsætning af det organiske stof. Ved en NIR skanning af husdyrgødning kan der registreres andre egenskaber ved husdyrgødningen, idet de målte spektre indeholder information om forskellige organiske bindinger i materialet, og med NIR analysen vil man sandsynligvis kunne opnå en bedre forudsigelse af kvælstof tilgængeligheden, end ved den traditionelle bestemmelse af ammonium- og totalkvælstofindhold.

Der anvendes et NIR spektrometer (Feed and Forage Analyzer, FOSS NIRSystems), der i et igangværende projekt afprøves på gylle. Husdyrgødningen analyseres direkte i plastpose uden anden prøvebehandling end opblanding. I NIR apparatet belyses prøven ved forskellige bølgelængder og refleksionen måles ved varierende bølgelængde. Spektret



kalibreres mod indhold af næringsstoffer bestemt ved traditionel kemisk analyse. Den opnåede kalibrering valideres med data fra NIR analyser og traditionelle kemiske analyser af en ny serie af prøver med varierende indhold af plantenæringsstoffer. De prøver der anvendes ved kalibrering og validering skal indeholde tilstrækkelig variation til at repræsentere prøver der forventes analyseret i praksis. Der indsamles derfor prøver fra forskellige typer separeringsanlæg

Prøverne analyseres for indhold af ammonium-N, total N, total C, total P, total K og tørstof med anerkendte kemiske metoder. Der gennemføres en NIR skanning på de samme prøver. Udfra disse analyser laves en indledende NIR kalibrering ved anvendelse af multivariat analyse. På grundlag af denne kalibrering og efterfølgende validering vurderes det, hvilke af de målte kemiske parametre der kan forventes bestemt med NIR. Det vil blive vurderet, om der er behov for forbehandling (f.eks. vådformaling) af husdyrgødningsprøver før NIR skanning.

Laboratorieforsøg gennemføres med henblik på at undersøge, om gødningens kvælstofvirkning kan forudsiges på basis af en NIR analyse af gødningen. Gødningsprøverne tilsættes til jord og frigivelsen af mineralsk N måles under kontrollerede temperatur- og fugtighedsforhold. Uorganisk N i jorden analyseres ved tilførslen og efter 12 ugers omsætning i jorden. Tidligere undersøgelser har vist, at en sådan måling giver et godt udtryk for plantetilgængeligheden af N i gylle under markforhold. NIR skanningen på de tilhørende gødningsprøver kalibreres mod den målte N frigivelse.

Tidsplan:

September-december 2004: Indsamling af prøver fra separeringsanlæg.

Januar - juli 2005: Analyse af prøver

Juli - december 2005: Arbejde med kalibrering og validering, samt skrivning af rapport.

Resultater:

Dec. 2005: Dansk publikation om hurtig analyse af total-N, ammonium, P, K, plantetilgængelighed af N og tørstof i separeringsprodukter.

Projektdeltager

Peter Sørensen (DJF-JPM)

### **III. Udvikling af teknologi til optimal udbringning af gylle og nye gødningstyper.**

#### *Resume*

Visse gyllebehandlingsanlæg der løser problemer med overskud af næringsstoffer på husdyrbrug producerer flydende kvælstofgødninger med et højt ammoniaktabspotentiale. Udviklingen af disse anlæg har således skabt et behov for driftsikre og effektive gødningsspredere, der kan udbringe den kvælstofrige flydende gødning, præcist i små rater uden at ammoniak tabes under eller efter udbringning. En af erfaringerne fra mindre forprojekt med udvikling nedspulingsteknologi var, at det for at sikre en dyb nedspuling,

kræves at dyserne skal yde mange liter pr. minut. Med så koncentrerede gødninger som der produceres i gyllebehandlingsanlæg, og med krav om begrænset afstand mellem dyserne, vil det resultere i udbringning af for store mængder kvælstof pr. ha. I dette projekt er det målet at udvikle og teste en punktnedfælder, idet der ved punktnedfældning kan udbringes små volumener af gødning med stort indhold af kvælstof pr. ha., og samtidig anvendes dyser med højere ydelse pr. minut, end ved kontinuerlig nedspuling. Derved opnås større sikkerhed for en dyb nedspuling og dermed lavere ammoniaktab.

En dansk og en international oversigtsartikel udfærdiges om optimal udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning ved anvendelse af forskellige teknik. Det vurderes, hvilken udnyttelse det vil være muligt at opnå med forskellige udbringningsmetoder og –strategier, og hvilke ændringer der er nødvendige. Imidlertid er der udviklet nye teknologier, der producerer gødningsprodukter hvis håndtering og gødningsværdi, der ikke er viden om. Forsuret gylle og fiberfraktionen fra separering vil blive undersøgt og muligheder for at forbedre produkternes værdi som gødning vil indgå i undersøgelserne.

Forsuret gylle: Det er usikkert hvorledes teknikken påvirker omsætning af kvælstof og organisk stof under lagring og efter tilførsel til jorden. Betydning af forsuring med svovlsyre for omsætning og udnyttelse af kvælstof i gylle vil blive undersøgt, herunder betydningen af gyllens oxidering kemisk og ved beluftning.

Forsuret gylle: Der er ofte behov for svovlgødning på arealer der får gylle. Den tilførte sulfat kan både tabes i luftformige forbindelser eller bindes i organiske forbindelse. Det undersøges hvad der sker med sulfat efter forsuring af gylle med svovlsyre og plantetilgængeligheden af svovl i svovlsyrebehandlet gylle undersøges.

Forsuret gylle: Under visse omstændigheder sker der svidningsskader efter udbringning af gylle i etableret afgrøde. Det undersøges hvorvidt forsuring/beluftning og separering af gylle har indflydelse på svidningsskader.

Fiberfraktion: Ved anvendelse af den fosforholdige fiberfraktion til vintersæd er der stor risiko for udvaskningstab af kvælstof ved tilførsel om efteråret og tab ved ammoniak-fordampning ved tilførsel om foråret. Udvaskningen af kvælstof efter tilførsel af fiberfraktioner forår og efterår til ler- og sandjord undersøges. Endvidere undersøges omsætning og udnyttelse af kvælstof i fiberrigt næringsstofkoncentrat, separeret efter forsuring af gylle.

Udbringning af gylle ved nedfældning bliver aldrig en succes, før de udbyttmæssige og økonomiske konsekvenser er klarlagt. Forsøg har hidtil ikke demonstreret nettomerudbytter for nedfældning i vinterhvede, men det kan skyldes at der ikke er anvendt det udstyr, som i dag anvendes i praksis. Der er således behov for forsøg, der dokumentere nettomerudbytter for at fremme udbredelsen af metoden. Det vurderes at nedfældning kan være en enkel metode til at reducere eller fjerne lugt efter udbringning af gylle, der er et stort og formentlig stigende problem. Imidlertid findes der kun ringe dokumentation for den lugtreducerende effekt af forskellige metoder. I forbindelse med nedfældning af gylle vil der blive gennemført lugtmålinger med det formålet at anvise og dokumentere lavteknologiske og enkle metoder til reduktion af lugtgener efter udbringning af gylle. Gyllenedfældere er store og tunge maskiner som udgør en risiko for køre- og strukturskader ved udbringning af gylle i vinterafgrøder. Jordfysiske effekter af

kørsel med forskellige typer af store gyllevogne kvantificeres derfor under varierende fugtighedsforhold og relateres til udbytte effekter.

### **III.1** *Udvikling af teknologi til udbringning af ammoniak væske fra gylle separering*

En række gyllebehandlingsanlæg producerer flydende kvælstofrige gødninger med et højt ammoniakfordampningspotentiale. Ved udbringning af en sådan kvælstofholdig gødning vil ammoniak fordampningen være stor, som det også kendes fra udbringning af kvælstofholdige gødninger der udvikler et højt pH efter udbringning (F.eks. urea). Ammoniakfordampning ved udbringning af kvælstofholdige gødninger forringer gødningens værdi og kan give miljømæssige problemer og skal derfor begrænses mest muligt.

Udbringningsteknikken har væsentlig betydning for ammoniakfordampningspotentialet fra flydende flygtige kvælstofgødninger. En driftsikker og præcis lavemissions gødningsspreder vil blive udviklet med fokus på at sikre den rette nedfældningsdybde, der er af stor betydning for ammoniakfordampningen. Gødningssprederne skal kunne udbringe den kvælstofrige gødning præcist i små rater uden at ammoniak tabes under eller efter udbringning. I et samarbejde mellem KVL, DIAS og GreenFarmEnergy er kontinuerlig nedspuling under højt tryk blevet undersøgt i perioden 2003-2004. Denne teknik løste ikke fordampningsproblemet fuldt ud, men erfaringer fra projektet viste at nedspuling af gødning, har potentiale for videreudvikling og optimering og vil derved kunne blive en teknik, der kan benyttes i praksis (Tavs Nyord, upubliceret data).

En af erfaringerne fra nedspulingsprojektet var at en sikker dyb nedspuling kræver, at dyserne på nedspulingsaggregatet skal yde mange liter pr. minut (> 4-5 l/min.). Af planteernæringsmæssige årsager skal dyserne på sprøjten ved udbringning af gødning, placeres med 10-30 cm. afstand, men med højkoncentrerede gødninger fra gyllebehandlingsanlæg, vil denne teknik resultere i udbringning af for store mængder kvælstof pr. ha i forhold til afgrødens behov for kvælstof.

I dette projekt vil punktnefældning derfor blive udviklet og afprøvet. Ved punktnefældning kan der udbringes samme mængde gødning pr. ha ved anvendelse af dyser med højere ydelse pr. minut end ved kontinuerlig nedspuling. Punktnefældning giver derved større sikkerhed for en dyb nedspuling og dermed lavere ammoniaktab end kontinuerlig nedspuling. Fra litteraturen vides, at minimum nedfældningsdybden for at sikre lav ammoniakemission afhænger af mængde og koncentration af gødningen, jordens fugtighed og jordens pH. Derfor vil der i undersøgelsen indgå studier af vekselvirkning mellem den nødvendige effektive mindste nedfældningsdybde og mængde/koncentration af ammonium i udbragt gødning, jordens fugtighed og jordens pH. Undersøgelsen vil ske i tæt samarbejde med studierne af væskefraktionen pH i aktivitet **I.2.1** "Undersøgelses af buffervirkningen af forskellige gylletyper og fraktioner fra gylleseparering".

Der vil blive udført laboratorieforsøg med dynamiske kamre med dimensionen 35\*50\*20 cm, fyldt 2/3 del med en veldefineret jord. Kamrene fyldes med jord, og gødningen udbringes ved kontinuerlig nedspuling samt ved punktnefældning. Straks efter tilførsel af gødning til et forsøgskammer lægges gastæt låg på PVC-kassen dette forsegles og gennem tre fittings monteret i hver ende af kammeret suges luft gennem head-space (luftrummet

mellem jorden og låget) med en pumpe. Flowet gennem head-space måles med en gasmåler og justeres til mellem 55 og 70 l minut<sup>-1</sup>. For hvert kammer ledes en delstrøm af luften gennem to gasvaskeflasker placeret i serie, med en membranpumpe. En kritisk dyse justerer flowet i delstrømmen til nøjagtig 2,0 l min<sup>-1</sup>. Ammoniak absorberes i syren, og mængden af absorberet ammoniak analyseres ved indophenol-farvningsmetoden (Berthelot) ved anvendelse af spektrofotometer. Baggrundsindholdet af ammonium bestemmes og subtraheres hver måling.

Udbringningsrate, jordtype og jordvandindhold vil blive varieret og der vil blive udviklet forskellige prototyper, af nedspulingsaggregatet vil indgå.

Tidsplan:

November-december 2004: Etablering af forsøgsopstilling, designfase

Januar – juni 2005: Udvikling og forsøg (Fase 1).

Juni - August 2005. Databehandling

August-September 2005: Skrive national og international artikel.

Oktober 2005 –februar 2006: Udvikling og forsøg (Fase 2).

Marts - maj 2006. Databehandling

Juni 2006: Skrive artikel.

Resultater:

September 2004-November 2005: Bidrag til formidling i delprojekt III.1.1.

Sept. 2005: Dansk artikel om teknik nedspuling af ammonium væske fraktioner fra separering af gylle..

September 2005. International artikel om nedspuling af væskefraktion fra separering af gylle.

Juni 2006. Artikel om nedspuling af væskefraktion fra separering af gylle.

Projektdeltager

Tavs Nyord (DJF-JBT)

**III.2. Optimering af husdyrgødningens næringsstoffeffekt og reduktion af udvaskning ved anvendelse af separeringsfraktioner og svovlsyre behandlet gylle**

### **III.2.1. Sammenfatning af viden om husdyrgødning og kvælstofudnyttelse**

En dansk og en international oversigtsartikel udfærdiges om optimal udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning ved anvendelse af forskellig teknik. Det vurderes, hvilken udnyttelse det vil være muligt at opnå med forskellige udbringningsmetoder og -strategier, og hvilke ændringer der er nødvendige.

Endvidere vil betydningen af forskellig håndtering og udbringningsmetoder for N udnyttelsen i marken blive sammenfattet i en dansk rapport. Det vurderes, hvilken udnyttelse det vil være muligt at opnå med forskellige udbringningsmetoder og -strategier i de arealmæssigt mest betydende afgrøder, og hvilke ændringer der er nødvendige.

Tidsplan:

September-December 2004: Udfærdigelse af disposition og indsamling af litteratur

September 2005: Færdiggørelse af dansk rapport.

September 2005-Marts 2006: Udformning af manuskript til internationalt tidsskrift

Resultater:

Sept. 2005: Dansk rapport om betydningen af forskellige teknologier for udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødning.

Juni 2006: Revideret manuskript om mulighederne for optimal udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning sendt til internationalt tidsskrift.

Projektdeltagere

Bent T. Christensen, Peter Sørensen, Ingrid K. Thomsen, Jens Petersen (DJF-JPM)

### III.2.2. Forsuring/beluftning af gylle og omsætning og tilgængelighed af kvælstof

Der er udviklet en ny teknik til forsuring og beluftning af gylle (Staring Maskinfabrik A/S) der reducerer ammoniakfordampningen betydeligt (70-80%) fra både stald, lager og mark. Teknikken indebærer tilsætning af svovlsyre til pH ca 5,5. Under lagring af gylle dannes normalt organiske syrer der har stor betydning for både lugt og kvælstofbinding i jorden. Det vides ikke, hvilken effekt den nye teknik har på omsætningen af organisk bundet kvælstof i gyllen samt på dannelsen af organiske syrer i gyllen. Sulfat kan i sig selv virke som oxidationsmiddel (kemisk oxidation) ligesom beluftningen har betydning for omsætningen. Den ændrede pH kan ligeledes have stor betydning for den mikrobielle aktivitet i gyllen. Tilsætning af brintoverilte til gylle har vist lovende effekter på lugt, og det er også et kemisk oxidationsmiddel der kan have betydning for omsætningen af det organiske stof og dermed kan have betydning for kvælstoftilgængeligheden.

Potentialet for at øge N tilgængeligheden i forsuret gylle ved beluftning og kemisk oxidation undersøges. Indholdet af organiske syrer måles i forsuret og tilsvarende ubehandlet gylle. Forsuret gylle beluftes i forskellig grad.

Forskelligt behandlet gylle tilføres til jordprøver, der inkuberes under kontrollerede forhold i laboratorium, og den efterfølgende omsætning af kvælstof i jorden måles.

Plantetilgængeligheden af kvælstof (værdital) måles i små parceller i mark ved at måle optagelse af N i afgrøder (vårbyg og vinterhvede), optagelsen vurderes ved sammenligning med afgrødens kvælstfoptagelse i parceller tilført stigende mængder N i handelsgødning..

Forsøgene gennemføres med:

- Ubehandlet gylle
- Forsuret gylle
- Forsuret gylle med varierende beluftning
- Forsuret gylle med og uden brintoverilte tilsætning
- Så vidt muligt anvendes både kvæg- og svinegylle.

Undersøgelserne udføres i samarbejde med Staring Miljø A/S.

Tidsplan:

September 2004- April 2005: Laboratorieforsøg med varierende beluftning og brintoveriltetsætning til forsuret gylle. Etablering af små parceller i mark.

April- september 2005: Gennemførelse af inkubationsforsøg og parcellforsøg i mark.

September- december 2005: Opgørelse af forsøg og afrapportering af resultater i dansk publikation.

Resultater:

Dec. 2005: Dansk publikation om N tilgængelighed ved gødskning med forsuret gylle – effekt af oxydering kemisk og ved beluftning.

Projektdeltager

Peter Sørensen (DJF-JPM)

### III.2.3. Omsætning og gødningsvirkning af sulfat i forsuret gylle

Der er ofte behov for svovlgødning på arealer der tilføres gylle. Sulfat i svovlsyre er fra starten plantetilgængelig og kan potentielt øge gyllens værdi, men tidligere undersøgelser med tilsætning af sulfat til gylle har vist, at dette under lagring omdannes til organiske svovlforbindelser der ikke er plantetilgængelige. Sulfat kan også omdannes til svovlbrinte, der er flygtig og kan tabes til luften. Overskydende sulfat udvaskes let og en overgødskning med sulfat er uønsket. Der er behov for viden om svovlomsætningen og plantetilgængelighed af S efter forsuring og beluftning af gylle.

Omsætning, plantetilgængelighed og tab af svovl efter forsuring af gylle med svovlsyre vil blive undersøgt. Mængden af sulfat-S, sulfid-S, organisk bundet S og total-S måles i forsuret gylle umiddelbart før og efter tilsætning af svovlsyre og efter varierende lagringstid. Sulfat-S følges også gennem en periode efter tilsætning til jord. Gødningsvirkningen af isotopmærket svovlsyre tilsat gylle bestemmes ved hjælp af planteoptag af mærket og umærket S i små parcellforsøg i marken.

Tidsplan:

Januar- september 2005: Lagrings- og inkubationsforsøg med forsuret gylle

September- december 2005: Opgørelse af forsøg og afrapportering af resultater i dansk publikation

Resultater:

Dec. 2005: Dansk publikation om tab af svovl og plantetilgængelighed af svovl i svovlsyreforsuret gylle

Projektdeltagere

Jørgen Eriksen og Peter Sørensen (DJF-JPM)

#### III.2.4. Svidningsskader og gylleteknologi

Under visse omstændigheder er der betydelige svidningsskader efter udbringning af gylle i etableret afgrøde. Det kan i værste fald betyde misvækst og tab af de tilførte næringsstoffer. Mindre synlige skader, der reducerer udbyttet, forekommer sandsynligvis også. Skaderne er specielt konstateret i korn sået i lav jorddybde, samt under forhold hvor gylle er udlagt i afgrøden umiddelbart før kraftigt regnvejr. Disse skader kan skyldes en direkte gift-virkning af organiske syrer i gyllen eller kan skyldes en indirekte effekt af midlertidig iltmangel i jorden. Skaderne kan muligvis reduceres ved forsuring/beluftning af gylle. Eventuelt kan skaderne modvirkes ved anvendelse af tynd gylle, der hurtigt kan infiltrere i jorden uden at lukke porer i jordens overflade. Tynd gylle kan opnås ved separering og sandsynligvis også ved forsuring/beluftning af gyllen.

Effekten af forsuring/beluftning og separering af gylle på risikoen for skader på afgrøder undersøges i små parceller med vinterhvede, ved at sammenligne med tilførsel af tilsvarende ubehandlet gylle. Svidningsskader vil blive fremprovokeret ved at anvende lav sådybde eller fremkalde vandlidende forhold efter gylletilførslen. Der måles tørstofudbytte i afgrøden på forskellige tidspunkter efter tilførslen af forskelligt behandlet gylle ved simuleret slangeudlægning.

Tidsplan:

September 2004: Etablering af parceller med vinterhvede

April –september 2005: Gennemførelse af mikroparcelforsøg i mark.

September 2005-december 2006: Opgørelse af forsøg og afrapportering i dansk publikation.

Resultater:

Feb. 2006: Dansk publikation om risiko for svidningsskader efter gødskning med forskelligt behandlet gylle.

Projektdeltagere

Peter Sørensen og Jens Petersen (DJF-JPM)

#### III.2.5. Udnyttelse og tab af kvælstof fra fiberrige separeringsprodukter

Den fosforholdige fiberfraktion skal normalt afsættes til planteavlere uden husdyrhold. Der er stor interesse for at udbringe en del af fiberfraktionen om efteråret før såning af vintersæd, bl.a. for at undgå store lagre og for at undgå ammoniaktab, lugt og kørsel med store vogne i vinterafgrøder om foråret. Fiberfraktionen har et betydeligt indhold af kvælstof der især på sandjord kan udvaskes. På lerjord er det usikkert, hvor meget kvælstof der tabes i forbindelse med efterårsudbringning. Der er gennemført et enkelt års undersøgelser af planteoptag og udvaskning af kvælstof i fiberfraktioner ved forskellige udbringningsstrategier i efterår og forår på ler- og sandjord og disse målinger vil blive suppleret med nye forsøg, således at der samles erfaringer under mere varierende klimaforhold.

I forbindelse med forsuring af gylle er der udviklet en simpel separerings-teknik der bl.a. indebærer tilsætning af ionbyttere og organiske polymerer, der er biologisk nedbrydelige. Disse tilsætningsstoffer kan muligvis forsinke frigivelsen af kvælstof og muligvis medføre en lavere førsteårsvirkning. Koncentratet indeholder en betydelig andel af gyllens N,P og K, inklusive meget ammonium-kvælstof. Efter tilførsel af fiberfraktion fra andre separeringsanlæg sker der et betydeligt ammoniaktab, hvis ikke gødningen straks indarbejdes i jorden. Da den tørstofrige gødning her er forsuret kan ammoniaktab muligvis undgås selvom gødningen placeres oven på jorden uden indarbejdning, f.eks. i etablerede afgrøder.

N udvaskningsrisiko ved efterårs og forårsudbringning af fiber fraktioner fra forskellige typer separeringsanlæg sammenlignes med udvaskning efter gødskning med handelsgødning og svinegylle i lysimeterforsøg.

Udvaskning af nitrat måles efter udbringning af fiberfraktioner efterår og forår til vinterhvedeafgrøde i lysimeteranlæg i Foulum. Forsøg udføres på JB4 og JB7, i 1 x 1 m lysimetre med 1,5 m jord dybde. Lysimetervand opsamles september 2004 til april 2006 og udvasket nitrat analyseres. Afgrøde høstes aug. 2005 og N optagelse bestemmes.

Udnyttelse af forsuret gødningskoncentrat:

Der gennemføres en undersøgelse af N omsætning i jord efter tilførsel af forsuret gødningskoncentratet til jord i laboratorieforsøg under kontrolerede forhold. Der sammenlignes med omsætningen af usepareret gylle, og det undersøges hvorledes tilsætningsstoffer tilført alene (i realistisk koncentration) påvirker N omsætningen i jorden.

Kvælstofvirkning (værdital) af fast koncentrat måles i små parceller i mark, dels efter tidlig og sen nedpløjning om foråret før såning af vårbyg, dels efter tidlig og sen udbringning ovenpå vinterhvede i foråret. Der sammenlignes med virkningen af handelsgødning og forsuret gylle. Undersøgelserne gennemføres i samarbejde med Staring Miljø A/S.

Tidsplan:

September 2004-april 2006: Etablering og drift af lysimeterforsøg

September 2004- september 2005: Inkubations- og mikroparcelforsøg med forsuret gødningskoncentrat.



September-december 2005: Opgørelse og afrapportering af forsøg med forsuret gødningskoncentrat.

Maj - juli 2006: Opgørelse og afrapportering af lysimeterforsøg.

Resultater:

December 2005: Dansk publikation om udnyttelse og omsætning af forsuret gødningskoncentrat.

Juli 2006: Dansk publikation om N-udnyttelse og udvaskning ved udbringning af fiberfraktion efterår og forår – effekt af udbringningsstrategi

Projektdeltager

Peter Sørensen og Ingrid K. Thomsen (DJF-JPM)

### *III.3 Udbringning af gylle i afgrøder*

#### III.3.1. Effekt af teknik til udbringning af gylle på udbytte og kvalitet af afgrøder

Udbringning af gylle ved nedfældning bliver aldrig en succes, før de udbyttedmæssige og økonomiske konsekvenser er klarlagt. F.eks. blev sortjordsnedfældning først en succes, da der kom fokus på, at der faktisk er et højere høstudbytte at hente. Hidtil har der ikke kunnet demonstreres nettomerudbytter for nedfældning i vinterhvede, men reelt har der ikke været udført forsøg med det udstyr, som i dag anvendes i praksis. Den manglende dokumentation af nettomerudbytter er en barriere for udbredelsen af metoden. I majs er der stor fokus på udnyttelsen af både fosfor og kvælstof i gyllen. De stigende krav til udnyttelsen af begge næringsstoffer øger behovet for en optimal udnyttelse af gyllen.

Formålet er at øge den agronomiske viden om sammenhænge mellem udbringningsmetode og udbytte/kvalitet, således at landmænd får et bedre beslutningsgrundlag for valg af udbringningsmetode.

Der skal således gennemføres 4 landsforsøg i vinterhvede og 4 forsøg i slætgræs. I hver forsøg sammenlignes skiveskærsnedfældning, DGI-nedfældning (injektion) og slangeudlægning. Derudover gennemføres 4 forsøg i majs, hvor nedfældning af gylle sammenlignes med placering af gylle.

Tidsplan:

April-august 2005: Udbringning af gylle i parcellforsøg.

August-november 2005: Databehandling og udformning af dansk fagartikel

Resultater:

December 2005: Afrapportering af forsøgsresultater fra udbytteforsøg i Oversigt over Landsforsøgene 2005

April 2006: Dansk publikation om udbytte ved udbringning af gylle i afgrøder.

Løbende 2004-06: Vedligehold af temaside om gylleudbringning på LandbrugsInfo

Projektdeltager

Torkild Birkmose

### III.3.2 Lugtafgivelse ved gyllens udbringning

Lugt efter udbringning af gylle er et stort og formentlig stigende problem. Nedfældning kan være en enkel metode til at reducere eller fjerne lugten. Derudover kan f.eks. afgang, separering eller tilsætning af additiver være en løsning. Imidlertid findes der kun ringe dokumentation for den lugtreducerende effekt af forskellige metoder, ligesom effektive og billige metoder til kvantificering af effekten mangler. I VMPIII lugtprojektet udvikles en metode til måling af de kemiske lugtstoffer i luften. Denne metode vil blive anvendt i dette projekt.

Formålet med delundersøgelsen er at anvise og dokumentere lavteknologiske og enkle metoder til reduktion af lugtgener efter udbringning af gylle og give en kvalificeret anvisning af, hvordan lugtgenerne kan reduceres efter udbringning af gylle.

På baggrund af de erfaringer, som er blevet (og vil blive) opnået i VMPIII lugtprojektet i 2004, vil der blive gennemført en række målinger af den kemiske sammensætning af luften efter udbringning af gylle. Lugtprøver adsorberes i rør, hvor lugtstofferne binder sig til et særligt foringsmateriale. I laboratoriet desorberes lugtstoffer over i en luftstrøm der ledes til en CG-MS-analysator, som kvantificerer lugtstofferne.

Lugtafgivelsen i forbindelse med gyllens udbringning bestemmes ved at placere statiske luftkammer over udbragte gylletyper 0 og 240 minutter efter gyllens udbringning. Lugtkammerne som dækker et areal på 3 m<sup>2</sup> udstyres med indre ventilation for at simulere vindbevægelse og for at sikre opblanding af luften. De emitterede lugtstoffer opkoncentreres over en periode af 20 min i luftkammeret placeret over det gyllebehandlede areal. Efter de 20 minutters opblanding udtages lugtprøver ved at lede luft fra de statiske kamre gennem adsorptionsrør pakket med en absorber, der tilbageholder relevante lugtkomponenter. Alternativt vil udtages luftprøver i 30 l tedlar poser ved et special udviklet vakuum kammer system. I laboratoriet måles indholdet af lugtkomponenterne i adsorptions rørene eller i tedlar poserne med GC-MS i laboratoriet.

Lugtafgivelsen er stærkt afhængig af gyllens og jordens fysik-kemiske sammensætning og de klimatiske forhold under og efter udbringningen, der vil derfor ske en samtidig registrering af gyllens og jordens fysiske og kemiske sammensætning (herunder indhold af lugtstoffer) samt af temperaturforhold i luft, gylle og gylle-jord blandingen.

Tidsplan:

April-august 2005: Udbringning af gylle i parcellforsøg og måling af lugtemission.

August-november 2005: Databehandling og udformning af dansk fagartikel

Resultater:

November 2005: Dansk publikation om lugtgener ved udbringning af gylle i afgrøder indeholdende dokumentation for hvilke udbringningsmetoder og hvilke former for behandling af gyllen, der kan bidrage til væsentlig reduktion af lugtgenerne ved udbringning (Martin N. Hansen og Torkild Birkmose).

Projektdeltager

Martin Nørregård Hansen, Jørgen Hinge og Torkild Birkmose

### III.3.3. Køre- og strukturskader ved udbringning af gylle i afgrøder som funktion af udbringningsudstyr og jordens vandindhold.

Udstyret til udbringning af husdyrgødning bliver større og tungere, hvilket medfører bekymring for varige strukturskader på jorden. En betydelig andel af gylletilførslen sker på vintersæd om foråret. Ammoniaktabet kan reduceres ved at nedfælde gyllen. Ved nedfældning i afgrøde kan nedfælderskæret medføre afgrødeskader. Desuden er arbejdsbredden typisk mindre ved nedfældning, hvilket medfører flere køreskader. Køre og strukturskader er bl.a. afhængige af jordtype, jordens vandindhold, dæktype og hjulbelastningen.

I forsøg kvantificeres de jordfysiske effekter af kørsel med gyllenedfælder og gylleslangeudlægger under forskellige fugtighedsforhold på lerjord og relateres til udbytte effekter. Det klarlægges under hvilke omstændigheder gyllenedfældning i etableret afgrøde, der ikke medfører væsentlige effekter på jordens struktur.

Jordfysiske målinger udføres i forbindelse med markforsøg udført af Dansk Landbrugsrådgivning. Forsøgene udføres i vintersæd på lerjord efter gylleudbringning ved nedfældning og slangeudlægning på forskellige tidspunkter i foråret (forskellige fugtighedsforhold). Der udføres udbyttmålinger i og uden for kørespor i de samme parceller.

Umiddelbart efter gylletilførslen måles jorddensitet og jordfugtighed i 5 cm intervaller ned til 50 cm dybde med gammastrålingsudstyr, dels i kørespor og dels mellem kørespor. Efter høst af afgrøde når jorden er opfugtet til markkapacitet (oktober-november) udføres penetreringsmålinger i forsøgspareller på tværs af køresporene ned til ca. 1 meters dybde. Disse målinger vil give et relativt udtryk for hvor meget jorden efterfølgende er påvirket af gylleudbringning udført under forskellige forhold. De jordfysiske effekter af gylleudbringningen vil blive relateret til det målte kerneudbytte, herunder vil der blive lavet estimater for det flerårige udbyttetab forårsaget af pakning registreret i jorden under pløjelaget. Langtidseffekten af pakning kan estimeres ud fra tidligere gennemførte undersøgelser.

Tidsplan:

April-august 2005: Udbringning af gylle i parcellforsøg og måling af jorddensitet, samt høst af forsøg.

Oktober-november 2005: Måling af penetreringsmodstand

November 2005-april 2006: opgørelse af forsøg og skrivning af dansk fagartikel.

Resultater:

April 2006: Dansk publikation om strukturskader ved udbringning af gylle i afgrøder.

Projektdeltagere

Peter Sørensen og Torkild Birkmose