

# Forarbejde til Teknologiudvalget

Arne Grønkjær Hansen, Thorkild Qvist Frandsen, Michael  
Jørgen Hansen, Mathias Andersen & Helle Birk Domino

AgroTech A/S

Randi Dalgaard

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet  
Århus Universitet

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
TEKNOLOGILISTEN	9
1.1 INDLEDNING	9
1.1.1 <i>Baggrunden: Teknologiuvalgets opgaver</i>	9
1.1.2 <i>Teknologilisten</i>	9
1.1.3 <i>Certificeringsordningen</i>	10
1.1.4 <i>BAT-blad systemet</i>	10
1.2 DOKUMENTATIONSKRAV FOR MILJØTEKNOLOGI PÅ TEKNOLOGILISTEN	11
1.2.1 <i>Evaluering af eksisterende dokumentation</i>	11
1.2.2 <i>Punktmålinger contra on-line målinger</i>	12
1.2.3 <i>Demonstration og afprøvning</i>	13
1.2.4 <i>Godkendelsesprocedure til teknologiliste og certificering</i>	13
1.2.5 <i>Referencer</i>	14
1.3 TEKNOLOGIOMRÅDER	15
1.3.1 <i>Luftrensning</i>	15
1.3.2 <i>Køling af gulve og gødningskanaler</i>	20
1.3.3 <i>Lavere staldtemperaturer ved naturlig ventilation /     udeklimastalde</i>	23
1.3.4 <i>Særlige gulvtyper, skrabere og fejmaskiner til kvægstalde</i>	25
1.3.5 <i>Gyllebehandling / gylleadditiver</i>	27
1.3.6 <i>Fodrings tiltag ved brug af additiver og ændringer</i>	31
1.3.7 <i>Husdyrgødningslagre</i>	32
1.3.8 <i>Gylleseparering</i>	35
2 BAT-BLADSYSTEM	43
2.1 BAGGRUND	43
2.1.1 <i>Lovgivning og direktiv</i>	43
2.1.2 <i>Definition af BAT</i>	43
2.1.3 <i>Erfaringer med BAT</i>	44
2.1.4 <i>BAT-bladenes form og indhold</i>	45
2.1.5 <i>Opdatering af BAT-byggebladene</i>	46
2.2 ØNSKER TIL FREMTIDIGT BAT-BLAD SYSTEM	46
2.2.1 <i>Organisering af arbejdet</i>	46
2.2.2 <i>Størrelsesbetragtninger og økonomi</i>	47
2.2.3 <i>Følsomhedsanalyser</i>	48
2.2.4 <i>Dyregrupper</i>	48
2.2.5 <i>Forhandlerliste eller firmaspecifikt datablad?</i>	48
2.2.6 <i>Offentliggørelse/info</i>	48
2.3 PRIORITERING AF ARBEJDET	49
2.3.1 <i>Behov for BAT-blade</i>	49
2.3.2 <i>Behov for nye BAT-blade</i>	50
2.3.3 <i>Opdatering af eksisterende BAT-byggeblade</i>	51
2.3.4 <i>Mulige BAT-byggeblade på længere sigt</i>	52
2.3.5 <i>Kombination af teknikker</i>	52
2.3.6 <i>Referenceanlæg</i>	53

2.4	LCA-BASERET MILJØVURDERING AF LANDBRUGSTEKNOLOGIER	53
2.4.1	<i>Eksempel 1: Lavteknologisk gylleseparation</i>	54
2.4.2	<i>Eksempel 2: Bioforgasning af gylle</i>	54
2.4.3	<i>Eksempel 3: Luftrensning med syre</i>	55
2.4.4	<i>Faseopdelt LCA vurdering</i>	56
2.4.5	<i>Referencer</i>	57
3	CERTIFICERINGSORDNING	59
3.1	FORMÅL	59
3.1.1	<i>Afgrænsning af certificeringsordningen</i>	59
3.1.2	<i>Hvilke teknologityper skal certificeringsordningen omfatte?</i>	60
3.1.3	<i>Principper og organisering af certificeringsordningen</i>	62
3.1.4	<i>Anbefalinger</i>	63
3.2	EKSISTERENDE TESTPROTOKOLLER	63
3.2.1	<i>Testprotokoller indenfor luftrensning</i>	63
3.2.2	<i>Testprotokoller indenfor gylleseparering</i>	65
3.2.3	<i>Testprotokoller indenfor gyllebehandling / gylleadditiver</i>	67
3.2.4	<i>Testprotokoller for udstyr til udbringning af husdyrgødning</i>	68
3.3	HVORDAN SIKRES FREMDRIFT I UDVIKLINGEN AF TEKNOLOGIER?	69
3.4	REFERENCER	70

# Forord

Denne rapport er et forarbejde til brug for Teknologiudvalget nedsat under Skov- og Naturstyrelsen i september 2007 i forbindelse med drøftelser om de fremtidige krav til dokumentation af miljøteknologi til landbrug.

På de tre første møder i Teknologiudvalget var hovedemnerne 1) teknologiliste, 2) BAT og 3) certificeringsordning, der alle er redskaber, som kan anvendes i forbindelse med fremtidig miljøgodkendelse af husdyrbrug. Til hvert af de tre hovedemner er udarbejdet et skriftligt oplæg med baggrunden og introduktion til problemstillingerne for emnet. Denne rapport er en sammenskrivning af disse tre oplæg. Dog er der foretaget enkelte ændringer af forståelses- og layoutmæssig karakter i forhold til de delrapporter, der er rundsendt til udvalgets medlemmer forud for de tre møder.

Rapporten er udarbejdet på opdrag fra Skov- og Naturstyrelsen af AgroTech A/S, Institut for Jordbrugs- og Fødevarerinnovation, som har erfaring inden for miljø-rådgivning, dokumentation af teknologi samt udviklingsprojekter for nye miljø-teknologier. Endvidere bygger arbejdet på tidligere erfaringer fra udarbejdelsen af BAT-byggeblade og fremskaffelse af dokumentation til dette formål samt erfaringerne med anvendelsen af denne dokumentation i landbrugsrådgivningen og i kommunerne.

Under udarbejdelsen af rapporten blev der foretaget en omstrukturering i Miljøministeriet således at en del af kompetencerne indenfor landbrug og miljø blev flyttet fra Skov- og Naturstyrelsen til Miljøstyrelsen.

AgroTech A/S, november 2007



# Sammenfatning og konklusioner

Teknologilisten spiller en central rolle for husdyrbrugere, der søger om miljøgodkendelse af deres produktioner, idet teknologierne på listen er anerkendt som redskaber til at opnå en bestemt miljøeffekt. Der er behov for et formaliseret ansøgningskoncept for optagelse på teknologilisten. Der skal udsendes information om konceptet, så virksomheder med relevante produkter ved, hvor de skal henvende sig og hvilken dokumentation, der skal leveres for at blive optaget på listen.

Arbejdet med implementeringen af BAT (Best Available Techniques) inden for husdyrproduktionen i Danmark bør genoptages. Der er behov for at revidere indholdet og fremgangsmåden for BAT-vurderingen. Af de eksisterende BAT-byggeblade er der størst behov for opdatering indenfor følgende områder: Delvist spaltegulv (svin), gyllekøling (svin), præfabrikerede drænedede gulve i kvægstalde, kemisk luftrensning (svin og fjerkræ) og svovlsyrebehandling af gylle (kvæg og svin). Behovet for nye BAT-vurderinger er størst for følgende teknologiområder: Skrabere til spaltegulve (kvæg), fast gulv med dræn og skraber (kvæg), biologisk luftrensning (svin), fytasetilsætning til foder (svin), reduceret råprotein (smågrise, slagtesvin og malkekøer), fast overdækning af gylletanke, flydebarrierer til gylletanke, gylleudbringning med slæbeslanger og gylleudbringning med nedfældningsudstyr.

Det anbefales, at en certificeringsordning for miljøteknologier til jordbrugssektoren tager udgangspunkt i følgende fem teknologiområder: 1) Luftrensning, 2) Gyllebehandling, herunder brug af additiver, 3) Overdækning af gyllebeholdere, 4) Gylleseparering og 5) Udbringning af husdyrgødning. Til den fortsatte udvikling af certificeringsordningen, bør der for hver teknologitype udvælges, hvilke parametre der skal undersøges og analyseres som et led i certificeringen.

Sammenhængen og samspillet mellem de tre redskaber, teknologiliste, BAT og certificeringsordning bør beskrives klart og kommunikeres ud til alle relevante interessenter.





# Teknologilisten

## 1.1 Indledning

Med den nye miljølovgivning stilles landbruget i de kommende år over for stigende krav til reduktion af emission af ammoniak og lugt. Samtidig udvikler miljø-teknologierne sig hurtigt, og må på nogle områder forventes at blive så relativt billige, at de kan betegnes som økonomisk tilgængelig for en branche eller dele af en branche.

Det er imidlertid meget vigtigt, at ny teknik er veldokumenteret, hvis den skal anvendes som projektilpasning i sager om udvidelse eller etablering af husdyr-brug. Det er u hensigtsmæssigt, at landmænd taber penge på at investere i dårlige tekniske løsninger, og dermed mister konkurrenceevne. Samtidig er det problematisk, at u virksom teknik ikke opfylder målene for miljøet i området, hvorved myndighederne risikerer at give tilladelser på et forkert grundlag. Det er vigtigt for virksomhederne, der udvikler teknologien, at der er klare retningslinier for, hvad der skal fremskaffes af dokumentation, og hvordan den fremskaffes. Endelig er det vigtigt, at afprøvningssystemet har tilstrækkelig kapacitet til at teste teknikken i samme hastighed, som den udvikles.

Dokumentationen skal naturligvis være uvildig og accepteret i udlandet, så det er muligt for danske virksomheder at eksportere uden at skulle betale for yderligere afprøvninger. Det samme gælder naturligvis for udenlandske virksomheder, som ønsker at etablere sig på det danske marked.

### 1.1.1 Baggrunden: Teknologiudvalgets opgaver

I udviklingen af en certificeringsordning vil Teknologiudvalget få en central funktion som rådgivende instans både i forhold til teknologilisten og i forhold til det nye BAT-bladsystem. I denne rapport er forsøgt at identificere centrale spørgsmål, som Teknologiudvalget skal tage stilling til i forhold til arbejdet med udviklingen af de tre tiltag. Rapporten indeholder desuden en kort beskrivelse af relevante teknologiområder og nogle forslag til prioritering af indsatsen på baggrund af status for teknologiernes modenhed, mulighederne for dokumentation på de enkelte områder samt praksis i sagsbehandling og fremtidige perspektiver ved ændringer.

### 1.1.2 Teknologilisten

Teknologilisten er Skov- og Naturstyrelsens liste over, hvilke teknologier, der har en dokumenteret miljøeffekt og er vurderet som driftssikre. Disse teknologier anses som så velbeskrevne, at de kan bruges af husdyrbrugere til at reducere miljø-påvirkninger i forbindelse med ansøgning om miljøgodkendelse. Teknologilisten er integreret i it-ansøgningssystemet ([www.husdyrgodkendelse.dk](http://www.husdyrgodkendelse.dk)) med oplysning om miljøeffekten for de enkelte teknologier. Listen skal således give en oversigt over mulige

projekttilpasninger, en ansøger kan anvende for at opnå et givent miljømål, for eksempel lavere ammoniakemission.

Teknologilisten skal desuden anvendes af kommunerne i vurderingen af, hvorvidt en ansøgning om miljøgodkendelse skal godkendes eller ej. Den nuværende teknologiliste findes i bilag 3 til "Vejledning om tilladelse og miljøgodkendelse af husdyrbrug".

Der er behov for at udvikle et mere formaliseret ansøgningskoncept for Teknologi-listen. Det er intentionen, at Teknologilisten skal være åben for alle ansøgere og ikke på forhånd være afgrænset til specifikke teknologityper. Det skal sikres, at teknologier, der har opnået den påkrævede dokumentation, kan indgå på lige fod med de teknologier, som allerede indgår i den nuværende Teknologiliste. Hvis optagelsen på listen bliver et krav, for at virksomheder kan sælge deres teknik, bør der sikres kort behandlingstid for godkendelse.

### 1.1.3 Certificeringsordningen

Skov- og Naturstyrelsen påregner i løbet af 2008 at igangsætte en certificerings-ordning for miljøeffektive landbrugsteknologier. Som grundlag for certificerings-ordningen skal der frem til primo 2008 igangsættes et arbejde med udvikling af kriterier for certificering af de enkelte teknologityper. Kriterierne skal baseres på relevante nationale og internationale test-protokoller og standarder. På baggrund af dette arbejde udbydes certificeringsordningen. Sideløbende igangsættes et internationalt orienteret arbejde med henblik på at skabe et samarbejde om europæiske standarder på relevante områder.

Teknologiudvalget deltager i drøftelserne, om hvilke teknologityper i husdyrproduktionen certificeringsordningen skal omfatte.

### 1.1.4 BAT-blad systemet

Skov- og Naturstyrelsen påregner at styrke arbejdet med at vejlede de kommunale miljømyndigheder om hvilke teknologier, der kan betegnes som BAT (Best Available Techniques, bedst tilgængelige teknologier), og som bør danne baggrund for kommunernes vilkår om BAT i miljøgodkendelser. Arbejdet retter sig endvidere mod at vejlede ansøgerne om, hvilke oplysninger, der kan indgå i ansøgningernes redegørelser om BAT.

Teknologier, som kan betegnes som BAT, er fastsat på baggrund af specifikke emissionsniveauer. Derudover er der for hver teknologi så vidt muligt foretaget en vurdering af sideeffekter herunder arbejdsmiljø, dyrevelfærd, ressourceforbrug og emission af drivhusgasser. Endvidere er BAT fastsat under afvejning af økonomiske udgifter og fordele. Da der er størrelsesøkonomiske fordele ved etablering og drift af visse teknologier, og den økonomiske evaluering af teknologien netop er central i vurdering af, hvorvidt en teknik kan betegnes som BAT eller ej, er der behov for, at fremtidige BAT-blade indeholder angivelser af betydningen af størrelsesøkonomi.

Der har i den forbindelse været udført et omfattende arbejde med koncepter for disse teknologivurderinger i form af de såkaldte BAT-Byggeblade. Miljøministeriet, som har forpligtigelsen til at implementere BAT i landbrug, igangsatte i 2003 arbejdet med at evaluere teknologier, der begrænser miljøpåvirkningen fra landbruget, som kunne betegnes som kandidater til betegnelsen BAT. Beskrivelse af teknik blev foretaget af en arbejdsgruppe

nedsat under Skov- og Naturstyrelsen med projektledelse i Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. Herudover var der deltagelse fra DMU, Kommunernes Landsforening, Danmarks Jordbrugsforskning, Dansk Svineproduktion og Fjerkrærådet.

Selvom teknologi i begrebet BAT skal forstås meget bredt, dvs. stald-, lager- og markteknik, fodringstiltag, teknik til begrænset ressourceforbrug mv. valgte man i første omgang at beskrive teknik til begrænsning af emission fra stalde. Begrundelsen for dette var, at BAT netop var implementeret på mange andre områder, men det var uklart hvilke staldtyper og typer af gødnings-håndtering, der kunne betegnes som BAT i Danmark. Der var ganske vist allerede udarbejdet fælles BAT-noter – det såkaldte BREF (BAT reference document) i 2003, men mange beskrevne staldtyper var helt uaktuelle under danske forhold. På flere områder er lavemissionssystemer mere udbredte i Danmark.

Der er ikke opdateret, ændret eller fremstillet nye BAT-byggeblade siden 2004. Der er derfor et stort behov for at genoptage arbejdet i en væsentlig udbygget form, således at teknologier på langt sigt kommer til at omfatte alle typer af teknologier fra fodring til udbringning af husdyrgødning, herunder managementsystemer.

## 1.2 Dokumentationskrav for miljøteknologi på teknologilisten

### 1.2.1 Evaluering af eksisterende dokumentation

Nuværende dokumentation, som ligger til grund for eksempelvis BAT-byggeblade, er af meget varierende kvalitet og omfang. Dette skyldes naturligvis, at der ikke er opstillet klare krav for dokumentation, og at BAT tager udgangspunkt i det internationale arbejde med evaluering af miljøteknologi (BREF), hvor man i sagens natur har evalueret forsøgsresultater fra afprøvningsinstitutioner med vidt forskellige traditioner.

Teknologilisten indeholder flere teknologier end dem, der er vurderet for BAT, blandt andet fordi den skulle omfatte flere husdyrarter, og fordi arbejdet med BAT-byggebladene ikke var ajourført. Derfor er kravene til optagelse på Teknologilisten også uklare. Hvis Teknologilisten skal fremme en hurtig implementering af ny teknik og sikre, at der er fri bevægelighed af miljøteknologi over grænserne i EU, bør der opstilles helt klare minimumskrav til dokumentationen samt igangsættes et grundigt evalueringsarbejde af den nuværende dokumentation på området.

Teknologiudvalget skal tage stilling til hvor høj grad af dokumentation, der kræves på hvert enkelt teknologiområde. Det er betydeligt lettere at skaffe statistisk sikker dokumentation for teknologi, som har en stor effekt og specielt, hvis der kan måles direkte før/efter koncentrationer, som det er tilfældet ved en rensningsteknologi. Der er meget stor forskel på at opsætte et forsøg/kontrol setup i et landbrug med sektioneret svineproduktion med mekanisk ventilation i forhold til eksempelvis en naturligt ventileret kvægstald eller minkhal. Som eksempel kan det nævnes, at en helt tilbundsgående undersøgelse af virkningen af en teknik i en naturlig ventileret stald vil kræve en forsøgsstald, som opdeles i en naturlig ventileret og en mekanisk ventileret afdeling. Derved kan man sammenligne direkte på koncentrationer og indstille ventilationen i det afsnit, der er mekanisk ventileret, så koncentrationerne af CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> er ens i de to afsnit. Alternativ kan vælges sporgasser til bestemmelse af luftskiftet (for eksempel SF<sub>6</sub> eller krypton85). Disse metoder

er så omfattende, at det i praksis vil betyde, at al teknik til kvægstald skal afprøves samme sted, og det ville derved blive vanskeligt at opnå kapacitet nok til at afprøve mere end 1-2 teknikker om året.

Det foreslås derfor, at det accepteres, at dokumentation for emission fra naturligt ventilerede stalde samt dokumentation for teknologi, der anvendes i naturligt ventilerede stalde, fremskaffes ved indirekte målinger af luftskifte gennem CO<sub>2</sub> balance beregninger. Dette er blandt andet anvendt af DJF i tidligere undersøgelser (Freudenthal et al, 2004) og ligger til grund for vurderingen af teknologier til kvægstalde i dag og for fastlæggelsen af normtal. For at reducere måleusikkerheden ved tilsvarende stalddtyper og teknikker kan det overvejes at forlænge perioden med online-målinger. Alternativt kan forsøget gentages, så der foretages målinger i to eller flere stalde med den pågældende teknik. For hver teknologi, bør således vurderes, om der kan stilles yderligere krav til dokumentation ved kommende undersøgelser, og om der er proportionalitet i et sådant krav eller pålægges producenten af en teknik (eller en branche) så store omkostninger, at kravene i realiteten er "innovationsdræbende", idet omkostninger til afprøvning bliver alt for store i forhold til den potentielle indtjening.

Proportionaliteten kan også overvejes i forhold til teknologiens påståede virkning. Det kan ganske vist have stor betydning for en producent, om en gødningsskraber godkendes til 15 % reduktionseffekt eller 20 % men er det meget afgørende for effekten i naturen i form af tilført kvælstof?

Endelig skal sikkerheden i angivelserne af emissionskoefficienter for de enkelte teknologier jo sammenholdes med sikkerheden i normtal for stalde i dag. Hvis normtallet er fastsat på et usikkert grundlag, vil man stadig have et usikkert tal for emission for samme stalddtype + en teknologi.

### 1.2.2 Punktmålinger contra on-line målinger

Staldenes ammoniak koncentration kan variere betydeligt over året, gennem en cyklus med voksende dyr og akkumuleret gødningsmængde. Den varierer derudover hen over døgnet som følge af dyrenes aktivitetsmønstre og døgn temperaturer. Det er derfor vanskeligt at opstille en klar protokol for håndholdte målinger, før man kender variationen inden for hver dyregruppe og -art for eksempel fra forsøg med online målinger.

Inden for svineproduktion, hvor de fleste målinger er gennemført, vil det dog være muligt at lave et måleprogram for punktmålinger, som kan komme meget tæt på at være lige så sikkert som online måling. Hvis teknologien er udbredt, så den kan måles i mange stalde, vil det i disse situationer endda give en større sikkerhed end online måling på to stalde. Denne problemstilling er blandt andet beskrevet i en analyse af forskningsdata fra forskningsstationer i fire lande (Vranken et al.), 2003).

Ved online målinger af ammoniak i en enkelt slagtesvinestald tages der højde for variationer inden for ventilationssystem, årstidsvariation og dagvariation. Ved denne metode negligerer man imidlertid variation inden for management mellem to ens stalddsystemer. I en undersøgelse fra Holland, der bygger på en statistisk analyse af en stor mængde indsamlede data demonstreres det, at antallet af målinger fra forskellige gårde er vigtigere end nøjagtigheden af

måleudstyret. Variationen mellem forskellige slagtesvineproducenter med samme staldsystem kan ligge på 44 % (Mosquera & Ogink, 2001).

Det anbefales derfor generelt, at der kræves on-line dokumentation for emissionsmålinger af gasser, når det drejer sig om ny teknik som i sagens natur ikke er særligt udbredt. Derimod kan der foretages punktmålinger i mange stalde i undersøgelser, der skal danne grundlag for et normtal for ammoniak og lugtemission eller i undersøgelser af relativt udbredte teknologier eksempelvis delvist fast gulv og gødningsskrabere.

For lugt er olfaktometri, som er baseret på punktmålinger eller sampling over en periode, stadig den eneste reelle metode. Krav om antal målinger er blandt andet beskrevet i artikler af Merete Lyngbye (Dansk Svineproduktion) og Arne Oxbøl (FORCE Technology).

### 1.2.3 Demonstration og afprøvning

I forbindelse med en række demonstrationsprojekter, som vil blive igangsat i de kommende år med tilskud fra landdistriktsmidlerne, ville det være hensigtsmæssigt samtidig at stille krav til en parallel gennemførelse af test i et omfang, der minimum svarer til de nye optagelseskrav til teknologilisten. Dette vil sikre, at nyudviklet teknik eller nyligt importeret teknik uden tilstrækkelig dokumentation vil have opnået den nødvendige dokumentation ved afslutningen af et demonstrationsprojekt. Projektets kvalitet som demonstration vil i øvrigt øges, da det danner grundlag for publicering af resultater.

Den samme procedure kunne med fordel anvendes ved innovationsprojekter. Nyudviklede prototyper vil dog oftest adskille sig så meget fra det, der endeligt sendes på markedet, at virksomheden alligevel vil skulle igennem en ny undersøgelse. Der er dog eksempler på innovationsprojekter gennemført med støtte til for eksempel udvikling af lavemissionsgulve og gødningskanaler, hvor det udviklede produkt var klart til markedet umiddelbart efter afslutningen af projektet. I disse tilfælde manglede virksomhederne dokumentation for den påståede emissionsbegrænsning, og der fandtes ikke tidligere en fast procedure, ligesom afprøvningsinstitutionernes kapacitet var begrænsede.

### 1.2.4 Godkendelsesprocedure til teknologiliste og certificering

Teknologilisten bør være en bruttoliste over teknologier, som kommunerne umiddelbart kan godkende ved projektilpasninger for landbrugsbyggeri med det formål at opnå et givet beskyttelsesniveau. Der bør være flere muligheder for at opnå den krævede generelle reduktion (i forhold til referencesystemerne) i emission fra stald og lager. Det samme gælder, hvis målet er en reduceret udledning af fosfor. For hver teknologi er det oplyst, hvilken effekt systemet har på emissionen. Så snart teknologien er optaget på listen vil konsulenter kunne vælge teknologien som virkemiddel i en it-ansøgning om miljøgodkendelse af et husdyrbrug.

Det foreslås, at Teknologiuudvalget på hvert teknologiområde udfærdiger en liste over de nødvendige oplysninger, som virksomhederne som minimum skal kunne levere i form af resultater fra afprøvningsinstitutioner i Danmark, Tyskland eller Holland. Det foreslås, at man foreløbig koncentrerer sig om et par udenlandske institutioner, og samtidig indleder forhandling omkring en

fælles certificerings-ordning på udvalgte områder. Her tænkes på tyske DLG-testcentrum og hollandske Wageningen, som allerede har påbegyndt denne proces inden for luftrensning. Senere vil dokumentation for eksempel fra belgiske og franske institutioner kunne tages med på Teknologilisten og eventuelt inkluderes i arbejdet mod en fælles protokol.

Det foreslås, at optagelse på Teknologilisten gøres begrænset til for eksempel 2 år. Herefter skal virksomhederne have frembragt yderligere dokumentation, som kræves for at være certificeret. I punktform præsenteres herunder forslag til andre principper for Teknologilisten og sammenhængen med certificeringsordningen.

- Teknologilisten opbygges, så den indeholder liste over miljøteknologi fra navngivne virksomheder. Det er ikke rimeligt at godkende en hel teknologitype som for eksempel "køling" eller "skrabere" ud fra en enkel virksomheds resultater, uden at kræve samme dokumentation af virksomheder, der efterfølgende søger optagelse på teknologilisten.
- Teknologi, som er på listen i dag, får lov at blive på listen i en overgangsperiode på for eksempel 1 år og kan i den periode skaffe de nødvendige målinger. Teknologier, som ikke fremskaffer denne dokumentation, "falder ud" af listen.
- Teknologi, som ved supplerende målinger opnår et ringere resultat end det tidligere tilskrevne potentiale for reduktion af emissionen, skal nedjusteres. Hvis det for eksempel viser sig, at en skraber på spaltegulv ikke kan give 20 % reduktion men kun 10 %, ændres det ved godkendelsen af virksomhedens produkt ved endt afprøvning.
- Virksomhederne kan fortsat sælge produkterne uden optagelse på listen, men der kan ikke godskrives emissionsbegrænsning før dokumentationen foreligger.
- Der laves ikke certificeringsordning på alle områder. Teknologier med størst reduktionspotentiale og med specifikke virksomheder bag er mest oplagt til certificering, bl.a. luftrensning, køling, gyllebehandling, gylleseparering, staldkoncepter.

Bilag 1 viser et forslag til håndtering af den forskelligartede dokumentation i overgangsfasen med udvidelse af Teknologilisten.

Bilag 2 viser en oversigt over de forskellige faser i udviklingen af et produkt.

### 1.2.5 Referencer

Freudenthal, A., Hansen, A.G. & Rasmussen, J.B. (2004). Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde. FarmTest nr. 21. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Mosquera, J. & Ogink, N.W.M. (2001). Determination of the variation sources associated with ammonia emission measurements of animal housings. Agrotechnology and Food Innovations (A&F), Wageningen.

Vranken E., Dekock J., Guarino M., Gallmann E., Hartung E., Demmers T.G.M., Navarotto P.L., Berckmanns D. (2003). Method to determine ammonia emission from livestock buildings.

### 1.3 Teknologiområder

I det følgende gives en kort introduktion til de mest relevante miljøteknologier til anvendelse i husdyrproduktionen. For hvert teknologiområde indledes med en beskrivelse af de grundlæggende principper. Herefter gives en status på eksisterende dokumentation for teknologiens miljøeffektivitet, driftsforhold, arbejdsmiljø og ressourceforbrug og for nogle af teknologierne belyses nogle af de problemstillinger, man skal overveje i forbindelse med opstilling af en egentlig testprotokol. Til sidst er der for hver teknologitype foretaget en vurdering af teknologiens udbredelse samt status i forhold til BAT-vurdering.

Det er ikke hensigten at give en fuldstændig status over samtlige miljøteknologier. For uddybende beskrivelse af teknologierne henvises til "Udredningsrapport Teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyr-produktion" (Mikkelsen et al.), (2006). Rapporten er tilgængelig på Skov- og Naturstyrelsens hjemmeside.

#### 1.3.1 Luftrensning

##### ***Beskrivelse af teknologiområdet***

Luftrensning dækker et teknologiområde med en række forskellige principper til reduktion af ammoniak- og lugtemissionen fra husdyrstalde. På nuværende tidspunkt er der kun udviklet luftrensningssystemer til mekanisk ventilerede stalde. Der er dog også et behov for udvikling og dokumentation af luftrensningssystemer, som kan håndtere naturlig ventilerede stalde (ventilering af gyllekanaler) samt luftrensning af procestanke til gyllebehandling.

Overordnet set kan luftrensning opdeles i to typer; kemisk og biologisk luftrensning. Ved kemisk luftrensning forstås et princip, hvor staldluften ledes gennem en renseenhed, hvor en kemisk opløsning, eksempelvis svovlsyre, frænses ammoniak og lugtstoffer. Ved biologisk luftrensning forstås et princip, hvor staldluften ledes gennem et fugtigt filtermateriale, hvorpå en såkaldt biofilm bestående af mikroorganismer nedbryder og omsætter støv, ammoniak og lugtstoffer.

Udover de mest almindelige typer af luftrensning findes også andre typer af luftrensere, som er mere eller mindre udviklede og som traditionelt ikke defineres som kemisk eller biologisk luftrensning. Her kan blandt andet nævnes ozon-tilsætning til luften og luftrensning baseret på membranteknologi. Desuden er der systemer, hvor kemisk og biologisk luftrensning kombineres i den samme luftrenser.

På nuværende tidspunkt er der kun nogle få kommercielle kemiske luftrensere på det danske marked. Der findes kemiske luftrensere på markedet af både udenlandsk og dansk fabrikat. De kemiske luftrensere er primært udviklet til svinestalde, men der pågår også arbejde med at teste, hvorvidt de vil kunne bruges til andre husdyrtyper. Generelt kan de kemiske luftrensere reducere ammoniakemissionen med op til 90 %, mens der kun er lidt eller ingen effekt på lugtemissionen.

Der er kun en kommerciel luftrenser på markedet, som er baseret udelukkende på biologisk luftrensning, nemlig biologisk luftvasker fra SKOV A/S. Biologisk luftrensning fra SKOV A/S har været gennem en række

afprøvninger af Dansk Svineproduktion og har vist sig både at have en effekt på ammoniak og lugt.

Der findes også nogle få udenlandske biologiske luftrensere, som er kommercielt tilgængelige. Der er desuden et luftrensningsanlæg med kombineret kemisk og biologisk rensning fra INNO+ på det danske marked.

### **Specifikke dokumentationskrav**

Den dokumentation, som er tilgængelig, er i de fleste tilfælde fremkommet i forbindelse med udviklingen af luftrensningsteknologierne. I udviklingsprocessen har der ofte været mest fokus på miljøeffektiviteten i forhold til ammoniak og lugt. De andre parametre såsom ressourceforbrug og arbejdsmiljø er ofte ikke dokumenteret på en standardiseret måde.

På nuværende tidspunkt foreligger der blandt andet dokumentation som er udarbejdet af Dansk Svineproduktion (DSP), Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) og Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret (DLBR).

I tabel 1.1 er givet et forslag til hvilke parametre, som et givet luftrensningsanlæg bør vurderes på for at komme på Teknologilisten.

Tabel 1.1. Forslag til parametre til dokumentation af luftrensningsanlæg (teknologilisten).

Driftsforhold	Miljøeffektivitet	Ressourceforbrug	Arbejdsmiljø
Maksimal luftmængde for rensenheden.	Ammoniak-koncentration og emission.	Elforbrug.	Beskrivelse af sikkerhedsrisiko.
Angivelse af staldtype.	Ammoniakreduktion i procent.	Vandforbrug.	Krav og påbud fra arbejdstilsynet.
Én produktionsperiode.	Lugtkoncentration og emission.	Evt. syre- og baseforbrug.	
30 dage ved kontinuerlig husdyrproduktion.	Lugtreduktion i procent.	Arbejdsforbrug.	
Minimum én sommerperiode.	Delrensning dokumenteres med beregninger i Staldvent.		

### **Driftsforhold**

Afprøvning af en luftrensningsteknologi skal foretages under forhold, hvor anlægget belastes med den maksimalt dimensionerede luftmængde. Det bør ikke være et krav, at luftrenseren renser stalduften 100 %, når blot den belastes med den maksimale luftmængde. Luftrenseren bør dog som minimum have en kapacitet svarende til en normal ventilationsudsugning.

Hvis anlægget senere skaleres til brug for central luftrensning, bør der gennemføres nye afprøvninger svarende til et rensmodul. Det foreslås således, at luftrenseren kun godkendes til den kapacitet, den er testet ved - dog med mulighed for vurdering til godkendelse af kombination af flere moduler.



Bestemmelsen af luftmængden skal foretages med en kalibreret målevinge. Under målingerne skal der være det antal dyr i stalden, den er dimensioneret til, det vil sige en normal belægningsgrad for husdyrarten.

Afprøvningen skal forløbe over minimum én sommerperiode, der svarer til produktionsperioden for den pågældende husdyrproduktion, eksempelvis ca. 90 dage for en slagtesvineproduktion. For de husdyrproduktioner, hvor produktionen er kontinuerlig, bør der foretages målinger over én sommerperiode på minimum 30 dage, eksempelvis i en drægtighedsstald.

Det bør overvejes, om det er tilstrækkeligt med en sommerperiode, eller om der også skal stilles krav om en vinterperiode. Argumentet for at vælge netop sommerperioden er, at det er her, at emissionen er størst og derved bliver anlægget testet ved den maksimale emissionsbelastning. Et argument for ikke at have en vinterperiode med som krav for optagelse på teknologilisten er, at listen derved bliver mere dynamisk og teknologidrivende, hvorimod en egentlig certificering naturligvis vil kræve længere afprøvningsperioder og grundigere tests med forskellige belastninger osv.

Det bør fremgå af teknologilisten, at dokumentationen er foretaget ved en given staldtype. Det er specielt en problemstilling ved svineproduktionen, hvor det formentligt ikke er uden betydning, om en luftrensningsteknologi er afprøvet ved eksempelvis en slagtesvinestald eller en drægtighedsstald. Det bør i det enkelte tilfælde vurderes om luftrensningsteknologien kan dække bredere end lige præcis den staldtype, hvor den er afprøvet. En dokumentation for rensning af luft fra en husdyrart kan aldrig anvendes ved andre husdyrarter, da der er tale om andre koncentrationer af støv, gasser samt helt andre driftsforhold.

### ***Miljøeffektivitet***

Lugtmålinger i luftstrømmen før og efter luftrenseren skal foretages i henhold til standarden for udtagning og analyse af luftprøver ved olfaktometri (Dansk Standard, 2003). Luftprøverne skal udtages seks gange i løbet af afprøvningsperioden. Ved hver måledag skal der udtages tre luftprøver både før og efter luftrenseren.

Ammoniakmålinger i luftstrømmen før og efter luftrenseren skal foretages med velafprøvede detektionsrør. Ammoniakmålingerne skal foretages seks gange i løbet af afprøvningsperioden. Ved hver måledag skal der foretages tre målinger både før og efter luftrenseren.

For de husdyrproduktioner, hvor der er en given produktionsperiode, skal både ammoniak- og lugtmålingerne fordeles over produktionsperioden. Herved opnås der målinger ved forskellige emissionsniveauer.

For både ammoniak og lugt skal der angives absolutte værdier for koncentration og emission før og efter luftrenseren. For ammoniak angives emissionen som gram  $\text{NH}_3$  pr. time. For lugt angives emissionen som  $\text{OU}_E$  (odor units, lugtenheder) pr. sekund. De absolutte værdier suppleres med en procentvis reduktion.

Det skal angives i teknologilisten om en given luftrensningsteknologi kan anvendes ved delrensning. Ved delrensning forstås et princip, hvor kun en del af staldens luftmængden renses i luftrenseren, mens resten sendes urenset ud af stalden. I forhold til teknologilisten vil det være for omfattende både at

kræve en afprøvning med delrensning og 100 % rensning. Derfor bør det være muligt at lave en beregning, eksempelvis ved brug af it-programmet Staldvent.

### **Ressourceforbrug**

El-, vand- og kemikalieforbrug skal registreres for en hel produktionsperiode eller for en periode på 30 dage for kontinuerlige husdyrproduktioner.

Elforbruget til luftrensningsteknologien skal opgøres, så det kun omfatter den ekstra mængde energi, der kræves pr. ventileret kubikmeter staldluft. De arbejdstimer, som driftslederen bruger til tilsyn og vedligehold af luftrenseren, skal opgøres for hele afprøvningsperioden.

### **Arbejds miljø**

I forhold til arbejdsmiljøet skal alle sikkerhedsrisici være beskrevet grundigt for den enkelte teknologi. Desuden skal beskrives alle de krav og påbud arbejdstilsynet har i forhold til en given sikkerhedsrisiko.

### **Beskrivelser af teknologier/produkter**

I tabel 1.2 er angivet en liste over de kommercielle luftrensningsanlæg, hvor der foreligger mere eller mindre omfattende dokumentation for miljøeffektiviteten. Dokumentationen er lavet af forskellige institutioner og under forskellige driftsforhold. Det er derfor nødvendigt, at der foretages en vurdering af den enkelte dokumentation, når det skal afgøres, hvilke luftrensningsteknologier, der skal med på teknologilisten i første omgang. I det tilfælde, hvor dokumentationen skønnes utilstrækkelig, kan det overvejes, om supplerende målinger kan medføre en optagelse på teknologilisten.

Tabel 1.2. Luftrensningsanlæg med dokumentation.

Anlæg	Type	Husdyr- type	Miljøeffektivitet		Referencer
			Ammoniak %	Lugt %	
ScanAirclean A/S	Kemisk	Slagtesvin	> 90 %	~ 0	Landscentret, 2004a Landscentret, 2004b
Bovema S-air	Kemisk	Smågrise	> 90 %	~ 0	Landscentret, 2004a Landscentret, 2004b Riis, 2007
Bovema S-air	Kemisk	Slagtesvin	> 90 %	~ 0	Landscentret, 2004a Landscentret, 2004b Pedersen, 2007
Uniqfill Air	Kemisk/ biologisk	Slagtesvin	> 80 %	60 – 80 %	DLG Signum, 2006
SKOV A/S	Biologisk	Slagtesvin	> 50 %	30 – 50 %	Jensen & Hansen, 2006
Dorset Millieutechnik	Biologisk	Slagtesvin	> 90 %	70 – 85 %	DLG Signum, 2007
Agrofilter GmbH	Biologisk	Slagtesvin	> 70 %	40 – 90 %	Riis et al., 2005

I tabel 1.3 er angivet teknologier, som er under udvikling eller afprøvning af forskellige institutioner. Det er ikke undersøgt om de igangværende afprøvninger vil kunne leve op til de førnævnte dokumentationskrav. Det er dog en problemstilling, som bør undersøges. I det tilfælde, hvor en afprøvning ikke kan opfylde dokumentationskravene, bør der foretages en vurdering af, om luftrensningsteknologien umiddelbart kan optages på teknologilisten, eller om der skal kræves supplerende målinger.

Tabel 1.3. Anlæg under udvikling/afprøvning.

Producent/ anlæg	Type	Status	Referencer
Bioscent	Membran- teknologi	Under udvikling i samarbejde med DSP.	Hansen & Lyngbye, 2006
SKOV A/S	Biologisk	DLG-test er under gennemførelse i Tyskland. Der er gennemført en række afprøvninger ved DSP som ikke er publiceret.	
Hartmann Bio- Filter	Biologisk	Under afprøvning ved DSP. Der foreligger afprøvningsresultater fra LUA NRW.	Schirz et al., 2003
Turbovent Agro A/S	Kemisk	Under afprøvning ved DSP i svinestald og ved AgroTech A/S i fjerkræstald.	
Turbovent Agro A/S	Biologisk	Under udvikling/afprøvning ved DSP.	
Inno +	Kemisk / biologisk	Under afprøvning ved DSP.	
Dorset Milieutechnik	Kemisk / biologisk	Der foreligger endnu ikke afprøvningsresultater.	

### **Status vedrørende BAT**

Det ligger i BAT-begrebet, at rensningsteknologi kun kan være BAT i det omfang, at der ikke kan findes tilstrækkelige alternativer, som sigter på at reducere forureningen ved kilden. I BREF er luftrensning også kun beskrevet som BAT-kandidat.

Inden for kemisk luftrensning med syre er der på nuværende tidspunkt kun én teknologitype, der er vurderet som BAT, nemlig luftvasker med syre og rensning af 60 % afgangslugt (Landscentret, 2004a). Inden for kemisk luftrensning findes desuden en BAT-kandidat; luftvasker med syre, rensning af al afgangsluften (Landscentret, 2004b). Der er behov for en opdatering og revurdering af det eksisterende BAT-byggeblad og den eksisterende BAT-kandidat. Desuden er der behov for at få andre luftrensningsteknologier vurderet i forhold til BAT, specielt inden for biologisk luftrensning.

På BAT-byggebladens liste over virksomheder er virksomhederne Scan Air Clean og Bovema foreløbig anført. Virksomhederne bruger dette i markedsføringen af deres produkter.

### **Referencer**

Dansk Standard (2003): Luftundersøgelse – bestemmelse af lugtkoncentration ved brug af dynamisk olfaktometri. DS/EN 13725:2003.

DLG Signum test (2006): Zweistufige Abluftreinigungsanlage "Chemowäsher (+)". DLG-Prüfbericht nr. 5629. DLG e.V. Technik & Betriebsmittel.

DLG Signum test (2007): Abluftreinigungsanlage "Dorset-Rieselbettfilter". DLG-Prüfbericht nr. XXXX. DLG e.V. Technik & Betriebsmittel. **ENDNU IKKE PUBLICERET.**

Hansen, M.J.; Lyngbye, M. (2006): Undersøgelse af luftrensning baseret på membranteknologi. Erfaring nr. 0604. Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Jensen, T.L.; Hansen, M.J. (2006): Slagtesvinestald med biologisk luftrensning fra SKOV A/S. Meddelelse nr. 737. Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Landscentret (2004a): Luftvasker med syre, rensning af 60 procent afgangsluft. BAT-byggeblad. Nr. 106.04-58. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Landscentret (2004b): Luftvasker med syre, rensning af al afgangsluften. BAT-kandidat. Nr. 106.04-57. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Mikkelsen, S.A., Christensen, S., Schaarup, P.H., Vejbæk, L., Ravn, I., Lundgaard, N.H., Aaes, O., Lyngbye, M., Damkjær, R., Jacobsen, B., Qwist, M., Sommer, E. & Larsen, F. (2006). Udredningsrapport for teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen. Miljøministeriet.

Pedersen, P. (2007): Delrensning med to-trins Bovema S-air luftrensere i en slagtesvinestald. Meddelelse nr. 776. Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Riis, A.L. (2007): Bovema S-air to-trins luftrensere afprøvet i en smågrisestald under sommerforhold. Meddelelse nr. 776. Dansk Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

Riis, B.L.; Jensen, T.L.; Domino, H.B. (2005): Halmfilters effekt overfor ammoniak- og lugtemission fra slagtesvinestalde. Farmtest nr. 14. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

Schirz, S.; Zwill, M.; Sowa, A.; Badouin, D. (2003): Technische Massnahmen zur emissionsminderung in der intensivtierhaltung - untersuchungen an biofiltern und kombinationsanlagen. Fachberichte LUA NRW 3/2003.

### 1.3.2 Køling af gulve og gødningskanaler

#### **Beskrivelse af teknologiområdet**

Køling af gulve og gødningskanaler er et teknologiområde, der omfatter en række forskellige funktionsprincipper, som potentielt kan reducere lugt- og ammoniak-emissionen fra stalde. Teknologien er oprindeligt udviklet til varmegenvinding fra kvægstalde, men er senere implementeret i svine- og fjerkræstalder.

Det mest udbredte funktionsprincip er varmepumper, hvor et "koldt" kredsløb opsamler varmeenergi fra gulvet/gødningskanalen, og derved køler overfladen eller det medie, køleslangerne er placeret i. Via varmepumpen veksles varmeenergien til et "varmt" kredsløb, som overfører varmeenergien til et centralvarmeanlæg eller tilsvarende. I det kolde kredsløb tilsættes der glykol eller anden form for frostvæske. Dermed sænkes frysepunktet, og der kan køles til temperaturer under 0 grader celsius. Kraftig køling reducerer dog varmepumpens virkningsgrad. Normalt anbefales det, at anlægget dimensioneres til at køle med op til +5 grader celsius.

I stedet for at koble varmepumpen direkte på et centralvarmeanlæg, kan varmeenergien oplagres i undergrunden til senere brug. Systemet er udbredt i Holland, hvor det anvendes i forbindelse med svine- og fjerkræstalde samt væksthushavenerier.

Køling kan også foretages med et mere enkelt system, hvor grundvand ledes gennem køleslanger, og dermed sænker temperaturen til et niveau svarende til vandets (ca. 8 grader celsius). Virkningsgraden er mindre end for systemer med varmepumper. I en svensk undersøgelse i en mekanisk ventileret kostald, blev der fundet en reduktion af ammoniakfordampningen på 20 % (Anderson, 1995).

### ***Miljøeffektivitet***

Danske og hollandske undersøgelser har vist, at køling er en effektiv metode til at reducere ammoniakfordampning fra gødningskanaler og gulve. Som udgangspunkt kan man regne med at fordampningen reduceres med 5 – 10 procent for hver grad temperaturen sænkes (Pedersen, 1997). I slagtesvinestalde med delvist spaltegulv og skrabere i gødningskanalerne, vurderes den maksimale reduktion at være 40 % målt i forhold til en referencestald med fuldspaltegulv og 30 % i forhold til en stald med delvist spaltegulv (Pedersen, 2003). I drægtighedsstalde med løsdrift og delvist spaltegulv er den maksimale reduktion 30 % i forhold til en tilsvarende stald uden køling.

I en hollandsk undersøgelse, hvor køleslangerne flød på overfladen af gyllen, blev der målt reduktion af lugtemissionen på 20 – 25 % (Mol & Ogink, 2003). I en dansk undersøgelse, hvor køleslangerne var støbt ned i gødningskanalerne, og hvor gødningen blev skrabet ud dagligt, blev der til gengæld ikke målt nogen reduktion af lugtemissionen (Pedersen, 2004).

### ***Specifikke dokumentationskrav***

Den dokumentation, der foreligger på nuværende tidspunkt, er udarbejdet af Landsudvalget for Svin (nu Dansk Svineproduktion), Wageningen i Holland og Sveriges Lantbruksuniversitet.

Sammenhængen mellem temperatur og ammoniakfordampning er dokumenteret på et niveau, hvor det vil være muligt at dokumentere anlæggets virkning indirekte via dokumentation for varmepumpens virkningsgrad. Derfor bør det overvejes, om emissionsmålinger kan undlades, specielt i naturligt ventilerede kvægstalde, hvor emissionsmålinger er meget vanskelige at foretage, og hvor usikkerhederne på målingerne er meget stor, da det ikke er muligt at måle luftskiftet i stalden.

Sammenhængen mellem temperatur og lugtemission er derimod mere usikker, hvorfor der bør forlanges olfaktometriske målinger som dokumentation.

I tabel 1.1 er listet de parametre, som en given luftrensningsteknologi bør vurderes på for at komme på teknologilisten i fremtiden.

### ***Driftsforhold***

Afprøvning af kølingsanlæg skal foretages under produktionsforhold med kontrolafsnit med samme produktion som i forsøgsafsnittet. Ved emissionsmålinger i mekanisk ventilerede stalde skal luftskiftet dokumenteres ved hjælp af en kalibreret målevinge. I forhold til at komme på teknologilisten er det ikke afgørende om målingerne er foretaget under vinter- eller sommerforhold.

Afprøvningen skal minimum forløbe over en periode, der svarer til produktions-perioden for den pågældende husdyrproduktion. For de husdyrproduktioner, hvor produktionen er kontinuerlig, skal der foretages målinger over en periode på minimum 30 dage. For dokumentation af køling i naturligt ventilerede stalde er der tilsvarende problemer vedrørende kontrol/forsøg som beskrevet under teknologier til kvægstalde.

Ammoniakk målinger kan foretages med detektionsrør (Kitagawa eller Dräger). Der foretages gentagne målinger minimum én gang hver uge i løbet af afprøvnings-perioden.

Dette foreslås, fordi der er så mange undersøgelser af sammenhængen mellem køling og emission, og der er opstillet mange algoritmer for denne sammenhæng. Det vurderes derfor, at det vil være ude af proportion at kræve on-line måling for godkendelse og optagelse på teknologiliste. Derimod er det vigtigt, at information om varmepumpens energiforbrug og driftstimer bliver registreret løbende, da disse data kan bruges som indirekte dokumentation for anlæggets funktion og effektivitet overfor myndighederne. Lugtmålinger skal foretages i henhold til standarden for udtagning og analyse af luftprøver ved olfaktometri. Lugtprøverne skal udtages mindst én gang hver uge i løbet af afprøvningsperioden. Det nødvendige antal af prøver fastlægges ud fra, hvor stor effekt det forventes, at anlægget har. Der skal tages stilling til om lugtprøver overhovedet skal være obligatoriske. De fleste producenter af kølesystemer vil nok først og fremmest gå efter at få dokumenteret ammoniakemissionen og energiforbruget, da størrelsen af disse parametre er vigtig for markedsføringen af denne type anlæg.

#### ***Ressourceforbrug***

Elforbruget skal dokumenteres ved hjælp af en logger, der monteres på varmepumpen.

#### ***Arbejds miljø***

Hvis køleteknikken har en effekt, som medfører, at ventilationsgraden sænkes i forhold til ventilationsnormen (for eksempel ved køling af indblæsningsluft i svinestalde eller køling af hele gulvfladen i kyllingestalde), er det vigtigt at undersøge, om krav til arbejdsmiljøet er overholdt herunder krav vedrørende støv, ammoniakkoncentrationer og svovlbrintekoncentrationer.

#### ***Modenhed/udbredelse***

Varmepumper er en moden teknologi, da den har været udbredt til varmegenvinding i landbruget de sidste 30 år. Derudover anvendes varmepumper i stor udstrækning i mange andre brancher. Som eksempler kan nævnes jordvarmeanlæg til enfamiliehuse og airconditionanlæg, som anvendes over hele verden.

Den type varmepumper, der anvendes i landbruget i dag er meget driftssikre og er stort set vedligeholdelsesfrie.

Derudover undersøges absorptionskøling som mulig teknik til landbrugsformål. Dette kan have perspektiver, idet energien til at drive kølingen kan dannes ved afbrænding af halm i lokalt halmfyr (som landmænd ofte har i forvejen).

### ***Status vedrørende BAT***

Køling er beskrevet som en BAT-teknologi i EU's BREF (European Commission, 2003) og er også beskrevet i to BAT-byggeblade til henholdsvis slagtesvinestalde med delvist spaltegulv samt til drægtighedsstalde med løsdrift og delvist spaltegulv.

Der er pt. kun nævnt én virksomhed som leverandør af køleteknik, nemlig KH Nordtherm, men der er flere leverandører af varmepumper på markedet, som eventuelt kunne godkendes ud fra anden dokumentation om effektivitet.

### ***Referencer***

Anderson, Mats, 1995: Cooling of manure in manure culverts. Specialmeddelande 218. Sveriges Lantbruksuniversitet, JBT. Lund 1995.

European Commission (2003). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs.

Landsudvalget for Svin (2004). Reduktion af ammoniak- og lugtemission. Status på afprøvning januar 2004. Danske Slagterier, Landsudvalget for Svin.

Pedersen, P. (1997). Køling af gylle i slagtesvinestalde med fuldspaltegulv. Meddelelse nr. 357. Danske Slagterier, Landsudvalget for Svin.

Mol, G & N.W.M. Ogink (2003). The effect of two ammonia emission reducing pig housing systems on odour emission.

### **1.3.3 Lavere staldtemperaturer ved naturlig ventilation / udeklimastalde**

Det forventes ikke, at naturligt ventilerede svinestalde generelt har en lavere emission, men der er ikke danske undersøgelser heraf. Årsagen hertil er, at naturligt ventilerede svinestalde generelt ikke anbefales, fordi det er vanskeligt at styre klima og gødeadfærd i disse stalde, der således kræver ekstra god management og tilsyn med dyr. Der er dog en lille andel af producenter i såvel Danmark som udland, som alligevel ønsker naturligt ventilerede stalde.

Der findes desuden staldtyper med udendørs gødeareal, hvor gylletemperaturen er betydeligt lavere end i referencestaldene. Årsgennemsnittet for udendørs-temperaturen ligger omkring 8 grader i Danmark, mens staldtemperaturen gennemsnitligt vil ligge over 20 grader, selv om der tilstræbes en temperatur på ca. 18 grader. Udendørs arealer er obligatoriske for økologisk svineproduktion.

Landbrugsrådgivningen får en del henvendelser fra landmænd og konsulenter, som ønsker at vælge naturligt ventilerede stalde blandt andet med den begrundelse, at der ikke anvendes energi til ventilation. Både landmænd og virksomheder ønsker at få undersøgt, om de har lavere emission end traditionelle mekanisk ventilerede stalde, eller om der findes udenlandsk litteratur, som kan dokumentere det.

### ***Eksisterende dokumentation***

Dansk Svineproduktion har tidligere redegjort for måleresultater for gylletemperatur i V-staldens udendørskanaler i en artikel i DS-nyt i februar 2005. Disse undersøgelser bekræftede forventningen om en betydeligt lavere

gylletemperatur og dermed forventningen om lavere ammoniakemission. Ammoniakemission vil således kunne anslås ud fra sådanne målinger (jf. redegørelsen for sammenhæng mellem ammoniakfordampning og gylletemperatur i afsnit om køling).

I en tysk undersøgelse af stald med udeklima fandt man reduceret emission af både ammoniak og metan som følge af den lavere gylletemperatur (Rathmer, 2001).

I tyske BVT-datablade (Beste verfügbare Technik) beskrives udeklimastalde og giver således mulighed for at vælge en lavteknologisk løsning for opnåelse af emissionskrav og BAT (Grimm et al. 2002).

### **Status vedrørende BAT**

Delvist fast gulv til svineproduktion skal opdateres (termer og reduktion i forhold til normalt). Fast gulv med hældning, dræn og skraber ikke beskrevet. Kombinationer af teknik (for eksempel fuldspalte + fodringstiltag)

I tabellerne herunder gives en oversigt over forskellige staldtyper og staldteknikker til reduktion af ammoniak- og lugtemission. Tabel 1.4 opsummerer resultaterne fra gennemførte undersøgelser, mens tabel 1.5 viser forskellige staldtyper og teknikker, der er under udvikling og afprøvning.

*Tabel 1.4. Staldtype/staldteknik svin*

Producent/ Anlæg	Type	Husdyr-type	Miljøeffektivitet		Referencer
			Ammoniak	Lugt	
Ikke firmaspecifik	Delvist fast gulv	Slagtesvin	Indsæt kg jf. norm.	300 OU/s/1000 kg (30 % lavere end fuldt drænet)	Riis, 2006 + normalt
Ikke firmaspecifik	Delvist fast gulv, Faresti		Indsæt kg jf. norm.	72 OU/s/dyr (ca. 30 % red.)	Riis, 2006 + normalt
Ikke firmaspecifik. F.eks. KH-nordtherm	Køling af kanalbund	Drægtige søer. (slagtesvin)	Ca. 30 % lavere end ref.	NS	Landscentret 2004
Ikke firmaspecifik	Reduceret gylleoverflade vha. plader	Undersøgt ved dr. søer	2,3 kg N mod 4,3 kg i hollandsk norm		Raalte, 2001

*Tabel 1.5. Staldtype/ staldteknik svin Anlæg under udvikling/afprøvning/potentielle.*

Producent/ anlæg	Type	Status	Referencer
V- stald, Nyborg huse, naturlig	Naturlig ventil. udendørs spalteareal	Stald med udeklima, dokumenteret lavere gylletemp. Kan evt. også godkendes til friland prod.	DS-Nyt, 2005 Rathmer, 2001
Cowboy stald	Naturlig ventileret stald	Ikke undersøgt	
Sjølund staldbyg, naturlig vent.	Naturlig ventileret stald	Ikke undersøgt	
Perstrup	Naturlig ventileret stald	Ikke undersøgt	
Perstrup	Stald med kilde separation (skrab, og dræn i kanal)	Under afprøvning /udvikling VMP3 forskn. + DSP afprøvning	
J. Berth	Gylletragt ved hver sti. Reduceret gylleoverflade og daglig udslusning og skyl.	Første stald under opførelse	
Oranje Betonvare	V-formet kanal Reduceret gylleoverflade og daglig udslusning	Testet i én stald.	



Intercontinental	V-formet kanal, gangventilation	Testet i Holland og England Ikke i DK (men udbydes på Agromek)	Groen Label
Økologisk Slagtesvinestald med køling af udeareal		Planlagt undersøgelse. (Innovationsprojekt)	
Scan Air Clean	Køling i luftindtag i kombination med rensning af luft.	Køling alene har en effekt på ventilationsraten og dermed på emission af lugt (evt. også ammoniak) samt forventet reduceret energiforbrug	DS-nyt

### **Referencer**

Grimm, E., Döhler, H., Fritzsche, S., Schwab, M., Jäger, P., Siegel, F., Witzel, E., de Baey-Ernsten, H., Hackeschmidt, A., & Achilles, W. (2002). Beste verfügbare Technik in der Intensivtierhaltung (Schweine- und Geflügelhaltung). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). Darmstadt.

Køling – perspektiver? Dansk Svineproduktion. DS-Nyt.

Ladegård, T. (2005). Artikel i DS-nyt, februar 2005. Dansk Svineproduktion.

Landscentret (2004). Delvist spaltegulv med skraber og køling af kanalbund. BAT-Byggeblad nr. 106.04.51. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Pedersen, P. (2005). Linespilsanlæg med køling i drægtighedsstalde. Meddelelse nr. 694. Dansk Svineproduktion.

Raalte, (2001). Praktijkcentrum. Citeret af Pedersen, P. (2004). Ammoniak og lugt i drægtighedsstalde. Dansk Svineproduktion. Infosvin.

Rathmer, B. (2001): Vergleich klima. und umweltrelevanter emissionen aus Haltungssystemen für Mastschweine.

Riis, A.L. (2006). Standardtal for lugtemission fra danske svinestalde om sommeren. Meddelelse nr. 742. Dansk Svineproduktion.

### **1.3.4 Særlige gulvtyper, skraber og fejmaskiner til kvægstalde.**

#### **Beskrivelse af teknologiområdet**

Teknologityperne i dette afsnit har det fællestræk, at de virker hæmmende for ammoniakfordampningen ved at reducere det frie overfladeareal af husdyrgødningen/gyllen.

#### **Specifikke dokumentationskrav**

Det er vanskeligt at opstille generelle krav for optagelse på teknologilisten. Som udgangspunkt må der som minimum gælde samme krav som for godkendelse til Normtal. Disse er dog heller ikke er klare, og derfor bør arbejdet på dette område koordineres tæt med Normtalsudvalgets arbejde.

#### **Skrabere**

Skrabere anvendt på faste gulve er undersøgt med hensyn til, hvor godt de reducerer ammoniakemission fra kvægstalde. Derimod er der kun lavet en enkelt meget begrænset måling i én stald med skraber ovenpå et spaltegulv.

Alligevel blev det i Udredningsrapport for teknologier (Mikkelsen et al., 2006) vurderet, at spaltgulvsskrabere har en effekt på ca. 20 %. Det generelle krav til kvægbrugets reduktion af emissionen (15, 20, 25 % i forhold til referencestald i henholdsvis 2007, 2008 og 2009) er fastsat blandt andet ud fra antagelsen om, at denne teknologi kan være med til at opfylde kravet. Hvis man vælger blot at fjerne skraber fra teknologilisten eller reducerer den forventede effektivitet på baggrund af den sparsomme dokumentation, vil det således være en skærpelse af de generelle krav.

Skraber på fast gulv med fald mod centralt placeret dræn er undersøgt grundigt. Undersøgelser i Holland foretaget af Wageningen dokumenterer effekt af at anvende fast gulv.

Undersøgelser foretaget af Danmarks JordbrugsForskning i samarbejde med Dansk Landbrugsrådgivning (Landscentret, 2004) bekræftede de hollandsk undersøgelser og viste, at emissionen var lige så lav som emissionen fra et præfabrikeret gulv.

### ***Fejrobotter***

Der er gennemført FarmTests af fejrobotter. Disse tests har imidlertid ikke sigtet på at dokumentere en miljøeffekt, men på at undersøge maskinernes evne til at renholde spaltegulve. Ud fra disse undersøgelser er der dog ikke grund til, at de testede fejrobotter ikke skulle være i stand til at holde spaltegulvene mindst lige så rene som de spaltegulvsskrabere som anvendes i dag, hvoraf ikke alle har været vurderet i en FarmTest.

Det bør derfor overvejes, om fejrobotter skal have en midlertidig godkendelse, med samme vilkår om hyppighed og således optages på teknologilisten med en tidsbegrænsning. Dette vil sikre, at fejrobotter ikke udkonkurreres af skraber på en noget spinkelt grundlag.

### ***Rillede (profilerede) gulve med dræn og skraber***

Der er bygget over 130 stalde med præfabrikerede rillede gulve. Der er to danske virksomheder, som producerer disse gulve; Perstrup Beton og Thisted Fjerritslev Betonvarefabrik.

Landbrugsrådgivningen får henvendelser fra hollandske landmænd i Danmark, som ønsker at importere lignende staldgulve fra Holland, men kommunerne er tilbageholdende med at godkende den hollandske dokumentation. Der skal således tages stilling til, om den hollandske dokumentation er tilstrækkelig, om der kræves en test af lignede omfang (online en uge sommer og vinter), eller om der skal være højere krav?

### ***Gummibelægning på gulve***

Der foreligger ingen dokumentation for effekt fra danske undersøgelser, men der er et klart behov for undersøgelser, idet gulvene vinder stor udbredelse i disse år pga. bedre dyrevelfærd. Der foreligger bl.a. laboratorieundersøgelser af potentialet for reduktion.

### ***Status vedrørende BAT***

Kvægstalde er ikke omfattet af IPPC direktivet om intensivt husdyrhold, men er generelt omfattet af miljøloven, og dermed af kravet om anvendelse af renere teknologi i det omfang det er tilgængeligt. Derfor blev de nye typer af præfabrikerede drænede gulve vurderet og beskrevet på BAT-byggeblade. I forbindelse med udarbejdelsen af BAT-byggebladet for de præfabrikerede

drænede (rillede) gulve blev det diskuteret, om byggebladet skulle gælde generelt, altså også for drænede pladsstøbte gulve. Det blev imidlertid besluttet, at der skulle udarbejdes et selvstændigt byggeblad, hvor der var angivet vejledninger for at støbe gulvet med korrekt hældning og uden risiko for, at der opstod fordybninger i beton/asfalt med dermed risiko for at der står pytter af ajle.

### **Referencer**

Freudental, A., Hansen, A.G. & Rasmussen, J.B. (2004). Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde. FarmTest nr. 21. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Landscentret (2004). Præfabrikerede drænede gulve. BAT-Byggeblad nr. 107.04.51. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik.

Mikkelsen, S.A., Christensen, S., Schaarup, P.H., Vejbæk, L., Ravn, I., Lundgaard, N.H., Aaes, O., Lyngbye, M., Damkjær, R., Jacobsen, B., Qvist, M., Sommer, E. & Larsen, F. (2006). Udredningsrapport for teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen. Miljøministeriet.

### 1.3.5 Gyllebehandling / gylleadditiver

#### **Beskrivelse af teknologiområdet**

Der findes en række forskellige additiver, der kan tilsættes gylle for at mindske emissionen af ammoniak og lugt. Producenterne af disse additiver er talrige, men effekten er ofte ikke tilstrækkelig dokumenteret.

I dette afsnit vil de forskellige grupper af gylleadditiver blive beskrevet, og der vil blive givet forslag til, hvordan effekten af disse teknikker kan testes.

Afgasning af lugtstoffer og ammoniak fra gylle afhænger af gyllens oprindelse, sammensætning, nedbrydningsgraden, temperatur, pH og redoxpotentiale. De vigtigste lugtstoffer er thiole, sulfider, flygtige fede syrer (VFA), phenoler og indoler. For at fjerne disse lugtstoffer samt ammoniak arbejder man ud fra fire strategier, der opdeler markedet i fire grupper af additiver: Mineraler, biologiske stimulanser, forsuringsmidler og oxidationsmidler. Fordelene ved disse teknikker frem for "end of the pipe" løsninger er, at det giver et bedre indeklima for både dyr og landmand, samtidig med at de er relativt lette at implementere i eksisterende stalde.

#### **Mineraler**

Tilsætning af mineraler til gyllen kan virke som et adsorptionsmiddel, der binder ammoniak ved hjælp af kationbytning. Ved forsøg med tilsætningen af zeolit og betonit til svinegylle har man fundet, at den mikrobielle aktivitet faldt drastisk (Venglovský et al., 1999). Da de ildelugtende stoffer fra gyllen frigives ved mikrobielle omsætning af svært nedbrydelige kulhydrater og aminosyre forventes det, at disse mineraler kan nedbringe lugtemissionen.

Tilsætning af mineraler til gyllen skulle i endvidere give en mere homogen gylle, der er nemmere at håndtere ved omrøring og ved udbringning.

I et samarbejde mellem Landscentret, Dansk Jordbrugsforskning og Teknologisk Institut er Siolit Plus fra Siolit Agro-DK afprøvet i en laboratorieforsøg på svinegylle. Siolit er et siliciumholdigt bjergmineral, der stammer fra vulkanske stenarter (zeolit). Resultaterne fra forsøget viser, at tilsætning af Siolit Plus i de anbefalede doser ikke har nogen effekt på emissionen af hverken lugt, nøglelugtstoffer eller ammoniak. Ligeledes er der ikke signifikant forskel i homogenitet samt kvælstofindholdet i ubehandlet og siolitbehandlet gylle (Bang et al., 2005).

### ***Biologiske "stimulanser"***

Tilsætning af mikroorganismer og næringsstoffer til gyllen skulle forøge den mikrobielle aktivitet. Hermed skulle nedbrydningen af de ildelugtende stoffer øges samt pH sænkes, således at en større mængde kvælstof tilbageholdes. Ydermere forventes en tyndere gylle, der skulle være nemmere at håndtere samt udbringe. Næringsstofferne kan være fedtstoffer, sukre eller udtræk fra planter og alger.

I en amerikansk undersøgelse har man testet 35 gylleadditiver herunder biologiske stimulanser. Undersøgelsen viste ikke en signifikant reduktion af lugtemission. Nogle af disse additiver gav en begrænset reduktion af ammoniak (under 15 %) mens andre viste sig at begrænse svovlbrinteemissionen. Et produkt fra Alkan Clean-Flo baseret på specielt adapterede mikroorganismer udmærker sig ved at reducere svovlbrinteemissionen med 47 % (Heber *et al*, 2001).

Terra Biosa fra Biosa Danmark Aps består af en række forskellige urter, der er fermenteret af en mælkesyrebakteriekultur. Dette produkt er på samme måde som Siolit Plus blevet testet i laboratorieforsøg på svinegylle. Man fandt ikke nogen effekt på hverken lugt- svovlbrinte- eller ammoniakemission med tilsætning af Terra Biosa.

### ***Forsuringsmidler***

Det mest brugte forsuringsmiddel er svovlsyre, da dette er det billigste af de stærke syrer. Salpetersyre bruges også, da dette tilfører gyllen yderligere gødningsværdi.

Tilsætning af svovlsyre bevirker, at pH-værdien i gyllen falder fra ca. 7 til 5,5. Ved denne pH findes langt størstedelen af det frie kvælstof i gyllen i fast form og er derved mindre tilbøjelig til at fordampe som ammoniak. Doseringen af syre afhænger af dyregruppen, men ligger mellem 3 og 6 kg 96 % svovlsyre per tons gylle. Syretilsætningen foregår i en procestank uden for staldbygningen. For at undgå svovlbrinteafgasning beluftes gyllen efter syretilsætningen og tilbageskylles herefter til stalden.

Danske undersøgelser har vist, at svovlsyre-tilsætning til gyllekanaler i slagtesvine-stalde med delvist spaltegulv kan reducere ammoniakfordampningen med ca. 70 % i forhold til en kontrol. Der er ikke fundet nogen reduktion af lugt fra stalde, der anvender forsuringsanlæg (Pedersen, 2004).

Det nedsatte ammoniakindhold i stalden kan forbedre arbejdsmiljøet, såfremt at emissionen af andre skadelige gasser ikke forøges. Forsuring øger afgang af svovlbrinte og VFA'er så som propionsyre og smørsyre fra gyllen. Det er derfor vigtigt, at emissionen af disse gasser også kontrolleres.

Forsuring af gylle bevirker, at kvælstof tilbageholdes i gyllen, således at gødningsproduktet bliver højere end ved normal gyllehåndtering. Gyllen bliver desuden mere tyndflydende ved forsuring, hvilket letter håndtering og udbringning.

Når man arbejder med stærke syrer, er arbejdssikkerheden særdeles vigtig. Information om håndtering af syre findes på Arbejdstilsynets hjemmeside. Ligeledes er det vigtigt, at bygningsmaterialerne er godkendt til brug i forbindelse med syre.

### ***Oxidationsmidler***

Der findes flere forskellige former for oxidation herunder beluftning, brintoverilte og ozon.

Beluftning skaber aerobe forhold for den mikrobielle population, hvilket gør det muligt for mikroorganismene at oxidere svovlbrinte og andre ildelugtende gasser. Fuldskala forsøg på forsuret gylle viste, at der ikke var nogen signifikant lugtreduktion ved beluftning med denne dosering (Pedersen, 2004).

Ozon (O<sub>3</sub>) er et stærkt oxidationsmiddel, der kan reagere med specifikke lugtstoffer i gyllen og ligeledes reducere den mikrobielle aktivitet. Ozon tilsættes ved gennem-bobling af gyllen i en separat procestank uden for stalden. Laboratorieforsøg med ozonbehandlet svinegylle har vist lovende resultater med lugtreduktioner på op til 90 %. Foreløbige resultater fra fuldskala staldforsøg viser også en betydelige lugtreduktioner (Andersen, 2007). Et andet plus ved ozonbehandlingen er, at den får gyllen til at dele sig op i en fast og en flydende fraktion, hvilket letter håndteringen og giver mindre udbringning.

Ozonbehandlingen af gyllen resulterer i en pH stigning, hvilket bevirker en øget ammoniakemission og herved et ringere gødningsprodukt. Det er derfor oplagt at kombinere ozonbehandling med forsuring. Ozon er sundhedsskadeligt ved lave koncentrationer, hvorfor det er vigtigt, at grænseværdien på 0,1 ppm overholdes i stalden. Det har desuden vist sig, at ozonbehandlet svinegylle indeholder en toksisk agent, der er giftig for husfluen, *Musca domestica* (Masten, 2001). Hvilket toksin der er tale om, er endnu ikke klarlagt, hvorfor det er vigtigt at få belyst ozon-behandlingens effekt på arbejdsmiljøet.

### ***Specifikke dokumentationskrav***

Der findes ingen standarder for afprøvninger på området. En test til dokumentation af miljøeffekten foreslås opbygget omkring følgende tiltag:

- Punktmålinger. Ammoniak og lugt (luft over gyllen eller i afkast ved punktsug)
- Nye lagre, klimalaboratorium, kontrol /forsøg.
- Gylleanalyser. Ammonium-N, total-N, fosfor, tungmetaller i produkt.

### ***Afprøvning af gylleadditiver***

Målet er at dokumentere effekten af et gylleadditiv med hensyn til lugt- og ammoniakreduktion samt gødningskvalitet og arbejdsmiljø. Produktet skal testes ved normal brug i en fuldskalaproduktion. Grisene skal fodres med en traditionel korn- og sojaskrablanding.

Det vurderes, at laboratorietests af gylleadditiver ikke er relevante, da disse for det første kan være lige så dyre som fuldskala-test og for det andet aldrig vil blive repræsentative for normale produktionsvilkår.

Der kan være stor forskel på sammensætningen af gyllen, alt efter hvilket dyr gyllen kommer fra, og i hvilken aldersgruppe dyret er. For at holde omkostningerne nede på afprøvningen, vil det alligevel være forsvarlig at koncentrere sig om en enkelt gyllekategori. Slagtesvin er det mest udprægede produktionsdyr, og sektionsoopdelte stalde med mekanisk ventilation giver ideelle betingelser for test og kontrol.

### Storskala test

Testen kan gennemføres i en slagtesvinebesætning med 12-14 ens sektioner i ugedrift eller på en forsøgsgård med en begrænset batchproduktion. Den ene halvdel af staldsektionerne anvendes til forsøg med gylleadditivet, og den anden halvdel forbliver ubehandlet og fungerer som kontrol. Det er her vigtigt, at der ikke er væsentlig forskel på grisenes middel vægt i de to staldsektioner. Testperioden skal være en hel produktionsperiode (for slagtesvin er dette ca. 13 uger).

### Målinger

- Der måles kontinuerligt med Innova 1412 Photoacoustic Field-Gas Monitor: NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O og (H<sub>2</sub>S).
- Nøglelugtstoffer måles kontinuerligt med MIMS: DT, DMS, DMDS, VFA, og Phenoler.
- Fysiske og kemiske tilstande måles med on-line sensorer: temperatur i gylle/ude/inde, samlet, ventilations-flow, pH i gylle og redoxpotentiale i gylle.
- Lugtkoncentrationen målt olfaktometrisk i et ventilationsafkast i hver sektion. Der tages lugtprøver to gange pr. hold, hhv. kort før gyllekanalerne tømmes første gang, samt kort før gyllekanalerne tømmes anden gang i staldsektioner. Der foretages hver gang 3 målinger i den behandlede stald samt 3 målinger i kontrollen.
- Logbogsføring over behandling i stald, udslusning af gylle og antal og vægt af slagtesvin.
- Gylleprøver udtages to gange på samme tidspunkt som lugtprøverne, og der analyseres for væskeindhold, totalkvælstof, totalsvovl og COD samt evt. (phosphat). Dette giver en kontrol af de målte emissionrater af ammoniak og svovlgasser samt en vurdering af gødningsproduktet. Gylleprøven skal også analyseres for homogenitet og struktur.

### ***Beskrivelser af teknologier/produkter med referencer***

Tabel 1.6. Gylleadditiver på det danske marked med foreløbige resultater.

Producent	Type	Husdyrtype	Miljøeffektivitet		Referencer
			Ammoniak %	Lugt %	
Siolit Plus	Mineral	Slagtesvin	~ 0	~ 0	Bang et al, 2005
Viscolight Brøste A/S	Mineral	alle	?	?	?
Terra Biota	Biologiske stimulanser	Slagtesvin	~ 0	~ 0	?

Infarm	Forsuring	Slagtesvin	> 70	~ 0	Pedersen, 2004
Bio-Aqua a/s	Oxidations-midler	Slagtesvin	~ 0	90 %	?

### ***Modenhed/udbredelse***

Der er kendskab til 3 virksomheder i Danmark, som arbejder med udvikling af teknik til ozonering af luft og/eller gylle. Der er pt. ikke overblik over udbredelsen af additiver til gylle. Infarm A/S har etableret omtrent 30 forsøringsanlæg i Danmark.

### ***Status vedrørende BAT***

Forsuring er beskrevet som BAT-kandidat til slagtesvin og kvægstalde. For teknologitype er der behov for en opdatering af BAT-vurderingen. Det er karakteristisk, at der er betydelige størrelsesøkonomiske fordele ved dette anlæg, og der er således behov for at beskrive de økonomiske konsekvenser ved etablering af anlægget på ejendomme med mere end 250 DE.

### ***Referencer***

Andersen, Frank (2007). Ozon har god effekt mod gyllelugt. Danish Meat Association.

Bang, M., Hansen, A. G., Nørgaard, M., Feilberg, A. (2005). Laboratorietest af ozon og gylle additiver. Landscenteret, Byggeri og teknik.

Herber, J. Albert., Jiqin Ni, Alan L. Sutton, John A. Patterson, Kate J Fakhoury, Dan T. Kelly, Pingo Shao (2001). Laboratory Testing of Commercial Manure Additives for Swine Odour Control. USDA-Agricultural Research Service National Swine Research and Information Centre.

Masten J. Susan, Hyesoon Kim-Yang, Edward D. Walker, Hugo Roman, and Melvin T. Yokoyama (2001). Toxicity of Ozonated Animal Manure to the House Fly, *Musca domestica*. J. Environ. Qual. 30:1624–1630m.

Pedersen, P. (2004). Svovlsyrebehandling af gylle i slagtesvinestald med drænet gulv. Dansk svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 683.

Pedersen, P. (2007). Tilsætning af brintoverilte til forsuret gylle i slagtesvinestald med drænet gulv. Dansk Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 792.

## 1.3.6 Fodringstiltag ved brug af additiver og ændringer

### ***Beskrivelse af teknologiområdet***

Som eksempler på virkemidler under dette teknologiområde kan nævnes ændret råproteinniveau, benzosyre, fytase og enzymer. Der henvises til Udredningsrapport for teknologier (Mikkelsen et al. 2006) for en nærmere beskrivelse af dette teknologiområde.

### ***Specifikke dokumentationskrav***

Dokumentation for fodringens effekt på ammoniakemissionen kan foretages indirekte, hvis det drejer sig om ændring af råproteinniveau. Er der derimod ændringer i form af tilsætningsstoffer som syrer og enzymer eller eventuelt

minerale bør dokumentationen udbygges med emissionsmålinger i kontrollerede forsøg i klimalaboratorium under praksisnære forhold – for eksempel Grønhøj.

Inden for kvægbrug bør det undersøges, om der kan udvikles afledte metoder til kontrol af emission for eksempel gennem målinger af ureaindholdet i mælk, som er en anvendt metode i Holland. Med de nuværende krav til dokumentation vil kvægbrug være meget tilbageholdende med at bruge fodring som projektilpasning.

### ***Udbredelse***

Fodringstiltag er relativt udbredt i svineproduktionen og mange landmænd anvender i forvejen dokumentationen på ejendomsniveau over for Plantedirektoratet med henblik på gødningsplaner og indkøb af kvælstof til marken. Fytase er udbredt anvendt i blandinger til svin.

### ***Status vedrørende BAT***

Fodringstiltag er ikke beskrevet som BAT i Danmark, men teknologiområdet er velbeskrevet i BREF (European Commission, 2003).

### ***Referencer***

European Commission (2003). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs.

Lyngbye, M. & Sørensen, G., 2005: Metode til test af fodringens indflydelse på lugtemissionen. Meddelelse nr. 691, Landsudvalget for Svin.

Mikkelsen, S.A., Christensen, S., Schaarup, P.H., Vejbæk, L., Ravn, I., Lundgaard, N.H., Aaes, O., Lyngbye, M., Damkjær, R., Jacobsen, B., Qvist, M., Sommer, E. & Larsen, F. (2006). Udredningsrapport for teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen. Miljøministeriet.

## **1.3.7 Husdyrgødningslagre**

### ***Beskrivelse af teknologiområdet***

En miljøeffektiv lagring og behandling af husdyrgødning kan forebygge ammoniak- og lugtemission og samtidig sikre, at gødningens indhold af plante-tilgængelige næringsstoffer bevares, og ikke tabes til det omgivende miljø.

Gødningslagre omfatter både gyllebeholdere og stakke af fast husdyrgødning samt beholdere til forarbejdet/behandlet husdyrgødning, herunder beholdere til fraktioner fra gylleseparering.

Overdækning af gyllebeholdere er stillet som lovkrav for at reducere ammoniakfordampning og lugtemission. Et tæt flydelag eller låg på gyllen vil opfylde overdækningskravet. Nogle former for gylle danner et naturligt tæt flydelag, og her er yderligere overdækning ikke nødvendig. I andre tilfælde vil etablering af flydelag være nødvendigt.

Lovgivningen giver to muligheder for valg af overdækning:



- Fast overdækning, som er flydedug, teltoverdækning eller lignende
- Tæt overdækning, som er et naturligt flydelag, halm, letklinker (leca) eller lignende.

Overdækningen skal være godkendt af Danmarks Jordbrugsforskning med hensyn til ammoniakfordampning. Overdækningen skal reducere den relative fordampning af kvælstof med mindst 80 % i forhold til ikke afdækkede beholdere.

### Fast overdækning

#### ***Flydelåg***

Et flydelåg er en kunststofdug, der flyder direkte ovenpå gyllen. Dugen kan være forsynet med 20-30 cm opbukket kant, der slutter tæt til beholdervæggen. Kanten er med til at sikre at opsamlet regnvand ikke blandes med gyllen. Det opsamlede regnvand skal pumpes ud af beholderen. Der er reb i dugens kanter til stormsikring.

#### ***Teltoverdækning***

En teltoverdækning er en tæt overdækning, der er udspændt som et telt over beholderen. Teltet er forsynet med en høj centermast af metal eller træ. Teltdugen er fastgjort til masten samt til beholderelementerne.

#### ***Fast låg***

Faste låg over gyllebeholdere er som regel et betondæk, der er understøttet af en eller flere betonstolper.

### Tæt overdækning

#### ***Naturligt flydelag***

Et naturligt flydelag dannes af sig selv. Gylle med indhold af strøelse og foderrester vil naturligt separere i en fraktion med stort tørstofindhold og en fraktion stort set uden tørstof. Afhængig af typen af foderrester og strøelse vil den tørstofrige del enten synke til bunds eller stige op til overfladen. Halmstrøelse vil som hovedregel stige op til overfladen og danne flydelag, mens foderrester som regel vil synke til bunds.

#### ***Snittet halm***

Der skal anvendes 10-20 kg snittet halm pr. m<sup>2</sup> gylleoverflade. Dette vil resultere i et ca. 20 cm tykt flydelag. Halmen bør tilsættes, når beholderen er tømt, hvorefter der pumpes gylle ud over halmen. Tilsætningen skal ske under samtidig omrøring for at fordele og stabilisere halmen. Der kan eventuelt spredes korn eller rapsfrø ud på overfladen. De fremspirede planters rodnet vil medvirke til at binde halmen.

#### ***Staldgødning eller dybstrøelse***

Halm- eller tørstofrig staldgødning kan ligeledes anvendes til etablering af flydelag. Der skal anvendes 0,2 - 0,4 m<sup>3</sup> staldgødning pr. m<sup>2</sup> gylleoverflade. For at fordele gødningen skal der ved tilførsel omrøres med en propelomrører.

#### ***Letklinker***

Den anvendte størrelse af letklinker er 4-8 mm og kan leveres med tankvogn. Letklinkerne blæses direkte ud over gyllen, hvorefter de fordeles jævnt over gyllen. Der skal anvendes ca. 20 kg leca pr. m<sup>2</sup> gylleoverflade, hvilket resulterer i et flydelag på 10-12 cm.

### **Flydebrikker**

Flydebrikker består af plastbrikker af forskellig udformning. Flydebrikkerne er af uforgængeligt materiale og skal fordele sig systematisk over gylleoverfladen som et ensartet lag.

### **Miljøeffekt**

Der er under danske forhold fundet, at tæt overdækning af gyllebeholderen vil reducere ammoniakfordampningen som vist i tabel 1.7.

Tabel 1.7. Ammoniakfordampningen fra gyllebeholdere med forskellige overdækninger

Type af overdækning	Ammoniakfordampning (%)
Ingen	9
Naturligt flydelag	2
Snittet halm	2
Staldgødning/dybstrøelse	2
Letklinker (leca)	2
Flydebrikker	?
Forsuring + flydelag (snittet halm)	1
Flydelåg	1,5
Telt	1
Betonlåg	1

Opfyldes lovkravet til etablering og vedligehold af såvel tæt som fast overdækning, vil emission af lugt såvel som drivhusgasser begrænses fra gyllebeholderen set i forhold til intet flydelag.

### **Overdækning af stakke med fast husdyrgødning**

For en beskrivelse af teknologiområdet henvises til Udredningsrapport for teknologier (Mikkelsen et al., 2006). Det fremgår blandt andet:

**"Beregninger har vist, at overdækning af faste husdyrgødningsstakke er økonomisk lønsom, idet omkostningerne til overdækningsmateriale er lavere end værdien af den mængde kvælstof, der fastholdes i stakken. Der kan imidlertid være drifts-mæssige problemer med etablering og vedligehold af overdækning af faste husdyrgødningsstakke. For at reducere emissionen af klimagasser (metan) kan det overvejes at anvende lufttæt overdækning, som der anvendes i forbindelse med biogasanlæg."**

### **Udbredelse af teknologier til opbevaring af husdyrgødning**

I Danmark har der siden 1986 været lovkrav om, at gylle skal opbevares i en beholder med tæt overdækning. Mht. fast overdækning er der i Danmark 20-30 års erfaring med brugen af betonlåg, mens der er ca. 10 års erfaring med brugen af flydedug og teltoverdækning.

Mht. tæt overdækning har snittet halm og letklinker været benyttet i Danmark de sidste 10 - 20 år, mens der for flydebrikker kun er ganske lidt erfaring.

### ***Vurderingskriterier***

Lovkrav har gjort, at teknologien (overdækning) er ganske udbredt. Det er en enkel teknik, som dog kræver vedligeholdelse og tilsyn. Nyere teknikker er forsuring og brug af flydebrikker. Brugen af flydebrikker er endnu ikke accepteret i Danmark. Der eksisterer danske undersøgelser af flydebrikker, og undersøgelser foretaget af DLG i Tyskland. For at kunne optages på teknologilisten, bør det være nødvendigt med en undersøgelse af overdækningsgraden. Der skal som mindstekrav være fokus på en efterårssituation, hvor vind kan påvirke flydelag. Der skal kunne stilles garanti for, at gyllen er dækket 80 % 100 % af tiden.

### ***Referencer***

Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B. og Sommer S.G. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning - normtal 2000. DJF-rapport nr. 36.

European Commission (2003). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs.

At-anvisning nr. 2.6.1.1. Anlæg til flydende husdyrgødning (gylleanlæg og ajlebeholdere). 1996

Hviid, J., Rasmussen, T.D., Høy, J.J. & Hedemand, L. (2001). Overdækning af gyllebeholdere. Farmtest - Bygninger nr. 1. 2001. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner.

Høy, J.J. (ed.) (1999). Flydelag eller lag på gyllen! Det er der penge i. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner og Landskontoret for Planteavl..

Mikkelsen, S.A., Christensen, S., Schaarup, P.H., Vejbæk, L., Ravn, I., Lundgaard, N.H., Aaes, O., Lyngbye, M., Damkjær, R., Jacobsen, B., Qwist, M., Sommer, E. & Larsen, F. (2006). Udredningsrapport for teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen. Miljøministeriet.

## **1.3.8 Gylleseparering**

### ***Beskrivelse af teknologiområdet***

Ved separering sker en opdeling af gyllen i en tørstoffraktion og en eller flere væskefraktioner. Typisk ønskes en opkoncentrering af fosfor og organisk kvælstof i tørstoffraktionen. Dermed opnås blandt andet, at det bliver mere økonomisk fordelagtigt at transportere denne fraktion over større afstande.

Gylleseparering har størst relevans i husdyrtætte områder og i områder, der afvander til næringsstoffølsomme vandmiljøer som for eksempel Natura 2000-beskyttede fjorde og søer. Her findes ofte et "overskud" af fosfor og kvælstof, og efterspørgslen efter jord til udbringning af husdyrgødning er stor.

Hvis gyllen separeres og tørstoffraktionen afgasses, forgasses eller afsættes udenfor bedriften, kan behovet for udbringningsareal

reduceres. Gylleseparering kan desuden give husdyrproducenten en fordel i form af et reduceret krav til eget areal. Reglerne fremgår af ”Bekendtgørelse om husdyrhold og arealkrav m.v.”, og det er her begreberne højteknologiske og lavteknologiske gyllesepareringsanlæg introduceres og defineres.

Muligheden for det reducerede arealkrav var tidligere et væsentligt incitament til gylleseparering, men efter indførelsen af lempede regler for arealkrav i november 2006 er en reduktion i arealkrav kun relevant for ganske få husdyrproducenter. Som følge heraf er det nu mindre væsentligt, om et givet anlæg kan kategoriseres som højteknologisk eller lavteknologisk. Også anlæg, der ikke lever op til kravene for lavteknologiske anlæg, kan være interessante for husdyrbrugere.

Væskefraktionen fra gylleseparering er mere tyndtflydende end rågyllen og infiltreres derfor hurtigere i jorden efter udbringning, hvilket reducerer lugt- og ammoniakemissionerne. Hertil kommer, at der i nogle anlæg sker en nedbrydning af lugtstoffer i gyllen under separeringsprocessen. Reduceret lugt- og ammoniak emission er dog næppe den primære årsag til at foretage gylleseparering for nogen husdyrproducent.

For de fleste anlæg på markedet er uvildig dokumentation for anlæggets præstationer meget begrænset. Dog har Danmarks Jordbrugsforskning (nu Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet) gennemført forsøg med gylleseparering ved brug af blandt andet skruepresse, dekantercentrifuge og kemisk fældning. Desuden har Dansk Landbrugsrådgivning gennemført seks FarmTests på fem forskellige gyllesepareringsanlæg:

- PCK anlæg med forsuret og ikke-forsuret svinegylle (2007).
- Kemira Miljø anlæg med afgasset gylle (2007)
- Vredos tromleseparator med svine- og minkgylle (2007)
- Kemira Miljø anlæg med svinegylle (2005)
- Xergis anlæg med afgasset svinegylle (2005)
- Funki Manura med svinegylle (2003). Anlægget markedsføres ikke længere.

#### ***Specifikke dokumentationskrav***

Miljøeffekten ved gylleseparering er en funktion af den mængde kvælstof og fosfor, som findes i den koncentrerede fraktion, i de fleste tilfælde tørstof-fraktionen. For at et nyt anlæg skal kunne optages på teknologilisten, foreslås derfor krav om dokumentation for følgende parametre:

- Fordeling af totalkvælstof i tørstof- og væskefraktion
- Fordeling af totalfosfor i tørstof- og væskefraktion
- Tørstofprocent i tørstof- og væskefraktionen
- Mængdemæssig fordeling (tons) af tørstof- og væskefraktion
- Kapaciteten af anlægget

Dokumentation for størrelsen af disse parametre er nødvendig for godkendelse af de reduktioner i harmoniareal og arealkrav, som husdyrproducenten måtte ønske som følge af separeringen.

Ved en mere detaljeret vurdering af et givet anlæg, for eksempel i forbindelse med en egentlig certificering, bør antallet af parametre udvides. Der bør foretages en grundigere vurdering af de miljømæssige konsekvenser ved brug

af anlægget, herunder emissioner af lugt og ammoniak som følge af separeringen.

Et anlægs forbrug af hjælpestoffer og arbejdstid bør også undersøges, ligesom effekten på arbejdsmiljøet bør vurderes. Denne dokumentation vil også bidrage til at forbedre husdyrproducentens beslutningsgrundlag forud for investeringen. En grundig anlægsvurdering bør også indeholde oplysninger om mulighederne for anvendelse af de resulterende fraktioner, herunder for eksempel oplysninger om energipotentialet i tørstoffractionen.

Følgende parametre er relevante i forbindelse med en certificering. Listen er ikke udtømmende:

- Lugt og støj i forbindelse med separeringen
- Ammoniakemission, f.eks. i forbindelse med omrøring forud for separeringen
- Drivhusgasemission
- Energiforbrug
- Effekt på arbejdsmiljø
- Fordeling af totalkalium i tørstof- og væskefraktion
- Indhold af tungmetaller og miljøfremmede organiske stoffer i de enkelte fraktioner.
- Kapacitet af separeringsanlægget
- Vandforbrug
- Forbrug af arbejdstid til eftersyn, pasning og almindelig vedligeholdelse
- Forbrug af eventuelle hjælpestoffer i separeringen
- Energipotentialer af tørstoffractioner ved biogasbehandling og/eller afbrænding
- Gødningsværdi af produkterne fra separeringen

#### ***Beskrivelser af teknologier/produkter med referencer***

Teknologier til separering af gylle kan grupperes således:

- Sigte, filtre eller sibånd
- Skruepresse
- Dekanter-centrifuge
- Kemisk fældning
- Stripning (uddrivning) af ammoniak
- Inddampning af gylle
- Membranteknologi, herunder omvendt osmose

Flere af disse teknikker kan med fordel kombineres, hvilket også er udnyttet i nogle af de kommercielle anlæg på markedet. Langt hovedparten af de anlæg, der sælges i dag, er baseret på de fire førstnævnte teknikker. De tre sidstnævnte teknikker er enten uforholdsmæssige dyre eller er ikke stabile i drift over længere perioder (membranteknologi).

Udover de nævnte teknikker findes der særlige indretninger i stalden, som adskiller urin og fæces umiddelbart efter dyret (kildeseperering). Denne form for separering behandles dog ikke yderligere i dette afsnit.

I tabellen herunder gives et overblik over, hvilke separeringsanlæg, der findes på markedet pr. september 2007. For hvert anlæg er givet bedste bud på

miljø-effektiviteten udtrykt som den andel af rågylens totalkvælstof og totalfosfor, som findes i koncentraterne (typisk i tørstoffractionen) efter gyllesepareringen.

Tabel 1.8. Gyllesepareringsanlæg med bedste bud på miljøeffektivitet.

Anlæg	Teknik	Husdyr- type	Miljøeffektivitet		Referencer
			Total-kvælstof i koncentrat %	Total-fosfor i koncentrat %	
Xergi A/S	Dekantercentrifuge m/ vakuuminddampning	Alle	>70	>70	Hinge, 2005
Kemira Agro Sol., svin	Kemisk fældning med skruepresse	Svin	22 – 29	73 - 76	Pedersen, 2005 Pedersen, 2007
Kemira Agro, Sol., kvæg	Kemisk fældning med skruepresse	Kvæg	30 – 50	60 – 90	Kemira Agro Solutions
Pieralisi	Dekanter-centrifuge	Alle	20 – 25	60 - 70	Møller et al, 2003
Alfa Laval	Dekanter-centrifuge	Alle	20 – 25	60 – 70	Møller et al, 2003
GEA Westfalia	Dekanter-centrifuge	Alle	20 - 25	60 – 70	Møller et al, 2003
SWEA A/S	Skruepresse	Alle	5 – 10	7 – 15	Møller et al, 2003
WEDA	Skruepresse	Alle	5 – 10	7 – 15	Møller et al, 2003
PCK	Skruepresse med rystesi	Alle	14 - 16	30 - 70	Hinge, 2007
Samson Bimatech	Tromle-separering m/ skruepresse	Alle	13 – 20	30 – 60	Samson Bimatech
Vredo, Svin og mink	Tromleseparering	Svin og mink	30 – 41	Ca. 40 %	Nielsen, 2007
Hjortkær A/S	Tromleseparering	Alle	10 – 20	30 – 50	Hjortkær A/S

Følgende er uddybende bemærkninger til forskellige anlæg:

På markedet findes der forskellige fabrikater af dekanter-centrifuger, for eksempel **Pieralisi**, **Alfa Laval**, **GEA Westfalia**. Disse forudsætter en homogen gylle uden fremmedlegemer, og derfor anvendes denne anlægstype primært til separering af afgasset gylle.

Som eksempler på leverandører af skruepresser til gylleseparering kan nævnes **Swea A/S** og **WEDA**. Sidstnævnte er et tysk firma med dansk forhandler, som endnu ikke har installeret noget anlæg i Danmark. Skruepresser lever generelt ikke op til kravene for lavteknologisk separering.

**PCK Consulting** har udviklet et anlæg, hvor separeringen sker mekanisk uden brug af hjælpestoffer. Separeringen sker i to trin, hvor det første består af en skruepresse. I andet trin ledes væskefraktionen fra skruepressen gennem et rystefilter, hvorved der fremkommer endnu en tørstoffraction.

**Kemira Miljø A/S** leverer et anlæg baseret på tilsætning af fældningsmidler, afvanding af tørstof med båndfilter og efterfølgende behandling i en skruepresse. Anlægget kan leveres som et mobilt anlæg opbygget i en container, eller det kan installeres fast i en bygning.

Kemira Miljø's separeringsanlæg er relativt godt afprøvet, og det er installeret på ca. 25 husdyrbrug, hvoraf de fleste er svineproduktioner. Resultaterne fra en FarmTest viser blandt andet, at fiberfraktionen indeholder ca. 70 % af rågyllens fosfor og 22-29 % af rågyllens kvælstof. Anlægget opfylder kravene til et lavteknologisk anlæg.

Kemira Miljø har desuden udviklet et anlæg uden sibånd, men med skruepresse tilpasset kvægbedrifter. Der er endnu ingen uvildige målinger af separerings-effektiviteten, men ifølge leverandøren indeholder tørstoffractionen op til 50% af rågyllens total-kvælstof.

**Samson Bimatech** har udviklet et anlæg, som separerer gyllen, tørrer og pelleterer fiberfraktionen for til sidst at udvinde varmeenergien gennem forgasning af fiberpillerne. Det første af disse anlæg (Power Energy H2) blev leveret i september 2006, og driftserfaringerne er endnu begrænsede.

Separeringsenheden fra Power Energy H2-anlægget sælges særskilt under navnet Model 30T. Den fungerer uden brug af fældningsmidler eller andre tilsatte kemikalier. Gyllen ledes ind i en roterende tromle med et fintmasket filtervæv, hvor tørstoffet separeres fra gyllen. Efterfølgende føres tørstoffet igennem en skruepresse i tromlens centrum, således at den færdige tørstoffraction opnår et tørstofindhold på helt op til 40 %. Der findes endnu ikke uvildige tal for, hvor meget kvælstof og fosfor, der koncentrerer i fiberfraktionen.

**Vredo Danmark** har udviklet en tromleseparator, hvor rågyllen tilføres tromlen gennem et rør i enden af tromlen. Væsken passerer gennem et filter og fiberdelen skubbes ud af tromlen og ledes til en container. Dansk Landbrugsrådgivning har foretaget målinger på anlægget, og resultaterne fremgår af en FarmTest. I tabel 1.8 ses en relativ høj andel af total-kvælstof i tørstoffractionen efter separeringen, men opkoncentreringen er til gengæld relativt lav. Således udgør tørstoffractionen fra Vredos separator mellem 23 og 32 % af rågyllens samlede volumen.

**Hjortkær Maskinfabrik A/S** markedsfører en tromleseparator, som primært er rettet mod minkgylle. Den mekaniske separering kan forbedres ved tilsætning af polymer (kemisk fældning).

**Xergi A/S** markedsfører et separeringsanlæg, som er udviklet af Bjørnkjær Maskinfabrik og baseret på vakuuminddampning efter forudgående separering med dekanter-centrifuge og forsuring af væskefraktionen.

Herudover findes firmaer, som er i gang med udvikling af anlæg til gylle-separering. Som eksempler kan nævnes **Beeman** og **MEC Energy**, hvor sidstnævnte arbejder på et separeringsanlæg, der er integreret i et gærdbiogasanlæg.

#### **Modenhed/udbredelse**

En undersøgelse gennemført af Københavns Universitet Life i samarbejde med Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret viste, at der primo 2007 var

51 gyllesepareringsanlæg i drift i Danmark. I alt separeres der ca. 944.000 tons gylle årligt, hvilket svarer til ca. 3 % af den totale gyllemængde.

38 af de 51 anlæg separerer svinegylle og 9 anlæg separerer afgasset gylle. Primo 2007 var kun et anlæg baseret på kvæggylle og ligeledes et anlæg baseret på minkgylle. Af de 51 separeringsanlæg blev de første fire sat i drift i 2002.

80 % af anlæggene er etableret i 2006 eller begyndelsen af 2007.

### ***Status vedrørende BAT***

Ingen teknologier til gylleseparering er vurderet i forhold til BAT, og der findes således hverken BAT-byggeblade eller BAT-kandidater indenfor dette område.

### ***Referencer***

Hansen M.N., Birkmose T.S., Mortensen B., Skaaning K. (2004).

Miljøeffekter af bioforgasning og separering af gylle - Indflydelse på lugt, ammoniakfordampning og kvælstofudnyttelse, Grøn Viden Markbrug, nr. 296.

Hinge, J. (2003). Gylleseparering. Manura 2000. Orienterende undersøgelse af Funki Manura A/S anlægget hos gårdejer Jens Vigh Riis. FarmTest Bygninger nr. 8.

Hinge, J. (2005). Gylleseparering. Vakuuminddampningsanlæg. Orienterende undersøgelse af anlægget hos gårdejer Kent Skaaning i samarbejde med DDH Contractors/Xergi A/S. FarmTest Bygninger nr. 19.

Hinge, J. (2007). Gylleseparering med PCK separeringsanlæg. Orienterende undersøgelse af anlægget hos gårdejer Kristian Kjær og gårdejer Torben Christensen i samarbejde med PCK. FarmTest Bygninger nr. 43.

Møller, H.B. (2002). Separation af slagtesvinegylle med Ansager SepTec gylleseparator. Intern rapport nr. 159. Danmarks JordbrugsForskning.

Møller, H.B., Hansen, M.N. og Maahn, M. (2003). Separation af gylle med skruepresse, dekantercentrifuge og ved kemisk fældning. Grøn Viden. Markbrug nr. 286. Danmarks JordbrugsForskning.

Møller, H.B., Lund, I., Sommer, S.G. (2000). Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. Bioresource Technol., 74, 223-229.

Møller H.B., Sommer, S.G. and B.K. Ahring (2002). Separation efficiency and particle size composition in relation to manure type and storage conditions. Bioresource Technology. 85, 189-196.

Møller, H.B. Fjeldgaard, K. (2004). Inddampning af forsepareret svinegylle. Intern rapport Nr. 199. Danmarks JordbrugsForskning.



Nielsen, K. J. (2007). Gylleseparering med Vredos tromleseparator. FarmTest, Bygninger, nr. 36. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Plan & Miljø.

Pain, B.F., Hephherd, R.Q., Pittman, R.J. (1978). Factors affecting the performance of four slurry separating machines. J Agric Eng Res 23, 231–242.

Pedersen, T.R. (2005). Gylleseparering. Kemira Miljø A/S. Orienterende undersøgelse af anlægget hos gårdejer Svend Clausen i samarbejde med Kemira A/S. FarmTest Bygninger nr. 20.

Pedersen, T.R. (2007). Gylleseparering af afgasset biomasse. Kemira Miljø A/S. Orienterende undersøgelse af anlægget hos Bånlev Biogas i samarbejde med Kemira A/S. FarmTest Bygninger nr. 37.

Sommer, S.G. & Hansen, M.N. (2004). Ammoniakfordampning fra udbragt gylle, Grøn Viden Markbrug, nr. 303.

Sørensen C.G. (2003). A model of field machinery capability and logistics: the case of manure application. Agricultural Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and Development, V.

Zhang, R.H., Westerman, P.W. (1997). Solid–liquid separation of animal manure for odor control and nutrient management. Appl Eng Agric 13, 657–664.



## 2 BAT-bladsystem

### 2.1 Baggrund

#### 2.1.1 Lovgivning og direktiv

I "Lov om miljøgodkendelse af husdyrbrug " og tilhørende vejledninger er begrebet BAT (Best Available Techniques) et centralt begreb, idet ansøgere til godkendelsespligtige ændringer skal redegøre for anvendelsen af BAT. Dette er ikke nyt, idet der i tidligere miljølov var krav om lignende redegørelse for anvendelsen af "ren teknologi" med det formål, at forurening ud fra en samlet betragtning bliver mindst mulig.

Begrebet BAT anvendes bredt i næsten alle brancher i dag. Tanken er, at en branche skal anvende de mindst forurenende tekniske løsninger og hurtigt implementere teknik, men at det ikke må ske uden en grundig vurdering af eventuelle sideeffekter, og at teknikken skal være økonomisk "tilgængelig". Der skal således foretages en proportionalitets-vurdering – ikke for den enkelte landmand, men for en branche eller dele af branchen.

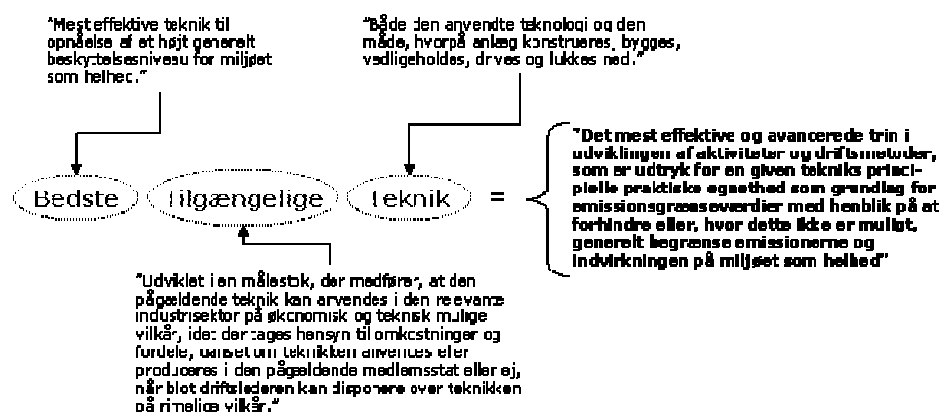
Større intensive svine- og fjerkræbrug er ifølge EU-direktiv 96/61/ forpligtet til at implementere BAT. EU har udfærdiget de såkaldte **BAT**

**Referencedokumenter (BREF)** med beskrivelse af teknik, der kan betegnes BAT og også nogle lovende teknikker, som kandiderer til at blive BAT. En BAT-kandidat er således en teknik, der stadig er for dyr at anvende, men ellers lever op til krav om mindre forurening og få eller ingen negative sideeffekter. Da teknikken hele tiden udvikles, og derved opnår højere effektivitet til lavere priser, vil kandidater eventuelt senere kunne opnå status som BAT i forbindelse med en ny evaluering af teknikken. BREF skal derfor også opdateres med jævne mellemrum. Næste revidering af BREF forventes i løbet af 2008. Det forventes, at BREF i denne forbindelse også kommer til at indeholde oplysninger om større intensive kvæghold. Det skal understreges, at BREF også indeholder beskrivelse af teknik, som ikke er aktuelle at indføre i Danmark f.eks. på grund af klimatiske forhold, samt at nogle af de beskrevne teknologier ikke er særligt veldokumenteret. Dette forhold aktualiserer blot drøftelserne omkring standardisering af afprøvningsprocedurer og eventuelt certificering.

#### 2.1.2 Definition af BAT

Figuren på næste side illustrerer definitionen af BAT:

## IPPC-direktivets definition af BAT



Figur 2.1 Definition af BAT jf. IPPC

Selvom BREF oplister en række teknikker inden for forskellige områder, er det ofte problemer med forståelse af definitionen, som fører til diskussioner vedr. beskyttelsesniveau.

"Bedst" opfattes af nogle, som om der kun kan være én teknik, som er den bedste, men det skal forstås som en liste over de bedste "teknikker"/teknologier (Techniques). "Tilgængelig" kan forveksles med "teknik, der forhandles på markedet", men det er meget vigtigt, at alle forhold vedr. teknikken er opfyldt – altså at den er udviklet til en sikker og driftssikker teknik, som er veldokumenteret og kan anvendes af driftslederen, **samt** at teknikken kan anvendes på økonomisk mulige vilkår, dvs. at der er økonomisk proportionalitet for den type virksomhed i branchen (f.eks. IPPC-pligtige svine- og fjerkræhold). Det vanskeligste er naturligvis fastsættelsen af økonomisk proportionalitet.

Der er i de seneste år udviklet en række tekniske løsninger til stalde og gødningslagre, som alle begrænser emissionen af ammoniak. En lang række af disse er stadig under afprøvning, og derfor er effekten endnu ikke dokumenteret, og alle sideeffekter er heller ikke undersøgt ved de første afprøvninger. Nogle sideeffekter opdages således først, når teknikken har været i brug hos flere landmænd i en periode.

### 2.1.3 Erfaringer med BAT

#### ***Feed back fra rådgivning og sagsbehandling***

BAT-byggebladene blev modtaget godt af rådgivere og myndigheder (amter) som et redskab, man havde savnet. Bladene erstattede erklæringer fra landskonsulenter og dokumentation, som firmaer og landmænd selv havde fremskaffet. Det blev ofte fremført fra sagsbehandlere, at det gav dem et overblik over den teknik, der var dokumenteret inden for et område. Men det rejste også mange spørgsmål især efter indførelsen af ny miljøgodkendelseslov, f.eks.:

- Kan virkningen af teknik, som er dokumenteret ved én dyregruppe, overføres til en anden f.eks. fra slagtesvinestald til smågrisestald?
- Hvordan ser økonomien ud for hhv. større og mindre bedrifter samt ved renoveringer?
- Kan teknikken kun anvendes ved nybyggeri?

- Har ansøger redegjort for BAT, hvis der ikke er anvendt en teknik, der er beskrevet på BAT-byggeblad?
- Er BAT altid bedre end generelle lovkrav?

#### 2.1.4 BAT-bladenes form og indhold

Ved starten af arbejdet med BAT til dansk landbrug blev det besluttet at anvende Landscentrets byggebladssystem som grundlag for beskrivelsen af BAT. Årsagen til dette var, at byggeblade var et system som allerede var anerkendt af myndighederne. Nogle byggeblade har vejledende karakter, mens andre er accepteret juridisk f.eks. beskrivelser af konstruktioner i ensilagelagre, uendørs sohold mv.

Nederst på de nuværende BAT-byggeblade understreges det, at byggeblade har vejledende karakter. Men byggebladene anvendes som dokumentation for en bestemt miljøteknologi eller indretning af stalde i forbindelse med projektilpasninger ved sager om ændring og udvidelse af husdyrbrug.

Da Skov- og Naturstyrelsen mente, at BAT til gødningslagre var fuldt implementeret via den generelle lovgivning, blev det valgt kun at beskrive teknologi, der vedrørte stalde. Det samme gjaldt for udbringningsteknik, hvor bredspredning netop var blevet forbudt. Endelig blev det besluttet, at behovet for beskrivelse af fodringstilpasninger ikke var så stort, at der på dette tidspunkt skulle fremstilles specielle byggeblade for dette.

I BAT-byggeblade er dokumenteret teknik beskrevet kort, så landmænd og rådgivere kan få et overblik over, hvor store reduktioner, der kan opnås. Der gives desuden en vurdering af, hvor store udgifterne vil være til merinvestering samt omkostninger til drift og vedligehold, hvis man bruger teknikken på en ny stald til 250 DE. Endelig er der beregnet, hvad meromkostningen vil være pr. produceret enhed og pr. kg reduceret kvælstof.

BAT-Byggebladene indeholder følgende:

- i. Resumé med stikord under hvert punkt
  - Ammoniakfordampning
  - Lugt fra stald
  - Støv
  - Energi
  - Arbejdsmiljø
  - Smitterisiko
  - Dyrevelfærd
  - Virkning på lager og mark
  - Merinvestering (ved 250 DE og nybygget stald)
  - Driftsomkostninger
- ii. Skitse og kort beskrivelse af teknikken
- iii. Miljøpåvirkning angivet i % reduktion af ammoniakemission i forhold til referencesystem. Det valgte referencesystem var "worst case" altså tilladt system med højest emission, f.eks. fuldt drænet gulv.
- iv. Udenlandske erfaringer med henvisning til undersøgelser fra især Holland.
- v. Fordele og ulemper ved teknikken, f.eks. ændring af gyllens viskositet, vurdering af skridsikkerhed på gulve mv.
- vi. Udbredelse af teknikken. Ca. antal stalde indrettet med teknik

- vii. Virkning i lager og mark
- viii. Økonomi  
Skematisk oversigt med samlede meromkostninger pr. produceret enhed og samlet omkostning pr. kg reduceret N. Dette blev udregnet for besætning med 250 DE og nybyggeri ud fra merinvestering pr. stiplads, øget arbejdsforbrug, samt meromkostninger til drifts- og vedligeholdelse.  
Endelig blev samlede omkostninger pr. enhed og kg N beregnet inkl. værdien af tilbageholdt N frem til lagret (ingen markeffekt på evt. udbytte blev indregnet)
- ix. Litteraturliste

En oversigt over BAT-byggeblade kan ses på Landscentrets hjemmeside:  
[http://www.lr.dk/bygningerogmaskiner/informationsserier/batbyggeblade/bat\\_oversigt.htm](http://www.lr.dk/bygningerogmaskiner/informationsserier/batbyggeblade/bat_oversigt.htm)

### 2.1.5 Opdatering af BAT-byggebladene

BAT-byggebladene er elektroniske og kan derfor relativt hurtigt opdateres i takt med ny viden på området, f.eks. udbredelse af teknik, ændret økonomi mv. I praksis blev der ikke afsat ressourcer til at gennemføre dette arbejde, da forarbejde til ny lovgivning havde højere prioritet for både Miljøministeriet og Dansk Landbrugsrådgivning, og derfor er bladene ikke opdateret siden 2004. Det er således vigtigt, at der afsættes ressourcer til også at vedligeholde BAT-blad systemet i fremtiden.

## 2.2 Ønsker til fremtidigt BAT-blad system

### 2.2.1 Organisering af arbejdet

Miljøstyrelsen har ansvaret for, at BAT implementeres i Danmark og derfor nedsatte Skov- og Naturstyrelsen i 2003 en følgegruppe og en arbejdsgruppe, der arbejdede med at evaluere udvalgte tekniske løsninger og beskrive teknologierne på såkaldte BAT-Byggeblade. Følgegruppen bestod af personer fra følgende organisationer:

- Skov- og naturstyrelse (formand)
- Danmarks Miljøundersøgelser
- Kommunernes Landsforening
- Danmarks Jordbrugsforskning, 2 medlemmer (Nu Århus Universitet, DJF)
- Landsudvalget for Svin (nuværende Dansk Svineproduktion)
- Dansk Fjerkræråd
- Dansk Landbrugsrådgivning

Arbejdsgruppen bestod af konsulenter i:

- Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
- Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Fjerkræ
- Landsudvalget for Svin (Dansk Svineproduktion)
- Bygningskonsulent fra lokal rådgivning (Dansk Landbrugsrådgivning)

Det er Miljøstyrelsens forslag, at Teknologiudvalget i fremtiden fungerer som styregruppe for arbejdet med teknologiliste, BAT og certificeringsordning. For teknologilisten foreslås det, at der nedsættes kriterieudvalg, og det vil være nærliggende, at disse kriterieudvalg også udgør arbejdsgrupper for den faglige

evaluering af BAT. Dog vil det kræve, at gruppen kan udvides med eksperter inden for driftsøkonomi, arbejdsmiljø og eventuelt livscyklusanalyse (LCA), hvis det besluttes at anvende dette som redskab i BAT-vurderingen. Dette vil sikre, at alle forhold er beskrevet, inden teknikkerne indstilles til teknologiudvalget for endelig godkendelse som BAT.

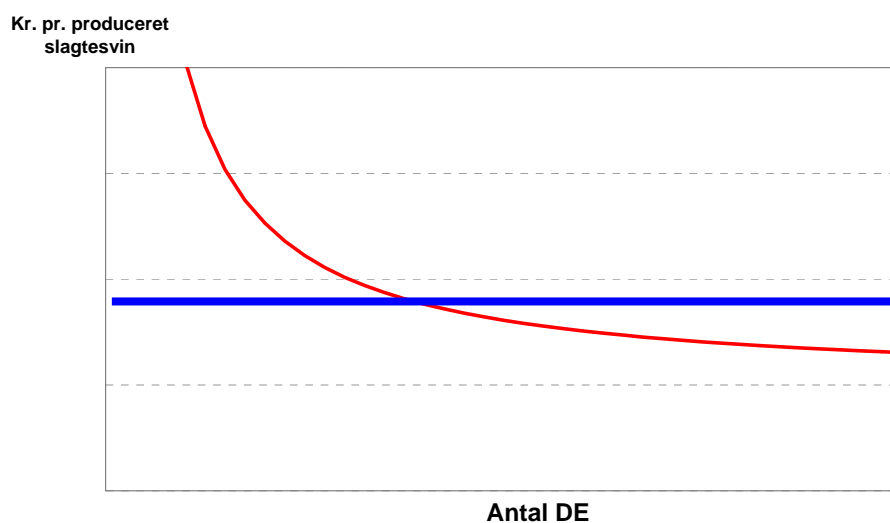
Det er vigtigt, at der er afsat tilstrækkelige ressourcer til ekspertbistand og evaluering /opdatering med jævne mellemrum, f.eks. en gang om året. Landscentret har tidligere vurderet, at arbejdsbehovet for udarbejdelse af et enkelt BAT-byggeblad ligger på omkring 1/3 årsværk. Det er naturligvis meget forskelligt, hvor tilgængelige oplysningerne er, og det bør drøftes, hvor stor sikkerhed der f.eks. skal være i prisfastsættelsen af en teknologi. Hvis der skal indsamles oplysninger fra mange besætninger for at øge sikkerheden, vil det naturligvis tage længere tid sammenlignet med få besætninger samt virksomhedernes egne oplysninger.

## 2.2.2 Størrelsesbetragtninger og økonomi

I de hidtidige BAT-blade er de økonomiske konsekvenser af BAT-teknologien beregnet med udgangspunkt i et nybyggeri til 250 DE. Omkostningen til en given teknologi vil i de fleste tilfælde være meget afhængig af besætningsstørrelsen. De nye BAT-blade bør derfor udbygges, så den økonomiske vurdering foretages ved forskellige besætningsstørrelser. For stationære anlæg bør der regnes økonomi på besætninger op til 500 DE, og for mobile anlæg vil det i nogle tilfælde være relevant at vurdere økonomi op til 750 DE, som pt. er den øvre grænse for husdyrholdets størrelse indenfor en bedrift.

Samtidig bør beregningerne gennemføres ud fra en total økonomi-betragtning. Således bør der ved anlæg til reduktion af ammoniakfordampning indregnes eventuelle gevinster, som følge af øgede udbytter i markdriften.

Resultaterne af økonomiberegningerne bør fortsat udtrykkes på en konsekvent måde og koordineres med udenlandske angivelser, så sammenligning af de forskellige teknologier lettes. Det foreslås at angive omkostningen til BAT som kr. pr. kg N tilbageholdt, kr. pr. produceret enhed og/eller pr. årsdyr. Som eksempler kan nævnes kr. pr. produceret slagtesvin, kr. pr. årssø og kr. pr. årsko.



Figur 2.2 Principskitse til illustration af betydningen af størrelseøkonomi.

I figur 2.2 er den røde kurve et eksempel på meromkostningen (kr. pr. produceret enhed) ved investering i en miljøteknologi som funktion af produktionens størrelse. Forløbet af omkostningskurven vil naturligvis variere meget alt efter hvilken teknologi, der er tale om.

Den blå linie illustrerer, hvor meget en given teknologi maksimalt må koste for at kunne godkendes som BAT. Placeringen af BAT-grænsen bør vælges ud fra en vurdering af de generelle indtjeningsforhold med en produktion af den pågældende dyretype.

Det fremgår af princip-skitsen, at en given teknologi godt kan være BAT, hvis der er tale om en stor produktion, mens samme teknologi ikke nødvendigvis er BAT ved mindre produktioner.

Fastsættelsen af den maksimale merpris er naturligvis meget vigtig for en branche og det kan blive en væsentlig konkurrenceparameter, hvis Danmark vælger at gå for langt foran med miljøkrav. Så vidt muligt bør fastsættelsen foretages efter en uvildig analyse af f.eks. Københavns Universitet, Fødevareøkonomisk institut.

### 2.2.3 Følsomhedsanalyser

For nogle teknologier påvirkes økonomiberegningen relativt meget af prisen på indsatsfaktorer. I disse tilfælde bør der foretages følsomhedsberegninger. For gylleforsuring bør f.eks. illustreres, hvordan omkostningen til BAT-teknologien varierer, hvis prisen på syre stiger eller falder med 25 % i forhold til aktuel markedspris.

Ved de økonomiske beregninger skal man sikre sig, at der anvendes samme algoritmer som bruges af de internationale arbejdsgrupper. Dette kan sikres gennem aktiv deltagelse i grupperne nedsat i EU (BAT-support) og FN (Abatement Cost Network)

### 2.2.4 Dyregrupper

Da kravet om BAT omfatter alle typer af brug, bør der foretages evalueringer inden for alle husdyrarter og dyregrupper, som holdes intensivt.

### 2.2.5 Forhandlerliste eller firmaspecifikt datablad?

I dag er BAT-byggebladene ikke virksomhedsspecifikke. Der er således en forhandlerliste over virksomheder, som kan godkendes under den generelle beskrivelse. Det bør tilstræbes, at BAT-blade ikke bliver produktblade for en bestemt virksomhed, men virksomheder må ikke kunne komme på forhandlerliste, uden deres teknik har undergået samme grundige økonomiske og tekniske evaluering, som de første på listen.

### 2.2.6 Offentliggørelse/info

Det anbefales, at systemet fortsat offentliggøres i elektronisk form, da fordelene er store. Systemet kan evt. gøres interaktivt med ansøgningssystemet, så man kan foretage opslag herfra, når man er i tvivl om den valgte teknik. Dette kræver naturligvis en løbende opdatering. Til sammenligning kan henvises til det tyske system, som trods det er meget grundigt også er meget lidt dynamisk (Umwelt Bundes Amt, 2002).



## 2.3 Prioritering af arbejdet

### 2.3.1 Behov for BAT-blade

På nuværende tidspunkt er der i alt 9 BAT-byggeblade og 4 BAT-kandidater. BAT-byggeblade og BAT-kandidater er senest opdateret i 2004, og der er derfor et stort behov for at opdatere de eksisterende BAT-byggeblade og BAT-kandidater og for at udarbejde nye. Det bør i den forbindelse overvejes, om der er behov for en beskrivelse af BAT-kandidater efter evaluering, eller om det er tilstrækkeligt, at kandidater fremgår af teknologilisten.

I tabel 2.1 er angivet en oversigt over de nuværende BAT-byggeblade og BAT-kandidater opdelt efter husdyrtype og teknologitype.

Tabel 2.1. Oversigt over nuværende BAT-byggeblade og BAT-kandidater.

BAT-blade	BAT-kandidater
<b>Svinestalde</b>	
<i><b>Staldteknologi:</b></i>	
Delvist spaltegulv med skraber og køling af kanalbund (drægtige søer og slagtesvin)	
Faresti med delvist spaltegulv (diegivende søer)	
Delvist spaltegulv ved 1/3 spaltegulvareal (slagtesvin)	
To-klimastald med delvist spaltegulv (smågrise)	
<i><b>Luftrensning:</b></i>	
Luftvasker med syre, rensning af 60 procent af afgangsluften (slagtesvin)	Luftvasker med syre, rensning af al afgangsluft (slagtesvin)
<i><b>Gyllebehandling:</b></i>	
	Svovlsyrebehandling af gylle i stalde med delvist spaltegulv (slagtesvin)
	Svovlsyrebehandling af gyllen i stalde med drænet gulv (slagtesvin)
<b>Kvægstalde</b>	
<i><b>Staldteknologi:</b></i>	
Præfabrikerede, drænede gulve (malkekøer)	
<i><b>Gyllebehandling:</b></i>	
	Svovlsyrebehandling af kvæggylle (malkekøer)
<b>Fjerkræstalder</b>	
<i><b>Staldteknologi:</b></i>	
Gødningstørring, burægsstald (æglæggere)	

Gødningstørring, skrabeægsstald (æglæggere)	
---	--

### 2.3.2 Behov for nye BAT-blade

Hovedparten af de nuværende BAT-byggeblade vedrører staldteknologi, mens der kun er nogle få på gyllebehandling og luftrensning. Der er imidlertid et behov for nye BAT-byggeblade på flere teknologiområder. I bilag 3 til "Vejledning om tilladelse og miljøgodkendelse m.v. af husdyrbrug" er der angivet en række teknologier, som kan anvendes i forbindelse med en miljøansøgning. For de teknologier, som er angivet i vejledningen, bør der foretages en vurdering af, om de kan opnå status af BAT.

I tabel 2.2 er angivet en oversigt over de BAT-byggeblade, som der er et umiddelbart behov for. Teknologierne er skrevet i prioriteret rækkefølge, men det anbefales, at staldteknologi, luftrensning og fodring prioriteres lige højt. Dette gøres ud fra den betragtning, at der bør være en række muligheder, når der i den enkelte ansøgning skal tages stilling til anvendelse af BAT. Gødningslager prioriteres lavest eftersom dette formentligt er den af teknologierne, som giver den mindste miljøeffekt.

Tabel 2.2. Behov for evaluering/nye BAT-byggeblade i prioriteret rækkefølge inden for hver teknologitype

Teknologitype	BAT-byggeblad
Staldteknologi (gulve, skrabere, kanaler og ventilation)	Skrabere til spaltegulve (kvæg) Fast gulv med dræn og skraber (kvæg) Samlede og/eller forhøjede afkast (svin og fjerkræ) Miljøkryds (øget hastighed i afkast)
Luftrensning	Biologisk luftrensning (svin)
Fodring	Fytasetilsætning til foderet (svin) Reduceret råprotein, smågrise Reduceret råprotein, slagtesvin Reduceret råprotein, malkekøer Benzoesyre (slagtesvin)
Gødningslager	Fast overdækning af gylletanke Flydebarriere til gylletanke (svin og kvæg)
Udbringning af husdyrgødning	Slæbeslanger Nedfældning (Kandidat?)

#### **Staldteknologi**

Der er behov for at beskrive et BAT-blad for skrabere til spaltegulve i kvægstalde, idet dette er en af de få tilpasningsmuligheder, som kvægproducenter har på nuværende tidspunkt.

Faste gulve med dræn og skrab bør beskrives, idet det er et alternativ til præfabrikerede gulve med dræn – og dokumenteret på samme niveau. Der bør være støbetekniske beskrivelser for opnåelse af et effektivt fald mod dræn mv.

I forhold til at reducere lugtbelastningen hos naboerne til husdyrproduktion vælges det i nogle tilfælde at samle afkastene længere væk fra naboerne eller at

forhøje afkastene. Eftersom dette er en af de teknologier, som har en effekt på lugt, så bør det vurderes, om det kan opnå status af BAT.

### ***Luftrensning***

Siden 2004 er der sket en betydelig udvikling af biologisk luftrensning. Der er derfor behov for at få vurderet om biologisk luftrensning af en delstrøm kan opnå status af BAT. Biologisk luftrensning kan være udformet på forskellige måder og det er derfor nødvendigt med to til tre forskellige BAT-byggeblade, som dækker de overordnede typer af biologisk luftrensning, f.eks. biobede, biovaskere, kombinationsanlæg (scrubber + biologisk). Resultatet kan derfor blive, at kun nogle typer af biologisk luftrensning opnår status af BAT.

Kemisk luftrensning skal revideres med den nyeste viden omkring rensning af delstrøm, som muliggør økonomiske analyser ved rensning af forskellig andel af luften.

### ***Fodring***

Foderblandinger med et reduceret råproteinindhold er et tiltag, som kan anvendes til at reducere ammoniakemissionen fra smågrise, slagtesvin og malkekøer. Reduktionen kan ske direkte gennem reduktion i færdigblandinger eller gennem ændret iblanding af protein og specielle fase-fodringsanlæg. Gennem de senere år er der lavet en del forskning både nationalt og internationalt på dette emne. Der er endvidere en dokumenteret effekt af benzoesyre på ammoniakemissionen fra slagtesvin. Der burde derfor være dokumentation til at lave et BAT-blad for henholdsvis reduceret råprotein og benzoesyre. Bl.a. skal der tages stilling til, om effekten skal beregnes løbende i forhold til den til enhver tid gældende norm eller tage udgangspunkt i et givent normtal f.eks. nuværende fikspunkt 05/06 niveauet (reference system). Fytase vinder udbredelse og er veldokumenteret, derfor bør denne teknik også evalueres.

### ***Gødningsslager***

Fast overdækning af gylletanke eller flydebarriere er nogle af de tiltag som både kan anvendes ved eksisterende gylletanke og ved opførelse af nye gylletanke. Det er derfor nogle tiltag, som de fleste vil kunne anvende, og derfor bør der beskrives et BAT-byggeblad.

### ***Udbringning af gylle***

Der er behov for at beskrive slangeudlægning på BAT-blad, og det bør undersøges og beskrives i hvilket omfang nedfældning er miljømæssigt og økonomisk forsvarligt.

## **2.3.3 Opdatering af eksisterende BAT-byggeblade**

Alle de nuværende BAT-byggeblade skal opdateres med den nyeste viden på området. Desuden skal det vurderes, om de teknologier, som kun har status af BAT-kandidater, kan opnå status af BAT-byggeblade under andre størrelsesøkonomiske forhold end 250 DE. I tabel 2.3 er angivet en oversigt over de teknologier, hvor BAT-byggeblade og BAT-kandidater skal revideres.

Tabel 2.3. Behov for opdatering af BAT-byggeblade

<b>Teknologitype</b>	<b>BAT-byggeblad</b>
Staldteknologi	Delvist spaltegulv (svin) Gyllekøling (svin) Præfabrikerede drænedegulve i

	kvægstalde
Luftrensning	Kemisk luftrensning (svin og fjerkræ)
Gyllebehandling	Svovlsyrebehandling af gylle (svin og kvæg)

### ***Staldteknologi:***

Siden 2004 er der foretaget en undersøgelse af normtal for lugtemission, hvor blandt andet delvist spaltegulv blev sammenlignet med fuldspaltegulv. BAT-byggebladene, der findes for smågrise, slagtesvin og diegivende søer, bør derfor opdateres med den nyeste viden med hensyn til miljøeffekten. Reduktion ved forskellig andel af fast gulv bør angives.

For gyllekøling er der et BAT-byggeblad for drægtige søer og slagtesvin. Der er behov for at opdatere de nuværende BAT-byggeblade og for at vurdere, om teknologien kan opnå status af BAT i forhold til smågrise og kvæg, hvor der er helt andre økonomiske sammenhænge. Behovet for vurdering gælder også i forbindelse med optagelse på teknologiliste. Der bør endvidere foretages en størrelses-økonomisk vurdering af teknologien i intervaller under og over 250 DE.

BAT-byggebladet for drænede gulve i kvægstalde omfatter kun præfabrikerede gulve. Der bør gennemføres supplerende undersøgelser/erfaringsindsamlinger, idet der rapporteres om glatte gulve i nogle besætninger.

### ***Luftrensning***

For kemisk luftrensning er der også sket en betydelig udvikling siden 2004, og der er derfor behov for at opdatere de eksisterende BAT-byggeblade. Delrensning er ofte den form for kemisk luftrensning, der vælges. Det bør derfor revurderes, hvilke delrensningsgrader, der kan opnå status af BAT.

### ***Gyllebehandling***

Svovlsyrebehandling af gylle har status af BAT-kandidat både for svin og kvæg. Årsagen til dette er en for høj omkostning pr. produceret dyr ved 250 DE. Det er derfor nødvendigt med en størrelsesøkonomisk vurdering af teknologien i intervallet mellem 75 og 500 DE.

#### **2.3.4 Mulige BAT-byggeblade på længere sigt**

Der er en række teknologier, hvor der på længere sigt kan blive behov for at vurdere, om de kan opnå status af BAT. Nedenfor er listet nogle af disse teknologier.

- Køling af indblæsningsluft (svin)
- Udmugningshyppighed i stalde til æglæggere
- Gødningsrender (mink)
- Gylleseparatoring
- Andre luftrensere end kemisk og biologisk luftrensning
- Afbrænding af husdyrgødning

#### **2.3.5 Kombination af teknikker**

Der er mulighed for at kombinere flere teknikker og på den måde opnå en større reduktion af ammoniakemission. Det bør for hver teknik angives hvilke

teknikker, der kan kombineres med den beskrevne teknik, og hvilke reduktioner det vil medføre.

### 2.3.6 Referenceanlæg

Lov om godkendelse af husdyrbrug med kommende krav om 20 % (i 2008) reduktion i forhold til et referencesystem "bedste staldsystem" har medført et behov for at reduktionerne opgøres i forhold til ny reference.

Den gamle reference til slagtesvin er fuldspaltegulv og delvist spaltegulv (delvist fast gulv) til slagtesvin er BAT i dag (også i BREF), men i vejledningen er det også "bedste staldsystem" /referencesystem. Det er altså ikke i sig selv nok at anvende delvist fast gulv til at opfylde det generelle krav, og derfor bør det i fremtiden kun betegnes BAT for eksisterende stalde, mens det skal kombineres med f.eks. reduceret råprotein eller anden teknik for nye stalde.

## 2.4 LCA-baseret miljøvurdering af landbrugsteknologier

Dette afsnit er forfattet af Randi Dalgård, Århus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet.

En vurdering af hvorvidt en teknologi er miljøeffektiv kræver en helhedsorienteret tilgang, da det er vigtigt at sikre, at teknologien er miljøvenlig gennem både fremstillings-, forbrugs- og bortskaffelsesfasen. Livscyklusvurdering (LCA) er en miljøvurderingsmetode som inddrager alle faserne og har gennem de sidste årtier været anvendt i mange brancher og lande. I en livscyklusvurdering beregnes miljøbelastningen (f.eks. drivhusgas- eller næringsstofudledning) per produkt (eller proces) gennem hele produktkæden. Eksempelvis vil der i en livscyklusvurdering af svinekød ikke blot indgå emissioner fra svinebedriften, men også emissioner fra produktion og transport af bl.a. foder, kunstgødning og diesel, som anvendes på svinebedriften. Endvidere vil også indgå transport af grisen til slagteriet, forarbejdning, bortskaffelse af affald fra slagteriet mm. (Dalgård et al., 2007a).

LCA bliver i stigende omfang anvendt til miljøvurdering af landbrugsprodukter (f. eks. Halberg 2004; Anonym, 2007), og er en veludviklet metode, hvilket bl.a. ses ved, at adskillige LCA-sofwares og databaser er tilgængelige på markedet. I LCA opgøres emissionerne i forskellige miljøpåvirkningskategorier (f.eks. global opvarmning, ozonnedbrydning, energiforbrug, næringssaltbelastning). En af LCAs styrker er, at metoden muliggør identifikation af de steder i produktkæden, som er mest miljøbelastende, og dermed kan man målrette miljøoptimeringen mod netop disse steder. LCA giver et godt overblik, og er derfor et effektivt redskab til at undgå, at miljøforbedringer i ét led af produktkæden øger miljøbelastningen i et andet led af produktkæden.

Lige så vel som LCA kan anvendes til miljøvurdering af produkter, kan LCA også anvendes til miljøvurdering af teknologier. I to studier er LCA eksempelvis anvendt til at vurdere, hvorvidt tilsætning af enzymerne xylanase (Nielsen et al., 2007a) og fytase (Nielsen, 2007b) til svinefoder reducerer miljøbelastningen fra svineproduktionen. Resultaterne viste bl.a., at den miljøbelastning, som var forbundet med produktionen af enzymerne, var meget lille set i forhold til de miljøfordele (f.eks. mindre foderforbrug), som

kunne opnås gennem resten af kæden. Endvidere blev det vist, at anvendelsen af xylanase kunne reducere drivhusgasudledningen per kg svinekød med hele 3-8%.

Enzymer, som tilsættes foder, er blot to af mange nye landbrugsteknologier, som er udviklet gennem de senere år, Særligt indenfor gyllehåndtering, f.eks. i form af bioforgasning, gylleseparation, gylleforsuring mv. har udvikling været intens. På trods af at teknologierne ofte benævnes miljøteknologier, mangler der et overblik over deres reelle miljøforbedringspotentiale samt en vurdering af hvilke dele af teknologierne, der miljømæssigt set er de svageste led. LCA kan belyse teknologiernes miljømæssige svagheder og styrker. Kvaliteten af de nuværende BAT-blade samt miljøvurderingen af forskellige landbrugsteknologier kan forbedres, hvis oplysningerne suppleres med LCA-baseret viden.

I det følgende er givet nogle eksempler på, hvorledes en LCA-baseret miljøvurdering kan bidrage til at identificere de enkelte landbrugsteknologiers svage punkter.

#### 2.4.1 Eksempel 1: Lavteknologisk gylleseparation

Gylleseparation er en landbrugsteknologi som hævdes at have op til flere miljøfordele. Svinebedrifter med harmoniproblemer, som lægger i områder med høj dyretæthed, kan reducere mængden af gylle, som transporteres, fordi den flydende del af gyllen centrifugeres fra og det dermed kun er nødvendigt at transportere fiberfraktion. Tilmed indeholder fiberfraktionen en stor del af gyllens fosfor, og fosforoverskuddet på svinebedriften kan dermed reduceres. Således opnås en bedre fordeling af fosfor og ideelt set må dette nedsætte indkøbet af fosforkunstgødning til de bedrifter, som modtager fiberfraktionen. På den anden side forbruges elektricitet ved driften af gylleseparatoren, og dermed vil gylle-separationen bevirke en indirekte udledning af fossilt CO<sub>2</sub>. I en LCA-baseret miljøvurdering af lavteknologisk gylleseparation (Dalgaard, 2007b, vedlagt som bilag 1) blev det beregnet, hvorvidt separation af svinegylle kunne reducere drivhusgasudledningen. Resultaterne viste, at sparet fossilt CO<sub>2</sub> som følge af reduceret transport stort set blev opvejet af det øgede elektricitetsforbrug på bedriften, hvis fiberfraktionen blev transporteret 25 km. Til gengæld betød den reducerede drivhusgasudledning i forbindelse med sparet produktion af fosfor-kunstgødning langt mere end den reducerede transport. En sådan LCA-baseret miljøvurdering viser således, at gylleseparation kan bidrage til at reducere drivhusgasudledningen, men at der skal sættes fokus på, at tilstrækkeligt med fosfor ender i fiberfraktionen, og at denne udnyttes effektivt og reelt bidrager til et lavere fosforkunstgødningsforbrug på den modtagende bedrift.

#### 2.4.2 Eksempel 2: Bioforgasning af gylle

Bioforgasning af gylle har et stort potentiale for at reducere drivhusgasudledning, fordi biogassen kan bruges til produktion af el og varme, og dermed kan reducere forbruget af fossilt energi. I en LCA af dansk svinekød er det vist, at drivhus-gasudledningen per kg svin kan reduceres med 16 % (Dalgaard et al., 2007b), hvis svinegyllen bioforgasses og gassen efterfølgende anvendes til energiproduktion. For at opnå en tilstrækkelig høj reduktion i drivhusgasudledningen kræver det dog, at energien anvendes optimalt, og metantabet fra biogasproduktionen minimeres. Metantab vil bidrage betragteligt til drivhusgasudledningen, dels fordi det er en stærk drivhusgas, og dels fordi tabet vil medføre lavere energiproduktion. Optimal udnyttelse af energien er også vigtig for at fortrænge fossilt energi, og derfor

bør det også vurderes, om f.eks. varmen fra fællesanlæg i højere grad bidrager til fortrængning af fossilt varme end varmen fra gårdanlæg. Hvis dette var tilfældet ville det være rimeligt at konkludere, at fællesanlæg er mere miljøvenlige end gårdbiogasanlæg. En LCA-baseret miljøvurdering af f.eks. "bioforgasing af et ton svinegylle" vil bidrage til afklaring af ovennævnte aspekter.

### 2.4.3 Eksempel 3: Luftrensning med syre

Luftrensningsanlæg kan installeres i stalde med henblik på at mindske ammoniak-tabet med luften. For at drive luftrensningsanlæggene kræver det imidlertid, at der anvendes syre og vand. Fremstilling og transport af syre koster også energi, og dermed udledning af drivhusgasser og forsurende elementer. En LCA-baseret miljøvurdering vil kunne vise i hvor høj grad dette belaster miljøet set i forhold til mængden af ammoniak, som luftrensningsanlægget tilbageholder.

Mange andre eksempler kan nævnes, og på Århus Universitet er der gennem de sidste år udarbejdet mange LCA'er af fødevarer (mælk, svinekød, raps, mel, brød, tomater, agurker, løg, ost mm, se [www.LCAfood.DK](http://www.LCAfood.DK)), som har bidraget med viden om, hvor de 'miljøsvage punkter' i produktkæden findes og hvilke teknologier, der er bedst. Heraf kan nævnes nogle enkelte af konklusionerne:

Et kg danske tomater udleder næsten lige så meget drivhusgas som et kg svinekød.

Transporten af dansk svinekød til England udleder meget lidt drivhusgas (under 1 %) set i forhold til drivhusgasudledningerne i den øvrige del af produktkæden (foderfremstilling, svinebedrift etc.).

Den største bidrager til drivhusgasudledning ved produktion af landbrugsprodukter er ikke fossilt CO<sub>2</sub> fra diesel, men derimod lattergasudledning fra marker og gylle.

Hvis en økologisk planteavler vil spare på den fossile energi og reducere drivhusgasudledningen fra bedriften, er det meget bedre at dyrke kløvergræs til bioforgasning end at dyrke sin egen raps og anvende det i traktoren. Produktionen af et kg økologiske tomater udleder flere drivhusgasser end et kg konventionelle tomater, fordi varmemeforbruget er det samme per kubikmeter drivhus ved de to produktioner, men udbytterne per kubikmeter er lavere i den økologiske produktion.

Eksemplerne viser primært resultater vedr. drivhusgasudledning, men andre miljø-påvirkningskategorier (f.eks. forsuring og eutrofiering) er naturligvis også vigtige. Arbejdet på Århus Universitet har primært været fokuseret på metodeudvikling inden for LCA og på udarbejdelse af egentlige LCA'er af fødevarer. LCA'erne af fødevarer viser miljøpåvirkningen per kg produkt, og muliggør således både sammenligning af forskellige produkters miljøpåvirkning og udpegning af produkt-kædens miljøsvage led. LCA er også oplagt til sammenligning af landbrugs-teknologi miljøpåvirkning, f.eks. kan miljøpåvirkning af 10 tons gylle behandlet i gylleseparatør 1, 2 og 3 sammenlignes, og det kan konkluderes, hvilken af de tre separatorer som er mest miljøvenlig og tilmed vil man opnå viden om separatorernes miljøsvage punkter.

#### 2.4.4 Faseopdelt LCA vurdering

LCA-baseret miljøvurdering kan være ganske omfattende og for at minimere tidsforbruget vil det være vigtigt at gå strategisk til værks. I de følgende er beskrevet hvilke faser, som skal gennemføres for at sikre, at LCA bliver anvendt optimalt til miljøvurdering af landbrugsteknologier og dermed sikre høj kvalitet af resultaterne.

Fase 1: Opbygning af platform til LCA-baseret miljøvurdering af landbrugsteknologier.

For at sikre høj kvalitet af fremtidige miljøvurderinger af landbrugsteknologier skal opbygges en grunddatabase med LCA-data for de mest relevante materialer og energibærere, som f.eks. beton, stål, elektricitet, plastic typer. LCA-grunddata findes allerede i LCA-databaser (Ecoinvent, Buwal m. fl.), men vil i nogle grad skulle tilpasses danske forhold. Et LCA-software skal vælges, indkøbes og klargøres med de valgte LCA-grunddata. For at lave en reel sammenligning af teknologier skal der anvendes sammen LCA-grunddata. Det skal således undgås, at to typer staldgulve giver forskellige drivhusgas-udledninger udelukkende fordi, der er anvendt forskellige typer LCA-grunddata for beton. Valg af metodisk grundlag til beregning af drivhusgastab fra gylle, håndtering af affald, teknologiernes antagede levetid, karakteriseringsmetode mv. skal ligeledes beskrives.

Det skal også afgøres, hvilke miljøpåvirkningskategorier, som bør indgå i kommende LCA-baserede miljøvurderinger. Det kunne f.eks. være: global opvarmning, forsuring og eutrofiering.

Fase 2: Afprøvning af platform til LCA-baseret miljøvurdering af landbrugsteknologier.

Med henblik på at klarlægge evt. mangler i grunddatabase eller i metoden udarbejdes miljøvurdering af 2-3 teknologier. Procedurer for dataindsamling for de enkelte teknologier skal afprøves for at vurdere, om nøgledata skal indsamles ved afprøvning, eller om man umiddelbart skal vælge at stole på de nøgledata, som leverandørerne udleverer. På grundlag af miljøvurderingerne vurderes det, hvorvidt der kan drages generelle konklusioner angående hvilke dele af produktkæden, der er vigtigst at fokusere på, og hvilke der er mindre relevante. Endvidere skal det fastlægges, hvordan miljøvurderingen skal afrapporteres, og hvordan resultaterne kan integreres med de nuværende BAT-blade.

Fase 3: Udførsel af LCA-baseret miljøvurdering af teknologier.

På grundlag af platformen (fase 1) og afprøvningen (fase 2) udføres de egentlige LCA-baserede miljøvurderinger. Der kan evt. skelnes mellem to typer: LCA'er, hvor hele produktkæden er inddraget, og såkaldte screeninger baseret på livscyklustankegangen, hvor der kun inddrages de dele af produktkæden, som er af størst betydning. For eksempel kan der udarbejdes en hel LCA på "behandling af 10 ton gylle i gylleseparatør A". I dette skal både inddrages materialeforbrug til separatoren, forbrug af elektricitet, transport af gylle, udledninger fra lagrede og udbragte separationsfraktioner, evt. sparet kunstgødning som følge af bedre fordeling af næringsstoffer mm. I en screening kan man nøjes med f.eks. at vurdere mængden af fossilt CO<sub>2</sub> udledt i forbindelse med fremstillingen af el-forbruget til separationen og sætte denne i relation til mængden af fossilt CO<sub>2</sub>, som er sparet som følge af, at en mindre mængde vand skal transporteres, når gyllen er separeret. Det er



afgørende for tidsforbrug og kvalitet af de LCA-baserede miljøvurderinger, at forarbejdet i fase 1 og 2 er grundigt udført, så man i fase 3 undgår at bruge tid på unødvendig dataindsamling og –bearbejdning. Ved nogle teknologier bør hoved-vægten i miljøvurderingen lægge på teknologiens potentiale for at mindske drivhusgasudledningen (f.eks biogasanlæg), mens det for andre teknologier er mere oplagt at vurdere potentialet for reduktion i eutrofiering (gylleseparation og –forsuring).

#### 2.4.5 Referencer

Abatement Cost Network (2006). Calculating the unit cost of ammonia abatement techniques and template. Convention on long-range transboundary air pollution – Expert group on ammonia abatement.

Anonym (2007). Proceedings from the 5th international conference on LCA in Foods. Gotheburg, Sweden.

Dalgaard, R. (2007a). The environmental impact of pork production from a life cycle perspective. Ph.D. Thesis. Indleveret til bedømmelse 19. September 2007.

Dalgaard, R. (2007b). Slurry technologies and their potential for environmental improvements. Manuscript in preparation. Findes i Dalgaard, R., 2007 og vedlagt som bilag.

EU kommissionen, (2003). BREF: "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for intensive Rearing of Poultry and Pigs, July 2003.  
<http://www.jrc.es/pub/english.cgi/0/733169>

Halberg, N. (2004). Life Cycle Assessment in the Agri-food sector. Proceedings from the 4<sup>th</sup> International Conference, Bygholm, Denmark. DIAS report Animal Husbandry. 61.

Landbrugsinfo: oversigt over udgivne BAT-byggeblade.  
[http://www.lr.dk/bygningerogmaskiner/informationsserier/batbyggeblade/bat\\_oversigt.htm](http://www.lr.dk/bygningerogmaskiner/informationsserier/batbyggeblade/bat_oversigt.htm)

Nielsen, P.H., & Wenzel, H.. (2007a). Environmental assessment of Ronozyme® P5000 CT Phytase as an Alternative to Inorganic Phosphate Supplementation to Pig Feed Used in Intensive Pig Production. International Journal of Life Cycle Assessment. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.1065/lca2006.08.265.1>.

Nielsen, P.H. Dalgaard, R., Korsbak, A, Petterson, D. (2007b). Environmental assessment of digestibility improvement factors applied in animal production: Use of Ronozymes WX CT Xylanase in Danish pig production. International Journal of LCA. In press.

Umwelt Bundes Amt (2002). Beste verfügbare Technik in der intensivtierhaltung.



## 3 Certificeringsordning

I dette kapitel gives et oplæg til en certificeringsordning med beskrivelse af formål og organisering samt et forslag til hvilke teknologityper, som skal være omfattet af ordningen.

### 3.1 Formål

Certificeringsordningen skal betjene virksomheder, landmænd og myndigheder med objektive og standardiseringsopnåelige tests, certificeringer og deklareringer inden for miljøteknologi rettet mod landbrugssektoren.

I tabellen herunder er der for fire grupper af interessenter, beskrevet hvilke interesser de hver især har i etableringen af en certificeringsordning.

*Tabel 3.1 Interesser i en certificeringsordning*

Gruppe	Interesser i certificeringsordningen
Landbrugere	Dokumentation af miljøeffekt overfor myndigheder Driftssikkerhed Arbejds miljø og -sikkerhed Afsætning af produkter Reduktion i arealbehov Energibesparelser
Producenter af miljøteknologi	Dokumentation af driftssikkerhed og økonomi Dokumentation af miljøeffekt Viden om behov og muligheder for forbedringer Forbedrede afsætningsmuligheder
Aftagere af biomasse- og husdyrgødningsprodukter	Nøjagtig information om næringsstofværdi Dokumentation af miljørisici
Myndigheder	Sagsbehandling ved miljøgodkendelse Miljøkontrol Kontrol af gødningsregnskaber

Det fremgår af tabellen, at sigtet med en certificeringsordning er bredere end kun at tilvejebringe dokumentation for en given miljøeffekt. F.eks. kan en certificering også give anlægsproducenter vigtig viden om behov og muligheder for forbedringer i konstruktion og design af deres teknologi.

#### 3.1.1 Afgrænsning af certificeringsordningen

Det foreslås, at ordningen på langt sigt og i fuldt udbygget form skal kunne tilbyde kunder certificering af teknologier indenfor følgende to hovedområder:

##### **A. Reduktion af miljøpåvirkningen fra husdyrproduktion**

Her tænkes på tiltag til begrænsning af emissioner (lugt, ammoniak og drivhus-gasser) fra stald, lager og mark. I tabellen herunder er nævnt de vigtigste teknologi-typer med angivelse af stedet for reduktion af emissionerne.

**Tabel 3.2 Teknologityper til begrænsning af emission fra stald, lager og mark**

<b>Teknologitype</b>	<b>Virkningssted</b>
Luftrensning (kemisk, biologisk og mekanisk, samt kombinationer heraf).	Primær stald
Gyllekøling	Stald
Kemisk og biologisk behandling af gylle (forsuring, ozonering, inhibitorer, mineraler)	Stald, lager og mark
Faste overdækninger på husdyrgødningslagre	Lager
Udbringning af husdyrgødning (nedfældning og injektion af gylle).	Mark

I forbindelse med miljøgodkendelse af husdyrbrug er der størst fokus på begrænsning af emissionen fra stalde og husdyrgødningslagre. Det er dog også relevant at vurdere teknikker til begrænsning af emissionerne fra udbringning af husdyrgødning.

Emissionen af ammoniak fra udbringning af husdyrgødning kan reduceres betydeligt ved f.eks. effektiv nedfældning eller forsuret slangeudlagt gylle. Selvom denne emissionsbegrænsning i marken i øjeblikket kun er krævet i bufferzoner, er det aktuelt at gennemføre kontrollerede og standardiserede forsøg, som sikrer, at virksomheder kan opnå den tilstrækkelige dokumentation. Denne dokumentation er desuden relevant ved markedsføring af udbringningsteknikker uden for Danmark.

### **B. Behandling af husdyrgødning og anden biomasse til udvinding af energi og næringsstoffer**

Her tænkes bl.a. på gylleseparatorer og teknologier til opkoncentrering og udvinding af næringsstofferne fra fraktioner herfra. Desuden kan det være teknologier til at udvinde energien fra husdyrgødning og fraktioner herfra gennem f.eks. afbrænding, termisk forgasning eller afgasning i biogasanlæg. Deklarering af råvarer og produkter er en vigtig del af en certificeringsordning for udstyr og komponenter under denne overskrift.

Ved at udvide sigtet med certificeringsordningen fra "reduktion af miljøpåvirkning fra husdyrbrug" til også at omfatte "behandling af husdyrgødning og biomasse" kan flere konkrete teknologier og anlæg, certificeres. Dermed udvides markedet for certificeringer, hvilket forbedrer mulighederne for, at certificeringsordningen kan blive økonomisk bæredygtig og på længere sigt hvile i sig selv. En velfungerende ordning forudsætter, at der gennemføres et vist antal certificeringer om året. Desuden gør den øgede fokus på produktion af vedvarende energi, at det er oplagt, at certificeringsordningen også skal omfatte teknologier indenfor dette område.

#### **3.1.2 Hvilke teknologityper skal certificeringsordningen omfatte?**

I dette afsnit gives et forslag til kriterier til brug for vurderingen af hvilke teknologityper, som certificeringsordningen skal omfatte. Desuden præsenteres en liste over relevante teknologityper baseret på de beskrevne kriterier.

### ***Kriterier***

En række teknologier tænkes anvendt af husdyrbrugere som redskab til at leve op til kravene i miljøgodkendelsesordningen, og der er ofte stor efterspørgsel efter disse teknologier. Derfor er det naturligt at tillægge disse teknologier stor vægt, når man beslutter, hvad certificeringsordningen skal omfatte. Det vil f.eks. sige, at anlæg, der reducerer ammoniak- og lugtemission, prioriteres højere end anlæg, der reducerer drivhusgasemission.

Et andet kriterium er, at teknologier med potentiale for stor miljøeffekt (reduktionsgrad) bør prioriteres højere end teknologier med begrænset potentiale. Og så bør der lægges vægt på at certificere teknologier, som er relativt modne til markedet med hensyn til både økonomi og driftssikkerhed.

Af hensyn til fremme af eksporten af miljøteknologier kan man vælge at prioritere anlæg med salgspotentiale uden for landets grænser højere end anlæg, der hoved-sageligt kan sælges på hjemmemarkedet.

Et certifikat giver kun mening, hvis der er tale om et veldefineret anlæg med samme opbygning fra gang til gang. Med andre ord kan anlæg blive så komplekse og sammensatte, at de er uegnede til certificering. Som eksempel kan nævnes biogasanlæg, hvor opbygningen af et givet anlæg ofte varierer meget fra sted til sted. Resultaterne fra certificering af ét biogasanlæg vil derfor ikke nødvendigvis kunne overføres til et andet biogasanlæg fra samme producent. Samtidig er der mange forskellige komponenter og processer at undersøge, og en tilbundsgående undersøgelse og afprøvning af hele anlægget vil blive meget dyr. Man kunne for sådanne komplicerede anlæg vælge at få undersøgt og certificeret del-processer eller enkeltkomponenter. Her vil man dog ikke kunne få et samlet billede af miljøeffekten fra et sådant anlæg.

Det bemærkes, at når certificeringsordningen er veletableret og ikke længere baseret på tilskud, så er det mindre relevant at prioritere hvilke teknologityper, som omfattes af ordningen. Når producenterne af teknologierne selv finansierer hele certificeringsprocessen vil det være naturligt at lade det være op til disse virksomheder selv at vurdere, om deres teknologi er egnet for certificering.

### ***Teknologityper, der er relevante i certificeringsordningen***

Med udgangspunkt i de ovenfor præsenterede relevanskriterier anses de mest relevante teknologityper at være:

- Luftrensning til reduktion af ammoniak- og lugtemission
- Gyllebehandling / gylleadditiver (forsuring, ozonering, mv.)
- Overdækninger på gyllebeholdere
- Gylleseparering
- Udbringning af husdyrgødning

Indenfor disse fem teknologityper er der efterhånden udviklet en række anlæg som har vist potentiale for betydelige miljøeffekter, og som samtidig vurderes at være (eller senere kan blive) driftssikre. Der vil være stigende efterspørgsel efter disse anlæg både i Danmark og i udlandet.

For en beskrivelse af teknologiernes driftsfunktion og miljøeffekt henvises til afsnit 1 i forarbejdet til Teknologiuudvalget.

Af de teknologier, der er nævnt i delrapport 1 vedrørende teknologilisten, er der nedenstående teknologier tilbage. Disse teknologier vurderes ikke at være relevante for en certificeringsordning på kort sigt:

- Køling af gulve og gødningskanaler
- Ventilation
- Gulve, skrabere og fejmaskiner til kvægstalde
- Fodring
- Overdækning af faste husdyrgødningsstakke

På længere sigt kan man udvide sigtet med certificeringsordningen, så der udvikles en produktstandard for afgrøder til energiformål. For energiafgrøder kan der udarbejdes en produktstandard for indholdsstoffer. Desuden kan der udvikles et koncept for dyrkningsprocesser, høst, transport og lagring af energiafgrøder samt et koncept for miljøindeks (f.eks. energi- og CO<sub>2</sub>-balance) til relevante energiformål. Overholdelse af produktstandarder for såvel indhold, dyrkningskoncept som krav til miljøpåvirkning vil kunne omfattes af certificeringsordning.

### 3.1.3 Principper og organisering af certificeringsordningen

Dokumentationen af en given teknologi skal tilvejebringes ved brug af akkrediterede metoder og under fuldt dokumenterbare forhold, der skal kunne modstå audits fra fx Danak, BVQI eller tilsvarende.

Certificeringsordningen skal drives af certificerings- og akkrediteringsgodkendt personale, der kan planlægge og projektledede certificeringsprogrammerne for kunderne samt efterfølgende forestå kvalitetskontrollen af det gennemførte arbejde efter internationale standarder.

For at sikre en enkel og brugervenlig tilgang bør certificeringsordningen organiseres efter one-stop-shop princippet, hvor firmaer henvender sig ét sted for at få afprøvet og dokumenteret en given teknologi. Certificeringsordningen kan organiseres med ét sekretariat placeret i en selvstændig juridisk enhed (selskab). Sekretariatet varetager koordinering og administration i forbindelse med drift af certificeringsordningen. Sekretariatet har ikke selv nogen faglige kompetencer indenfor miljøteknologier, og disse kompetencer inddrages (købes) i den konkrete test- og certificeringssituation fra relevante institutioner.

Efter en indledende periode med tilskud til opstart af certificeringsordningen skal denne efterhånden gøres brugerfinansieret, således at firmaer betaler markedsprisen for certificering af en given teknologi.

Får en virksomhed sit anlæg testet og certificeret i Danmark, er det helt centralt, at den fremkomne dokumentation skal kunne anvendes umiddelbart overfor kunder og myndigheder i udlandet. Det anbefales derfor, at Miljøstyrelsen indleder forhandling omkring en fælles certificeringsordning på udvalgte områder. Der tænkes i første omgang på tyske DLG-Testcentrum og hollandske Wageningen, som allerede har påbegyndt denne proces inden for luftrensning. Senere vil samarbejdet eventuelt kunne udvides til at omfatte belgiske og franske institutioner.

Til fremme af det internationale samarbejde omkring udvikling af testprotokoller kan også overvejes at inddrage ENTAM - The European

Network for the Testing of Agricultural Machines. For eksempel kan Miljøstyrelsen gøre optagelse i ENTAM til en betingelse for den eller de institutioner, som ønsker at drive certificeringsordningen i Danmark.

### 3.1.4 anbefalinger

Teknologiudvalget bør drøfte følgende punkter:

- Skal der anvendes andre kriterier til vurderingen af hvilke teknologier, der skal omfattes af certificeringsordningen?
- Skal certificeringsordningen omfatte andre teknologityper end de ovenfor foreslåede?
- Hvordan håndteres certificering af større teknologikoncepter, som består af en unik kombination af flere teknologier? En protokol til test af det komplette teknologikoncept vil næppe kunne bruges på andre teknologier/koncepter.
- Hvornår skal ordningen kunne hvile i sig selv, dvs. være 100 % brugerfinansieret?
- Vil der være efterspørgsel efter certificeringer baseret på de ovenfor skitserede principper?
- Hvordan sikres koordineringen med udenlandske test-institutioner bedst?

## 3.2 Eksisterende testprotokoller

I dette afsnit gives et overblik over eksisterende protokoller og protokoller under udarbejdelse for de teknologityper, der er relevante i en certificeringsordning.

### 3.2.1 Testprotokoller indenfor luftrensning

I Tyskland og Holland findes der mere eller mindre udviklede testprotokoller indenfor teknologiområdet luftrensning (Aarnink & Ogink, 2006). I Danmark er der gennem de senere år foretaget en række afprøvninger af luftrensningsanlæg men uden en egentlig testprotokol. I det følgende vil de overordnede principper for testprotokollerne i Tyskland og Holland blive præsenteret. Endelig vil fordele og ulemper ved principperne i de to lande blive vurderet.

#### ***Tysk testprotokol***

I Tyskland har DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) defineret et certificeringssystem for luftrensningsanlæg. Selve testen kaldes for en DLG-signumtest. I dette certificeringssystem testes luftrensningsanlægget for lugt-, ammoniak- og støvemission.

For at få gennemført en DLG-signumtest skal der indsendes en ansøgning, hvor der gøres rede for funktionen af anlægget samt anvendeligheden til forskellige husdyr-arter og opstaldningssystemer. Det er en forudsætning for gennemførelsen af en DLG-signumtest, at luftrensningsanlægget har været i brug i minimum fire måneder. Selve måleplanen i en DLG-signumtest for et givet luftrensningsanlæg fastsættes af et udvalg bestående af eksperter. En DLG-signumtest gennemføres ved én besætning. Der foretages målinger i løbet af to måneder i en sommerperiode og to måneder i en vinterperiode. I

tabel 3.3 er der angivet oversigt over emissionsmålingerne i en DLG-signumtest. I løbet af hver periode udtages der luftprøver til analyse ved olfaktometri en gang ugentligt, mens ammoniakemissionen måles kontinuerligt i hele måleperioden. Støvemissionen måles ligeledes en gang ugentligt, men kun i sommerperioden. Foruden emissionsmålingerne foretages der en række supplerende registreringer som afdækker funktionalitet, vedligehold, ressourceforbrug m.m.

**Table 3.3 Oversigt over emissionsmålinger i DLG-signumtest.**

Parameter	Måle-periode	Måle-strategi	Antal prøver	Målemetode	Bemærkninger
Lugt-emission	En sommer- og en vinterperiode å to måneder	En gang ugentligt i løbet af måleperioden	Tre prøver før og efter luftrensere	Olfaktometri efter DIN EN13725	Ingen støvfiltrering ved udtagning af luftprøver. For biologiske luftrensere skal lugtkoncentrationen være under 300 OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> og der må ikke være staldlugt i afgangsluften.
Ammoniakemission	En sommer- og en vinterperiode å to måneder	Hele måleperioden	Kontinuerligt	On-line	Reduktionen skal være > 70 % for kemiske luftrensere og kombinationsrensere
Støv emission	En sommerperiode å to måneder	En gang ugentligt i løbet af måleperioden	Tre prøver før og efter luftrensere	Efter VDI 2066, Blatt1-7 (Konditionering og gravimetrisk målinger)	Kun i sommerperioden, hvor støvbelastningen er maksimal.

### **Hollandsk testprotokol**

I '90erne blev der i Holland defineret et Groen Label certificeringssystem for staldsystemer med ammoniakreducerende kapacitet. I dag er Groen Label afskaffet og i stedet skal ammoniakreducerende systemer optages på en RAV-liste (Regulering Ammoniak og Husdyrbrug). For at komme på RAV-listen skal det ammoniakreducerende system gennemgå en vurderingsprocedure. Det bør bemærkes, at den hollandske testprotokol er udviklet til ammoniakreducerende systemer og ikke specifikt til luftrensningsanlæg.

På nuværende tidspunkt pågår der arbejde med at udvikle en ny testprotokol. Dette betyder, at ikke alle forhold i testprotokollen er afklaret endnu. Tidligere skulle der kun foretages målinger, hvis systemet skulle markedsføres med en ammoniak-reduktion på over 70 %. I den kommende testprotokol skal der foretages målinger ved alle reduktionsgrader. Det har tidligere været praksis at foretage målinger i fire besætninger, men det undersøges på nuværende tidspunkt om antallet af besætninger kan reduceres til to. I den nuværende testprotokol måles der ammoniak for fjerkræ og svin kontinuerligt i to måleperioder, hvoraf den ene skal være en sommerperiode. Den kommende testprotokol udvides med målinger af lugt og støv, men det er uklart om den nuværende måleplan for ammoniak fastholdes. Der er lavet et forslag til en testprotokol, hvor der foretages seks målinger spredt over året. Disse målinger skal bruges til at fastsætte et dagsgennemsnit for lugt-, ammoniak- og støvemission.

### **Afprøvninger i Danmark**

I Danmark er der foretaget en række afprøvninger af luftrensningsanlæg, men ikke efter en fælles testprotokol. De institutioner, som primært har foretaget afprøvninger af luftrensningsanlæg i Danmark, er Dansk Svineproduktion, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret og AgroTech A/S. Fælles for de afprøvninger som har været gennemført er, at de primært har haft fokus på



ammoniak- og lugtemission. Andre parametre såsom funktionalitet, vedligehold, ressourceforbrug er kun blevet undersøgt i et lille omfang eller slet ikke. Dette skyldes, at der ofte har været tale om udviklingsprojekter, hvor der primært har været fokus på at finde systemer, som kan reducere ammoniak og lugt. Det betyder imidlertid, at der er en stor ekspertise i Danmark, som på sigt kan anvendes i en certificeringsordning.

### ***Fordele og ulemper ved testprotokollerne***

Det kan umiddelbart være svært at vurdere fordele og ulemper ved den hollandske testprotokol, eftersom den endnu ikke er færdigudviklet. En fordel ved den hollandske testprotokol er, at luftrensningsanlægget skal testes i flere besætninger. Fordelen ved at vælge en testprotokol med flere besætninger er, at effekten af management kan vurderes. Ofte vil effekten af landmandens management dog ikke være helt tydelig i forbindelse med en test. Dette skyldes, at driftslederens fokus på luftrenserens ofte øges, hvormed testsituationen ikke helt afspejler den normale drift i besætningen. En testprotokol med flere besætninger er samtidig en ulempe, eftersom dette fordyrer certificeringen betydeligt.

En umiddelbar fordel ved den tyske testprotokol er, at testen er veldefineret og allerede gennemført for flere luftrensningsanlæg (DLG-signumtest, 2006; DLG-signumtest, 2007a; DLG-signumtest, 2007b). Desuden har den tyske testprotokol den fordel, at måleprogrammet er intensivt og omfattende, hvilket giver mange informationer om luftrensningsanlæggets renseeffektivitet, funktion og forbrug af ressourcer. Et omfattende måleprogram er specielt vigtigt i forhold til lugt, idet variationen på lugtmålinger ved olfaktometri er betydelig. Desuden er det en fordel, at målingerne foretages både sommer og vinter, hvorved det er muligt at vise en eventuel årstidseffekt. Endelig har varigheden af testen over et helt år den betydning, at chancen for at teknologiens negative effekter bliver synlige for driftslederen øges. Den tyske testprotokol har den ulempe, at luftrensningsanlægget kun testes i én besætning, hvorved effekten af forskellig management ikke kan vurderes.

En ulempe som er gældende for begge testprotokoller er, at testene kun viser effekten af et givet luftrensningsanlæg ved én husdyrtype (svin, fjerkræ m.m.) og én staldtype (slagtesvinestald med fulldrænet gulv, farestald med delvist spaltegulv m.m.). For nogle husdyrtyper vil der formentligt være stor forskel på de resultater, som opnås for forskellige stalddtyper. I den kommende certificeringsordning bør der tages stilling til denne problemstilling. En mulig løsning er, at testen laves ved nogle få af stalddtyperne, hvor dyrene har fælles kendetegn. Dette kunne f.eks. være husdyr i vækst, lakterende husdyr m.m. En anden mulighed er, at testen for en given husdyrtype laves for den staldtype, som giver anledning til den højeste emission. Uanset hvilken model der vælges, så skal der foretages en slags forholdsregning mellem den staldtype, hvor testen gennemføres og de andre stalddtyper, da det vil være for omfattende at kræve en test for alle kombinationer af dyregrupper og stalddtyper med luftrensere.

### **3.2.2 Testprotokoller indenfor gylleseparering**

Der er erfaring med test af gyllesepareringsanlæg i flere europæiske lande og i USA. Egentlige protokoller for test af gyllesepareringsanlæg er dog kun identificeret i USA.

### **Danmark**

I Danmark er der gennemført tests af gylleseparatorer af Danmarks Jordbrugsforskning, Forskningscenter Bygholm (DJF, nu Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet) og af Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. DJF har testet separering af gylle med skruepresse, dekantercentrifuge og ved kemisk fældning (Møller et al, 2006).

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret har testet to højteknologiske separeringsanlæg, et anlæg med kombination af rystese og skruepresse, en tromleseparator samt et separeringsanlæg baseret på kemisk fældning. Der er tale om de såkaldte FarmTests, som dækker over relativt hurtige undersøgelser med test af fuldskala-anlæg i drift på en landbrugsejendom.

I alle danske tests er der fokuseret på separeringseffektiviteten defineret som mængden af næringsstoffer (med hovedvægt på kvælstof og fosfor), der kan overføres til en koncentreret fraktion, samt i hvor høj grad næringsstofferne opkoncentreres i fraktionen. DJF har desuden målt separeringseffektiviteten overfor tungmetaller. En egentlig standardiseret afprøvningsmetode / protokol er dog ikke udviklet, hverken af DJF eller Dansk Landbrugsrådgivning, men fra udførslen af de nævnte tests er der samlet viden og erfaring til gavn for udviklingen af en testprotokol.

### **Holland, Tyskland og Belgien**

I Holland er der gennemført en række test af gyllesepareringsanlæg, men der er ikke dokumentationskrav til de enkelte separatorer. Myndighederne har i stedet valgt at lave dokumentationskrav på ejendomsniveau om prøvetagninger af de separationsprodukter, som føres bort fra ejendommen (Ogink, 2007).

DLG (Tyskland) har hverken udviklet testprotokoller eller gennemført egentlige tests af gyllesepareringsanlæg (Häuser, 2007).

I Belgien har "The BAT-centre for the Flemish Region" gennemført en række undersøgelser af teknologier til separering af gylle. Flandern er ligesom visse egne af Danmark karakteriseret ved en høj husdyrtæthed og et "overskud" af husdyr-gødning i forhold til det areal, der er til rådighed for udbringning. For at reducere påvirkningen af vandmiljøet søges efter teknikker, der kan lette eksport af nærings-stofferne ud af regionen eller teknikker til neutralisering af næringsstofferne (f.eks. ved at bringe ammonium-kvælstof tilbage på  $N_2$ ). BAT Centret vurderer, at den største hindring for udbredelsen af gylleseparering er økonomien, da der findes anlæg, som teknisk set kan fungere fint i praksis (Feyaerts et al., 2002). Som i Tyskland og i Holland er der dog ikke udviklet egentlige test protokoller.

På foranledning af regeringen har man i Belgien undersøgt mulighederne for at etablere en certificeringsordning for teknologier til behandling af husdyrgødning, herunder gylleseparering. Certificeringsordningen er endnu ikke etableret, og medvirkende forklaringer herpå er stor variation i teknikker/anlæg, stor variation i sammensætningen af husdyrgødning fra ejendom til ejendom og høje omkostninger ved at gennemføre certificeringen (Lemmers, 2006).

### **USA**

I USA er fundet to eksempler på opstilling af testprotokoller indenfor gylleseparering. University of Tennessee har udviklet en protokol til test af mekaniske gylleseparatorer. Formålet er at give husdyrbrugeren viden om bl.a.

separatorens kapacitet og effektivitet ved forskellige gylletyper. Ifølge protokollen tilføres gylleseparatoren rågylle med tørstofindhold varierende fra 1 % til 8 %. For hver gylletype måles en række parametre, bl.a. kapaciteten (behandlet gyllemængde pr. minut), masse af tørstoffractionen i forhold til væskefraktionen, tørstofprocent i tørstoffractionen samt fosfor- og kvælstofindholdet i tørstoffractionen (Burns & Moody, (2003).

Med kendskab til tørstofindholdet i gyllen på sin egen bedrift kan husdyrbrugeren ud fra testresultaterne få et estimat af, hvor meget gylle en given separator kan behandle og fordelingen af næringsstoffer i de resulterende fraktioner. Den udviklede protokol er anvendt i praksis til test af to skruepressere med kvæggylle (Moody, 2007). Resultaterne af de to tests kan ses på internettet: <http://www.abe.iastate.edu/wastemgmt/solids-separation.html>

I forhold til f.eks. de danske FarmTests er det en klar fordel ved University of Tennessee's protokol, at anlæggene testes med flere forskellige gylletyper. For de fleste anlæg afhænger separeringseffektiviteten af tørstofindholdet i rågyllen. Det gælder typisk, at jo tykkere rågylle jo større andel af total-N frasepareres i tørstof-fraktionen.

Det andet eksempel på test-protokol er udviklet af North Carolina State University for U.S. Environmental Protection Agency's Environmental Technology Verification (ETV) Program. Denne protokol er rettet mod test af anlæg til separering af svinegylle (Classen et al., 2002).

Formålet med protokollen er at tilvejebringe en uafhængig og pålidelig vurdering af et separationsanlæg til gavn for både køberne af disse anlæg og for de myndigheder, der godkender anlæggene. For producenterne af separerings-anlæggene kan den uafhængige vurdering af anlægget anvendes til at underbygge de lovede præstationer til gavn for markedsføringen nationalt såvel som internationalt. Der er tale om en frivillig ordning. Udover test af anlæggets præstationer omfatter denne protokol også en vurdering af risici ved brug af anlægget som f.eks. elektriske ulykker, mekaniske ulykker og risiko for udledning af patogene organismer (Classen et al., 2002). Det har ikke været muligt at få oplyst hvor mange tests, der er gennemført efter protokollen udviklet af North Carolina State University.

Det anbefales, at udvikling af testprotokoller indenfor gylleseparering koordineres med de amerikanske testprotokoller. Mulighederne for et samarbejde med udviklerne af de amerikanske test protokoller bør undersøges. Det kan nævnes, at dansk udviklede gyllesepareringsanlæg allerede er i gang med at blive markedsført i USA.

### 3.2.3 Testprotokoller indenfor gyllebehandling / gylleadditiver

På nuværende tidspunkt findes der ingen testprotokoller indenfor gyllebehandling/ gylleadditiver. I Danmark er der gennemført en række afprøvninger af forskellige former for gyllebehandling men ikke med en fælles testprotokol. I det følgende vil der blive præsenteret nogle mulige inspirationskilder til en kommende certificeringsordning for gyllebehandling/gylleadditiver.

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet og Landscentret har gennemført laboratorietest af gylleadditiver og gyllebehandling med ozon

(Bang & Hansen, 2006) og udviklet metode til måling af emission fra beholdere.

Efterfølgende har Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet og Dansk Svineproduktion i samarbejde udarbejdet et koncept for afprøvning af tilsætningsstoffer til gylle (Riis, 2006). Afprøvningen er opdelt i to faser. I den første fase screenes tilsætningsstoffet i en laboratorieundersøgelse, hvor potentialet for det pågældende tilsætningsstof vurderes. Hvis det vurderes, at tilsætningsstoffet har potentiale, gennemføres en fase to med fuldskala-test af tilsætningsstoffet under almindelige produktionsforhold i en slagtesvinestald. Fuldskala-testen tager 35 dage. I løbet af denne periode måles der ammoniak kontinuerligt, og der udtages løbende prøver af gylle og lugt.

Der er ingen tvivl om, at erfaringerne fra dette koncept vil være et godt udgangspunkt for en kommende certificeringsordning. At konceptet samtidig er opdelt i flere faser stemmer godt overens med tanken om en certificeringsordning opdelt i en A, B og C test. Nogle firmaer, der forhandler additiver, er kun interesserede i at gennemføre fuldskalaundersøgelsen. Derfor skal det afgøres, om det er muligt at gå direkte til dette niveau uden forudgående laboratorietest.

Et alternativ er at tage udgangspunkt i konceptet for den hollandske RAV-liste, hvor staldsystemer med ammoniakreducerende kapacitet bliver vurderet. Til forskel fra "end of pipe" teknologierne, så er gyllebehandling/gylleadditiver på linje med staldsystemer med lav emission, eksempelvis stalde med delvist spaltegulv. Det bør derfor overvejes, om erfaringerne fra Holland kan anvendes til at lave en kommende certificeringsordning for gyllebehandling/gylleadditiver.

Endelig er der den mulighed, at Danmark definerer et certificeringssystem for gyllebehandling/gylleadditiver i samarbejde med tyske og hollandske institutioner.

### 3.2.4 Testprotokoller for udstyr til udbringning af husdyrgødning

Inden for markbrug findes der kun en international standard for markforsøg med pesticider (GEP). Der findes således ingen protokol for emissionsmålinger i forbindelse med udbringning af husdyrgødning, og der er ikke kendskab til, at en international standard skulle være under udarbejdelse. I Danmark arbejder AgroTech A/S på at få etableret en europæisk standard, men denne er næppe færdigudviklet før 2009 - 2010.

I forskningen har man indtil nu baseret undersøgelser om emissionen fra udbringning af husdyrgødning på de metoder, som de forskellige forskningsmiljøer traditionelt har benyttet og haft udstyr til. Der er dog opnået en vis konsensus om, hvilke metoder der er tilstrækkeligt videnskabeligt funderet og afprøvet, til at de kan indgå i bestemmelse af emissionseffekt ved brug af en given miljøteknologi.

Valg af målemetode afhænger i høj grad af hvilke emissionstyper og kilder, der ønskes undersøgt. Hvis det primært er ammoniak fra udbragt husdyrgødning, der ønskes undersøgt, kan der defineres et forsøgs-setup, som bør kunne accepteres som en anerkendt testprocedure.

Der findes i princippet tre forskellige metoder til bestemmelse af ammoniaktab fra udbragt gødning. Den micro-meteorologiske massebalance teknik (IHF) er den mest anerkendte og dokumenterede, men desuden kan der anvendes vindtunneller og JTI. I Danmark har DJF, Bygholm benyttet alle tre metoder, men har endnu ikke publiceret resultater baseret på vindtunnelmetoden. DJF har foreslået, at IHF-metoden danner grundlag for en egentlig testprotokol.

Måling af lugtemissionen fra udbringning af husdyrgødning er vanskelig, fordi koncentrationerne er for lave til f.eks. tunnelforsøg. Derfor har DJF udarbejdet en metode med opkoncentrering af lugtstoffer gennem overdækning af et område med kapsler over tid. Derved kan det afgøres, om der er niveauforskelle i lugt-emissionen i forhold til almindelig udbringning. Dansk Landbrugsrådgivning og AgroTech har anvendt metoden til screening af forskelle ved forskellige nedfældningsmetoder og gyllebehandlinger (syre, ozon, beluftning) i både storskalaforsøg og i mindre parcellforsøg.

Udbytteforskelle ved forskellige udbringningsmetoder er et indirekte mål for ammoniaktab og eventuelle afgrødeskader som følge af øget transport og samtidig et direkte mål for det økonomiske udbytte. Udbytteforsøg er en central del af Landsforsøgene, som er udbredte og anerkendte. Der er et tilhørende kvalitets-sikringssystem – Kvalitet i Landsforsøgene – hvor der findes en række procedurer for markforsøg fra anlæg til høst. Derudover er der udarbejdet udførlige beskrivelser af procedurer for arbejdsgang ved gylleforsøg med gyllevogn/nedfælder. Disse procedurer skal sikre korrekt dosering, kontrol af pumper, omrøring mv. samt sikre korrekt prøvetagning af gylle.

### 3.3 Hvordan sikres fremdrift i udviklingen af teknologier?

I dette afsnit gøres rede for samspillet mellem teknologilisten og certificeringsordningen, og der gives forslag til, hvordan en stadig udvikling af nye teknologier opretholdes. Disse forhold er også beskrevet i kapitel 1 i denne rapport.

Certificeringen foreslås opdelt i 3 niveauer, hvor de enkelte niveauer kan karakteriseres således:

- A-certificeringen opnås, når teknologien har opnået en dokumenteret miljøeffekt på "laboratorie-niveau." Der er her tale om test af prototyper, og et vigtigt formål er at give producenten af teknologien vigtig viden til videreudvikling og markedsmodning af teknologien.
- B-certificeringen opnås, når teknologien har opnået en dokumenteret effekt i fuldskala under realistiske forhold. Der kræves en certificering på B-niveau for, at et givet anlæg betinget kan optages på teknologilisten.
- C-certificeringen opnås, når teknologien har opnået dokumenteret effekt og driftssikkerhed ved tilfredsstillende funktionalitet over mindst ét år. Der er her tale om anlæg, der er gennemtestede og klar til markedet. Fokus i C-certificeringen er at tilvejebringe den nødvendige dokumentation for miljøeffekten til brug for bl.a. miljømyndighederne. En ubetinget optagelse på teknologilisten kræver certificering på C-niveau.

Teknologilisten betragtes som en bruttoliste over teknologier, som kommunerne umiddelbart skal godkende som projektilpasninger til opnåelse af et givet beskyttelsesniveau i forbindelse med ansøgning om miljøgodkendelse. Der bør være flere muligheder for at opnå den krævede generelle reduktion (i forhold til referencesystemerne) i emission fra stald og lager. For hver teknik er det oplyst, hvilken effekt systemet har på emissionen. Så snart teknikken er optaget på listen, vil konsulenter således også kunne vælge teknologien på listen i ansøgningssystemet ([www.husdyrgodkendelse.dk](http://www.husdyrgodkendelse.dk)).

Det foreslås, at optagelse på teknologilisten gøres tidsbegrænset for eksempel til 1½ eller 2 år. Virksomhederne skal herefter have frembragt den nødvendige dokumentation, som kræves for at være certificeret på C-niveau for at kunne blive på teknologilisten.

Herunder foreslås i stikord nogle retningslinier for optagelse på teknologilisten.

- Teknologilisten opbygges, så den indeholder miljøteknologier fra navngivne virksomheder. Det er ikke rimeligt at godkende et helt område for eksempel "køling" eller "skrabere" ud fra en enkel virksomheds resultater uden at kræve samme dokumentation af følgende.
- Teknologi, som er på listen i dag, får lov at blive på listen i en overgangsperiode på for eksempel 1 år og kan i den periode foretage de nødvendige målinger.
- De teknologier, som virksomheder ikke kan fremvise den nødvendige dokumentation for, mister retten til at være på listen.
- Teknologi, som ved supplerende målinger opnår et ringere resultat end det tidligere tilskrevne potentiale for reduktion af emissionen, skal nedjusteres. Hvis det for eksempel viser sig, at en skraber på spaltegulv ikke kan give 20 % reduktion men for eksempel 10 %, ændres det ved godkendelsen af det enkelte firmas produkt ved endt afprøvning.
- Virksomheder kan fortsat sælge produkterne uden optagelse på listen, men der kan ikke godskrives emissionsbegrænsning, før dokumentationen foreligger.

For en grafisk fremstilling af forholdet mellem teknologilisten og certificerings-ordningen henvises til Miljøstyrelsens skitse, som blev rundsendt efter det første møde.

#### 3.4 Referencer

Aarnink, A.J.A; Ogink, N.W.M (2006): Harmonisation of measuring protocol for emissions of ammonia, odour and fine dust from animal houses in the Netherlands and Germany. Intern rapport 200606, Animal Sciences Group, Wageningen UR.

DLG-signumtest (2006): Uniqfill Air b.v. Zweistufige Abluftreinigungsanlage "Chemowäscher (+)". DLG-Prüfbericht 5629.

DLG-signumtest (2007a): Dorset Milieutechniek b.v. Abluftreinigungsanlage "Dorset-Rieselbettfilter". DLG-Prüfbericht 5702.

DLG-signumtest (2007b): Hagola Biofilter GmbH. Abluftreinigungssystem für die schweinehaltung. DLG-Prüfbericht 5699.

Ogink, N.W.M. (2007): Wageningen University. Agrotechnology and Food Sciences Group. Personlig meddelelse.

Møller, H.B, Hansen, M.N. og Maahn, M. (2003): Separation af gylle med skruepresse, dekantercentrifuge og ved kemisk fældning. Grøn Viden. Markbrug nr. 286. Danmarks JordbrugsForskning.

Häuser, S. (2007): Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG). Test Center Technology and Farm Inputs. Personlig meddelelse.

Feyaerts, T., Huybrechts, D. and Dijkmans R. (2002): Beste beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking tweede editie. The BAT Centre for the Flemish Region (Belgium). Downloaded fra internettet: [http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/BBT\\_rapport\\_mest\\_volledig\\_rapport.pdf](http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/BBT_rapport_mest_volledig_rapport.pdf).

Lemmers, B. (2006): VITO. Belgium. Personlig meddelelse.

Burns, R.T. & Moody, L.B. (2003): Performance testing of screw-press solid separators: Comprehensive solids analysis and nutrient partitioning. The University of Tennessee, Biosystems Engineering & Environmental Science Dept. Downloaded fra internettet: [http://www.abe.iastate.edu/fileadmin/www.abe.iastate.edu/extension/wastemgmt/NC\\_Animal\\_Symposium\\_Paper.pdf](http://www.abe.iastate.edu/fileadmin/www.abe.iastate.edu/extension/wastemgmt/NC_Animal_Symposium_Paper.pdf).

Moody, L. (2007): Iowa State University, Agricultural & Biosystems Engineering. Personlig meddelelse.

Classen, J.J., Stevens, T.G. and Frederick, R.M. (2002): Test Plan for the verification of technologies for separation of manure from flushed swine waste. North Carolina State University, Animal and Poultry Waste Management Center. Department of Biological and Agricultural Engineering. Raleigh.

Bang, A. & Hansen, A.G. (2006). Laboratorietest af ozon og gylleadditiver. Udvikling af metode. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

Riis, A.L. (2006): Test af gylleadditiver m.m. Dansk Svineproduktion. [http://www.dansksvineproduktion.dk/Services/Test\\_gylleadditiver.html](http://www.dansksvineproduktion.dk/Services/Test_gylleadditiver.html)





## Bilag 1. Principskitse for flow i dokumentation.

Dokumenteret i dag ved optagelse på bilag 3							
Krav om målinger til nye firmaer, der søger om optagelse							
<i>Krav til målinger ved certificering.</i>							
Teknologi/ firma	Måle Parameter 1	Måle parameter 2	Måle parameter 3	Måle parameter 4	Måle parameter 5	Måle parameter 6	Måle parameter 7
	F.eks. NH <sub>3</sub> (antal punktmålinger fordelt over en produktions- periode)	F.eks. luftskifte		F.eks. maks. Lugtkoncen- tration	F.eks. arb. miljømål	F.eks. On- line måling af NH <sub>3</sub> efter. Standardi- seret procedure.	(F.eks. energi- forbrug eller drivhusgas- ser)
<b>Teknologi 1</b> Firma A *	OK	OK	OK	Dispensa- tion (kræves inden 1 år)	Dispensa- tion (kræves inden 1 år)	Kræves inden 2 år	Kræves inden 2 år
<b>Teknologi 1</b> Firma B ** (NY, afsluttet afprøvning)	OK	OK	OK	Dispensa- tion (kræves inden 1 år)	Dispensa- tion (kræves inden 1 år)	Kræves inden 2 år	Kræves inden 2 år
teknologi 1, firma C, NY igang- værende afprøvning eller helt ny.	OK	OK	OK	krav	Krav	Kræves inden 2 år	Kræves inden 2 år
<b>Teknologi 1</b> Firma D (ny med udenlandsk dokumenta- tion sv. til certificering	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>Teknologi 2</b> Firma E uden certificerings- krav	OK	OK	OK	Dispensa- tion f.eks. 1 år	Dispensa- tion f.eks. 1 år		
<b>Teknologi 2</b> Firma F (NY uden certificerings- krav	OK	OK	OK	OK	OK		

\*(allerede optaget på teknologilisten, bilag 3)

\*\* ikke optaget- ansøger SNS/sekretariat om optagelse.



