

BILAG

til

Rapport fra arbejdsgruppen om ge-
nerel afbrænding af husdyrgødning
til energiformål

Februar 2006

Indholdsfortegnelse

Bilag 1.	Notat vedr. miljøkonsekvenser ved afbrænding af husdyrgødning – scenarieanalyse (Danmarks Miljøundersøgelser)	3
	Bilag 1.A. Valg af oplandet Vesthimmerland (Danmarks Miljøundersøgelser)	35
Bilag 2.	Afbrænding af husdyrgødning - Drifts- og samfundsøkonomiske analyser (Fødevarøkonomisk Institut)	37
	Bilag 2.A: Teknisk beskrivelse vedr. forbrænding af husdyrgødning (Rambøll)	59
	Bilag 2.B. Effekter af afbrænding af husdyrgødning på forbrug af handelsgødning og på udvaskning af kvælstof (Danmarks JordbrugsForskning).....	77
	Bilag 2.C. Effekt af afbrænding af mink- og fjerkrægødning på drivhusgasemissioner (Danmarks JordbrugsForskning)	79
	Bilag 2.D. Forbrænding af husdyrgødning i relation til jordpriserne (Fødevarøkonomisk Institut)	83
	Bilag 2.E. Provenueffekter af afbrænding af husdyrgødning (Fødevarøkonomisk Institut)	86
Bilag 3.	Kommissorium for en teknisk arbejdsgruppe om generel afbrænding af husdyrgødning	88
Bilag 4.	Kortbilag over oplandet Vesthimmerland.....	90

Bilag 1. Notat vedr. miljøkonsekvenser ved afbrænding af husdyrgødning – scenarieanalyse (Danmarks Miljøundersøgelser)

1. Indledning

I foråret 2005 gennemførte en tværministeriel arbejdsgruppe under ledelse af Fødevareministeriet en analyse af dels de lovmæssige barrierer for anvendelsen af fiberfraktionen fra gylleseparatoring til afbrænding, dels en analyse af de miljømæssige, klimamæssige og økonomiske fordele og ulemper ved at afbrænde fiberfraktionen. Arbejdsgruppen publicerede resultaterne af arbejdet i rapport af 1. juni 2005.

På baggrund heraf har regeringen besluttet, at de aktuelle barrierer for afbrænding af husdyrgødning skal søges fjernet. Dette sker ved, at husdyrgødningsbekendtgørelsen ændres, så det gøres lovligt at afbrænde fiberfraktionen, og gødskningsloven ændres, så den afbrændte kvælstof kan trækkes fra i gødningsregnskabet. Endvidere arbejdes der for at skabe grundlag for en afgiftslempelse og for godkendelse efter EU-lovgivningen vedrørende statsstøtte.

Det hidtidige arbejde har alene omfattet afbrænding af fiberfraktionen fra separeret husdyrgødning. Regeringen har derfor besluttet, at der skal foretages en supplerende analyse af perspektiverne vedrørende en generel tilladelse til afbrænding af husdyrgødning, herunder en analyse af de forventelige miljømæssige konsekvenser samt en vurdering af den driftsøkonomiske og den samfundsøkonomiske betydning heraf. På dette grundlag igangsattes i efteråret 2005 et udredningsarbejde for Skov- og Naturstyrelsen og Fødevareministeriet.

Analysen ligger i forlængelse af forårets arbejde, og basere sig bl.a. på de forhold/indikationer, som fremkom på baggrund af rapporten af 1. juni og det tilhørende faglige baggrundsmateriale. En væsentlig forskel er dog, at der i nærværende analyser tages udgangspunkt i et konkret opland i Vesthimmerland, og at scenarierne udformes på grundlag af data for den eksisterende husdyrproduktion. Denne tilgang er valgt for at give et indtryk af, hvor store effekterne ved afbrænding af husdyrgødning ville være i dag med det foreliggende kendskab til de eksisterende teknologiske muligheder for afbrænding samt gødningstyper og -systemer.

I notatet gives først en konsekvensbeskrivelse for de scenarier, som er genstand for analyserne. Formålet med konsekvensbeskrivelsen er at tilvejebringe et fælles grundlag for opgørelse af miljøkonsekvenserne samt de økonomiske analyser. I konsekvensbeskrivelsen beskrives scenarierne i form af deres ændringer i gødningsanvendelse, afbrændingsanlæg, samt anvendelse af restprodukterne herfra (aske samt slagger). Dernæst følger analysen af scenariernes effekter på næringsstofbelastningen, herunder udvaskningen af N, hvorefter resultaterne af mulige problemer i forbindelse med opkoncentrering af tungmetaller i asken og askens videre anvendelse til landbrugsformål diskuteres. Endvidere vurderes scenariernes effekter på emissioner af kvælstofforbindelser til luften. Afslutningsvis sammenfattes og diskuteres resultaterne.

Arbejdet er udført af Steen Gyldenkærne, Ruth Grant, Niels Elmegaard, Finn Palmgren Jensen, Gregor Levin og Jesper S. Schou (projektkoordinator) alle fra Danmarks Miljøundersøgelser. Kurt Hjort-Gregersen fra Fødevarerøkonomisk Institut har forestået økonomiske analyser, som afrapporteres i et særskilt notat. Det har været knyttet en følgegruppe til projektet bestående af Poul Arne Iversen, Henry Lanng (Fødevarerministeriet), Anne-Sofie Nielsen (Skov- og Naturstyrelsen), Jørgen Schou (Miljøstyrelsen) og Villy Jørgensen (Danmarks Jordbrugsforskning), som har truffet beslutning vedrørende scenariernes udformning samt kommenteret resultaterne. Resultaterne har været fremlagt og drøftet i *Arbejdsgruppen vedr. generel afbrænding af husdyrgødning*, som er nedsat i regi af Fødevarerministeriet, endvidere har Torkild Birkmose fra Dansk Landbrugsrådgivning givet bemærkninger til notatet.

2. Konsekvensbeskrivelse

2.1. De udvalgte scenarier

Formuleringen af de scenarier, som er genstand for miljøkonsekvensanalyserne, har været drøftet på en række møder i projektets følgegruppe. Drøftelserne har dels omhandlet, hvilke typer af gødning, som antages afbrændt, dels hvilke typer af afbrændingsanlæg, som husdyrgødningen skal antages afbrændt i, dels hvorledes konsekvensbeskrivelsen relateres til et konkret opland, som muliggør mere detaljerede analyser af ændret næringsstofbelastning.

Konkretiseringen har ført til en specificering af scenarierne, således at der arbejdes med konsekvenserne af afbrænding af gødning fra fjerkræ- og minkbesætninger. Dette skyldes, at gødningen fra disse to husdyrtyper har så højt tørstofindhold, at de i dag uden væsentlige problemer kan anvendes til afbrænding. Det skal understreges, at der er tale om en afgrænsning med henblik på at konkretisere grundlaget for analyserne, og ikke en vurdering af den potentielle mængde husdyrgødning, som kunne afbrændes i dag, såfremt det var tilladt. Med andre ord vil der være andre typer husdyrgødning, som ligeledes kunne indgå i afbrænding,

men som ikke er omfattet af denne analyse. Dette afspejles også i, at bidraget fra fjerkræbedrifterne i de kommende analyser er afgrænset til bedrifter med slagtekyllinger.

Desuden er det besluttet af følgegruppen, at der arbejdes med afbrænding i hhv. gårdanlæg og et decentralt kraft-varmeanlæg. Således kan analysen opdeles i to scenarier, som alene adskiller sig ved typen af anlæg, hvori gødningen afbrændes. Dette har ingen effekter i forhold til næringsstofbelastningen, men vil indebære konsekvenser knyttet til transport af gødning til afbrænding og restprodukter herfra. Desuden vil anvendelsen af varme mv. fra afbrændingen være forskellig fra gårdanlæg og decentralt kraftvarmeanlæg, hvilket har betydning for de økonomiske analyser. Her tænkes særligt på, at et gårdanlæg forventes at kunne etableres umiddelbart, idet varmen, som der produceres, kan erstatte andre eksterne energikilder til opvarmning af bygninger på bedriften samt i nærområdet. Dette forventes både at gælde for et gårdanlæg baseret på leverancer fra én bedrift samt for et gårdanlæg, hvortil flere nabobedrifter leverer i fællesskab.

Anvendelse af husdyrgødning i et decentralt kraftvarmeanlæg er derimod betinget af anlæggets type, idet afbrænding af husdyrgødning ikke er mulig i gasfyrede anlæg. Derfor vil der i dag kun være forholdsvis få decentrale kraftvarmeanlæg, hvori husdyrgødning kan afbrændes. Desuden vil det kræve, at andre brændselstyper – alt andet lige – fortrænges, hvilket der kan være kontrakt- og lovgivningsmæssige bindinger på. Disse forhold må belyses i anden sammenhæng.

2.2. Specificering af analysen

Analysen foretages for et konkret opland og i referencen antages det, at al husdyrgødning afsættes i oplandet. I udgangspunktet har det været ønsket at gennemføre analyserne for et af de etablerede LOOP oplande, men da der praktisk taget ikke er slagtekyllinge- eller pelsdyrproduktion inden for disse, er der udvalgt to alternative oplande, som begge er karakteriseret ved en væsentlig produktion af gødning fra førnævnte husdyrtyper.

Der tages således udgangspunkt i et opland, hvor slagtekyllingeproduktion suppleret med pelsdyrproduktion er betydende. Flere bedrifter kan godt levere gødning til samme gårdanlæg; i scenariet med et decentralt kraft-varmeanlæg levere alle slagtekyllinge- og minkbedrifter til dette. Der udvælges et antal bedrifter, som antages at levere 50 procent af deres husdyrgødning til afbrænding på eget eller nærliggende gårdanlæg. Ligesom i rapporten om afbrænding af fiberfraktionen af husdyrgødning fra 1. juni 2005 er andelen på 50 procent valgt ud fra en betragtning om, at der derved kan skabes fosforbalance på de berørte bedrifter.

Det er væsentligt at bemærke, at både afgrænsningen til slagtekyllinge- og pelsdyrgødning, samt valget af at 50 procent heraf afbrændes, er arbitrær, idet nærværende analyse skal ses som en fortsættelse af scenarieanalyserne vedr. afbrænding af fiberfraktionen af husdyrgødning, som blev afleveret 1. juni 2005. Der kan naturligvis tænkes en lang række andre kriterier, som vil være bestemmende for hvor store mængder, der afbrændes, men målet har her været, at forsøge at belyse en størrelsesorden for miljøeffekterne med et konkret udgangspunkt.

For at eksemplificere beregningen af gødningsmængderne, som leveres til afbrænding, kunne der tages udgangspunkt i bedrifter med i alt 2.000 DE, hvoraf ½ af gødningen leveres til afbrænding, svarende til gødning fra 1.000 DE. Det er således mængden af husdyrgødning, som kan afbrændes, der er bestemmende for omfanget af næringsstoffer, som tages ud af landbrugsdriften og derefter udbringes uden for oplandet efter afbrænding. Derved bliver det også muligt at knytte et realistisk omfang til miljøkonsekvenserne på oplandsniveau, idet det forudsættes, at den bortfjernede effektive N mængde erstattes med handelsgødnings N. Anvendelsen af asken vurderes i forhold til to muligheder: at den udbringes uden for oplandet i et "ikke problem" område (med eller uden forudgående forarbejdning), alternativt at den deponeres.

2.3. De behandlede miljøkonsekvenser

Miljøkonsekvenserne af at afbrænde en del af husdyrgødningen omfatter en lang række forhold. Den primære konsekvens knytter sig til, at den afbrændte mængde husdyrgødning ikke længere udbringes på landbrugsjorden. Dermed fjernes også gødningens indholdsstoffer. Således reduceres tildelingen af N, P og K med husdyrgødningen, idet det dog forudsættes i analysen, at gødningsværdien af det fjernede N erstattes med handelsgødnings N. Der sker således en direkte ændring af den miljøbelastning i oplandet, som knytter sig til husdyrgødningens næringsstoffer, hvilket kvantificeres ved reduktion af ammoniakfordampning fra lagre og udbringning, samt reduceret P-overskud og N-udvaskning. Desuden reduceres emissionerne af gasformige N-forbindelser (drivhusgasemissioner), som knytter sig til lagringen og udbringningen af husdyrgødningen. Modsat medfører afbrændingen, at der kommer øgede emissioner af NO_x og ren kvælstof.

2.4. Beskrivelse af oplandet Vesthimmerland

På grundlag af specificeringen af scenarierne er der gennemført analyser af tilstedeværelsen af husdyrbedrifter fordelt på typer dels for LOOP oplandene, der indgår i overvågningen af vandmiljøplanernes effekter, dels for to større alternative oplande i hhv. Nord- og Sønderjyl-

land. Denne analyse beskrives nærmere i bilag 1.1., idet der i det følgende gives en beskrivelse af det valgte opland Vesthimmerland.

Landbrugsarealet i oplandet ”Vesthimmerland” udgør i alt 57.212 ha. Heraf udgør det dyrkede areal 39.102 ha. Området udgør 1,5 procent af Danmarks dyrkede areal og ligger ud til Limfjorden og er afgrænset mod syd af vandløbsoplandet med Trend Å og Bjørnsholm Å og mod øst af oplandet med Vidkær Å som løber ud i Halkær bredning. I forhold til byer og havområder afgrænses oplandet mod øst af Sebbersund og Nibe bredning, mod nord af Aggersund, mod vest af Løgstør og Risgaard bredning samt mod syd af Farsø og Aars (se bilag 4).

Tabel 1 viser husdyrholdet i oplandet sammenlignet med hele Danmark. I oplandet befinder sig 2,4 procent af den danske kvægbestand og 5,9 procent af den danske slagtekyllingeproduktion og 1 procent af minkproduktionen beregnet ud fra udtræk fra det Centrale Husdyr Register (CHR). I gennemsnit er det beregnet en dyretæthed på 1,21 DE/ha harmoniareal. Det gennemsnitlige niveau for hele Nordjyllands Amt er af Danmarks Statistik opgjort til 1,1 DE/ha.

Tabel 1. Dyreenheder (DE) i Vesthimmerland og Danmark beregnet ud fra CHR i 2004 og egen modelopsætning

Art	Vesthimmerland, DE	Danmark, DE	procent af DE	Antal bedrif- ter
Kvæg	25.986	1.064.507	2,4%	239
Svin	16.701	1.113.641	1,5%	115
Får, Geder, mv.	275	19.014	1,4%	19
Slagtekyllinger	3.371	56.997	5,9%	14
Høns	621	27.626	2,2%	2
Mink	531	53.866	1,0%	21
I alt	47.485	2.335.652	2,0%	410

Der er samlet 410 landbrugsbedrifter med husdyr, heraf 14 slagtekyllingefarme og 21 minkfarme. Den gennemsnitlige kyllingefarm i området er betydeligt større end det danske gennemsnit. I alt repræsenterer kyllinge- og minkfarmene 3.902 DE, hvilket betyder, at der afbrændes gødning fra 1.951 DE i scenariet. Området er tillige præget af en stor andel kvæg, hvilket også afspejler sig i et større areal med græs- og grovfoderafgrøder (tabel 2).

Den totale mængde produceret husdyrgødning i Danmark er estimeret til ca. 7,5 mio. tons dybstrøelse og ca. 29 mio. tons gylle. For dybstrøelse varierer tørstofindholdet fra 20-63% og for gylle fra 4,5-10,1%, hvilket giver en samlet mængde tørstof i dybstrøelse og fast gødning på ca. 1,5 mio. tons tørstof og i gylle på ca. 1,7-1,8 mio. tons tørstof.

I Vesthimmerland er de samlede gødningsmængder opgjort til ca. 0,1 mio. tons dybstrøelse og 0,68 mio. tons gylle. Mængden af husdyrgødning er ab stald, dvs. at strøelse er inkluderet, og er bestemt ud fra normtallene (Poulsen et al., 2005) samt DMUs oplysninger omkring staldtypefordelinger. Staldtypefordelingen indgår som baggrundsdata i DMUs årlige emissionsopgørelser.

I analysen er der udelukkende regnet på slagtekyllinger og mink som går i bure hvor der ikke er et gyllebaseret gødningshåndteringssystem. Slagtekyllingeproducenter er dem der forventes at have størst udbytte af muligheden for afbrænding fordi de kontinuert tømmer kyllingehusene hver 7.-8. uge og dermed har behov for midlertidig overdækket opbevaring af gødningen inden udbringning. Herudover har de et aktuelt varmebehov til næste hold kyllinger som kan fremskaffes ved afbrænding samt at de bedre er i stand til at levere kontinuerede leverancer til kraftværker. Den samlede produktion af gødningstørstof fra slagtekyllinger i Danmark udgør ca. 0,12 mio. tons tørstof. For øvrig fjerkræ kan afbrænding især være inte-

ressant for producenter af hønniker med en rotation på 16-18 uger og ægproducenter med bursystemer og gødningsbånd hvor gødningen fjernes kontinuert. Disse producerer tilsammen i Danmark ca. 0,03 mio. tons tørstof på landsplan. Der er i analysen set bort fra hønnikeproduktionen og ægproduktionen i bure med gødningsbånd.

Tabel 2. Arealanvendelsen i 2004 Vesthimmerland (GLR 2004)

Afgrøde	Vesthimmerland, ha	Danmark, ha	Procent af areal
Andet	5	1175	0,4%
Ærter	1.176	57.360	2,1%
Brak i omdrift	2	991	0,2%
Brak uden for omdrift	2.592	175.686	1,5%
Byghelsæd	2.605	222.116	2,7%
Majs	3.496	130.278	2,7%
Foderroer	171	10.659	1,6%
Frøgræs	437	91.970	0,5%
Kartofler	283	41.685	0,7%
Kl. græs i omdrift	4.736	201.317	2,4%
Kløverfrø/Lucernefrø	8	4.563	0,2%
Øvrige	362	31.676	1,1%
Sukkerroer	6	49.366	0,0%
Vedvarende græs	2.428	148.105	1,6%
Vinterbyg	2.508	175.231	1,4%
Vinterhvede	8.502	695.890	1,2%
Vinterraps	1.430	123.352	1,2%
Vårbyg	8.356	651.809	1,3%
I alt	39.102	2.682.952	1,5%

I tabel 3 er produktionen af tørstof i husdyrgødningen vist for forskellige dyretyper opgjort Vesthimmerland. Analysen er foretaget med udgangspunkt i de producerede tørstofmængder, idet disse antages at andrage 48 procent for slagtekyllingedybstrøelse og 25 procent for fast minkgødning. Den samlede mængde tørstof i Vesthimmerland fra slagtekyllinger og mink er herefter opgjort til 8.663 tons tørstof per år, svarende til en total gødningsmængde på ca. 19.000 tons. Mængden af gødningsstørstof hos mink i bursystemer med gødningsren-der er i normtallene (Poulsen et al., 2005) opgjort til at være 40 procent højere end på grus-

bund. Da tallene for mink er behæftet med betydelig usikkerhed er tørstofmængden for mink beregnet på grundlag af bursystemer på grusbund.

Tabel 3. Total tørstofmængde i oplandet fordelt på husdyrarter

Art	Tørstof, ton
Slagtekyllinger	8.287
Høns	2.197
Kvæg ¹⁾	51.199
Mink ²⁾	376
Svin	18.273
I alt	80.333

¹ heraf vurderes 23 procent at blive afsat under afgræsning.

² kun 35 procent af disse mængder afsættes på grusbund og forventes at kunne blive afbrændt – resten afsættes i gyllebaserede systemer med gødningsrender.

I specificeringen af scenariet indgår en vægtning af forskellige staldsystemer. Det antages at 100 procent af kyllingerne er på dybstrøelse, og at 35 procent af minkene stadig befinder sig i systemer med grusbund. På den resterende del af minkfarmene er det antaget, at der er gyllebaserede systemer, hvorfra gødningen ikke kan afbrændes. Ved 50 procent afbrænding af slagtekyllingegødning og gødning fra mink på grusbund kan det estimeres, at 4.209 tons tørstof vil blive afbrændt. Dette svarer til en samlet gødningsmængde på 8.896 tons. Heraf kan det antages at 80 procent er organiske forbindelser (Henrik B. Møller, DJF, personlig meddelelse) og med en gennemsnitligt bruttoenergiindhold på 18,45 MJ per kg, er bruttoenergien i det afbrændte husdyrgødning 62 TJ (Tera Joule: 10^{12}).

I tabel 4 er de totale mængder af N, P og K i husdyrgødningen vist. Ved afbrænding af 50 procent af gødningen fra slagtekyllinger og mink fjernes i alt 219 tons N, 54 tons P og 118 tons K. Ved 100 procent afbrænding fjernes 436 tons N, 108 tons P og 236 tons K. Ved 100 procent afbrænding fjernes 9,4 procent af N, 11,0 procent P og 6,6 procent af K fra området. Kvælstofmængden i den afbrændte mængde husdyrgødning erstattes med 196 tons handelsgødning pr. år.

Tabel 4. *Indhold af næringsstoffer i husdyrgødningen, Vesthimmerland*

Art	Kvælstof, ton (ab stald)	Fosfor, ton (ab stald)	Kalium, ton (ab stald)
Slagtekyllinger	412	101	233
Høns	78	30	32
Kvæg ¹	2.563	446	969
Mink	74 ²	18 ²	12 ²
Svin	1.528	388	703
I alt	4.656	984	1.949

Se noter under tabel 3.

I bilag 4 vises et kort med placering af alle bedrifter i oplandet, placering af slagtekyllingefarme samt placering af minkfarme i oplandet.

3. Effekt på N-udvaskning og P-overskud

3.1. Basisscenarium for kvælstofudvaskning og fosforoverskud

Landbrugsarealet i Vesthimmerland udgør 39.102 ha, hvoraf 36.508 medregnes som harmoniareal. Der er 47.485 DE i oplandet, hvilket svarer til en gennemsnitlig husdyrtæthed på 1,2 DE/ha. Kvæg udgør hovedparten af dyreenhederne (55 procent).

Til brug for analyserne er der valgt at sammenholde Vesthimmerland med det nærliggende landovervågningsopland, Oddebæk, som har omtrent samme husdyrtæthed (1,3 DE/ha) som Vesthimmerland oplandet og ligeledes er domineret af kvægbrug. Den overvejende jordtype er sand. For Oddebæk oplandet er der siden 1991 indsamlet detaljeret viden om landbrugspraksis ved årlige interviewundersøgelser blandt landmænd med jord i oplandet. Endvidere er der udført måling af kvælstof og fosfor i jordvand i rodzonen på 6 stationsmarker, og der er foretaget modelberegning af kvælstofudvaskning fra samtlige marker i oplandet ved hjælp af N-LES3 modellen (Grant et al., 2005).

Kvælstofudvaskning og fosforoverskud i Vesthimmerland er herefter estimeret ved opskalering fra Oddebæk oplandet i forhold til afgrødefordelingen (tabel 5). De anvendte data er gennemsnittet fra de sidste tre måleår (2002-2004); dette er for at tage højde for eventuelle klimatisk betingede variationer.

Ved opskalering af husdyrgødningstildelingen fra afgrøderne i Odderbækoplandet til afgrødefordelingen i Vesthimmerland er der beregnet et forbrug på 4.800 tons N. Dette svarer til den mængde husdyrgødningskvælstof der er til rådighed (47.485 DE svarer til 4.749 tons N ab lager). Det vurderes derfor, at den anvendte metode til opskalering er rimelig. Ved opskaleringen er der beregnet en udvaskning fra rodzonen i Vesthimmerland på 2.708 tons N (svarende til 69,3 kg N/ha), mens fosforoverskuddet er beregnet til 200 tons P (svarende til 5.1 kg P/ha).

Table 5. Afgrødefordeling samt estimering af kvælstofudvaskning og fosforoverskud i Vesthimmerland. Udgangspunktet for estimeringen er data for kvælstofudvaskning, fosforoverskud og husdyrgødningstilførsel til afgrøderne i det nærliggende landovervågningsopland, Odderbæk, 2002-2004).

	Areal	Tilført husdyrg. N	N-udvask.	P-overskud
	ha	kg/ha	kg/ha	Kg/ha
Vårbyg	4.178	87	83	4.5
Vårbyg m. udlæg	4.178	128	41	9.7
Vinterbyg	2.508	107	81	7.5
Vinterhvede	8.505	153	110	4.4
Vinterraps	1.430	153	129	4.9
Ærter	1.176		88	-20
Byghelsæd/majs	6.101	171	56	5.4
Foderroer	171	310	83	47
Frøgræs	437		74	0
Kartofler	283		74	-20
Kl.græs i omdr	4.736	109	42	13.2
Kløverfrø/lucerne	8		74	-20
Sukkerroer	6		74	-20
Vedv. Græs	2.428		31	1.2
Brak i omdr	2		20	
Brak udenf omdr	2.592		20	
Andet	5		74	
Øvrig	362		74	
	ha	Tons N	Tons N	tons P
Hele arealet	39.106	4.801	2.708	200

3.2. Effekt på kvælstofudvaskning

I oplandet til Vesthimmerland produceres årligt 412 tons N i dybstrøelse fra slagtekyllinger og 24,5 tons N i fast gødning fra mink. Ammoniakfordampning ved opbevaring af gødningen på lager udgør 21,3 procent og 25 procent af ab stald-mængden for henholdsvis slagtekyllinger og mink. Idet halvdelen af denne gødning forudsættes at blive afbrændt vil der være en besparelse i ammoniakfordampning fra lager på 47,2 tons N og en mindre gødningsudbringning på 171,8 tons N (tabel 6).

I følge normtal for husdyrgødning udgør NH₄-N indholdet i dybstrøelse fra slagtekyllinger 30 procent af total N og i fast gødning fra mink 45 procent af total N (Håndbog for Plantedyrkning, 2004). Reduktionen i udbragt gødning fordeler sig således med 53,0 tons i ammonium fraktionen og 118,8 tons i den organiske fraktion. Idet udnyttelseskravet til kvælstof i dybstrøelse er 45 procent af ab lagermængden vil der ved afbrændingen kunne tilføres ekstra gødning i form af handelsgødning på 77,3 tons N. Dette er 24,3 tons N mere end der spares i NH₄-N i husdyrgødning ved afbrænding.

Tabel 6. Ændring i tilførsel af N i husdyrgødning og handelsgødning ved afbrænding af 50 procent af gødning fra slagtekyllinger og mink

	Afbrænding	Reduktion i husdyrgødning kvælstof				Erstatningsgødskning
		Ammoniak	Total N	NH ₄ -N	Org. N	
	Ab stald	ford. Fra lager	til udbring	Til udbring.	til udbring	Handels-N
					%	
Fjerkræ	206	43,9	162,1	23,3	113,5	73,0
Mink	13,0	3,3	9,7	4,4	5,3	4,3
I alt	219	47,2	171,8	53,0	118,8	77,3

Den sparede ammoniakfordampning fra lageret og ved udbringning af gødningen på marken vil desuden betyde et mindre nedfald af kvælstof. Det antages at nedfaldet reduceres med 25 procent af ændring i ammoniakfordampningen og denitrifikation (tabel 7). Idet udvaskningsreduktionen antages at være 30 procent heraf, vil den reducerede ammoniakfordampning bidrage med en reduktion i udvaskning på 4,8 tons N.

Tabel 7. Sparet ammoniakfordampning ved afbrænding af 50 procent af gødningen fra slagtekyllinger og mink

	Ammoniak fordampning og denitrifikation		Sparet ammoniakfordampning			Reduceret nedfald ¹⁾	
	Lager		Ab lager	Udbring	I alt		
	% ab stald	Denitri fik.	% af ab lager	tons N	Tons N	Tons N	tons N
	NH ₃	NH ₃	NH ₃				
Slagtekyllinger	11,3	10	10	23,3	16,2	39,5	9,9
Mink	15	10	10	2,0	1,0	3,0	0,8
I alt				25,3	17,2	42,5	10,7

1) Nedfald af kvælstof antages at andrage 25 procent af reduktionen i ammoniakfordampning og denitrifikation.

Ved analyserne af den ændrede gødningsanvendelses effekter på N-udvaskning tages udgangspunkt i at udvaskningen reduceres med 45 procent af ændringen i tilførsel af organisk N og med 30 procent i ændringen i tilførsel af uorganisk N, herunder ammonium kvælstof i husdyrgødning, kvælstof i handelsgødning, og atmosfærisk nedfald af kvælstof (Blicher-Mathiesen og Grant, 2003). Reduktionen i den udbragte organiske kvælstof vil herved give anledning til en reduktion i udvaskning på 53,5 tons N, mens den øgede tilførsel af uorganisk N i handelsgødning vil betyde en merudvaskning på 7,2 tons N. Effekten af det reducerede nedfald svarer til 3,2 tons N, hvilket giver en samlet reduktion i N-udvaskning på 49,5 tons N (tabel 8).

Tabel 8. Reduktion i kvælstofudvaskning som følge af reduceret gødningsudbringning og ammoniakfordampning ved afbrænding af 50 procent af gødningen fra slagtekyllinger og mink

	Reduceret gødningsudbringning	Reduceret	Reduceret	Samlet effekt
	Organisk N ¹⁾	Uorganisk N ²⁾	Nedfald ²⁾	
	tons N	tons N	tons N	Tons N
Slagtekyllinger	51,1	-7,2	3,0	46,9
Mink	2,4	0	0,2	2,6
I alt	53,5	-7,2	3,2	49,5

1) N-udvaskning antages at blive reduceret med 45 procent af reduktion i organisk N

2) N-udvaskning antages at blive reduceret med 30 procent af reduktion i uorganisk N

Sat i forhold til den samlede udvaskning fra landbrugsarealet i oplandet på 2.708 tons N vil afbrænding af 50 procent af gødningen fra slagtekyllinger og den faste gødning fra mink, føre til en reduktion i størrelsesorden 2 procent.

3.3. Effekt af afbrænding på fosforoverskud

Den fosformængde, der sendes til afbrænding er på baggrund af tallene i tabel 6 opgjort til 54 tons P (tabel 9). I følge normtal for husdyrgødning er forholdet mellem kvælstof og fosfor i dybstrøelse (ab lager) fra slagtekyllinger 1:0,3 og i fast gødning (ab lager) fra mink 1:0,95 (Håndbog for Plantedyrkning, 2004).

Tabel 9. Opgørelse af fosformængde der sendes til afbrænding ved afbrænding af 50 procent af gødningen fra slagtekyllinger og mink

	N/P forhold i gødning ab lager	Afbrænding tot P tons P
Fjerkræ	1:0,3	50,5
Mink	1:0,95	3,5
I alt		54,0

Hvis det antages at slagtekyllinge- og mink bedrifterne inden afbrændings-scenariet udbragte den tilladelige mængde kvælstof i husdyrgødning, 140 kg N/ha, så ville der samtidigt være udbragt 42 kg P/ha med slagtekyllingegødningen og 49 kg P/ha med minkgødningen. En

afgrøde fjerner normalt 18-25 kg P/ha. Ved at afbrænde halvdelen af gødningen vil der således være ligevægt for P-gødning fra slagtekyllinger og mink. Det må derfor antages at der ikke vil forekomme nogen erstatningsgødskning med handelsgødnings-fosfor. Den afbrændte fosformængde (54 tons P) vil derfor medføre en tilsvarende reduktion i fosforoverskuddet. Dette skal sammenlignes med et vurderet markoverskud på det samlede landbrugsareal for oplandet på 200 tons P.

4. Tungmetaller i husdyrgødning og aske fra afbrænding af husdyrgødning

4.1. Miljøfremmede stoffer i husdyrgødning

Husdyrgødning indeholder en række miljøfremmede stoffer, som er uønskede eller skadelige i høje koncentrationer (Schwærter og Grant, 2003; Paulsen et al., 2002). Organiske forbindelser så som medicinrester, plejemidler, hormoner og hormonlignende stoffer, rengøringsmidler mv. antages hovedsageligt at omdannes til mere harmløse forbindelser ved afbrænding. Der forventes heller ikke at være hygiejneproblemer vedrørende patogene mikroorganismer i aske efter afbrænding af husdyrgødning.

En gruppe af stoffer, nemlig tungmetallerne, er grundstoffer som ikke omdannes og heller ikke forsvinder i større omfang ved afbrænding. Nogle tungmetaller er toksiske i lave koncentrationer. Ved anvendelse af affaldsprodukter ol., som gødning i jordbruget, er der i den såkaldte slambekendtgørelse fastsat grænseværdier for den maksimalt tilladte koncentration af visse tungmetaller. Data der belyser tungmetalkoncentrationen i mink- og fjerkrægødning, samt tungmetaller i restprodukter efter afbrænding af gødning, er begrænsede. I det følgende beskrives tilgængelige data for tungmetal-koncentrationer i foder, gødning og aske for herved, på trods af manglende analyser, at kunne indikere, hvilke stoffer, der potentielt kan forekomme i koncentrationer, der overskrider direktiverne på området.

Ved afbrændingen dannes der endvidere de såkaldte PAH (poly-aromatiske-hydrocarboner). Der stilles krav til analyse af PAH-indholdet i aske fra forbrændingsanlæg, men kravet er for tiden suspenderet på grund af analysetekniske problemer. Ved afbrænding af 50 procent af gødningen fra mink og slagtekyllinger reduceres belastningen og risikoen fra tilførslen af tungmetaller, miljøfremmede stoffer og patogene organismer på det pågældende areal, som gødningen hidtil har været udbragt på.

4.2. Tungmetaller i foder

I tabel 10 ses den gennemsnitlige koncentration af tungmetaller i foder. De relativt høje koncentrationer af kobber og zink skyldes tilsætning af de to metaller til foderet. Mængden, der kan tilsættes, er underlagt et EU regulativ (Commission regulation No. 1334/2003). I følge regulativet må koncentrationen af Cu og Zn i den færdige foderblanding maksimalt være hhv. 25 mg/kg og 150 mg/kg. De fundne Cu-koncentrationer (tabel 10) i foderblandinger over grænseværdien afspejler formentlig at grænseværdierne er blevet skærpet i 2003, efter at analyserne er foretaget. I følge DLG (S. Therkildsen pers. kom.) er Cu-koncentrationen i den færdige foderblanding til slagtekyllinger ca. 20-25 ppm afhængigt af, hvor meget hvede producenten tilsætter.

Tabel 10. Gennemsnitlig koncentration (TS) af tungmetaller i foder. Kilder: Aromis (EU-projekt afrapporteret i KTBL-Skrift 432, 2005); Pl. dir. (Plantedirektoratet, upubl. data, 2005). n angiver antallet af prøver.

	Kilde	n	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Slagtesvin	Aromis	13	0,1	1,3	140	2	0,4	828	-
Malkekvæg	Aromis	50	0,1	2,3	36	3,6	1,2	162	-
Slagtekyllinger	Aromis	15	0,1	1,1	36	1,8	0,4	131	-
Æglæggere	Aromis	13	0,1	3,8	15	3,5	0,7	119	-
Mink	Pl. dir.	23-59	0,1	-	4,8	-	0,3	54,7	0,05

Kyllingefoder i Danmark består hovedsageligt af hvede tilsat proteinkilder i form af raps, ærter, soja mv. Minkfoder består hovedsageligt af fiskeprodukter (20-30 procent affald fra fiskeindustrien), affald fra fjerkræslagterier (20-30 procent), samt kornprodukter. Sammensætningen afhænger af årstiden og minkens status og varierer betydeligt. Der tilsættes zink og kobber i lave doser. Det er endvidere velkendt at fiskefoder kan indeholde kviksølv. I data fra 23 prøver af minkfoder, som Plantedirektoratet venligst har stillet til rådighed, er forekomsten af kviksølv undersøgt. Der blev fundet et gennemsnitligt Hg-indhold på 0,05 ppm. I de analyserede prøver varierer koncentrationen fra 0 til 0,12 ppm (ppm svarer til mg/kg TS).

4.3. Tungmetaller i gødning

Analyser af tungmetalindholdet i gødning fra dansk fjerkræ- og mink-produktion er begrænset til undersøgelser af gødningsværdien som plantenæring. En række metaller har essentiel

betydning som plantenæringsstoffer og deres forekomst i fjerkrægødning er analyseret. Landsudvalget for Fjerkræ foretog i 1986 en undersøgelse af plantegødningsværdien af fjerkrægødning. Koncentrationen af de analyserede metaller i de danske analyser er angivet i tabel 11 til sammenligning af niveauer mellem danske og udenlandske undersøgelser. Resultaterne af denne undersøgelse er næppe repræsentativ længere. Som nævnt ovenfor, er tilsætningen af Cu reduceret og det er rimeligt at reducere det forventede input af Cu til marker der modtager gødning fra animalsk produktion i fremtiden. Desuden er fodersammensætningen formentlig ændret, men betydningen heraf er ukendt.

De miljømæssigt interessante tungmetaller cadmium, bly og kviksølv har ikke betydning som plantenæringsstoffer og deres forekomst er ikke analyseret i danske undersøgelser. Koncentrationsniveauer af disse metaller er indhentet fra undersøgelser i EU-lande (AROMIS, 2005), se tabel 11.

Tabel 11. Koncentration af tungmetaller i gødning(TS) fra forskellige husdyrproduktioner, kunstgødning samt grænseværdier i slambekendtgørelsen. Kilder: Aromis (EU-projekt af-rapporteret i KTBL-Schrift 432, 2005), Schwärter og Grant, Faglig rapport fra DMU, nr. 430, 2003; LUF (Landudvalget for Fjerkræ, Meddelelse nr. 1, 1988). n angiver antallet af prøver.

	Kilde	n	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Slagtesvin EU	Aromis	180-1143	0,3	9,4	193	12	3	934	-
Slagtesvin DK	Schwärter	17	0,4	-	263	10,2	-	1016	-
Malkekvæg EU	Aromis	431-721	0,4	6,9	42	6,2	5,6	207	-
Malkekvæg DK	Schwärter	17	0,4	-	64,2	6,3	-	232	-
Sløtekyl+kalkun EU	Aromis	46-105	0,4	20	89	6,2	3,7	353	-
Fjerkræ ungdyr 3 arter	LUF	28	-	-	149	-	-	572	-
Æglæggere EU	Aromis	22-66	0,4	6,5	62	7	3,2	471	-
Æglæggere DK	LUF	71	-	-	116	-	-	663	-
N-kunstgødning	Aromis		0,9	3,4	2	6	1,9	5	-
Slambekendtg.	Slambek.		0,8	100	1000	30	120	4000	0,8

Koncentrationen af forskellige metaller i gødningen kan variere fra land til land afhængigt af fodersammensætningen og det naturlige baggrundsniveau. Undersøgelserne giver imidlertid ikke grundlag for at antage, at danske forhold afviger radikalt fra resultaterne refereret i EU-projektet AROMIS. Der er ikke fundet undersøgelser af tungmetalindholdet i minkgødning hverken nationalt eller internationalt.

Ved afbrænding af 50 procent af fjerkræ- og minkgødningen reduceres markernes belastning med miljøfremmede stoffer og tungmetaller via husdyrgødningen tilsvarende. Tungmetalbelastningen via kunstgødningen (ren N-gødning) er langt mindre undtagen for Cadmium, hvor der tilføres en mængde, der svarer til hvad der fjernes med 50 procent af slagtekyllinge- og minkgødningen.

4.4. Tungmetaller i asken efter afbrænding af gødning

Det er ikke lykkedes at finde publicerede undersøgelser af tungmetalindholdet i aske fra forbrænding af kyllinge- og mink gødning. Generelt antages det, at tungmetallerne findes i asken i samme mængde som i det materiale (gødningen) der afbrændes. Der er foretaget analyser af asken fra kraftvarmeværker, der fyrer med halm (Hansen, 2004). Fra denne undersøgelse kan man få et indtryk af, hvorledes tungmetallerne fordeler sig i asken. Hvis det antages at asken efter afbrænding af husdyrgødningen udgør 5 procent, vil tungmetallerne ved afbrænding opkoncentreres 20 gange i asken, når man ser bort fra tab ved fordampning.

Der er foretaget analyser af tungmetalindholdet i aske fra forbrænding af halm iblandet humusfraktionen fra svinegylle (20 %) (Henrik B. Møller pers. kom.). I undersøgelsen registreredes ikke koncentrationer af tungmetaller i bundasken, der overskrider grænseværdierne.

Der blev fundet ca. 500 ppm Cu i bundasken, hvilket er halvdelen af grænseværdien (se tabel 11). I flyveasken fandtes koncentrationer af Cd (325 mg/kg P) og Zn (4400 ppm TS) over grænseværdierne. Flyveasken indeholder endvidere 30 % af den tilførte P.

Anvendelsen af asken som plantegødning er reguleret af bekendtgørelse nr. 623 af 30. juni 2003: *Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål* (Slambekendtgørelsen). I bekendtgørelsen er der fastsat grænser for tungmetalindholdet i relation til tørstofindholdet se tabel 11.

For Cd, Hg, Pb og Ni er der tillige grænseværdier fastsat i forhold til fosforindholdet (mg/kg P): Cd 100; Hg 200; Pb 10.000; Ni 2.500. Affaldsproducenten kan vælge enten at overholde de tørstofrelaterede eller de fosforrelaterede grænseværdier. På arealerne der tilføres asken må den samlede tilførsel af kvælstof og fosfor ikke overstige 170 kg N pr. ha og 30 kg fosfor pr. ha. Slambekendtgørelsen indeholder ikke kali-relaterede grænseværdier, som kan være relevante ved anvendelse af aske som jordforbedringsmiddel.

Betragtes tabel 10 og 11 og beregnes opkoncentreringen af metaller fra foder til gødning varierer den fra en faktor 1-18, hyppigst i området 3-7. Da prøverne fra foder og fra gødning ikke nødvendigvis er taget på den samme gård, skal beregningerne tages som overslag indtil bedre data fremskaffes. Opkoncentreringen og mekanismer involveret heri kan være kom-

plicerede og afhænge af koncentrationsniveauet af det enkelte metal samt koncentrationen af andre metaller i foderet. Opkoncentreringen ser ud til at være mindst for Zn og Cu (1,1-2,7) og højere for Cd (3-4), Cr (3-18), Ni (1,7-6) og Pb (4,6-9,3).

Ved en opkoncentrering på 3 gange fra foder til gødning og en opkoncentrering på en faktor 20 fra gødning til aske skal der anvendes en faktor 60 for at ekstrapolere fra koncentration i foder til koncentration i aske. Benyttes denne faktor for Cd, kan der forventes koncentrationer på omkring 18 ppm Cd i asken, hvilket er 22 gange over den tørstofrelaterede grænseværdi for anvendelse til jordbrug, jf. Slambekendtgørelsen. Opkoncentreres P med samme faktor eller mere overstiger Cd koncentrationen ikke den fosforrelaterede grænseværdi og kan anvendes som gødning. Dette er tilfældet for bundasken i den danske undersøgelse. For de tungmetallerne hvor der kun findes tørstofrelaterede grænseværdier (Zn, Cu, Cr) kan der måske ske overskridelser af grænseværdien ved afbrænding af ren husdyrgødning og der er behov for analyser af tungmetalloforekomsten under forskellige forhold.

Kviksølv kan teoretisk opnå kritiske koncentrationer ved afbrænding af minkgødning i forhold til bekendtgørelsens grænseværdier. Plantedirektoratets analyser viser at der gennemsnitligt er 0,05 mg Hg/kg minkfoder (tabel 10). Grænseværdien for Hg i slambekendtgørelsen er 200 mg Hg/kg P, men da minkgødning er meget fosforrigt skal der forholdsvis store Hg koncentrationer til før den fosforrelaterede grænseværdi overskrides. Endvidere er der en stor sandsynlighed for at Hg fordampes under afbrændingen. Vi mangler dog analyser af kviksølvs forekomst i minkgødning og aske fra forbrænding af samme. Metallerne fordeler sig forskelligt i forskellige askefraktioner. Koncentrationen af Cd, Pb og Zn er således langt højere i flyveaske end i bundaske, hvorimod Ni, Cu og Cr forekommer i de højeste koncentrationer i bundasken (Hansen, 2004, Henrik Møller, personlig meddelelse).

Askefraktionerne kan separeres, hvorved man i forhold til nogle metaller kan opnå at en del af asken må genanvendes til jordbrugsformål. Ved afbrænding af husdyrgødning vanskeliggøres dette af, at flere metaller med forskellig fordeling i asken har kritiske koncentrationer i forhold til bekendtgørelsen. Fortynding i for eksempel gylle er ikke tilladt iflg. bekendtgørelsen. Hvis ikke asken kan genanvendes enten direkte eller ved forarbejdning, må den deponeres. Delvis oprensning af gødningsstofferne i asken er teknologisk muligt, men tilsyneladende ikke pt. særligt attraktivt. Dette afhænger formentlig især af økonomien i de forskellige alternativer, herunder prisen for deponering.

5. Emissioner af gasformige forbindelser ved afbrænding af husdyrgødning

5.1. Effekt på drivhusgasemissioner

Under lagring og efter udbringning af husdyrgødning produceres drivhusgasserne metan (CH₄) og lattergas (N₂O). For husdyrgødningens vedkommende vil disse blive elimineret. Imidlertid vil den del af kvælstoffet, som hidtil er indgået i gødningsregnskabet, blive substitueret med N i handelsgødning, som også bidrager til drivhusgasemissionen.

CH₄ dannes kun under iltfrie forhold. Hovedkilden i landbruget er derfor fra dyrenes fordøjelsessystemer (primært drøvtyggere) og fra lagringen af flydende husdyrgødning (gylle). Der kan dog dannes lidt metan i iltfrie lommer i dybstrøelse. N₂O dannes under omsætningen af kvælstof under tilstedeværelse af ilt. I marken dannes der ikke CH₄ men udelukkende N₂O, som stammer fra mængden af kvælstof, der er tilgængelig i lageret efter fradrag for ammoniakfordampningen fra udbringningen. Herudover der nogle indirekte kilder fra udvaskningen af N og fra ammoniak som deponeres i landskabet.

Under lagringen estimeres at 0,5 procent af kvælstoffet fra kyllingegødning incl. dybstrøelse omdannes til N₂O-N og 2 procent fra mink-dybstrøelse. Fra udbragt gødning regnes med at 1,25 procent af udbragt N (efter fradrag af ammoniakfordampningen) forsvinder som N₂O-N (Mikkelsen et al., 2004). Ved udvaskningen af kvælstof sker der ligeledes dannelse af N₂O. Her regnes generelt med at der dannes 2,5 procent N₂O-N af udvasket N (IPCC, 1996). Ydermere vil depositionen af fordampet ammoniak være kilde til N₂O. Her vurderes at 1 procent af fordampet NH₃-N bliver omdannet til N₂O-N. Alle N₂O-N kilder omregnes til lattergas med faktoren 44/28.

Drivhusgaspotentialer for CH₄ og N₂O er forskelligt. CH₄ er en drivhusgas, der er 21 gange stærkere end CO₂ og N₂O er 310 gange stærkere end CO₂. I tabel 12 og 13 er der angivet den samlede drivhusgaseffekt opgjort i CO₂-ækvivalenter. Effekten på substitutionen af afbrændt olie eller naturgas er ikke indregnet i opgørelsen.

Lagringen af dybstrøelse fra slagtekyllinger og mink sker under aerobe forhold, hvilket betyder at CH₄ dannelsen er forholdsvis lav, medens N₂O dannelsen er forholdsvis høj.

Tabel 12. Reduceret CH₄ emission som følge af afbrænding.

	Slagtekyllinger	Mink
CH ₄	0,00135 kg CH ₄ /prod. Kylling 9,8 mio. produceret	0,0736 kg CH ₄ /årstæve 23.400 årstæver
CH ₄ -emission, kg	13.230	1.722
CO ₂ -ækv., tons, ved 100% afbrænding	316	
CO ₂ -ækv., tons, ved 50% afbrænding	157	

Tabel 13. Reduceret N₂O-emission som følge af afbrænding.

	Slagtekyllinger	Mink
N ab stald, kg/år	412.000	25.900
N ₂ O ved lagring, kg/år	3.237	814
N ₂ O fra udbragt N, kg/år	5.732	343
N ₂ O fra udvaskning, kg/år		3559
N ₂ O fra atm. Deposition		1007
N ₂ O, total, kg/år		14.692
CO ₂ -ækv. tons ved 100% afbrænding		4.555
CO ₂ -ækv. tons ved 50% afbrænding		2.277

Emissionen af CH₄ beregnes ud fra mængden af omsætteligt stof i husdyrgødningen, VS (Volatile Substance). VS udgør 80 procent af gødningstørstoffet for både slagtekyllinger og mink 80 procent (Mikkelsen et al., 2004). Mængden af dannet CH₄ beregnes ud fra følgende:

$$\text{CH}_4 = \text{VS} \times 0,67 \times \text{MCF} \times \text{B}_0$$

hvor MCF er Methan Conversion Factor (for dybstrøelse 0,01) og B₀ er den maksimale mængde metan der kan dannes i den pågældende gødningstype. B₀ er for kyllingegødning 0,32 og for minkdybstrøelse 0,48 (IPCC, 1996). 0,67 er en omregningsfaktor fra kg VS til kg metan.

Mængden af N₂O beregnes dels som en procentdel af den totale mængde N på de forskellige tidspunkter i N cyklussen, og beregnes ud fra følgende:

$$\text{N}_2\text{O} = \text{Kg N} \times \text{emissionsfaktor} \times 44/28$$

I nedenstående tabeller er beregnet effekterne på drivhusgasudledningen ved afbrænding af 50 procent hhv. 100 procent af gødningen fra slagtekyllinger og mink i Vesthimmerland. Opgørelserne følger guidelines udarbejdet af IPCC (IPCC, 1996, 2000, 2004) og som er indarbejdet i de danske nationale emissionsopgørelser afleveret til Klimakonventionen (Mikkelsen et al., 2004; Gyldenkerne et al., 2005).

5.2. Effekt på lagringen af kulstof i jorden

Til landbrugsjorden sker der en løbende tilførsel af organisk materiale som øger kulstofindholdet, og der sker en biologisk nedbrydning af det organiske materiale til CO₂, som fordamper op i atmosfæren. I øjeblikket sker der en opbygning af C-indholdet i de danske landbrugsjorde på grund af en omfattende nedpløjning af afgrøderester og husdyrgødning med ca. 0,35-0,75 mio. tons CO₂/år. Med den nuværende landbrugspraksis vil denne opbygning fortsætte indtil der opstår en ligevægt mellem tilførsel og nedbrydning. Afbrænding af husdyrgødningen reducerer kulstof tilførslen og der vil derfor ske en forskydning i jordens kulstof ligevægt mod et lavere niveau. Under danske forhold vil man antage at en ny ligevægt indtræffer 20-50 år efter at man har foretaget en ændring i landbrugspraksis. Samlet set medfører afbrænding af biomasse, at ca. 20 procent af den afbrændte kulstofmængde vil ”mangle” som kulstof i jorden på længere sigt i forhold til uændret dyrkningspraksis.

Normalt antages afbrænding af biomasse at være CO₂ neutralt, men ved afbrænding af husdyrgødning fjernes noget af det kulstof som normalt tilføres jorden og som indgår i jordens balance, hvorfor antagelsen om CO₂-neutralitet ikke gælder fuldt ud, og en fuld systembetragtning bør anvendes.

Ændringen af C-indholdet i jord i de danske drivhusregnskaber beregnes ud fra en dynamisk simulering af kulstofomsætningen med C-TOOL (Petersen, 2005). C-TOOL er en 3-puljet model, som på baggrund af de årlige tilførsler af halm og rødder for de forskellige afgrøder, efterafgrøder og husdyrgødning beregner ændringerne i jordens C-indhold. Olesen et al. (*in press*) har estimeret, at hvis den årlige produktion af al fast husdyrgødning i Danmark blev brændt af (ca. 1,55 mio. tons tørstof/år) fra og med 2005 ville jordens kulstofindhold falde med 0,29 mio. tons CO₂/år i 2010 og falde med 0,17 mio. tons CO₂/år i år 2025 i forhold til

den nuværende landbrugspraksis. Det vil sige at selvom afbrænding af al fastgødning finder sted, forventes der stadig en svag stigning i jordens samlede kulstofindhold (under forudsætning af at der ikke sker yderligere biomasseudtag af f.eks. halm). Kyllingegødning og fast minkgødning udgør ca. 9 % af den samlede tørstof mængde i fast gødning på landsplan. Afbrænding af al fast kyllinge- og minkgødning vil der derfor påvirke jordens samlede kulstofindhold i Danmark med ca. 0,026 mio. tons CO₂/år i år 2010. Denne mængde vil være faldende til 0,010-0,015 mio. tons CO₂/år på længere sigt..

Mængden af tørstof i Vesthimmerland fra slagtekyllinger og mink er opgjort til 8.663 tons tørstof/år svarende til ca. 14.900 tons CO₂/år. Ved 50 % afbrænding vil den nationale opgørelse af landbrugets drivhusgasudslip umiddelbart blive øget med 7.450 tons CO₂/år. På længere sigt vil der ”mangle” 20 % af denne mængde i jorden svarende til 1,490 tons CO₂/år (Tabel 14). Det vurderes at denne forholdsvis lille mængde på kort sigt vil have nogen effekt på jordens frugtbarhed.

5.3. Effekten på Danmarks reduktionsforpligtigelse under Kyoto-aftalen

Danmark har ratificeret Kyoto-aftalen og skal begrænse sit udslip af drivhusgasser. Kyoto-aftalen giver mulighed for at vælge om man vil medtage landbrugsjordens kulstofbalance i reduktionsforpligtigelsen (artikel 3.4), hvorimod ændringerne i udslippet som skyldes CH₄ og N₂O skal indgå.

Danmark har endnu ikke taget stilling til om det vil anvende muligheden for at inddrage jordens kulstofbalance i reduktionsforpligtigelsen. Hvis artikel 3.4. ikke vælges, kan alle ændringer i drivhusgasregnskabet fra CH₄ og N₂O udslippet inddrages i Danmarks reduktionsmål. 50 procent afbrænding i Vesthimmerland vil så medføre en reduktion i drivhusgasregnskabet til Kyoto på 2.434 tons CO₂-ækv./år fra en reduceret metan- og lattergasdannelse (tabel 12 og 13), hvorimod den ”manglende” binding i jorden som opstår fordi man brænder gødningen af ikke påvirker den nationale opgørelse. Hvis Danmark vælger at anvende artikel 3.4. og inddrage ændringer i jordens kulstofbalance i Kyoto-regnskabet, skal udover effekten på CH₄ og N₂O jordens C-balance indregnes. Da afbrændingen mindsker C-lagringen i jorden reduceres samtidig den estimerede effekt til ca. 944 tons CO₂-ækv./år (2.434 tons – 1.490 tons) på længere sigt (tabel 14).

Der er her ikke taget hensyn til, at afbrændingen kan substituere afbrændingen af anden fossil brændsel (kul, olie og naturgas) og herved indirekte reducere udslippet af drivhusgasser fra disse ikke-vedvarende energikilder. Det skal understreges, at beregningen, hvor jord inddrages, er behæftet med meget stor usikkerhed.

Tabel 14. Effekt på jordens C-indhold som følge af afbrænding. Effekten er vurderet i år 2025 i tons CO₂/år

	Slagtekyllinger	Mink
Reduceret CO ₂ i jord ¹ ved 50 % afbrænding	-1.490	
Reduceret CO ₂ i jord ¹ ved 100 % afbrænding	-2.980	

¹ Indgår i de danske drivhusgasregnskaber under Klimakonventionen, men indgår p.t. ikke i Danmarks reduktionsforpligtigelser under Kyoto-aftalen.

5.3. Emissioner til luften og deposition af N- og P-forbindelser

Den mængde kvælstof, som ellers tilføres ved udbringning af gødning forudsættes at blive erstattet af handelsgødning, hvis gødningen afbrændes.

Ved normal husdyrproduktion sker der følgende tab til atmosfæren:

1. Fordampning fra lager/stald på gården (EH_{gård})
2. Fordampning ved udbringning (EH_{udbring})
3. Fordampning fra mark (EH_{mark})

Dette kvælstof afsættes omkring gårdene hvis ikke dele af det aftages af andre jordbrug. Desuden optages en væsentlig mængde N fra den udbragte del af gødningen i planterne og noget fjernes ved den normale afstrømning.

Ved afbrænding af gødning sker der følgende tab til atmosfæren:

1. Fordampning fra lager/stald på gården (EF_{gård})
2. Fordampning ved transport (EF_{transport})
3. Fordampning fra lager før afbrænding (EF_{f-lager})
4. Emission under afbrænding (EN_{afbrænd})
5. Fordampning fra handelsgødning til erstatning for gødning ved udbringning og fra mark (EN_{handels})

Bidragene 1 og 5 afsættes omkring gårdene hvis ikke dele af det aftages af andre jordbrug. Bidragene 3 og 4 afsættes omkring forbrændingsanlægget. Bidraget 2 afsættes på vejen mellem gård og forbrændingsanlæg. Nettobidraget til atmosfæren afhænger helt af, hvorledes processen tilrettelægges.

EH_{gård} er formentlig større end EF_{gård}, fordi opbevaringstiden er længere, da det forventes at gødningen løbende transporteres til forbrændingsanlægget.

$EF_{\text{transport}}$ og $EF_{\text{f-lager}}$ bør kunne minimeres ved passende teknik.

EH_{udbring} plus EH_{mark} vil formentlig være større end EN_{handels} , men det bestemmes helt af de anvendte teknikker.

Endelig vil $EN_{\text{afbrænd}}$ være et nyt bidrag, som dog kan reduceres ved teknologiske tiltag på forbrændingsanlægget, fx røgrensning eller binding af N i asken. Disse affaldsprodukter forventes at blive bragt ud af området. Totalt set er der således større mængder N i kredsløb, når gødning afbrændes, fordi der tilføres handelsgødning. Fordelen er at en stor del af gødningen behandles og oplagres centralt, hvilket giver muligheder for at begrænse udslippet til atmosfæren og dermed afsætning på følsomme områder.

Det må forventes, at alle anlæg til afbrænding af husdyrgødning skal godkendes som industrielle anlæg i overensstemmelse med Miljøstyrelsens luftvejledning. Desuden skal det være i overensstemmelse med affaldsforbrændingsdirektivet (Bekendtgørelse om anlæg, der forbrænder affald 11/03/2003). Der er anvendt emissioner, jf. Rambøll A/S (2005). Emissionerne for støv, SO_2 og HCl er langt højere end emissionsgrænserne i direktivet, derfor vil der i praksis kræves røgrensning. I beregningerne nedenfor er anvendt en NO_x koncentration på 200 mg NO_2/m^3 i røggas, hvilket er det øvre tilladte niveau jf. affaldsforbrændingsbekendtgørelsen.

N-forbindelser

Generelt kan man sige, at organiske N-forbindelser vil føre til dannelse af gasformige N-forbindelser, især N_2O , NO, NO_2 og N_2 , men forholdene mellem dem afhænger meget af forbrændingsteknikken. Der forventes i almindelighed kun små mængder N-forbindelser i asken. Erfaringer fra Enstedværket med afbrænding af flis og halm peger på, at NO_x udgør ca. 5 procent af den samlede afbrændte mængde N, medens resten emitteres som er ren N_2 (Peter Tørslev, personlig meddelelse). I anlæg, hvor det ikke er muligt med en lignende præcis styring af afbrændingen som i Enstedværket vurderes andelen af NO_x at kunne blive op til 10 procent (Jan Erik Johnson, DTU, personlig meddelelse). Dette betyder, at med afbrænding af 219 ton N årligt, vil NO_x emissionen udgøre fra 11 til 22 tons.

Der er gennemført beregning af spredning og deposition fra et tænkt anlæg. Da der ikke er identificeret et konkret anlæg, der kan regnes på, er beregningerne udført på et kraftvarmeværk, der fyrrer med 25.000 tons halm pr. år. Det forudsættes endvidere at der tilsættes godt 20% husdyrgødning (fjerkræ og mink i det forventede forhold). Der antages følgende tekniske forhold for anlægget, jf. tabel 16.

Tabel 16. Antagelser vedr. tekniske specifikationer af kraftvarme-anlæg til afbrænding af husdyrgødning

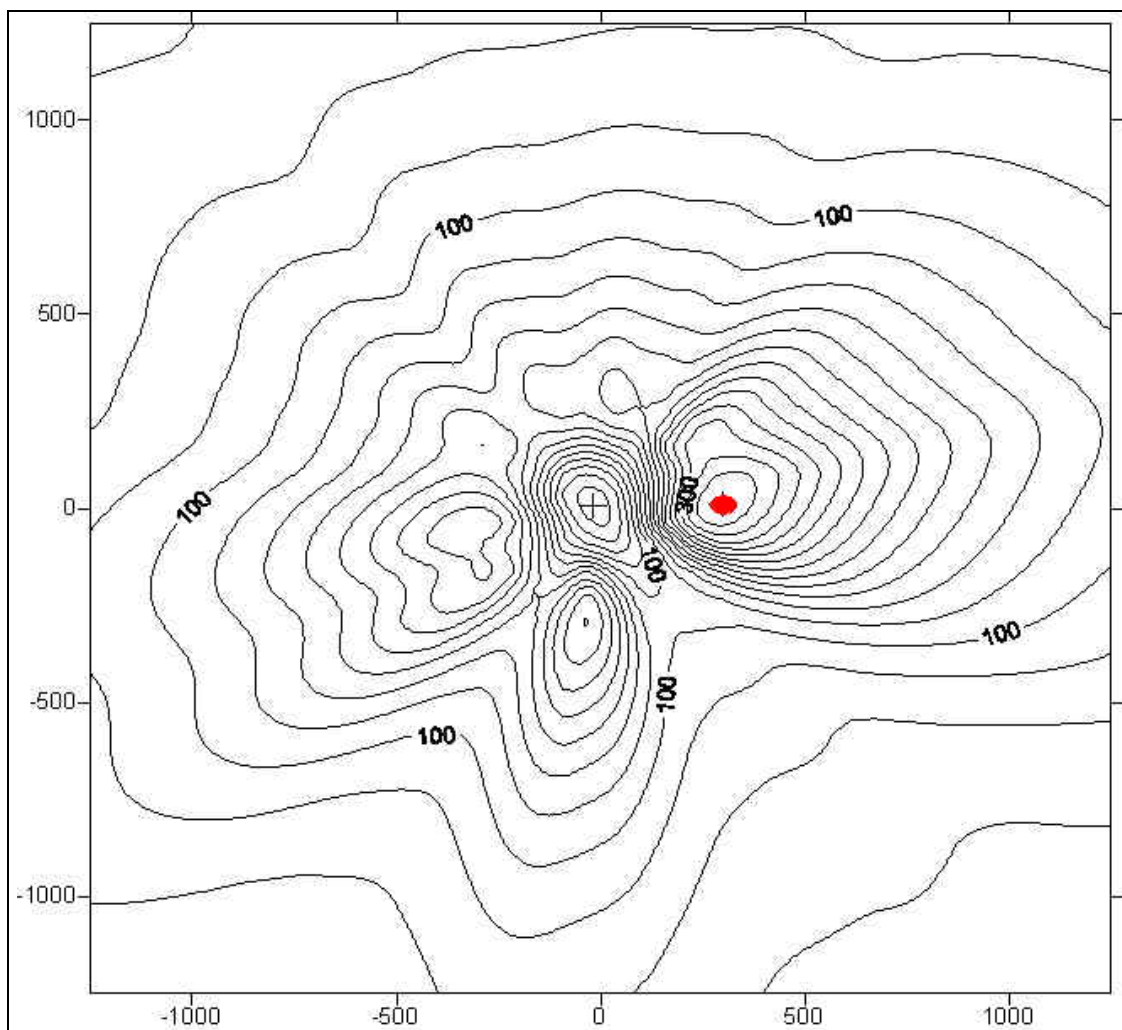
Halmindfyring	25.000 tons/år
Gødningsindfyring	Ca. 6.000 tons/år
Volumenstrøm	40.000 m ³ /time
Temperatur	120 °C
Skorstenshøjde	25 m og 40 m
Skorstensdiameter	1 m
Depositionshastighed for Støv, HCl, SO ₂ og NO ₂	0,003 m/s, 4 m/s, 0,096 m/s og 0,3 m/s

For skorsten på 25m er domænet 2500x 2500 m og til 40m skorsten er 5000x5000m. I figuren ses depositionen for anlægget ved de to skorstenshøjder. De maksimale depositioner er angivet i tabel 17, medens depositionsintensiteten er illustreret i figur 1.

Konkrete anlæg skal dimensioneres således at emissionsgrænserne i affaldsforbrændings-bekendtgørelsen overholdes. I nærværende analyse er der taget udgangspunkt i en NO_x koncentration på 200 mg NO₂/m³, dvs. under antagelse om overholdelse af grænseværdierne i affaldsbekendtgørelsen. Herved vil den maksimale depositionen være 0,1 kg/ha og 0,04 kg/ha for henholdsvis en 25 og 40 meter høj skorsten.

Tabel 17. Deposition af støv, SO ₂ HCl og NO _x (regnet som NO ₂ , der svarer til en N-deposition på ca. 1/3)		
	25 m skorsten	40 m skorsten
Stof	Deposition kg/ha	Deposition kg/ha
Støv	52	19
SO ₂	14	5,1
HCl	50	18
NO ₂	0,36 (0,11 kg N/ha)	0,13 (0,04 kg N/ha)

Som det også fremgår af tabel 17 er depositionen meget afhængig af skorstenshøjden, som naturligvis skal dimensioneres i overensstemmelse med gældende regler.



Figur 1. *NO₂-deposition (g/ha) omkring et anlæg med 25 m høj skorsten og data som i tabel16. NO₂-depositionen omregnes til N-deposition ved at multiplicere med 0,3.*

Det fremgår heraf, at depositionen ved afbrænding på denne type af anlæg er relativt lille i forhold til den generelle deposition på 10-20 kg/ha. Desuden påvirkes kun et relativt begrænset område at et anlæg af den beskrevne type, fx. er depositionen i en afstand af 1 km fra kilden faldet til ca. 1/3 af niveauet angivet i tabellen. Det kan dog ikke udelukkes, at depositionen kan udgøre et problem på helt specielle lokaliteter, f.eks. N-følsomme Natura 2000 lokaliteter. Sidst skal det understreges, at depositionen af de øvrige stoffer må forventes at være lavere end angivet i tabellen, fordi affaldsforbrændings-direktivet kræver røgrensning.

Deposition af P og tungemetaller

En meget stor del af P og tungemetaller forventes at blive bundet til asken, men der emitteres en mindre del i flyveasken (støvet). Simple overslagsberegninger baseret på depositionen af støv og gødningens indhold af tungemetaller viser, at deposition af disse stoffer i maksimumspunktet er mindre end 10% af den generelle deposition af disse stoffer. Eksempel: Indholdet af fx. Cd i kyllingegødning er 0,4 ppm og med en deposition af støv svarer det til ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^2$, der skal sammenlignes med ca. $50 \mu\text{g}/\text{m}^2$ på landsbasis. Også disse værdier må forventes at være på et lavere niveau ved drift af et afbrændingsanlæg grundet krav om røgrænsning for at opfylde affaldsforbrændingsdirektivet.

6. Sammenfatning og perspektivering

6.1. De analyserede scenarier

De gennemførte analyser demonstrerer omfanget af miljøkonsekvenserne ved afbrænding af husdyrgødning i et konkret opland, hvor der er forudsat en uændret husdyrproduktion. Scenarierne er gennemført for oplandet Vesthimmerland, hvor landbrugsproduktionen er karakteriseret ved en relativ intensiv slagtekyllinge- og pelsdyrproduktion. Det antages, at halvdele af den samlede husdyrgødningsproduktion fra bedrifter med slagtekyllinge- og minkproduktion afbrændes i hhv. gårdanlæg og decentralt kraftvarmeanlæg. Dette svarer til at der afbrændes gødning fra 1.951 DE, hvorved der fjernes i alt 219 tons N, 54 tons P og 118 tons K svarende til hhv. 5 procent af N, 5,5 procent P og 3 procent af K. De opgjorte miljøkonsekvenser er sammenfattet i tabel 18, og i den følgende tekst kommenteres resultaterne.

6.2. Effekter på N, P og drivhusgasser

Forudsættes det effektive N indhold erstattet med handelsgødnings N, medens der ikke kompenseres for det bortfjernede P, vurderes det, at N-udvaskningen i oplandet reduceres med 49,5 tons (ca. 2 procent), medens P-overskuddet reduceres fra 200 til 146 tons (ca. 27 pct). Endvidere vil afbrændingen af gødning have betydning for emissionerne af ammoniak, idet tabet fra lager og udbringning reduceres. Der vil således være en reduktion i ammoniakfordampning fra lager på 25,3 tons N, medens reduktionen af emissionen ved udbringning vurderes til 17,2 tons N. Samlet fås således en reduktion i ammoniakemissionerne på 42,5 tons N (ca. 3,6 procent).

Der er endvidere gennemført analyser af mer-depositionen af gasformige N-forbindelser, især N_2O , NO, NO_2 og N_2 fra luften, i området nær et afbrændingsanlæg. I analyserne er der forudsat at mængden af N, der emitteres ved afbrændinger, modsvarer mængden af N i gød-

ningen. Analyserne viser, at sættes NO_x koncentrationen i røgen svarende til grænseværdien i affaldsforbrændings-direktivet (200 mg/m³) vil depositionen i nærområdet være relativt lille (0,1 kg N ved skorstenshøjde på 25m) i forhold til den generelle deposition på 10-20 kg N/ha. I det omfang der tabes N fra lager som ammoniak eller der bindes N i asken, vil det reducere emissionerne af gasformige N-forbindelser tilsvarende. Disse forhold har det ikke været muligt at belyse nærmere, ligesom fordelingen af de gasformige N-forbindelser på NO_x og ren N vil være meget afhængige af afbrændingsteknologien og styringen af samme.

Tabel 18. *Oversigt over miljøkonsekvenser ved afbrænding af 50 procent af husdyrgødningen fra slagtekyllinger og mink i oplandet Vesthimmerland*

Effekt	Totalt	Pr. ton gødning
Mængde gødning afbrændt	8.896 ton	-
Mængde tørstof i de afbrændte gødning	4.209 ton	-
Energiindhold i den afbrændte gødning	62 x 10 ¹² J	-
Mængde N afbrændt	219 ton N	24,6 kg
Mængde P afbrændt	54 ton P	6,1 kg
Øget import af handelsgødnings-N	77,3 ton N	8,7 kg
Reduceret ammoniakfordampning	42,5 ton N	7,2 kg
Reduceret N-udvaskning	46,5 ton N	5,2 kg
Reduceret P-overskud	54 ton P	6,1 kg
Reduceret emission af drivhusgasser ¹⁾	2.434 ton CO ₂ -ækviv.	0,27 ton CO ₂ -ækviv.
Øget emission af NO _x og ren N ₂	219 ton N; heraf 11-22 ton NO _x ²⁾	24,6 kg N; heraf 1,25 – 2,50 kg NO _x
Maksimal deposition af NO _x ³⁾	0,1 kg N/ha	-

1) Effekt på lagring af kulstof i jorden er ikke medtaget.

2) Beregnet under forudsætning om at mellem 5 og 10% af den totale mængde kvælstof emitteres som NO_x.

3) Forudsat overholdelse af grænseværdierne i afbrændingsdirektivet

I forbindelse med vurderingerne af den ændrede næringsstofbelastning skal følsomheden af de berørte recipienter inddrages. Dette betyder, at effekten vil variere mellem lokaliteter, hvilket ikke er belyst i nærværende analyse.

Den ændrede gødningspraksis som følge af afbrænding vil også have konsekvenser for emissionerne af drivhusgasser i form af en reduktion i udslippet af metan og lattergas og en manglende binding af CO₂ i jorden af husdyrgødning, som normalt lagres her midlertidigt.

Effekten på Danmarks reduktionsforpligtigelse af drivhusgasser kan ikke opgøres på nuværende tidspunkt, da det afhænger af tidshorizonten og om, hvorvidt Danmark vælger at anvende binding af C i landbrugsjord som et middel til at opfylde sin reduktionsforpligtigelse. Det skal bemærkes, at effekter på drivhusgasemissionerne som følge af, at gødningen ikke udbringes, og evt. transport til afbrændingsanlæg ikke er medtaget i denne analyse. Under disse forudsætninger fås en reduktion i drivhusgasemissionerne på 2.434 ton CO₂-ækvivalenter.

Mulighederne for anvendelse af asken, som fremkommer ved forbrænding, til gødningsformål afhænger af en række forhold. Såfremt hele askefraktionen udbringes på landbrugsjorden, er det sandsynligt, at Bioaskebekendtgørelsens grænseværdier for tungmetaller overskrides. Kan asken derimod opdeles i forskellige fraktioner, hvorved P-indholdet adskilles fra tungmetallerne, vil P-indholdet kunne anvendes til gødningsformål. Tilsvarende gør sig gældende, såfremt asken gennemgår en forarbejdning så næringsstofferne kan oparbejdes i et kunstgødningsprodukt. I begge tilfælde kan der være behov for deponering af den del af asken, som ikke anvendes til gødningsformål hhv. gødningsproduktion.

6.3. Afbrænding af husdyrgødning i større skala

Miljøkonsekvenserne vil – alt andet lige - afhænge af mængderne af husdyrgødning, som afbrændes. Resultaterne vil derfor inden for de givne forudsætninger være direkte proportionale med de afbrændte mængder husdyrgødning. Såfremt alt gødningen fra slagtefjerkræ- og minkbedrifterne forudsættes afbrændt vil det således stort set halvere P-overskuddet i oplandet, medens den samlede N-udvaskning reduceres med ca. 4 procent. Dette forudsætter dog, at evt. behov for erstatningsgødskning mht. P, sker ved omfordeling af den øvrige husdyrgødning i oplandet og ikke ved import af handelsgødnings-P. Da det almindeligvis forventes, at en halvering af P-overskuddet i husdyrintensive områder, vil bringe P-belastningen på et niveau, hvor de miljømæssige effekter er væsentligt reduceret, indikerer analysen også, at afbrænding som teknologi giver mulighed for væsentlige miljøgevinster. Hvorvidt det tillige repræsenterer en omkostningseffektiv løsning og under hvilke forudsætninger det evt. vil være tilfældet, må de økonomiske analyser inddrages til belysning af, ligesom der bør gennemføres sammenlignende analyser af andre relevante løsningsmuligheder.

Ved fortolkningen af resultaterne er det væsentligt, at der er tale om en aggregeret analyse for oplandet Vesthimmerland. Således ses effekterne i forhold til den samlede miljøpåvirkning fra oplandet, medens scenarierne alene vedrører 4 procent af det samlede antal dyreenheder i oplandet. Dette betyder naturligvis også, at miljøeffekterne fremstår forholdsvis beskedne, bortset fra den føromtalte reduktion i fosforoverskuddet. Alternativt kunne effekter-

ne ses i forhold til den produktion, som påvirkes af scenarierne, og ud fra denne synsvinkel ville effekterne være mere markante. Sættes reduktionerne i N-udvaskning og P-overskud således i relation til omfanget af den husdyrproduktion, som leverer gødning til afbrænding, fås således en effekt på ca. 26 kg reduceret N-udvaskning pr. DE og 28 kg reduceret P-overskud pr. DE.

Den betragtede teknologi ses i dette scenario overvejende som en løsningsmulighed for miljøproblemer knyttet til den enkelte bedrift eller et lokalområde. Dette kunne være knyttet til realisering af krav stillet i forbindelse med en miljøgodkendelse, eller opfyldelse af miljømålene for et vandområde omfattet af Vandrammedirektivet. I scenariet er alene foretaget analyse baseret på afbrænding af husdyrgødning med et højt tørstofindhold fra slagtekyllinge- og minkproduktion. Ved en konkret etablering af et eller flere afbrændingsanlæg, vil anvendelse af den faste gødning fra heste og fra staldanlæg med kildesortering af ajle og fast gødning til afbrænding ligeledes være nærliggende, ligesom der kan ske samfyring med fiberfraktionerne fra gylleseparering (med eller uden forudgående bioforgasning). Samtidigt kan muligheden for at inddrage ny teknologi i løsningen af husdyrproduktionens næringsstofproblemer – og miljøbelastninger føre til videreudvikling af de teknologiske muligheder for afbrænding af husdyrgødning, hvilket på længere sigt kan forøge potentialet. I udgangspunktet vil potentialet for afbrænding naturligvis være betinget af adgang til afbrændingsfaciliteter og øvrige logistiske forhold.

Afslutningsvis skal det understreges, at analyserne i dette notat er udarbejdet under forudsætning af uændret husdyrproduktion. Ifald afbrænding anvendes som teknologi for begrænsning af miljøpåvirkningerne ved udvidelse af husdyrproduktionen, vil særligt resultaterne vedr. ændret næringsstofbelastning ændres. Således sker der ikke en reduktion i N-udvaskning eller P-overskud, hvis gødningsmængderne fra udvidelsen afbrændes, idet der derimod må forventes en stigning i ammoniak emissioner fra stald og gødningsopbevaring, samt en mer-deposition af N som følge af gødningsafbrændingen. Således kan teknologien anvendt i sammenhæng med udvidet husdyrproduktion ikke betragtes som neutral i forhold til miljøbelastningen, selv om mer-belastningen vil være mindre sammenlignet med situationen, hvor den ekstra gødning udbringes på marken.

Referencer

Anon. 1988. Landsudvalget for Fjerkræ Meddelelse nr. 1.

Blicher-Mathiesen, G. og Grant, R. 2003. *Vandmiljøplan II. Slutevaluering af de enkelte virkemidler*. Status 2002, prognose for 2003. Baggrundsnotat til Vandmiljøplan II – slutevaluering. www.dmu.dk.

Dansk Landbrugsrådgivning, 2005. Håndbog for Plantedyrkning, 2004/05, Landscentret. Landbrugsforlaget.

Eckel, H., Roth, U., Döhler, H., Nicholson, F., Unwin, R, eds. 2005. *Assessment and reduction of heavy metal input into agro-ecosystem*. 232 pp. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. KTBL-Schrift 432.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., og Rasmussen, P. 2005. Landovervågningssoplande 2004. NOVANA. Faglig rapport fra DMU, nr. 552.

Gyldenkerne, S., Münier, B.E. Olesen, J.E., Olesen, S.E., Petersen, B.M. & Christensen, B.T. 2005. Opgørelse af CO₂-emissioner fra arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) - Metodebeskrivelse samt opgørelse for 1990 – 2003. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 213.

Hansen, T. 2004. *Separation og genanvendelse af aske fra biobrændselsanlæg*. Miljøstyrelsen. 161 s. Miljøprojekt nr. 962.

IPCC, 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.

IPCC, 2000. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.

IPCC, 2004. *Good practice guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.

Mikkelsen, M.H., Gyldenkerne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. & Sommer, S.G., 2005. *Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985-2002*. Arbejdsrapport fra DMU nr. 204. Danmarks Miljøundersøgelser.

Paulsen, I., Hansen, A-M., Hansen, P., Nykrog, J. 2002. *Miljøfremmede stoffer i flydende gylle*. Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdeling. 28 s.

Petersen, B.M., 2003. C-Tool version 1.1. *A tool for simulation of soil carbon turnover. Description and users guide*. Danmarks JordbrugsForskning, pp. 29. Kan hentes fra www.agrsci.dk/c-tool.

Rambøll A/S. 2005. *Notat om Forbrænding af Husdyrgødning*. Upubliceret.

Schwærter, R.C., Grant, R. 2003. *Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle*. Danmarks Miljøundersøgelser. 60 s. Faglig rapport fra DMU, nr. 430.

Bilag 1.A. Valg af oplandet Vesthimmerland (Danmarks Miljøundersøgelser)

De 7 Loop oplandes beliggenhed blev fundet vha. af kort samt beskrivelser fra forskellige kilder. Oplandene blev geografisk afgrænset vha. AIS kortet over nedbørsoplande. Loop oplandene repræsenterer et eller flere sammenhængende nedbørsoplande, således at alt afløb fra oplandet kan registreres ved en målestation.

De to yderligere oplande i hhv. Nord- og Sønderjylland blev udvalgt således, at der indenfor oplandene er en høj tæthed af store bedrifter med fjerkræ. Områderne blev udpeget på baggrund af xy-koordinaterne i CHR-registret fra 2004. Den rumlige afgrænsning blev ligeledes foretaget vha. AIS kortet over nedbørsoplande. I modsætning til Loop oplandene er de to ekstra oplande sammensat af flere, ikke sammenhængende nedbørsoplande, således at oplandene har flere udløb.

Tabel 1. *Husdyrgrupper*

Gruppe	Dyreart	Brugsart	Navn
Fjerkræ	31	23	Skrabeægshønsehold, konsumæg
	31	26	Burhønsehold, konsumæg
	31	27	Netgående hønsehold, konsumæg
	32	11	Slagtekyllinger
	33	11	Slagtekalkuner
Mink	24	33	Minkfarm
Svin	15	11	Svin, produktionsbesætning
Kvæg	12	11	Kødkvægsbesætning
	12	12	Slagtekalvebesætning
	12	13	Økologisk kødkvægsbesætning
	12	14	Malkekvægsbesætning, traditionel
	12	16	Malkekvægsbesætning, økologisk
	12	18	Slagtekalvebesætning, specialopdræt

CHR-registret for 2004 danner baggrund for beregning af husdyrtætheder i oplandene. Antallet af husdyr blev aggregeret på bedriftsniveau. SE-nummeret blev anvendt som bedriftsniveau. Antal dyreenheder pr. ha. blev beregnet på baggrund af blokkort samt markplaner for 2004. Inddeling af husdyr i undergrupper ses i tabel 1.

CHR angiver kun antallet af dyr i 1-4 grupper for hver ejendom (for fjerkræ kun 1). En model til omregning fra antal dyr på ejendomsniveau til DE er derfor udviklet. På landsplan afviger modellen i forhold til DE opgjort af Danmarks Statistik med ca. 1 procent for hhv. kvæg og svin. Afvigelserne på ejendomsniveau vil være større hvorfor usikkerheden på oplandet omkring Limfjorden vurderes til at være 2-4 procent. For slagtekyllinger og mink er oplysningerne i CHR ikke optimale til beregninger af DE pga. varierende kvalitet i data. Her er der i visse tilfælde foretaget justeringer omkring det aktuelle produktionsniveau.

N-belastninger blev beregnet på baggrund af gødningsregnskaber samt opgørelser over indkøb af handelsgødning for 2004. Inddeling af N-belastninger i undergrupper ses i tabel 2.

Tabel 2. *N-grupper*

Gruppe	Beskrivelse
N-husdyr	Normproduktion
N-handel	Indkøbt N, handelsgødning
N-total	Normproduktion + handelsgødning – afsat husdyrgødning
N i gødningsregnskab	Total N der indgår i gødningsregnskabet
N total udbragt	N i gødningsregnskab + handelsgødning

De indledende analyser viste, at fjerkræproduktion kun er repræsenteret i et Loop-opland, medens mink slet ikke forekommer. Desuden er Loop oplandene forholdsvis små og der er kun relativt få bedrifter, som har jord indenfor Loop-oplandene. Sidst har mange bedrifter kun en meget lille del af deres jord indenfor oplandene.

De to yderlige oplande i Nord- og Sønderjylland har en relativ høj tæthed af DE fjerkræ pr. ha. Der er flest fjerkræ i oplandet Vestehimmerland. Desuden er der her en meget høj tæthed af kvæg. Oplandet I Sønderjylland er derimod karakteriseret ved en høj tæthed af fjerkræ samt af svin. Desuden er der i begge områder bedrifter med mink-produktion.

På grundlag af disse analyser, er det valgt at gennemføre de videre analyser for oplandet i Nordjylland, herefter kaldet Vesthimmerland. Oplandet afgrænses mod øst af Sebbesund og Nibe bredning, mod nord af Aggersund, mod vest af Løgstør og Risgaarde bredning samt mod syd af Farsø og Aars (se bilag 4).

Bilag 2. Afbrænding af husdyrgødning - Drifts- og samfundsøkonomiske analyser (Fødevareøkonomisk Institut)

Kurt Hjort-Gregersen og Johannes Christensen

1. Indledning

Beregningerne gennemføres for tre scenarier:

1. Gårdanlæg hvor der afbrændes 5.200 tons årligt af en blanding af fjerkrægødning (90 pct.) og minkgødning (10 pct.).
2. Decentralt kraft-varmeanlæg, hvor der afbrændes 9.000 tons årligt af en blanding af fjerkrægødning (90 pct.) og minkgødning (10 pct.).

Anlæggets samlede energiproduktion svarer til 25.000 tons halm. De 9.000 tons gødning substituerer energimæssigt 3.350 tons halm.

3. Større centralt anlæg til afbrænding af ca. 60.000 tons gødning årligt. Heraf 9.000 tons fjerkrægødning (90 pct.) og minkgødning (10 pct.).

Det skal indledningsvis påpeges, at der er stor usikkerhed i datafastsættelsen for sådanne anlæg, da der ikke er noget dansk erfaringsgrundlag at bygge på. Det har heller ikke været muligt at fremskaffe detaljerede oplysninger fra udlandet.

For en beskrivelse af de centrale forudsætninger henvises til følgende:

- Teknisk beskrivelse vedr. forbrænding af husdyrgødning. Notat udarbejdet af Tore Hulgaard, Rambøll Danmark A/S med specifikation af anlæg og forbrændingsforudsætninger. (Bilag 2.A.)
- Effekter af afbrænding af husdyrgødning på forbrug af handelsgødning og på udvaskning af kvælstof. Notat fra Villy Jørgensen. (Bilag 2.B.)

- Effekt af afbrænding af mink- og fjerkrægødning på drivhusgasemissioner. Notat fra Jørgen E. Olesen, Danmarks JordbrugsForskning. (Bilag 2.C.)
- Miljøkonsekvenser ved afbrænding af husdyrgødning – scenarieanalyse for et udvalgt opland. Notat udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser. (Bilag 1.)
- Rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning, juni 2005.

De detaljerede forudsætninger vil fremgå af tekst og tabeller.

2. Scenarier og referencer

Fjerkræ- og minkbesætninger må selv i husdyrtætte områder antages at overholde harmonikravene, så der i udgangssituationen tilføres gødning fra maksimalt 1,4 DE pr. ha. Da disse gødningstyper er ret fosforrige, vil der ved en sådan tilførsel ske en overdosering på ca. 100 pct. med fosfor i forhold til planternes behov. Fjernes 50 pct. af gødningsmængden fra bedriften, vil der således efterfølgende være fosforbalance under forudsætning af samme husdyrproduktion.

Ser man på et større område, kan behovet for fjernelse af fast gødning sagtens være større alt andet lige. Er der overskudsgylle i forhold til fosforforsyningen kunne denne fordeles inden for området, hvis en større mængde fast gødning fjernes og så at sige giver plads for gyllen.

Nogle fjerkræ- og minkbesætninger har et relativt lille areal i forhold til produktionens størrelse, og de vil derfor skulle etablere gødningsaftaler. Ved at fjerne mere end halvdelen af gødningen vil disse bedrifter, såfremt lovgivningen tilpasses, kunne blive fritaget for at lave gødningsaftaler i så stort et omfang. Det vil i nogle områder være en betydelig fordel og mindske risikoen for fremtidige afsætningsproblemer.

I tabel 1a er vist tal for en afbrænding af 5.200 tons fjerkræ- og minkgødning svarende til produktionen fra 1.000 DE (eller 2.000 DE hvis kun halvdelen af gødningsproduktionen afbrændes). Tallene for 9.000 tons gødning (svarende til 1.730 DE eller 3.460 DE når kun halvdelen afbrændes) fremgår af tabel 1b og 1c. Som reference er antaget, at gødningen transporteres ud af det husdyrtætte område til et planteavlsområde med lille husdyrbestand og udbringes på markerne. Herved vil der være en række ekstraomkostninger primært til transport. Der antages en transportafstand på 100 km ved både 5.200 og 9.000 tons. I mod-

tageområdet sikres, at P-normen ikke overskrides, og der er derfor behov for 1.520 ha til udspreddingen af 5.200 tons gødning og 2.630 ha til de 9.000 tons. Det forudsættes i alle tilfælde, at det drejer sig om et kornsædskifte.

Tabel 1a. Gårdscenarie, forudsætningsskema

	Reference	Afbrænding
Modtageområdet for gødning		
Fjerkrægødning, tons	4.680	
Minkgødning, tons	520	
Gødning i alt, tons	5.200	
Modtageareal, ha	1.520	
Sparet handelsgødning, kg N	47.369	
Sparet handelsgødning, kg P	33.436	
Sparet handelsgødning, kg K	69.680	
Aske fra afbrænding		
Ton aske		480
Kg P i aske		33.436
Kg K i aske		69.680
Varmeenergi fra afbrænding		
Varmeenergi produceret, GJ		22.381
Varmeenergi udnyttet, 75 pct.		16.758
Reduktion af emissioner (afbrænding – reference)		
CO ₂ , ton pr. år (fortrængning af fyringsolie)		1.240
Metan, ton CO ₂ ækv. pr. år		88
Lattergas, ton CO ₂ ækv. pr. år		1.248
CO ₂ reduktion fra sparet dieselolie, ton pr. år		55
Nox, ton pr. år		-2,9
SO ₂ , ton pr år		-0,8
Reduktion i ammoniakfordampning, ton N pr. år		22
Nedgang i N udvaskning, ton pr. år		27,4

Det er forudsat at emissionskravene til affaldsforbrænding er overholdt

Tabel 1b. KV - scenarie, forudsætningskema

	Reference	Afbrænding
Modtageområdet for gødning		
Fjerkrægødning, tons	8.100	
Minkgødning, tons	900	
Gødning i alt, tons	9.000	
Modtageareal, ha	2.630	
Sparet handelsgødning, kg N	81.985	
Sparet handelsgødning, kg P	57.870	
Sparet handelsgødning, kg K	120.600	
Aske fra afbrænding		
Ton aske		680
Kg P i aske		57.870
Kg K i aske		120.600
Varmeenergi fra afbrænding		
Sparet halmmængde, tons halm		3.345
Sparet omkostning til køb af halm, 1.000 kr.		1.338
Reduktion af emissioner (afbrænding – reference)		
CO ₂ , ton pr. år, (da halm er CO ₂ neutralt)		0
Metan, ton CO ₂ ækv. pr. år		152
Lattergas, ton CO ₂ ækv. pr. år		2.160
CO ₂ reduktion fra sparet dieselolie, ton pr. år		74
Nox, ton pr. år		-5
SO ₂ , ton pr år		-0,8
Reduktion i ammoniakfordampning, ton N pr. år		38
Nedgang i N udvaskning, ton pr. år		47,4

Det er forudsat at emissionskravene til affaldsforbrænding er overholdt

Tabel 1c. Storskalascenarie, forudsætningskema

	Reference	Afbrænding
Modtageområdet for gødning		
Fjerkrægødning, tons	8.100	
Minkgødning, tons	900	
Gødning i alt, tons	9.000	
Modtageareal, ha	2.630	
Sparet handelsgødning, kg N	81.985	
Sparet handelsgødning, kg P	57.870	
Sparet handelsgødning, kg K	120.600	
Aske fra afbrænding		
Ton aske		680
Kg P i aske		57.870
Kg K i aske		120.600
Varmeenergi fra afbrænding		
Varmeenergi produceret, GJ ¹⁾		56.000
Reduktion af emissioner (afbrænding – reference)		
CO ₂ , ton pr. år, naturgas fortrænges, 57 kg. CO ₂ /GJ		3.192
Metan, ton CO ₂ ækv. pr. år		152
Lattergas, ton CO ₂ ækv. pr. år		2.160
CO ₂ reduktion fra sparet dieselolie, ton pr. år		52
Nox, ton pr. år ²⁾		-1
SO ₂ , ton pr år ²⁾		-0,8
Reduktion i ammoniakfordampning, ton N pr. år		38
Nedgang i N udvaskning, ton pr. år		47,4

¹⁾ Varmeproduktionen er beregnet for fluid bed teknologi med kondensering, og er oplyst af Tore Hulgaard, Rambøll.

²⁾ Der er ikke foretaget forbrændingstekniske beregninger for fjerkrægødning og minkgødning. Men fluid bed teknologien giver lave værdier for NOx og SO2. Meget taler derfor for, at emissionerne vil være mindre eller lig med emissionerne i KV-scenariet, forudsat at fluid bed teknologi kan anvendes til afbrænding af disse gødningstyper. Ifølge Tore Hulgaard, Rambøll kan NOx emissionerne således reduceres til 20 % i forhold til KV-scenariet.

I tabellerne er anført, hvor store mængder handelsgødning husdyrgødningen substituerer i modtagelandet. Det er endvidere anført, hvor stor mængde ammoniakfordampning og hvor

stort et ekstra nedsivningstab, der vil være i modtageområdet. Disse tal kan fortolkes som en miljømæssig gevinst ved i stedet at afbrænde husdyrgødningen.

Endvidere er anført konsekvenser for udslip af metan og lattergas samt CO₂ reduktion i forbindelse med afbrændingen. Sidstnævnte afhænger af, hvilke brændsler der substitueres. Ved gårdanlægget antages, at der substitueres olie og at 75 pct. af varmeenergien vil kunne udnyttes ved produktion af 2.000 DE kyllinger og opvarmning af tre beboelsesejendomme. Ved kraft-varme scenariet substitueres halm og der kan derfor ikke regnes med nogen CO₂ gevinst her. Ved det store anlæg antages, at der substitueres naturgas og at varmen udnyttes 100 pct. Der må i alle scenarier regnes med et udslip af kvælstofoxid og svovldioxid ved afbrændingen.

Den producerede mængde energi afhænger af den tekniske løsning. Ved gårdanlægget og kraft-varme anlægget er forudsat riste-anlæg uden røggaskondensering, som vil være relativt dyrt at etablere. I det store anlæg er forudsat fluid bed teknologi og kondensering af røggassen, og der opnås her et større energiudbytte.

Ved afbrænding i godkendte anlæg udledes (røggrensning forudsat) hovedparten af kvælstofindholdet som frit kvælstof, som ikke giver miljømæssige gener. Udledning af NO_x og SO₂ er inden for affaldsforbrændingsbekendtgørelsens grænseværdier. Gødningens indhold af fosfor (P) og kalium (K) genfindes i asken sammen med forskellige tungmetaller. Der kan tænkes forskellige måder at anvende asken på. I analyserne forudsættes, at asken leveres til gødningsindustrien, hvor næringsstofferne udtrækkes og omsættes som handelsgødning. Ifølge oplysninger fra Kemira skal der dog ikke regnes med nogen høj pris og den vil formentlig svare nogenlunde til transportomkostningerne ved at bringe asken fra forbrændingsanlægget til forarbejdningsanlægget. (Personlig meddelelse, Jens Lund Pedersen, Kemira) I kraft-varme scenariet vil asken være en blandingsaske. Det er antaget, at dette ikke påvirker udnyttelsesmuligheder i gødningsindustrien, og der er anvendt samme beregningsmodel som for de øvrige scenarier.

Det er meget usikkert, hvor stor en del af næringsstofferne der kan udnyttes ved direkte udspreddning på marken, og der må påregnes problemer med indhold af tungmetaller. I så fald er afsætning til deponi et alternativ.

3. Anlægsinvesteringer og driftsudgifter

Anlægsinvesteringerne afhænger af, om anlægget skal opfylde kravene til anlæg, der forbrænder affald eller de mindre strenge krav til biomassefyrede anlæg. Som udgangspunkt er regnet med, at bekendtgørelsen om affaldsforbrænding skal opfyldes, men specielt ved mindre anlæg, kan der måske tænkes lempede krav og betydningen for økonomien er derfor be-
lyst.

Det ses, at både anlægsinvesteringer og de løbende driftsudgifter ved små anlæg er betydelige i forhold til et stort anlæg. Både for investeringerne og de årlige driftsudgifter betyder det relativt meget, om man skal opfylde kravene til affaldsforbrænding, eller man kan nøjes med at opfylde de mindre strenge biomassekrav.

Tabel 2. Anlægsinvesteringer og årlige driftsudgifter, 1.000 kr.

	Gårdanlæg		KV-anlæg ¹⁾		Stort anlæg
	5.200 tons		9.000 tons		60.000 tons
	Affaldskrav	Biomassekrav	Affaldskrav	Biomassekrav	Affaldskrav
Anlægsinvestering	21.000	14.000	20.000	10.000	85.000
Årlige driftsudgifter	1.500	1.200	900	700	4.000
- heraf bemanding og vedligehold	1.000	880	600	500	3.200
- forbrugsstoffer og energi	500	320	300	200	800

¹⁾: Beregnet som tillæg til etablering og drift af større halmfyr.

Kilde: Tore Hulgaard, Rambøll.

Det store anlæg er det samme som forudsat i rapporten fra juni 2005 og er blandt andet fastlagt ud fra erfaringer gjort under forarbejdet til Måbjergværket, hvilket også forklarer den valgte anlægsstørrelse.

4. Driftsøkonomiske analyser

I tabel 3, 4 og 5 er vist resultater af de driftsøkonomiske beregninger af lønsomheden ved forbrænding målt i forhold til referencen; fjerntransport og anvendelse som gødning. Beregningerne er foretaget for et gennemsnitsår, uden særlig hensyntagen til inflation og beskatning.

Analyserne dækker det samlede system. Der er således ikke taget hensyn til organisatoriske forhold. Fx vil et stort anlæg sandsynligvis være ejet af et selskab, hvor udbytte til landmændene vil være i form af betaling for gødningen og eventuelt en andel af overskuddet. Selv gårdanlægget vil næppe heller være i enkeltmandseje, men drevet af en kreds af producenter (naboer), der samarbejder om afbrændingen. Det er trods alt de færreste producenter, der råder over 5.200 tons fjerkræ- og minkgødning.

Tabel 3. Gårdscenarie, lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1.000 kr. årligt

	Reference	Afbrænding
Værdi af varme 16.758 GJ a 97,6 kr. (75 pct. udnyttet) ¹⁾		1.632
Værdi af aske 33,4 t P a max 1.000 kr.		33
Gødningsværdi udn. 47,4tN a 4.500 + 33,4tP a 9.200 + 69,6tK a 2.900	722	
Indtægter i alt	722	1.665
Forrentning og afskrivning 21 mio., 20 år, 6 pct. p.a.		1.831
Driftsudgifter		1.500
Transport af aske, 100 km, 480 t a 49,6 kr./t		24
Overdækning af markstak 5.200 t a 2 kr.	10	
Transport af gødning 5.200 t a 49,6 kr./t, 100 km	258	
Udkørsel af gødning 5.200 t a 17 kr./t	88	
Omkostninger i alt	356	3.355
Resultat	366	-1.690
Lønsomhed afbrænding, affaldskrav		-2.056
Lønsomhed afbrænding, biomassekrav		-1.145

¹⁾ 4.640 Mwh a 350 kr. + 15 Mwh a 800 kr. = 16.758 GJ a 97,6 kr. (fyringsolie til drift og privat er anvendt som reference).

Tabel 4. KV-scenarie, lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1000 kr. årligt

	Reference	Afbrænding
Besparelse ved halmkøb 3.345 t a 400 kr.		1.338
Værdi af aske 57,8 t P a max 1.000 kr.		58
Gødningsværdi udnyttet 722/5200*9.000	1.250	
Indtægter i alt	1.250	1.396
Forrentning og afskrivning 20 mio. kr., 20 år, 6 pct. p.a.		1.744
Driftsudgifter		900
Transport til forbrænding, 25 km, 9.000 t a 19,3 kr.		174
Transport af aske, 100 km, 680 t a 49,6 kr.		34
Overdækning af markstak 9.000 t a 2 kr.	18	
Transport af gødning 9.000 t a 49,6 kr., 100 km	446	
Udkørsel af gødning 9.000 t a 17 kr.	153	
Omkostninger i alt	617	2.852
Resultat	633	-1.456
Lønsomhed afbrænding, affaldskrav		-2.089
Lønsomhed afbrænding, biomassekrav		-1.017

Tabel 5. Tilnærmet storskala - scenarie, lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1.000 kr. årligt. Forudsætninger ved fluid bed teknologi anvendt

	Reference	Afbrænding
Værdi af varmeproduktion, 56.000 GJ a 55,6 kr. ¹⁾		3.114
Værdi af aske 57,8 t P a max 1.000 kr.		58
Gødningsværdi udnyttet 722/5.200*9.000	1.250	
Indtægter i alt	1.250	3.172
Anlæg og drift forbrændingsanlæg. 9.000 t a 184 kr. ²⁾ 3)		1.656
Transport til forbrænding, 50 km, 9.000 t a 28,9 kr.		260
Transport af aske, 100 km, 680 t a 49,6 kr.		34
Overdækning af markstak 9.000 t a 2 kr.	18	
Transport af gødning 9.000 t a 49,6 kr., 100 km	446	
Udkørsel af gødning 9.000 t a 17 kr.	153	
Omkostninger i alt	617	1.950
Resultat	633	1.222
Lønsomhed afbrænding, affaldskrav		589

¹⁾ Forudsætning: Fluid bed teknologi og røggaskondensering.

Kilde: Tore Hulgaard, Rambøll.

²⁾ Driftsomkostning pr. ton hentet fra rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning.

³⁾ Driftsomkostningerne skal forhøjes lidt for udstyr til håndtering sammenblanding af fjerkræ og minkgødning.

De specifikke prisforudsætninger fremgår af tabellerne. Forrentning og afskrivning af anlægsinvesteringerne er beregnet som en annuitet over 20 år og med 6 pct. rente. Så lang en levetid for anlægget vil forudsætte, at der af de løbende driftsudgifter kan afholdes visse re-investeringer og større vedligeholdelsesarbejder. Generelt er der stor usikkerhed om de samlede anlægsomkostninger.

Af tabel 3 (gårds scenarie) ses, at der er betydelig negativ lønsomhed ved at afbrænde gødningen i forhold til referencen. Kan man nøjes med at opfylde biomassekravene forbedres lønsomheden markant, men er dog fortsat negativ med et underskud på ca. 1,1 mio. kr. årligt.

Energiudnyttelsen er beregnet ud fra varmebehovet til 2.000 DE slagtekyllinger samt 3 beboelser og udgør 75 pct. af den producerede energi. Dette må givetvis betegnes som et maksimum om end lokale forhold vil være afgørende.

Der er regnet med fuld betaling for gødningen i referencen svarende til værdien af den handelsgødning, der substitueres. Selvom alle omkostninger til transport, lagring og udbringning er afholdt kan værdisætningen diskuteres. Værdien i markedet svinger meget. I nogle tilfælde kan ikke opnås betaling og i andre tilfælde noget nær fuld betaling. Det drejer sig her om hønsegødning, som formentlig vil være lettere at afsætte end gylle.

Der er regnet med, at asken kan afsættes til oparbejdning for en pris svarende til 1 kr. pr. kg P. Tages der hensyn til transportomkostninger bliver der kun et beskedent overskud på denne del.

I tabel 4 er vist resultatet for kraft-varme scenariet. Generelt ses det samme negative billede som for gårdanlægget, og forskellen mellem affaldskrav og biomassekrav er også omkring 1 mio. kr. årligt i favør af de mindre restriktive regler for afbrænding af biomasse. Målt pr. ton gødning afbrændt, er kraft-varme scenariet dog bedre (mindre underskud) end gårdscenariet.

Værdien af den producerede energi er her sat til værdien af den halm som de 9.000 tons gødning substituerer svarende til, at omkostningerne er fastsat som meromkostninger ved at indrette anlægget til gødningsafbrænding i stedet for fyring alene med halm.

Gødningsværdi og alle transport- og udbringningsomkostninger er de samme som i tabel 3 dog med regulering for, at der behandles 9.000 tons gødning i stedet for 5.200 tons.

I tabel 5 er forudsat, at afbrændingen sker i et stort anlæg. Beregningerne gælder for 9.000 tons gødning og det forudsættes derfor, at der til anlægget tilføres andre 51.000 tons. Det kan være fiberfraktionen fra separeret gylle, yderligere hønse- og minkgødning, fast gødning fra gødningsmåtter fra kvæg eller svin og gødning fra heste. Den resterende del af de samlede anlægsomkostninger (51/60) forudsættes dækket ved omsætning af de 51.000 ton gødning. Kan der påregnes de samme omkostnings- og udbytterelationer vil lønsomheden pr. ton gødning være ens ved 9.000 tons og 60.000 tons.

Lønsomheden ved afbrænding er positiv i forhold til referencen, som fortsat er fjerntransport og anvendelse i planteavlen. Når lønsomheden er markant bedre end for de små anlæg i tabel 3 og tabel 4 skyldes det dels, at anlægsomkostningerne pr. ton gødning er markant lavere, dels at energiproduktionen er større og forudsættes udnyttet 100 pct.

Da der er tale om et stort anlæg, er der regnet med en noget længere transportvej for gødningen, 50 km mod 25 km i tabel 4. Lønsomheden ved det store anlæg vil blive forbedret, hvis gødningsværdien i referencen er lavere end antaget. Omvendt vil lønsomheden være ret følsom over for en lavere energiudnyttelse. Er denne fx kun 80 pct. vil lønsomheden ved afbrænding ligge omkring 0.

Der må ved fyring med forskellige gødningstyper i det store anlæg, regnes med ekstraomkostninger specielt til forbehandling af gødningsmætter og hestegødning og større mængder minkgødning. Det vil formentlig være nødvendigt at neddele og i nogle tilfælde tørre gødningen, så den bliver lettere at indfyre.

I tabel 6 er vist følsomhedsanalyser for udvalgte faktorer. Det er afgørende, at den producerede energi kan udnyttes. I grundscenariet er regnet med 75 pct. ved gårdanlægget og 100 pct. ved storskala anlæg. Er energiudnyttelsen kun 50 pct. forringes lønsomheden ved alle anlæg og ved storskala bliver lønsomheden nu også negativ.

Tabel 6. Følsomhedsanalyse, lønsomhed ved ændrede forudsætninger, 1.000 kr.

	Gårdanlæg	KV-anlæg	Storskala anlæg
1. Som i tabel 3, 4 og 5	-2.056	-2.089	589
2. 50 pct. Energiudnyttelse	-2.600	-	-958
3. 50 pct. Gødningsværdi	-1.695	-1.464	1.214
4. ± 10 pct. Anlægsomkostninger	±333	±264	±166

En ringere betaling for gødningen i modtageområdet vil omvendt forbedre lønsomheden i afbrændingsløsningen.

Endelig vil en besparelse i anlægsomkostninger naturligvis forbedre lønsomheden. For at skaffe balance ved gårdanlæg og KV-anlæg skal omkostningerne reduceres med henholdsvis 60 og 80 pct., alt andet lige.

Det generelle billede er således, at storskala anlægget er det eneste, hvor der er mulighed for positiv økonomi. Ved de to øvrige skal der betales en rimelig stor behandlingsafgift, henholdsvis 395 kr. og 232 kr. pr. ton gødning for at opnå balance – svarende til 2.050 henholdsvis 1.200 kr. pr. DE.

Det skal understreges, at det i ovenstående beregninger er forudsat, at der ikke opkræves affaldsafgift (330 kr. pr. ton gødning indfyret minus asken) og affaldsvarmeafgift (12,9 kr. pr. GJ svarende til ca. 80 kr. pr. ton gødning).

Ved gårdanlægget vil en affaldsafgift forringe lønsomheden med yderligere 1.558 tkr. og ved KV-anlæg og storskalaanlæg med 2.746 tkr. Lønsomheden i storskalaanlægget bliver herefter negativt med 2.157 tkr. Det må konkluderes, at affaldsafgiften generelt virker prohibitivt.

En fastholdelse af affaldsvarmeafgift (men bortfald af affaldsafgiften) vil også forringe lønsomheden, men naturligvis ikke så meget. Ved storskalaanlægget forringes lønsomheden med 720 tkr. til -131 tkr.

Muligheden for en positiv lønsomhed ved det store anlæg skal herefter ses i sammenhæng med økonomien i referencen, hvor der i grundscenariet er regnet med fuld betaling for gødningen og 100 km transportafstand. Disse to forudsætninger kan variere meget i praksis, og som det er vist i tabel 6 kan de få afgørende indflydelse på lønsomheden ved afbrænding.

5. Samfundsøkonomiske analyser

I tabellerne 7, 8 og 9 er vist resultaterne af de samfundsøkonomiske analyser. Disse viser den samfundsmæssige nytteværdi ved afbrænding af gødningen. Beregningerne er gennemført med 2005 prisniveau. Der er alene lavet samfundsøkonomiske analyser for anlæg, hvor affaldsforbrændingsdirektivet er opfyldt.

Tabel 7. Gårdscenarie, Samfundsøkonomisk lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1.000 kr. årligt

	Reference	Afbrænding
Udnyttet varmeenergi fra afbrænding (16.758 GJ x 90 kr./GJ x 1,17) ¹⁾		1.765
-Forvridningstab afgiftsprovenu gasolie (16.758 x 6,77 x 0,2) ²⁾		-23
Salgsværdi af aske, (33 x 1,17)		39
Gødningsværdi husdyrgødning (722 x 1,17)	845	
Værdi af CO ₂ reduktion, 120 kr./ton CO ₂ ækv. (2.631 x 120)		316
-Værdi af øget NO _x emission (60 kr./kg)		-174
-Værdi af øget SO ₂ emission (40 kr./kg)		-32
Værdi af reduceret ammoniakfordampning (8 kr./kg)		176
Værdi af reduceret N-udvaskning (20 kr./kg N)		548
Indtægter i alt	845	2.615
Forrentning og afskrivning investering (1.831x 1,17)		2.142
Driftsudgifter forbrændingsanlæg (1.500 x 1,17)		1.755
Transport af aske (480 x 45,3 x 1,17)		25
Overdækning af markstak (10 x 1,17)	12	
Transport af gødning 5200 x 45,3 x 1,17	276	
Udkørsel af gødning (5200 x 16,4 x 1,17)	100	
Forvridningstab merforbrug el (500 Mwh = 1.800 GJ x 100 x 0,2) ²⁾		-36
Forvridningstab sparet dieselolie (742 GJ x 81,69 x 0,2) ²⁾		12
Omkostninger i alt	388	3.898
Resultat	457	-1.283
Samfundsøkonomisk lønsomhed afbrænding, affaldskrav		-1.740

¹⁾ Der er anvendt en faktorpris for værdi af varmeproduktion, 90 kr./GJ.

²⁾ Typiske afgiftssatser for gasolie, dieselolie og elektricitet er anvendt (Energistyrelsen).

Der anvendes samfundsøkonomiske priser. Det vil sige faktorpriser uden afgifter. Faktorpriserne ganges med 1,17 for at udtrykke værdien for husholdninger af de anvendte faktorer til alternativ produktion af forbrugsgoder. Der indregnes forvridningstab ved tab af afgiften svarende til 20 pct. af afgiftsprovenuet.

De fleste samfundsmæssige omkostninger kan således beregnes ved at gange de driftsøkonomiske omkostninger med 1,17, med mindre disse er afgiftsbelagt som fx transportomkostningerne. Her skal afgiften først trækkes ud.

Tabel 8. KV - scenarie, Samfundsøkonomisk lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1.000 kr. årligt

	Reference	Afbrænding
Besparelse ved halmkøb, (1.338 x 1,17)		1.556
Salgsværdi af aske, (58 x 1,17)		68
Gødningsværdi husdyrgødning (1.250 x 1,17)	1.463	
Værdi af CO ₂ reduktion, 120 kr./ton CO ₂ ækv. (2.386 x 120)		286
-Værdi af øget NO _x emission (60 kr./kg)		-300
-Værdi af øget SO ₂ emission (40 kr./kg)		-32
Værdi af reduceret ammoniakfordampning (8 kr/kg)		304
Værdi af reduceret N-udvaskning (20 kr./kg N)		948
Indtægter i alt	1.463	2.830
Forrentning og afskrivning investering (1.744 x 1,17)		2.041
Driftsudgifter forbrændingsanlæg (900 x 1,17)		1.053
Transport af gødning til afbrænding 9.000 x 18,4 x 1,17		194
Transport af aske (680 x 45,3 x 1,17)		36
Overdækning af markstak (18 x 1,17)	21	
Transport af gødning (9.000 x 45,3 x 1,17)	477	
Udkørsel af gødning (9.000 x 16,4 x 1,17)	173	
Forvridningstab merforbrug el (360 Mwh = 1.296 GJ x100 x 0,2) ¹⁾		-26
Forvridningstab sparet dieselolie (1003 GJ x 81,69 x 0,2) ¹⁾		16
Omkostninger i alt	792	3.314
Resultat	671	-484
Lønsomhed afbrænding, affaldskrav		-1.155

¹⁾ Typiske afgiftssatser for dieselolie og elektricitet er anvendt (Energistyrelsen).

Tabel 9. Tilnærmet storskalascenarie, Samfundsøkonomisk lønsomhed ved afbrænding i forhold til borttransport og anvendelse som gødning, 1.000 kr. årligt

	Reference	Afbrænding
Varmeenergi fra afbrænding, (56.000 GJ x 45 kr./GJ x 1,17) ¹⁾		2.948
-Forvridningstab afgiftsprovener 56.000 x 56,01 x 0,2) ²⁾		-627
Salgsværdi af aske, (58 x 1,17)		68
Gødningsværdi husdyrgødning (1250 x 1,17)	1.463	
Værdi af CO ₂ reduktion, 120 kr/ton CO ₂ ækv. (5.556 x 120)		667
-Værdi af øget NO _x emission (60 kr./kg) ³⁾		-60
-Værdi af øget SO ₂ emission (40 kr./kg) ³⁾		-32
Værdi af reduceret ammoniakfordampning (8 kr./kg)		304
Værdi af reduceret N-udvaskning (20 kr./kg N)		948
Indtægter i alt	1.463	4.216
Anlæg og drift forbrændingsanlæg (1.656 x 1,17)		1.938
Transport af gødning til forbrænding (9.000 x 27,3 x 1,17)		288
Transport af aske (680 x 45,3 x 1,17)		36
Overdækning af markstak (18 x 1,17)	21	
Transport af gødning (9.000 x 45,3 x 1,17)	477	
Udkørsel af gødning (9.000 x 16,4 x 1,17)	173	
Forvridningstab merforbrug el (290 Mwh = 1.044 GJ x 100 x 0,2) ²⁾		-21
Forvridningstab sparet dieselolie (704 GJ x 81,69 x 0,2) ²⁾		12
Omkostninger i alt	671	2.253
Resultat	792	1.963
Samfundsøkonomisk lønsomhed afbrænding, affaldskrav		1.171

¹⁾ Der er anvendt faktorpris for værdi af varmeproduktion.

²⁾ Typiske afgiftssatser for naturgas, dieselolie og elektricitet er anvendt (Energistyrelsen).

³⁾ Efter oplysning fra Tore Hulgaard, Rambøll, er NO_x emissionen sat til 20 % af emissionen ved KV-scenariet. For SO₂ emissionen er der anvendt max samme emissioner som i KV – scenariet, da der ikke er foretaget forbrændingstekniske beregninger for storskalascenariet.

Ved fastlæggelse af prisniveauet er der taget udgangspunkt i Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen april 2005 med tilhørende appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Heri findes også vejledende priser for fastlæggelse af de benefits, som projektet medfører i form af CO₂ reduktion og ændringer i NO_x og SO₂. Den anvendte varmepris ved gårds scenariet er beregnet ud fra

markedsprisen for brændselolie. Varmeprisen ved storskala scenariet er fastsat ud fra naturgaspris.

Værdien af reduceret N-udvaskning er fastlagt ud fra gennemsnitlige omkostninger ved virkemidler i VMP II (FØI rapport 169, Økonomisk slutevaluering af Vandmiljøplan II). Tilsvarende er værdien af reduceret ammoniakfordampning fastsat ud fra gennemsnitlige omkostninger ved tiltag i ammoniakhandlingsplanen (Olesen, J.E. et al.: Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets emission af drivhusgasser, DJF-rapport nr. 48, 2001). I denne rapport er tillige præsenteret beregninger for tiltag til reduktion af ammoniakemission.

Der er ikke forudsat forvriddingstab ved øget afgiftsprovener fra affalds- og affaldsvarmeafgift. Den driftsøkonomiske analyse viste klart, at specielt affaldsafgiften virker prohibitivt for driften af forbrændingsanlæg og forudsætningen om, at begge afgiftstyper er bortfaldet, er derfor opretholdt i de samfundsøkonomiske analyser.

Der er en række forskellige eksternaliteter, der ikke er prissat. Det gælder fx ændringer i niveauet for lugtgener og gener fra transport. Disse forhold har det ikke været muligt at kvantificere. Endvidere er der ikke taget hensyn til eventuelle ændringer i beskæftigelse. Endelig er effekten af ændringer i jordens kulstofindhold ikke inddraget i analysen.

Resultaterne af de samfundsøkonomiske beregninger, som de fremgår af tabellerne 7, 8 og 9 udviser samme tendens som de driftsøkonomiske beregninger. Ved afbrænding i storskala anlæg opnås dog en positiv samfundsøkonomi, modsat driftsøkonomien, som stadig er negativ. .

Af tabel 7 og tabel 8 fremgår, at anlægsomkostninger fortsat er hovedårsagen til den ringe lønsomhed. Værdi af reduceret CO₂ reduktion, der omfatter såvel forbrændingen som ækvi-valenterne fra metan og lattergas vægter en del. I KV-scenariet indregnes alene metan og lattergas, da der er tale om biomassefortrængning uden CO₂ effekt. Øget NO_x og SO₂ emission indgår som en omkostning. Med de anvendte samfundsøkonomiske priser for emissionerne, vil det dog formentlig være samfundsøkonomisk lønsomt at reducere disse. (Personlig meddelelse: Tore Hulgaard, Rambøll.)

Værdi af reduceret ammoniakfordampning og N-udvaskning tæller relativt meget i det samfundsøkonomiske regnestykke. Der kan oven i købet argumenteres for, at prisen er relativt lavt sat, da der efterhånden må benyttes virkemidler der er dyrere end de gennemsnitsomkostninger, der her er anvendt.

I storskalascenariet i tabel 9 indgår et relativt stort forvriddningstab vedrørende tabt afgiftsniveau, idet der regnes med naturgasfortrængning. Det giver dog samtidig en relativt stor værdi af CO₂ reduktion. De relativt lave anlægsomkostninger (størrelsesøkonomi) sikrer sammen med værdien af reduceret ammoniakfordampning og N-udvaskning en relativt stor samfundsøkonomisk lønsomhed, forudsat at energien kan udnyttes 100 pct.

Ser man isoleret på CO₂ reduktionsomkostningerne vil de reelt blive negative. Uden CO₂ indtægten er lønsomheden $1.171 - 667 = 504$ tkr. Da CO₂ reduktionen udgør 5.556 tons vil der være en lønsomhed på nul ved en CO₂ reduktionspris på -91 kr. pr. tons. Altså udtryk for en samfundsøkonomisk gevinst som virkemiddel ved CO₂ reduktion, hvor det normale bilde ofte er betydelige omkostninger.

Følsomhedsanalyserne i tabel 10 tager alene udgangspunkt i det store anlæg. Konsekvenserne for de øvrige to anlæg kommenteres, hvor det er relevant.

Tabel 10. Følsomhedsanalyser for storskalascenarie, samfundsøkonomisk lønsomhed ved ændrede forudsætninger, 1.000 kr.

1. Som i tabel 9	1.171
2. 75 pct. Energiudnyttelse	495
3. Fortrængning af biomasse	433
4. Forhøjet pris på N-udledning	2.498

En lavere energiudnyttelse, fx på grund af vanskeligheder med at udnytte varmen om sommeren, påvirker lønsomheden negativt. Ved omkring 75 pct. vil lønsomheden ligge omkring 500 tkr. Ved 50 pct. energiudnyttelse vil lønsomheden være omkring nul. Fortrængning af biomasse (flis) reducerer lønsomheden med ca. 740 tkr. Det skyldes primært, at prisen for flisvarme er noget lavere.

Endelig betyder en forhøjet pris på N-udledning (18 kr. pr. kg N for ammoniaktab og 40 kr. pr. kg N for reduceret N-udvaskning) en væsentlig forbedring af den samfundsøkonomiske lønsomhed. Det vil det naturligvis også gøre ved de øvrige scenarier. Gårdscenariet vil dog fortsat have negativ lønsomhed, men ved KV-scenariet vil lønsomheden blive positivt med 173 tkr.

6. Diskussion af resultater

Hovedkonklusionen på analysen er, at der næppe ved afbrænding i selv større anlæg kan forventes driftsøkonomisk lønsomhed, hvorimod der ville kunne opnås samfundsøkonomisk lønsomhed. Såvel anlægsomkostningerne som de løbende driftsudgifter målt pr. ton afbrændt gødning er ganske enkelt for store for de små anlæg. Dette skyldes ikke mindst kravene i affaldsforbrændingsdirektivet, hvor fx den løbende monitoring for at sikre mod udslip til det omgivende miljø er næsten lige så dyrt for et lille som for et stort anlæg.

Der er kun udført beregninger for ét stort anlæg (60.000 tons). Det er ikke givet, at det er den optimale størrelse, som i øvrigt vil afhænge af mulighederne for energiførsætning, oplandsstørrelse, gødningstæthed, transportomkostninger m.v. Der er en lang række uafklarede problemer på alle disse områder, som må klarlægges efterhånden, som der etableres et erfaringsgrundlag. Der er dog nogenlunde sikkerhed for, at gårdanlæg ikke er en relevant størrelse.

Der er betydelig usikkerhed omkring mange af forudsætningerne i analysen, men den peger i samme retning som de erfaringer, der er gjort i England. I brev, som arbejdsgruppen har modtaget fra Energy Power Resources Ltd, et firma der ejer og driver 5 store forbrændingsanlæg, hedder det: "In conclusion it will be very difficult for small scale units less than, say, 10 MW thermal to operate economically under this new legislation without a flexible gate fee". Altså med mindre der betales en behandlingsafgift kan økonomien ikke løbe rundt ved de små anlæg.

Et større anlæg må forventes at gøre det muligt ikke alene at afbrænde fibre fra gylleseparering og relativt tør hønsegødning, men også andre faste gødninger som i beskaffenhed er mere uhomogene. Det drejer sig om gødningsmætter fra svine- og kvægbesætninger og hestegødning, fx fra stutier. Der må givetvis regnes med visse meromkostninger til behandling af sådanne gødninger (neddeling, opblanding og måske tørring) ligesom energiøkonomien kan være ringere. Sådanne meromkostninger vil sandsynligvis kun kunne afholdes ved større anlæg, hvor der er vist økonomisk råderum. Eventuelt sammen med at der be-

tales en behandlingsafgift, som dog bør minimeres af hensyn til husdyrholdets konkurrenceevne.

Et stort anlæg kan være vanskeligere at få placeret og organiseret end små anlæg med få beslutningstagere og lokal energiafsætning.

Det er meget afgørende for økonomien, at anlægget får en opkobling til en energiaftager, så den producerede energi kan afsættes. Dvs. der skal kunne kobles til et fjernvarmenet eller anden storftager af varme. Det vil også være nødvendigt selvom der laves kraft-varme, idet kun ca. 1/3 af energien omsættes til el.

Netop afsætning af energien kan forventes at skabe betydelige vanskeligheder for afbrænding af husdyrgødning. Ifølge notat fra Energistyrelsen synes mulighederne for under den nuværende energiforsyningspolitik at kunne afsætte større varmemængder meget begrænsede mange år ud i fremtiden, idet der så at sige ikke findes ledige fjernvarmemarkeder.

De eneste muligheder synes at være tilsatsfyring i større biomassefyrede kraft-varmeværker eller i de store biomassefyrede kraftværker. Der er ved Slagelse Kraft-varmeværk gjort forsøg med fyring med piller fremstillet af husdyrgødning og her dokumenteret en effekt i relation til at mindske slaggedannelsen fra halmfyring. Kan dette perspektiv udvikles, kan det tænkes at have interesse for de større biomassefyrede kraft-varmeværker og kraftværker.

De økonomiberegninger, der er foretaget for tilsatsfyring i et KV-anlæg, viste en dårlig lønsomhed på grund af betydelige meromkostninger til indretning af anlægget. Ved de store kraftværker, der fyrer med biomasse kan det tænkes at sådanne meromkostninger ikke vægter så meget, som vist i rapportens eksempel. Det skal dog understreges, at der ikke i denne sammenhæng er gennemført analyser, der kan underbygge sådanne antagelser.

Det må forventes, at etableringen af et større anlæg til gødningsafbrænding vil være en krævende og langvarig proces af mindst samme dimensioner som etablering af et biogasfælsanlæg.

I de analyser, der er foretaget, er forudsat fjerntransport og afsætning til planteavlsejendomme som reference. Det er ikke givet, at dette vil være en reel mulighed i alle tilfælde. Reduktion af husdyrholdet i området kan da blive en nødvendighed, hvis kravene til næringsstofafsætning og håndtering skal kunne opfyldes. Det kan medføre betydelige omkostninger og tab af arbejdspladser. Der henvises til Working Paper 04/2004 fra FØI, Økonomi-

ske analyser af virkemidler til reduktion af næringsstofbelastningen i Ringkøbing Fjord og til rapporten af 1. juni, hvor der er foretaget konkrete beregninger.

Afbrænding kan ske i kombination med andre gødningsbehandlingsteknologier. Fx et biogasfællesanlæg med efterfølgende separation og afbrænding af fiberfraktionen. Herved vil man kunne udnytte flere af næringsstofferne og den mængde fiber, der skal afbrændes, vil være langt mindre end ved direkte afbrænding af de faste gødninger.

Videngrundlaget om gødningsafbrænding er beskedent i Danmark. Inden der bygges store kapitalkrævende anlæg vil der være behov for forsøg i mindre skala, til afklaring af de mest påtrængende forbrændingstekniske problemer for forskellige gødningstyper. De første anlæg må bygges som demonstrationsanlæg, hvor det er muligt at indsamle alle tekniske, økonomiske og organisatoriske erfaringer, så der kan opnås et grundlag for at etablere en effektiv innovationsproces.

Bilag 2.A: Teknisk beskrivelse vedr. forbrænding af husdyrgødning (Rambøll)

Tore Hulgaard

Introduktion

Nærværende notat har til formål at foretage en indledende gennemgang af de vigtigste forbrændingstekniske og miljømæssige forhold i forbindelse med energiudnyttelse af husdyrgødning ved forbrænding.

Endvidere belyses to konkrete anlægsstørrelser ved gennemgang af tekniske og økonomiske forhold.

Det understreges at de indgående talværdier for udlægning, emissioner og økonomi - trods den tilsyneladende præcision - er grove estimater, som har til formål at give indikationer af størrelsesorden, hvilket den eventuelle efterfølgende anvendelse heraf bør afspejle.

Myndighedskrav

Af rapport fra Arbejdsgruppen fra det tværministerielle udvalg (af 1. juni 2005) og møde hos Landbrugets Rådgivning 15. sept. fremgår, at det er Miljøstyrelsens opfattelse, at husdyrgødning generelt betragtes som affald, når det forbrændes.

Det betyder, at anlæg skal etableres og drives efter de ganske strenge krav, der gælder for affaldsforbrændingsanlæg.

Der kan ikke udelukkes, at husdyrgødning visse andre steder i Europa betragtes som biomasse i forbindelse med energiudnyttelse. Det er her uklart om det gælder i alle forhold eller om det fx alene gælder i forbindelse med tilskud til el-produktion og ikke nødvendigvis de teknisk/miljømæssige krav.

Det er i teorien en mulighed, at myndighederne/lovgiverne frafalder kravet om, at energiudnyttelsen skal ske som for affald, og at anlæg i stedet skal indrettes og drives som biomassefyrede anlæg.

Derfor gennemgås de vigtigste krav til såvel affaldsforbrændingsanlæg og biomasseanlæg.

Krav til affaldsforbrændingsanlæg

Krav til indretning og drift af affaldsforbrændingsanlæg findes i: Miljøministeriets bekendtgørelse nr 162 af 11/03/2003, ”Bekendtgørelse om anlæg, der forbrænder affald” (som er baseret på EU-direktiv 2000/76/EC af 4 December 2000 om forbrænding af affald).

Heri stilles bl.a. krav om at røggassen har mindst 2 sekunders opholdstid ved mindst 850°C efter sidste indblæsning af forbrændingsluft, og temperaturen i efterforbrændingskammeret skal være mindst 850°C før indfyring af affald må finde sted. Det stiller derved krav til indretningen af fyrrum, styring af forbrændingsprocessen og fyring med olie/biomasse under opstart.

Desuden er der strenge krav til emissioner, ikke bare NO_x, men også CO, støv, HCl, SO₂, tungmetaller mm. Ved forbrænding af husdyrgødning vil det som følge af gødningens indhold af aske, klorid og svovl være nødvendigt med et effektivt støvfilter og formentlig en egentlig rensning for HCl og SO₂ (chlorid bliver for en væsentlig del til HCl og svovl bliver for en væsentlig del til SO₂). Eksempelvis vil halmfyrede anlæg uden røggasrensning normalt ikke kunne overholde affaldsforbrændingsbekendtgørelsens krav til HCl-emission.

Derudover er der i bekendtgørelsen krav om kontinuerlig måling af emissioner og stikprøvemålinger.

I tabel 1 nedenfor præsenteres væsentlige luftemissionskrav for affaldsforbrændingsanlæg og biomassefyrede anlæg i den relevante størrelse.

Kravene til affaldsforbrændingsanlæg gælder uanset størrelsen. Der er dog særlige regler for anlæg, som medforbrænder affald, herunder biomasse og affald. I så fald kan det indebære en væsentlig lempelse for en del af røggaskomponenterne i forhold til affaldskrav.

Tabel 1

Luftemissionsgrænseværdier

Emissionsgrænseværdier	Affaldsforbrændingsanlæg DK 2003 og EU-Direktiv, 2000 mg/Nm ^{3*}	Træ Luftvejledningen af 2001 For anlæg med indfyret effekt 1- 50 MW	Halm Luftvejledningen af 2001 For anlæg med indfyret effekt 1- 50 MW
		mg/Nm ^{3**}	mg/Nm ^{3**}
Støv	10 (K)	40	40
TOC	10 (K)	i.g.	i.g.
HCl	10 (K)	i.g.	i.g.
HF	1 (K)	i.g.	i.g.
SO ₂	50 (K)	i.g.	i.g.
NO _x	200 (K)	300	300
CO	50 (K)	625	625
Tungmetaller	0,5 ¹⁾ (S)	i.g.	i.g.
Cd + Tl	0,05 (S)	i.g.	i.g.
Hg	0,05 (S)	i.g.	i.g.
PCDD/PCDF TEQ	0,1 ng/Nm ³ (S)	i.g.	i.g.

* v. 11% O₂, tør røggas.

** v. 10% O₂, tør røggas.

ig Ingen grænseværdi.

1) Σ9 = Sb+As+Pb+Co+Cr+Cu+Mn+V+Ni

K Kontinuerlig måling, krav er døgnmiddelværdi

S Stikprøvemåling

Krav til biomassefyrede anlæg

Biomassefyrede anlæg skal indrettes og drives i henhold til bestemmelserne i luftvejledningen, Begrænsning af luftforurening fra virksomheder (Vejledning fra miljøstyrelsen Nr. 2 2001).

Kravene heri er betydeligt lempeligere end krav til affaldsforbrændingsanlæg, som det ses af tabel 1, hvor kravene for anlæg med indfyret effekt 1-50 MW indfyret effekt er anført.

For træflisfyrede anlæg på 0,12 til 1 MW indfyret effekt er kravene lempeligere end for 1-50 MW anlæg. For de mindre anlæg bør det inden anskaffelse sikres, at de kan overholde følgende emissionsgrænseværdier:

Støv = 300 mg/normal m³ tør røggas ved 10% O₂.

CO = 500 mg/normal m³ tør røggas ved 10% O₂.

Der er for biomassefyrede anlæg i modsætning til affaldsforbrændingsanlæg ikke krav til opholdstid og temperatur af røggassen i ovn/kedel.

Der er heller ikke krav til kontinuerlig måling af emissioner.

Skorstenshøjden bestemmes som for affaldsforbrændingsanlæg ved en OML-beregning.

Forbrændingstekniske egenskaber af husdyrgødning

Tabel 2 giver en oversigt over vigtige forbrændingstekniske data for husdyrgødning og biomasse.

Tabel 2

Forbrændingstekniske data for husdyrgødning sammenlignet med træflis og halm.

Parameter	Enhed	Fjerkræ	Mink	Træflis (frisk, våd)	Halm
TS	%	48	25	55	85
Aske	% af TS	20	20	1	5
Brændværdi af brændbart (tør, askefri)	MJ/kg	18,45	18,45	18,75	18,5
Effektiv brændværdi (vådt brændsel)	MJ/kg	5,8	1,9	9,1	14,6
	kWh/kg	1,6	0,5	2,5	4,0
Kulstof	% af VS	45-48	45-48	48	50
Kulstof	% af våd vægt	17,7	9,2	28	40

Parameter	Enhed	Fjerkræ	Mink	Træflis (frisk, våd)	Halm
Chlorindhold	% af våd vægt	(0,5)	(0,2)	(0,010)	(0,300)
N-indhold	% af våd vægt	1,87	0,93	0,06	0,3
Svovlindhold	% af våd vægt	(0,2)	0,32	(0,020)	(0,020)
Brintindhold	% af våd vægt			3,4	4,7
Iltindhold	% af våd vægt			23,5	34
Fosfor	kg/ton våd vægt	5,5	8,5		
Kalium	kg/ton våd vægt	13,8	5,3		
Cadmium	g/ton våd vægt	0,37	0,07		
Kviksølv	g/ton våd vægt				
Bly	g/ton våd vægt	0,96	0,86		
Nikkel	g/ton våd vægt	5,46	0,61		
Krom	g/ton våd vægt	1,82	0,42		
Zink	g/ton våd vægt	178	373		
Kobber	g/ton våd vægt	32	16		

(): tal i parentes er gæt, som er forudsætninger for efterfølgende estimater vedrørende røggassens sammensætning.

Det fremgår af tabellen, at den effektive brændværdi af fjerkrægødning er lav sammenlignet med halm og våd træflis (tør træflis har stort set brændværdi som halm). Årsagen er det høje indhold af vand og aske. Minkgødning minder i sammensætning mere om slam end om de andre brændsler. Det skyldes især det lave tørstofindhold.

Tabel 3

Groft overslag over energiudbytte, røggasmængde og røggassens sammensætning

Parameter	Enhed	Fjerkræ	Mink	Træflis (frisk, våd)	Halm
Forbrændingsproces					
luftoverskud, O ₂ -indhold	%, tør	10	10	10	10
Røggasmængde, våd	Nm ³ /kg	4,3	2,8	5,7	7,9
Termisk virkningsgrad	%	80	65	85	90
El og varmeproduktion	MJ/kg	4,6	1,2	7,7	13,1
	kWh/kg	1,29	0,33	2,15	3,64
Ved kraftvarme					

Parameter	Enhed	Fjerkræ	Mink	Træflis (frisk, våd)	Halm
cm, forhold mellem el og varme produktion		0,33	0,33	0,33	0,33
El-produktion	kWh/kg	0,32	0,08	0,53	0,90
Varmeproduktion	kWh/kg	0,97	0,25	1,62	2,74
Ekstra varme potentiale ved røggaskondensering	kWh/kg	0,40	0,50	0,40	0,15
Røggassens sammensætning før rensning					
Vanddamp	%	22	39	17	10
Forureningskomponenter (ref. tør røggas, 10% O ₂)					
Støv (halvdelen af askeindhold)	mg/Nm ³	14.000	15.000	600	3.000
SO ₂	mg/Nm ³	600	1.900	40	30
HCl	mg/Nm ³	1.200	900	20	340
NO _x	mg/Nm ³	50-400	50-400	100-400	100-400

For støv, SO₂, HCl er som grundlag anvendt estimer for brændslets indhold af henholdsvis aske, svovl og chlor. Der er regnet med at halvdelen af askeindholdet tages ud i kedlen, at halvdelen af S-indholdet og 20% af chlorindholdet bindes af asken i kedlen. Udskilningsgraderne er sandsynligvis på den forsigtige side og kan være større på konkrete anlæg.

Det fremgår, at der kræves betydelig rensning for støv for at overholde krav, og hvis affaldskrav antages, kræves tillige betydelig rensning for SO₂ og HCl. I det følgende regnes med, at omtrent halvdelen af HCl og SO₂ indholdet udskilles med asken i et partikelfilter, selvom der ikke tilsættes absorbent. Resten skal tages med absorbenttilsætning. Det bruges bl.a. ved opgørelse af forbrug af absorbent til røggasrensning.

Hvad angår NO_x, afhænger dannelsen primært af betingelser i ovnen. Her giver fluidbed ofte lave værdier, fordi forbrændingstemperaturen kan holdes passende lav.

Andre typer fyringsanlæg kan også producere ganske lave NO_x værdier. Fx blev der i starten af 1990'erne etableret nogle kyllingemøgfyrede kraftproducerende anlæg i England (leverandør Aalborg Industries, hvor undertegnede var ansat dengang). Der foreligger ikke skriftlige rapporter fra den tid, men fra hukommelsen noteres, at NO_x emissionen herfra i lange periode var væsentligt under den grænseværdi, som gælder i forbrændingsbekendtgørelsen.

Tørre brændsler med deraf følgende høj brændværdi har større tendens til at danne NO_x, fordi forbrændingstemperaturen naturligt bliver ganske høj. Det gælder specielt, hvis brændslet samtidigt er meget kvælstofholdigt (som husdyrgødning). Skulle NO_x-dannelsen være for høj er deNO_x-anlæg dog ikke i sig selv ødelæggende for anlæggets rentabilitet - forudsat en vis anlægsstørrelse. Den består i sin enkelthed af ammoniakinddysning i ovnen med dertil hørende styring. Katalysator er normalt ikke nødvendig for at overholde forbrændingsbekendtgørelsen.

Teknik

Den lave brændværdi af fjerkrægødning i forhold til halm og træflis stiller forholdsvis store krav til indretning og drift af ovn/kedel. Det gælder især, hvis der er variationer i fugtindhold i forhold til ovenstående specifikation. Det forventes at det vil kunne forbrændes på en rist under anvendelse af betydelig luftforvarmning og muligvis udmuring af ovn/første del af kedel. Det vil især være påkrævet, hvis affaldskrav gælder med krav om min. 850°C i 2 sek. Støttefyring under drift kan også blive påkrævet for at overholde dette krav, hvis brændværdien er meget lav.

På grund af den lave brændværdi vil det antagelig forbrændingsteknisk være en fordel at blande fjerkrægødning med fx tør flis.

Minkgødning vil i den sammenhæng skulle blandes effektivt med det øvrige brændsel for at det kan forbrændes. Ellers vil det næppe opnå tilstrækkelig udbrænding.

Risteteknologien er fx anvendt på de ovenfor nævnte anlæg i England, idet kyllingemøg blev blæst ind på risten/i ovnrummet.

Fluidbedteknik er også principielt en mulighed. Princippet fungerer ved at varmt sand i ovnen holdes svævende i en luftstrøm, hvorved det opfører sig stort set som væske (fluidiserer). Brændslet tilføres og brænder i bedden, således at sandet optager varmen. På grund af den store masse af sand bliver forbrændingstemperaturen forholdsvis lav (typisk 850-900 °C).

Denne teknologi er erfaringsvis følsom overfor høje indhold af alkalimetaller (natrium og kalium) i brændslet, idet de kan give lave askesmeltemarkter. Ved tilstrækkelig lave askesmeltemarkter er der risiko for at sandbedden sintrer sammen, så ovndriften må standses. Halm er kendt som kritisk i den forbindelse, først og fremmest på grund af kaliumindhold.

Af analysen af fjerkrægødning i tabel 1 ses et forholdsvis højt kaliumindhold, som gør agt-pågivenhed nødvendig i forbindelse med fluidbedforbrænding.

ORC Scandinavia anvender efter det oplyste fluidbedteknologi. Nis Krogh oplyser, at et kraftvarmeproducerende fluidbedanlæg for fjerkrægødning med kapacitet 10.000 ton/år kræver investeringer i størrelsesorden 30-50 mio.kr for komplet anlæg inkl. turbine. Vi er dog ikke bekendt med længerevarende driftserfaringer med fjerkrægødning i fluid-bed.

Envikraft leverer mindre, ristefyrede anlæg og har erfaringer med forbrænding af affald under gældende affaldskrav, herunder animalske rester. Kapacitet af Envikrafts anlæg er op til ca. 30 GJ/h svarende til ca 5 t/h fjerkrægødning). Husdyrgødning indgår i specifikationen i visse af leverancerne.

Weiss og Reka oplyser, at de ikke har erfaringer med forbrænding af husdyrgødning i deres ristefyrede anlæg. Weiss og Reka har leveret mindre affaldsforbrændingsanlæg i Grønland. Disse har dog ikke skullet leve op til affaldskravene i alle henseender.

Aalborg Energie Teknik henviser til Aalborg Industries erfaringer med forbrænding på rist, idet nøglepersoner og teknologi nu er overført til Aalborg Energie Teknik.

Derudover kan nævnes forgasningsteknologi, fx ved Danish Fluid Bed Technology. Denne teknologi må dog betragtes som værende på udviklingsstadiet.

Teknologieksempler

Arbejdsgruppen har opstillet to teknologieksempler:

- Gårdanlæg: Der afbrændes 5.200 tons gødning pr. år, heraf 90 % fjerkræ og 10 % minkgødning..
- Kraftvarme: Der afbrændes ca. 9.000 tons gødning pr. år, igen 90 % fjerkræ og 10 % mink i et decentralt halmfyret kraftvarmeværk, hvor gødningen erstatter ca. 20 % af 25.000 tons halm på årsbasis. Halm er valgt, fordi halmaske kan anvendes på markerne, og derfor formentlig også sammen med aske fra husdyrgødning.

Gårdanlæg

Gårdanlægget for biomassekrav omfatter simple modtage-, oplagrings- og transportsystemer, ovn (med rist) med kedel og støvfilter og tilhørende bygning. Ved affaldskrav kræves forbedret styring af indfødning, ovnfunktion, forbedret udmuring og luftforvarmning for at overholde kravet om 2 sek. opholdstid ved 850 °C og CO-krav. Støttefyring er nødvendig under opstart og i perioder under drift for at forhindre at temperaturen falder under 850°C. Desuden kræves forbedret røggasrensning med fx dosering af hydratkalk for at fjerne HCl og SO₂, og der kræves emissionsmåling og tilhørende rapporteringssystemer.

Som udlægningsdata anvendes:

Gårdanlæg	Enhed	Data
Indfyret mængde	t/år	5.200
Driftstid	timer/år	5.200
Kapacitet	ton/h	1,0
Fjerkrægødning	%	90
Mink	%	10
Indfyret effekt, fjerkrægødning	GJ/h	5,23
Indfyret effekt, mink	GJ/h	0,19
Indfyret effekt i alt	GJ/h	5,41
	MW	1,5
Energioutput, kedel	MW	1,2
	MWh/år	6.217

Der etableres røggasrensning i det omfang, det er nødvendigt for at overholde krav til henholdsvis affaldsforbrændingsanlæg og biomassefyrede anlæg. På det grundlag opstilles nedenstående grove estimater for emissioner.

Emissioner		Affaldskrav	Biomassekrav
		Gårdanlæg	Gårdanlæg
Indfyret, gødning	Ton/år	5.200	5.200
Andel fjerkrægødning	%	90	90
Andel minkgødning	%	10	10
Indfyret effekt	GJ/år	28.158	28.158
Reference	% O ₂ , tør	11	10

Emissioner		Affaldskrav	Biomassekrav
		Gårdanlæg	Gårdanlæg
Røggasmængde, tør, ref. O2	Nm ³ /kg	3,67	3,18
Emissioner, ved ref. O2			
Støv	mg/Nm ³	10	40
HCl	mg/Nm ³	10	600
SO ₂	mg/Nm ³	40	400
NO _x	mg/Nm ³	150	250
CO	mg/Nm ³	40	300
CH ₄	mg/Nm ³	< 10	< 100
N ₂ O	mg/Nm ³	< 10	< 100
CO ₂	g/Nm ³	168	194
Emissionsfaktor			
Støv	g/GJ	7	23
HCl	g/GJ	7	352
SO ₂	g/GJ	27	235
NO _x	g/GJ	102	147
CO	g/GJ	27	176
CH ₄	g/GJ	< 10	< 60
N ₂ O	g/GJ	< 10	< 60
CO ₂	kg/GJ	114	114
Massestrømme, emissioner			
Støv	kg/år	190	660
HCl	kg/år	190	9.900
SO ₂	kg/år	760	6.600
NO _x	kg/år	2.900	4.100
CO	kg/år	760	5.000
CH ₄	kg/år	< 300	< 1.700
N ₂ O	kg/år	< 300	< 1.700
CO ₂ (CO ₂ -neutralt)	ton/år	3.200	3.200

Opmærksomheden henledes på, at CO₂ fra forbrænding af produkter af biologisk oprindelse som husdyrgødning sædvanligvis anses for CO₂-neutrale og derfor ikke medregnes ved emissionsopgørelser.

Nedenfor opstilles grove estimer for forbrug af, støttefyring, el og absorbent (hydratkalk eller natrium bikarbonat, NaHCO₃) samt produktion af aske og røggasrensingsrestprodukt.

Forbrug og produktion		Affaldskrav Gårdanlæg	Biomassekrav Gårdanlæg
Forbrug:			
Hydratkalk eller bikarbonat	ton/år	60	0
El	kWh/år	500.000	400.000
Støttefyring	GJ/år	2.000	1.000
Produktion			
Aske	ton/år	480	480
Røggensrestprodukt	ton/år	100	0
Sum, faste restprodukter	ton/år	600	500

Asken kan være såvel bundaske som flyveaske, som fanges i støvfilteret. Dette vil i så fald være blandet med røggasrensingsrestprodukt. Det er dog ikke nødvendigvis et problem i forbindelse med anvendelse til jordbrugsformål, hvis absorbenten alene har været hydratkalk.

Decentral kraftvarme

Ved biomassekrav udføres ovnrum for indfødning af husdyrgødning, så det indfødtes jævnt i forhold til den øvrige biomasse. Desuden skal der være systemer til modtagelse, vejning, rengøring og lagring og evt. blanding af fjerkrægødning og minkgødning samt systemer til udskillelse og håndtering af en større askemængde.

Ved affaldskrav kræves forbedret styring af indfødning og ovnfunktion og forbedret udmuring mm. for at overholde kravet om 2 sek. opholdstid ved 850 °C og emissionskrav for CO. Desuden kræves forbedret røggasrensning med fx dosering af absorbent for HCl og SO₂, og der kræves emissionsmåling og tilhørende rapporteringssystemer.

Som udlægningsdata anvendes:

Basis, kraftvarme	Enhed	Data
Kraftvarmeværk, halm	t/år	25.000
Driftstid	timer/år	6.500
Kapacitet	ton/h	3,8
	GJ/år	364.281
	MW	15,6
Energi virkningsgrad	%	85
Energiudbytte	GJ/år	309.639
	MWh/år	86.011
el-produktion	MWh/år	21.341
varmeproduktion	MWh/år	64.670

Kraftvarme med gødning	Enhed	Data
Indfyret, gødning	ton/år	9.000
Fjerkrægødning	%	90
Mink	%	10
Brændværdi, husdyrgødning	GJ/ton	5,41
Indfyret effekt, fjerkrægødning	GJ/år	47.067
Indfyret effekt, mink	GJ/år	1.667
Indfyret effekt i alt	GJ/år	48.735
	% af tot	13
Halmmængde, som erstattes	ton/år	3.345

Det ses, at de 9.000 ton husdyrgødning erstatter ca. 3.300 ton halm. Det er en væsentligt lavere mængde end husdyrgødning, fordi anlæggets kapacitet bestemmes af indfyret effekt, som beregnes som brændværdi gange indfyret mængde. Høj brændværdi resulterer derfor i en relativt lille mængde.

Der etableres røggasrensning i det omfang, det er nødvendigt for at overholde krav til henholdsvis affaldsforbrændingsanlæg og biomassefyrede anlæg. På det grundlag opstilles nedenstående grove estimater for emissioner. Til sammenligning anføres de tilsvarende emissioner ved den halmfyring, som husdyrgødning erstatter.

		Affaldskrav husdyrgødning	Biomassekrav husdyrgødning	Biomassekrav Halm
Indfyret, gødning	ton/år	9.000	9.000	3.345
Fjerkrægødning	%	90	90	0
Mink	%	10	10	0
Indfyret effekt i alt	GJ/år	48.735	48.735	48.735
Reference O ₂ , tør basis	%	11	10	10
Røggasmængde, tør, ref. O ₂	Nm ³ /kg	3,67	3,18	7,09
Emissioner, ved ref. O ₂				
Støv	mg/Nm ³	5	20	20
HCl	mg/Nm ³	5	400	150
SO ₂	mg/Nm ³	25	200	30
NO _x	mg/Nm ³	150	250	250
CO	mg/Nm ³	20	100	100
CH ₄	mg/Nm ³	< 1	< 1	< 1
N ₂ O	mg/Nm ³	< 1	< 1	< 1
CO ₂	g/Nm ³	168	194	209
Emissionsfaktor				
Støv	g/GJ	3	12	10
HCl	g/GJ	3	235	73
SO ₂	g/GJ	17	117	15
NO _x	g/GJ	102	147	122
CO	g/GJ	14	59	49
CH ₄	g/GJ	< 1	< 1	< 1
N ₂ O	g/GJ	< 1	< 1	< 1
CO ₂	kg/GJ	114	114	102
Massestrømme, emissioner				
Støv	kg/år	170	570	470
HCl	kg/år	170	11.000	3.600
SO ₂	kg/år	830	5.700	710
NO _x	kg/år	5.000	7.200	5.900
CO	kg/år	660	2.900	2.400
CH ₄	kg/år	< 30	< 30	< 20
N ₂ O	kg/år	< 30	< 30	< 20
CO ₂ (CO ₂ -neutralt)	ton/år	5.500	5.500	5.000

Nedenfor opstilles grove estimater for forbrug af, støtrefyring, el og absorbent (hydratkalk eller natrium bikarbonat, NaHCO₃) samt produktion af aske og røggasrensingsrestprodukt.

Opgørelserne af foretaget som forøgelse i forhold til halmfyring i samme anlæg og med samme indfyrede energimængde.

Forbrug og produktion, kraftvarme		Affaldskrav Husdyrgødning	Biomassekrav husdyrgødning	Biomassekrav Halm
Forbrug:				
hydratkalk eller bikarbonat	ton/år	40	0	0
El	kWh/år	360.000	180.000	0
Støttefyring	GJ/år	500	0	0
Produktion				
Aske	ton/år	680	680	0
Røgrensrestprodukt	ton/år	70	0	0
Sum, faste restprodukter	ton/år	760	660	0

Økonomi

Arbejdsgruppen har opstillet to scenarier. Der opstilles nedenfor grove overslag for etableringsomkostninger, og koncepterne kommenteres kort.

Det konkrete anlæg kan være såvel dyrere som billigere som følge af ønsker til konceptet, leverandørens erfaring, automatiseringsgrad, anvendelse af anerkendte fabrikater mv. Det kan også få betydning for slutprisen, at der i en vis udstrækning er tale om nyudvikling.

Derudover opstilles overslag for drifts og vedligeholdsbudgetter. Der regnes her med følgende basisdata:

Drifts og vedligeholdsbudget, basisdata		
Hydratkalk	kr/ton	1.000
el (produktion og forbrug)	kr/kWh	0,4
Støttefyring	kr/GJ	60
Bortskaffelse af restprodukt	kr/ton	100
Vedligehold, gårdanlæg	%	2
Vedligehold, kraftvarme	%	1,5
Bemanding, gårdanlæg	Mand	2
Bemanding, kraftvarme	Mand	1
	Tusind	
Mandskabspris	kr/mand	300
Salg af varme	kr/MWh	200

Gårdanlæg

Der afbrændes 5.200 tons gødning pr. år, heraf 90 % fjerkræ og 10 % minkgødning. Den indfyrede mængde er 1 t/h, hvilket med 5.200 driftstimer svarer til indfyret effekt på 1,5 MW. Der forudsættes et ristefyret anlæg.

Overslag, gårdanlæg, mio.kr.	Affaldskrav	Biomasse- krav
Overslag	21	14

Prissætningen ved biomassekrav er lidt over tilsvarende halmfyret anlæg på grund af husdyrgødningens lave brændværdi, som formentlig kræver luftforvarmning og udmuring af ovnrøm, og fordi der skal være systemer til blanding af fjerkrægødning og minkgødning samt systemer til udskillelse og håndtering af en større askemængde.

Etableringsomkostningerne (og idriftsættelse med referencemålinger mv.) af måleudrustning er næppe under 1 mio. kr. Dertil kommer betydelige omkostninger til løbende servicering, referencemålinger og stikprøvemåling for tungmetaller og dioxin.

Samlet set betyder det, at man i tilfælde af affaldskrav skal op på en vis anlægsstørrelse, for at der opnås rentabilitet afhængig af alternative afsætningsmuligheder. Et gårdanlæg på ca. 5000 ton/år kan være under den grænse.

Groft overslag for drifts og vedligeholdsbudget:

Drifts og vedligeholdsbudget, tusind kr/år	Affaldskrav	Biomassekrav
Omkostninger		
hydratkalk eller bikarbonat	60	0
El	210	170
Støttefyring	120	60
Produktion		
Sum, faste restprodukter	60	50
Bemanding	600	600
Vedligehold	400	280
Sum omkostninger	1.500	1.200

Drifts og vedligeholdsbudget, tusind kr/år	Affaldskrav	Biomassekrav
Indtægter		
Salg af varme	1.200	1.200
Sum drifts og vedligeholdsbudget	-300	0

Dec. kraftvarme

Kraftvarmeanlægget er i sig selv ganske dyrt, antagelig 120-150 mio.kr ved halmfyring og noget billigere ved flisfyring. Overslagene præsenteres her som tillæg til etableringsomkostningen, hvis et nyt anlæg fra starten ønskes udrustet for fyring med husdyrgødning.

	Tillæg, gødning ved af- faldskrav	Tillæg, gødning ved bio- masse- krav
Overslag, kraftvarmeværk, mio.kr.		
Overslag	20	10

Prissætningen omfatter de ombygninger, der er nævnt under teknologiafsnittet.

For kraftvarmeproduktion fornemmes erfaringsvis en indfyret effekt omkring 15 MW at være i underkanten af det rentable.

Drifts og vedligeholdsbudget er regnet som tillæg i forhold til den tilsvarende fyring med halm, idet dog halmen ikke er prissat.

Drifts og vedligeholdsbudget, tusind kr/år	Affaldskrav	Biomassekrav
Omkostninger		
hydratkalk eller bikarbonat	40	0
El	140	70
Støttefyring	30	0
Produktion		
Sum, faste restprodukter	80	70
Bemanding	300	300

Drifts og vedligeholdsbudget, tusind kr/år	Affaldskrav	Biomassekrav
Vedligehold	300	210
Sum omkostninger	900	700
Indtægter		
Salg af el	0	0
Salg af varme	0	0
Sum		
drifts og vedligeholdsbudget	-900	-700

Videre arbejde

Det bør undersøges nærmere om asken fra forbrænding af husdyrgødning vil overholde krav til anvendelse til jordbrugsformål. Det forventes at bioaskebekendtgørelsen vil være retningsgivende.

Yderligere overslag og drifts og vedligeholdsbudget vil være påkrævet for komme nærmere det optimale koncept med hensyn til størrelse, teknologi og brændselsblanding.

Bilag 2.B. Effekter af afbrænding af husdyrgødning på forbrug af handelsgødning og på udvaskning af kvælstof (Danmarks JordbrugsForskning)

Villy Jørgensen

Forudsætninger og resultater

Der skal fjernes 4680 tons fjerkrægødning og 520 tons minkgødning fra et område for at opfylde de opstillede forudsætninger om en maksimal tilførsel af fosfor fra husdyrgødning på 22 kg fosfor pr. ha.

Husdyrgødningen tilføres et modtageareal på 1.520 ha, som dyrkes med korn. I et alternativt scenarium afbrændes husdyrgødningen. Afbrænding får følgende konsekvenser for modtagearealet:

- En mertilførsel af kvælstof i handelsgødning på 47.369 kg, 31 kg pr. ha.
- En reduceret udvaskning af kvælstof på 27.440 kg, 18 kg kvælstof pr. ha.
- En mertilførsel af fosfor i handelsgødning på 33.440 kg, 22 kg fosfor pr. ha.
- En mertilførsel af kalium i handelsgødning på 69.680 kg, 46 kg kalium pr. ha.

Næringsstoffer i fjerkræ og minkgødning

	Tørstof %	N %	N kg	N udnyttet	P %	P kg	K %	K kg
Fjerkræ 4.680 tons	48	2,1	98.280	44.226	0,62	29.016	1,43	66.924
Mink 520 tons	25	0,93	4.836	3.143	0,85	4.420	0,53	2.756
I alt			103.116	47.369		33.436		69.680

Iflg. Plantedirektoratets vejledning skal der udnyttes 45 pct. af kvælstoffet i fjerkrægødning (dybstrøelse) og 65 pct. af kvælstoffet i minkgødning (fast gødning), (N-udn.).

Udbytte- og gødningsnormer

	Forfrugtsværdi	Udbyttенorm	N-norm	P-norm	K-norm
Vårbyg	0	57	123	22	55

Udbytte- (hkg pr. ha.) og gødningsnormer (kg pr. ha.). Jordtype: Sandblandet ler (JB 5-6) (Plantedirektoratets udbytte- og N-norm samt vejledende normer for P og K)

Referencescenarium

Ved fordeling af husdyrgødningen må P-normen ikke overskrides. Dette medfører, at der som minimum kræves et areal med vårbyg på 1.520 ha til fordeling af husdyrgødningen.

Med denne tildeling af husdyrgødning vil der samtidigt blive tilført 31 kg kvælstof pr. ha, som skal udnyttes. Til opfyldelse af kvælstofnormen skal der yderligere tilføres 92 kg kvælstof pr. ha.

I alt skal der tilføres 139.591 kg kvælstof med handelsgødning.

Udvaskning

Der kalkuleres med udvaskning af 45 pct. af tilført organisk kvælstof i husdyrgødning og 30 pct. af kvælstof tilført med handelsgødning og ammoniumkvælstof i husdyrgødning.

Udvaskning af N fra husdyrgødning	i alt 41651 kg, 27,4 kg pr. ha.
<u>Udvaskning af N fra handelsgødning</u>	<u>i alt 41877 kg, 27,6 kg pr. ha.</u>
<i>I alt</i>	<i>83528 kg, 55 kg pr. ha.</i>

Yderligere:

Tilførsel af K fra handelsgødning	<i>13.920 kg, 9,2 kg pr. ha.</i>
Tilførsel af N fra handelsgødning	<i>139.591 kg, 92 kg pr. ha</i>
Tilførsel af P fra handelsgødning	<i>0 kg, 0 kg pr. ha.</i>

Alternativt scenarium

Hvis husdyrgødningen afbrændes skal der i alt tilføres 186.960 kg kvælstof med handelsgødning. Den samlede udvaskning kan nu estimeres til 56088 kg kvælstof, 37 kg kvælstof pr. ha.

Afbrænding medfører således en nedgang i udvaskningen på 18 kg kvælstof pr. ha (33 pct.) med de anvendte forudsætninger, hvor tilførsel af husdyrgødning var begrænset af den vejledende norm for fosfor, 22 kg fosfor pr. ha for vårbyg. Dette svarer til en reduktion i udvaskningen på ca. 5 kg kvælstof pr. ton gødning, som blev afbrændt.

Tilførsel af K fra handelsgødning, i alt	<i>83.600 kg, 55 kg pr. ha.</i>
Tilførsel af P fra handelsgødning, i alt	<i>33.440 kg, 22 kg pr. ha.</i>

Bilag 2.C. Effekt af afbrænding af mink- og fjerkrægødning på drivhusgasemissioner (Danmarks JordbrugsForskning)

Jørgen E. Olesen

Udnyttelsen af total-N i fast gødning ab lager antages at være 45% for fjerkrægødning (dybstrøelse) og 65% fra minkgødning (svarende til anden gødning). Dette indebærer, at der ved afbrænding skal erstattes med handelsgødning svarende til henholdsvis 45 og 65% af total-N i fjerkræ og minkgødning. Det forudsættes, at der benyttes ammoniumnitrat. Med udgangspunkt i sammensætningen i tabel 1 fås derfor en handelsgødningsanvendelse på 7,80 og 4,23 kg N pr. ton gødning ved afbrænding af fast gødning fra henholdsvis fjerkræ og mink.

Ammoniakfordampningen fra lagret dybstrøelse fra slagtekyllinger og fra fast minkgødning udgør 15 % af ab stald mængden (Poulsen et al., 2001). Hertil kommer et samlet denitrifikationstab på 10 % under lagringen. Emissionsfaktor for ammoniak gælder for lagre uden overdækning. I henhold til Husdyrgødningsbekendtgørelsens §12 skal lagre af fast husdyrgødning uden daglig tilførsel fra 1. august 2004 overdækkes med kompostdug eller lufttæt overdækning. Den lufttætte overdækning vil være den mest effektiv metode til at reducere ammoniakfordampningen. Da overdækningspraksis ikke kendes forudsættes her, at ammoniakfordampningen reduceres med 50 % ved overdækningen (Poulsen et al., 2001), således at ammoniakfordampningen i stedet udgør 7,5% af total-N. Ammoniakfordampningen fra udbringningen forudsættes at udgøre 10 % af ab lager mængderne for begge gødningstyper. Den samlede emissionsfaktor bliver derfor 15,8 % for begge gødningstyper. Emissionsfaktoren for ammoniak fra handelsgødning sættes til 2%. Det forudsættes, at den gødningen afbrændes inden lagringen, således at der ikke er emissioner af ammoniak og drivhusgasser fra lagringen.

Tabel 1. Forudsætninger for beregning af drivhusgasemissioner fra afbrænding af fast mink og fjerkrægødning.

	Fjerkræ	Mink
Tørstofindhold	48,0 %	25,0 %
Organisk stof	38,4 %	20,0 %
N indhold	2,10 %	0,93 %

Det antages, at 40 % af N i det tilførte faste gødning (efter ammoniakfordampning) tabes ved nitratudvaskning. For handelsgødning forudsættes, at 30 % efter ammoniakfordampning udvaskes. Dette giver samlet et fald i nitratudvaskningen på 4,59 og 1,33 kg N pr. ton gødning ved afbrænding af fast gødning fra henholdsvis fjerkræ og mink.

Ved beregning af metanudledningen fra lagring benyttes en metankonverteringsfaktor på 1% (IPCC, 1997; Mikkelsen et al., 2005). Den maksimale metandannende kapacitet (B_0) for det faste koncentrat sættes til 0,32 for fjerkrægødning og 0,48 for minkgødning. Det forudsættes, at der ved afbrænding af gødningen ikke er nogen oplagring således at drivhusgasemissioner fra lagringen undgås.

Ved beregning af lattergasudledningen fra lagring af gødningen benyttes en emissionfaktor på 0,5 % for fjerkrægødning og 2 % for minkgødning (IPCC, 1997; Mikkelsen et al., 2005). Ved beregning af lattergasudledningen fra udbragt husdyrgødning og fra handelsgødning benyttes i begge tilfælde en emissionsfaktor på 1,25 % (IPCC, 1997; Mikkelsen et al., 2005). Emissionsfaktoren for lattergas fra ammoniakfordampning og nitratudvaskning sættes til henholdsvis 1% og 2,5% (IPCC, 1997; Mikkelsen et al., 2005).

Tilførsel af organisk stof til landbrugsjord bidrager til at opretholde eller øge jordens indhold af kulstof, som dermed netto binder eller frigiver atmosfærisk CO_2 . Med en tidshorisont på 20-30 år kan det skønnes at 20 % af den tilførte kulstofmængde i husdyrgødning vil blive tilbageholdt i jorden (Stemmer et al., 2000). Under antagelse af et kulstofindhold på 50 % i organisk stof fås en kulstoflagring på 38 og 20 kg C pr. ton gødning fra henholdsvis fjerkræ og mink. Denne kulstoflagring vil helt ophøre ved afbrænding af det faste koncentrat. Det skal bemærkes, at det endnu ikke er vedtaget at medtage ændringer i kulstoflagringen i landbrugsjord som en del af de danske Kyoto-mekanismer, og opgørelsen heraf vil kun være relevant hvis dette sker.

Der vil være et energiforbrug til handelsgødningsproduktionen, som sættes til 49 MJ/kg N svarende til udledning af 2,8 kg CO_2 /kg N (Patyk og Reinhard, 1997). Der er desuden en udledning af lattergas fra gødningsproduktionen, som her sættes til 15 g pr. kg N. I moderne gødningsfabrikation kan denne emission af lattergas dog reduceres (Wood og Cowie, 2004). Der kan også argumenteres for, at emissionerne fra produktion af handelsgødning bør udelades af beregningerne, da disse emissioner i de fleste tilfælde ikke vil finde sted i Danmark, men i et andet gødningsproducerende land.

Ved afbrænding af fast gødning antages en netto brændværdi efter korrektion for fordampning af vand på 2,2 GJ/t materiale ved et tørstofindhold på ca. 30% (Henrik B. Møller, Danmarks JordbrugsForskning). Det antages at brændværdien stiger med stigende tørstofindhold således at den sættes til 3,5 GJ/t for fjerkrægødning og 2,0 GJ/t for minkgødning. Især for minkgødningen vil denne brændværdi kunne øges hvis vandet udkondenseres i forbrændingsprocessen. Det forudsættes i beregninger af reduktion i CO₂-emissioner fra afbrænding af gødningen, at energien vil substituere naturgas. Der er her benyttet en emissionsfaktor på 57 kg CO₂/GJ (Energistyrelsen, 2005). Alternativt vil afbrænding af gødningen kunne substituere anden biomasse på centrale/decentrale kraftværker. I dette tilfælde vil der ikke være nogen emissionsgevinst ved afbrændingen.

Resultater

Der opnås et samlet fald i ammoniakfordampningen på 3,15 og 1,38 kg N pr. ton gødning ved afbrænding af gødning fra henholdsvis fjerkræ og mink.

Samlet set opnås en reduktion i drivhusgasemissioner på 351 og 153 kg CO₂-ækv. pr. ton gødning ved afbrænding af henholdsvis fjerkræ og minkgødning (tabel 2). Reduktionen bliver betydeligt større, hvis udledningen fra handelsgødningsproduktionen og kulstoflagringen i jord holdes udenfor, men lille hvis det antages at energien fra afbrændingen af gødningen i stedet erstatter biomassebrændsel. Af disse kilder vil kun lattergas og metan samt energiproduktionen fra afbrændingen umiddelbart indgå i opgørelserne vedrørende den danske Kyoto-forpligtigelse. For disse poster udgør reduktionen i drivhusgasemissionerne 570 og 269 kg CO₂ pr. ton gødning ved afbrænding af henholdsvis fjerkræ- og minkgødning.

Tabel 2. Reduktion i udledning af drivhusgasser (kg CO₂-ækv) fra afbrænding af 1 ton fjerkræ- eller minkgødning. For en række af posterne er der tale om forskellen i udledningen uden og med afbrænding af husdyrgødningen.

	Fjerkrægødning	Minkgødning
Energiproduktion fra forbrændingen	302,0	114,0
Metan fra lagring	17,3	13,5
Lattergas fra lagring	25,6	45,3
Lattergas fra udbringning	154,3	72,9
Lattergas fra ammoniakfordampning	15,4	6,7
Lattergas fra nitratudvaskning	55,9	16,2
Kulstoflagring i landbrugsjorden	-140,8	-73,3
Energi til handelsgødningsproduktion	-21,8	-11,8
Lattergas fra handelsgødningsproduktion	-57,0	-30,9
I alt	350,9	152,7
I alt uden handelsgødningsproduktion	429,7	195,4
I alt uden kulstoflagring i jorden	491,7	226,0
I alt ved substitution af biomassebrændsel	48,8	38,7

Referencer

- Energistyrelsen (2005). Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, København.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Mikkelsen, M.H., Gyldenkerne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. & Sommer, S.G. (2005). Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985-2002. Arbejdsrapport fra DMU Nr. 204.
- Patyk, A. & Reinhardt, G.A. (1997). Düngemittel - Energie- und Stoffstrombilanzen. Braunschweig/Wiesbaden. Vieweg-Verlag.
- Stemmer, M., Roth, K. & Kandeler, E. (2000). Carbon mineralization and microbial activity in a field trial used for ¹⁴C turnover experiments over a period of 30 years. Biol. Fert. Soils, 31, 294-302.
- Wood, S. & Cowie, A. (2004). A review of greenhouse gas emission factors for fertiliser production. IEA Bioenergy Task 38.

Bilag 2.D. Forbrænding af husdyrgødning i relation til jordpriserne (Fødevarøkonomisk Institut)

Johannes Christensen

Jordpriserne i Danmark er relativt høje i forhold til afkastmulighederne i planteavl. Specielt i husdyrtætte områder ses høje jordpriser, der kun kan forklares ved en stor efterspørgsel fra husdyrbedrifterne for at sikre tilstrækkeligt areal til afsætning af husdyrgødningen.

Strukturudviklingen i retning af større enheder drives fortsat af uudnyttede størrelsesøkonomiske fordele i husdyrproduktionen. Det er en nødvendighed for at kunne klare sig i den internationale konkurrence. Dermed bliver der automatisk en øget konkurrence om jorden med overpriser til følge.

En afbrænding af husdyrgødningen vil, hvis det kan ske med en fornuftig lønsomhed, være et virkemiddel, der kan medvirke til at dæmpe jordprisstigningerne, idet efterspørgslen efter jord reduceres, når der ikke længere er brug for så stort et areal.

Ud fra analyserne af de tre anlægsscenarier kan beregnes, hvilken merpris der maksimalt må betales for at forrentningen af jorden balancerer med omkostningerne ved forbrændingsløsningen og dermed også størrelsen af den jordprisdæpende effekt. Der henvises til notatet ”Afbrænding af tørstofrig husdyrgødning med sigte på energiudnyttelse – Drifts- og samfundsøkonomiske analyser”, tabel 3, 4 og 5.

	Gårdanlæg	KV-anlæg	Storskalaanlæg
Resultat	-1.690	-1.456	1.222
- Affaldsvarmeafgift	-288	-534	-720
- Køb af kvælstof	-213	-368	-368
Reguleret resultat, tkr.	-2.191	-2.358	134
Afbrændt gødning, tons	5.200	9.000	9.000
Tilsvar i DE	1.000	1.730	1.730
Reduktion af harmomiareal, ha ved 1,4 DE/ha	714	1.236	1.236
Reguleret resultat, kr. pr. ha	-3.068	-1.908	108

Ækvivalent merpris for jord, kapitaliseret ved 4 pct. rente, kr.	76.700	47.700	-2.700
--	--------	--------	--------

Der tages her udgangspunkt i resultatet af afbrændingen før sammenligning med referencen, da det nu drejer sig om at lokalisere, hvilken merpris for jorden der maksimalt kan betales i oplandet for, at der er balance med afbrændingsløsningen. Med andre ord vil køb af jord, der svarer til harmoniarealet for den fraførte kvælstofmængde, være en alternativ reference. Da motivet for afbrænding i de valgte scenarier er, at harmonikravet i forhold til kvælstof er opfyldt, men at der er et behov for at fjerne fosfor, vil der i jordkøbsreferencen være behov for at indkøbe kvælstofgødning til det harmoniareal, der svarer til den afbrændte gødningsmængde.

Der er således reguleret for betaling af affaldsvarmeafgift og det forhold, at en vis mængde af de næringsstoffer, der forsvinder ved afbrændingen, skal erstattes med handelsgødning.

Gårdanlægget har den dårligste økonomi og ækvivalerer tilsvarende den højeste merpris for jorden 76.700 kr. pr. ha. Tilsvarende har storskalaanlægget en langt bedre økonomi og den ækvivalente merpris for jordpris er tæt på nul. Ind imellem ligger KV-anlægget.

Jordpriserne er som sagt høje i husdyrtætte områder, men varierer i øvrigt ganske meget fra egn til egn. Priser på 125.-175.000 kr. pr. ha er typiske, men der er hørt om priser på 200.-250.000 kr. pr. ha, når det drejer sig om mindre arealer.

Planteavl kan, når arealpræmier er medtaget, betale fra 60 til 100.000 kr. pr. ha og overpriserne ligger derfor fra 25 til 115.000 kr. pr. ha.

Det betyder, at etablering af specielt det store forbrændingsanlæg vil være klart mere fordelagtigt end at betale de nuværende merpriser for jorden for at sikre sig tilsvarende mulighed for at afsætte gødningen. I visse tilfælde, dvs. hvis jordpriserne overstiger 136.700 -176.700 kr. /ha, vil selv det dyre gårdanlæg være fordelagtigt i områder med særligt høje jordpriser.

Der er derfor næppe heller tvivl om, at især de mest lønsomme forbrændingsanlæg vil have en begrænsende effekt på jordprisernes meget høje niveau i forhold til afkastmulighederne i planteavl.

For den enkelte landmands beslutningstagen spiller det naturligvis ind, at en investering i jord er en mere sikker investering end investeringen i et forbrændingsanlæg. Imidlertid er jorden en knap ressource, og det er langt fra givet, at der i den situation, hvor landmanden f. eks. skal investere i et nyt produktionsanlæg, er jord til salg. Endvidere vil muligheden for at købe jord være begrænset til det omfang, der sker udbud.

Bilag 2.E. Provenueffekter af afbrænding af husdyrgødning (Fødevarøkonomisk Institut)

Johannes Christensen

Med udgangspunkt i notat af 5. januar 2006 "Afbrænding af tørstofrig husdyrgødning med sigte på energiudnyttelse – Drifts- og samfundsøkonomiske analyser" er for de tre anlægstyper foretaget en beregning af de provenueffekter, der vil blive for så vidt en gødningsafbrænding implementeres.

	Gårdanlæg	KV-anlæg	Stort anlæg
Tons gødning afbrændt	5.200	9.000	60.000
	----- 1.000 kr. -----		
Energiafgift	-113	0	-20.907
Affaldsvarmeafgift	+288	+534	+4.816
Elafgift (merforbrug)	+180	+130	+694
Dieselafgift (mindre forbrug)	-60	-82	-386
I alt, inkl. affaldsvarmeafgift	+295	+582	-15.783
Affaldsafgift	+1.558	+2.746	+18.313
I alt, inkl. affaldsafgift	+2.011	+3.552	+4.017

Satserne for affaldsvarmeafgiften er 12,9 kr. pr. GJ og for affaldsafgiften 330 kr. pr. ton gødning minus asken. Energiafgifterne er fastsat efter, hvilken energikilde der substitueres. Ved gårdanlæg er det brændselolie og ved det store anlæg naturgas. Ved KV-anlægget substitueres biomasse og der vil ikke være noget provenutab fra energiafgift i dette tilfælde.

Det fremgår af beregningerne, at der er en provenugevinst for staten i alle tilfælde, når både affaldsvarmeafgift og affaldsafgift indregnes. Indregnes kun affaldsvarmeafgiften er der en gevinst ved gårdanlægget og KV-anlægget, mens der ved det store anlæg (opregnet til 60.000 kr. tons gødning) er et provenutab på knap 16 mio. kr.

Som det er fremgået af de driftsøkonomiske analyser kan der, når der opkræves affaldsvarmeafgift, kun forventes balance i lønsomheden for det store anlæg. For de mindre anlæg er

lønsomheden stærkt negativ. Opkræves der tillige affaldsavgift vil lønsomheden for alle anlæg være negativ og det vurderes, at denne afgift er prohibitiv for en gødningsforbrænding.

Det vil langt fra være al husdyrgødning der vil blive brændt. Dels er der kun behov for det i de meget husdyrtætte områder, dels findes der andre løsningsmodeller, herunder at afsætte overskudsgødningen til områder i landet, hvor planteavl er den dominerende driftsform.

Det vurderes, at med en afbrænding der svarer til to anlæg á 60.000 tons vil behovet være dækket for en længere periode. Dette vil foranledige et provenutab for staten på ca. 32 mio. kr. Hvis det via en teknologisk udvikling lykkes at gøre mindre anlæg lønsomme, kan der i stedet for et provenutab blive en provenugevinst på 6-7 mio. kr. ved en gårdanlægsstrategi og 7-8 mio. kr. ved en KV-anlægsstrategi.

Bilag 3. Kommissorium for en teknisk arbejdsgruppe om generel afbrænding af husdyrgødning

Resume

Som opfølgning på rapporten af 1. juni 2005 fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning nedsættes en arbejdsgruppe med deltagelse af Transport- og Energiministeriet, Skatteministeriet, Miljøministeriet, Ministeriet for Familie- og Forbrugeranliggender, Finansministeriet, Fødevarerministeriet, Dansk Landbrug, Brancheforeningen for Biogas, organisationen Danbio samt Danmarks Naturfredningsforening.

Fødevarerministeriet varetager formandskab og sekretariat.

Arbejdsgruppen skal i fortsættelse af rapporten af 1. juni 2005

- foretage en analyse af de miljømæssige konsekvenser ved en generel tilladelse til afbrænding af husdyrgødning, herunder nyttiggørelse eller bortskaffelse af den fosforholdige askefraktion fra afbrændingsprocessen.
- vurdere den erhvervsøkonomiske såvel som den samfundsøkonomiske betydning af en generel tilladelse til afbrænding af husdyrgødning.

Endvidere skal gruppen indsamle de væsentligste erfaringer med afbrænding af husdyrgødning i andre lande.

Forslag fra gruppen ikke må give anledning til en øget miljøbelastning. De statsfinansielle konsekvenser af gruppens forslag skal belyses.

Baggrund

Rapporten af 1. juni 2005 fra arbejdsgruppen om afbrænding af husdyrgødning udreder de lovmæssige barrierer for anvendelsen af fiberfraktionen fra gylleseparering til afbrænding og analyserer de miljømæssige, klimamæssige og økonomiske fordele og ulemper ved at afbrænde fiberfraktionen. Analyserne viser, at der under visse forudsætninger er miljømæssige og økonomiske gevinster forbundet med at afbrænde fiberfraktionen fra husdyrgødning i de egne af landet, der har en meget stor husdyrtæthed.

Afbrænding af fiberfraktionen til energiproduktion – med uændret husdyrproduktion:

- vil kunne bidrage til en begrænsning af potentialet for udledning af fosfor og reduktion af udledning af kvælstof i de områder, der leverer husdyrgødning til separerings- og afbrændingsprocessen.
- ved fortrængning af fossilt brændstof vil have en - om end beskednen - positiv virkning for bestræbelserne på at reducere emission af drivhusgasser.
- vil kunne bidrage til en betydelig reduktion af lugtgener ved lagring og udbringning i marken af husdyrgødning.

Efter gældende regler er det forbudt at afbrænde husdyrgødning. Endvidere betyder det nuværende niveau for affaldsafgiften, at det ikke er driftsøkonomisk rentabelt at etablere anlæg, hvor husdyrgødning anvendes som brændsel til energiproduktion.

På baggrund af rapportens anbefalinger, har regeringen besluttet, at de aktuelle barrierer for afbrænding af fiberfraktionen af husdyrgødning søges fjernet ved, at der udarbejdes forslag til ændring af gødskningsloven og husdyrgødningsbekendtgørelsen samt foretages en nærmere analyse af mulige modeller for afgiftslempelser og mulighed for godkendelse efter EU-lovgivningen vedrørende statsstøtte.

Arbejdsgruppens analyser har alene omhandlet afbrænding af *fiberfraktioner fra separering* af husdyrgødning (hovedsageligt svine- og kvæggylle). Afbrænding af husdyrgødning uden forbehandling (separering) er imidlertid teknisk muligt og kan formentlig ligeledes have miljø- og energimæssige potentialer. Det drejer sig om gødningstyper med et tilstrækkeligt højt tørstofindhold til, at disse ikke forudsætter separering, særligt relevant for fjerkrægødning, men også mink- og hestegødning kan være relevante. Det var ikke muligt inden for rammerne af den tidligere arbejdsgruppe at analysere nærmere på potentialet i afbrænding af tørstofrige gødninger.

På baggrund heraf har regeringens økonomiudvalg besluttet, at der iværksættes et udredningsarbejde vedrørende perspektiverne ved en generel tilladelse til afbrænding af husdyrgødning, herunder at:

- foretage en analyse af de miljømæssige konsekvenser ved en generel tilladelse til afbrænding, herunder nyttiggørelse eller bortskaffelse af den fosforholdige askefraktion fra afbrændingsprocessen.
- vurdere den erhvervsøkonomiske såvel som den samfundsøkonomiske betydning af en generel tilladelse til afbrænding af husdyrgødning.

Proces

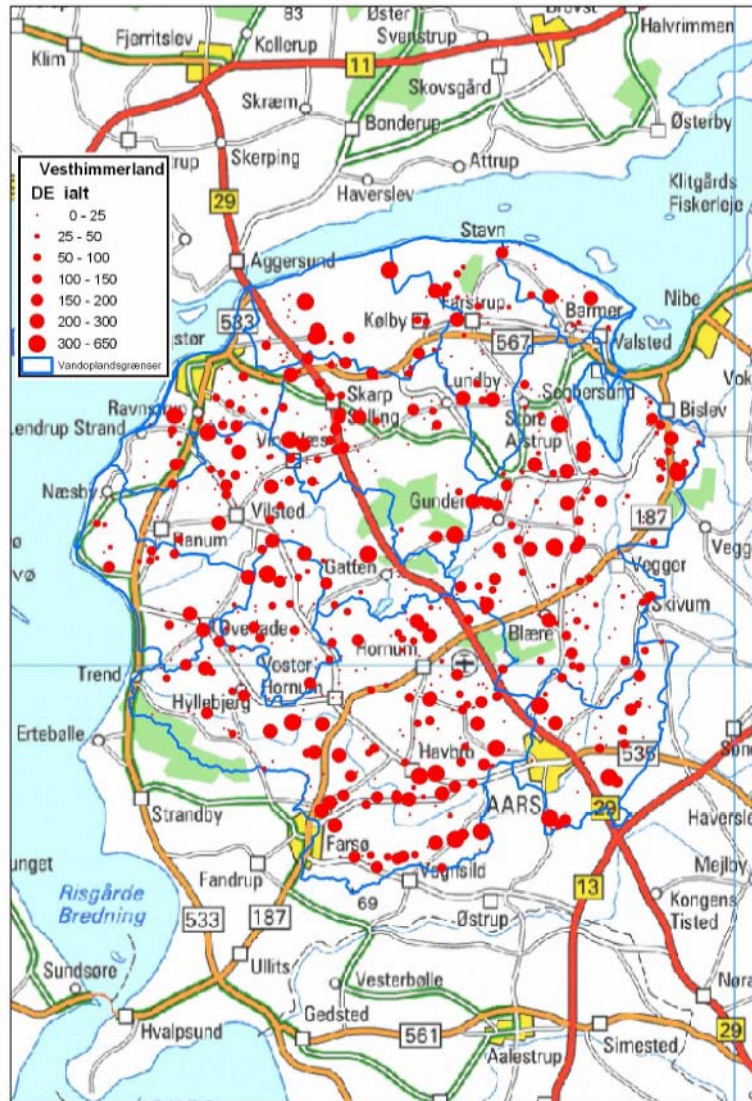
Udredningsarbejdet gennemføres af en arbejdsgruppe med deltagelse af Transport- og Energiministeriet, Skatteministeriet, Miljøministeriet, Ministeriet for Familie- og Forbrugeranliggender, Finansministeriet, Fødevareministeriet, Dansk Landbrug, Brancheforeningen for Biogas, organisationen Danbio samt Danmarks Naturfredningsforening. Fødevareministeriet varetager formandskab og sekretariat.

Arbejdsgruppen inddrager i relevant omfang styrelser og institutioner under de deltagende ministerier, særligt vil Danmarks Miljøundersøgelser forestå udredningsarbejdets miljøeffekt-vurdering. Arbejdsgruppen kan tillige inddrage eksterne eksperter med tilknytning til problemområdet.

Arbejdsgruppen skal afslutte sit arbejde med en rapport til regeringens økonomiudvalg ultimo 2005.

Bilag

Placering af alle bedrifter i oplandet, Vesthimmerland



Placering af slagtekyllingefarme, Vesthimmerland



Placering af minkfarme i oplandet, Vesthimmerland

