

Marts 1997

1/97

Tidsskrift for **LAND ØKONOMI**



84.
ARGANG

Det Kgl. Danske
Landhusholdningsselskab

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

indbyder til

VINTERMØDE

Onsdag den 12. marts 1997 kl. 09.30–12.30
på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Bülowsvej 13, auditorium 1–01, Frederiksberg

HVEM HAR RETTEN TIL DET ÅBNE LAND?

Program:

- Kl. 09.30 **Åbning og velkomst**
v/ Landhusholdningsselskabets ledende præsident,
godsejer *Jon Krabbe*
- Kl. 09.40 **Det åbne land – planlægning og virkelighed**
v/ professor *Jørgen Primdal*,
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
- Kl. 10.20 **Områdeudpegninger og landbrugets produktionsvilkår
– juridiske betragtninger**
v/ forskningsadjunkt *Helle Tegner Anker*, Aarhus Universitet
- Kl. 10.50 **Landmændenes egen naturforvaltning og
de offentlige støtteordninger**
v/ forskningsleder *Flemming Just*, Sydjysk Universitetscenter
- Kl. 11.20 **Har landmanden noget at skulle have sagt?**
v/ gårdejer *Martin Merrild*, Hjerm
- Kl. 11.50 **Drøftelse med mødets deltagere**
- Kl. 12.10 **Overrækkelse af driftslederpriser**
- Kl. 12.30 **Afslutning**

Mødets ordstyrer er godsejer *Jon Krabbe*

Gratis adgang for alle

1/97

184. årgang
Marts

Redaktion og ekspedition:
Mariendalsvej 27, 2. 2000 Frederiksberg
Tlf. 38 88 66 88 – Telefax 38 88 66 11

Annonceekspedition:
Jan G. Stjerne

Udgivet af Det Kgl. Danske
Landhusholdningsselskab

Redaktør:
Else Damsgaard

Produktion:
Knud Graphic Consult,
Odense · 6618 0711

Annoncepriser:	(højdexbredde)
Bagside inkl. grøn farve	190×142: kr. 5.200
1/1 side sort/hvid	210×142: kr. 3.900
1/2 side sort/hvid	101×142: kr. 2.400
2. omslagsside	210×142: kr. 4.250
3. omslagsside	210×142: kr. 4.050
Farvetillæg efter nærmere aftale.	

ISSN 0040-7119

Tidsskrift for LAND ØKONOMI

Indhold

Fra redaktionen 2

Medlemsinformation 3

Indlæg ved selskabets seminar:

»Slam – gødning eller gift« 6

Underdirektør, lic.agro.

Hans Henrik Christensen

Visionerne bag slambekendtgørelsen 6

Professor Jens Åge Hansen:

Kemisk analyse og kontrol af slam 8

Direktør Jørgen Højmark Jensen:

Forbrugeren af fødevarer 16

Gårdejer Henrik Høegh:

Landmanden som aftager 19

Skovrider Bo Holst Jørgensen:

Skovdyrkeren som potentiel aftager 22

Borgmester Iver Tesdorff:

En borgmesters bekymring 24

Professor Poul Bjerregaard:

Østrogenlignende effekt af
slammets indholdsstoffer 26

Professor Holger Errebo Larsen:

Risiko for smitteoverførsel ved slam anvendelse 29

Dr.med.vet. konsulent Hans Jørgen Bendixen:

Sikkerhedskrav til slam –
i internationalt perspektiv 35

Videnskabelig medarbejder Jens Petersen:

Slam som kilde for organisk stof
og næringsstoffer i plantedyrkningen 48

Fra redaktionen

ved direktør *Jens Wulff*

Som det er anført under »Medlemsinformation«, indbydes der til generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab onsdag den 12. marts 1997. Generalforsamlingen er som selskabets øverste myndighed en vigtig årlig begivenhed, som vi vil opfordre medlemmerne til at bakke op om.

Samme formiddag afholder selskabet sit årlige Vintermøde med uddeling af årets driftslederpris. Prisen uddeles til den/de bedste afgangsopgaver fra studerende på landets landbrugsskoler.

For information om Vintermødets program henviser vi til omtalen under "Medlemsinformation" samt annonceringen på dette nummers anden omslagsside.

Den 21. november afholdt selskabets Akademiråd et seminar om »Slam – gødning eller gift«. Seminaret, der havde mange deltagere, er udførligt refereret i dette nummer af Tidsskrift for Landøkonomi. Seminaret om »Slam« var det første af tre seminarer om jordbrugets affaldsproblemer. Det næste seminar i denne rækken blev gennemført den 6. februar 1997 med emnet »Husdyrgødning – gylle eller guld«. Dette seminar vil blive refereret i Tidsskrift for Landøkonomi nr. 2/97.

Det sidste seminar om »Luftforureninger – Jordbruget som årsag og offer« afholdes i begyndelsen af september måned 1997.

MEDLEMSINFORMATION

Generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

Som meddelt i Tidsskrift for Landøkonomi nr. 4/96 indkaldes der til generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab onsdag den 12. marts 1997 kl. 14.00 på SAS Falkoner Hotel, Falkoner Allé 9, 2000 Frederiksberg, med følgende dagsorden:

Dagsorden

1. Selskabets almindelige virksomhed
 - 1.a. Præsidiets beretning
 - 1.b. Jordbrugsforlagets virksomhed
 - 1.c. Akademirådets virksomhed
2. Forelæggelse af det reviderede regnskab for 1996 til godkendelse
3. Orientering fra præsidiet om igangværende og påtænkte aktiviteter
4. Valg af medlemmer til repræsentantskabet
5. Valg af statsautoriseret revisor og valg af revisorer udpeget blandt medlemmerne
6. Fastsættelse af kontingent for det følgende år
7. Eventuelle forslag fra præsidiet, repræsentantskabet eller medlemmerne
8. Eventuelt

Vintermøde

Selskabets årsmøde, Vintermødet, afholdes onsdag den 12. marts 1997 kl. 9.30–12.30 på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, auditorium 1.01, Bülowvej 13, 1870 Frederiksberg C.

Der henvises til Vintermødets program på 2. omslagsside.

Vintermødets emne er:

»Hvem har retten til det åbne land?«

Ja, hvem har retten til det åbne land? Umiddelbart ville man svare: Landmanden selvfølgelig! Men er han ene om den, og hvem er han i øvrigt.

Gennem det seneste årti er landbruget blevet et af de erhverv i Danmark, som er pålagt den mest detaljerede miljøregulering. Reguleringen er primært gennemført i form af regelstyring, men på det seneste er der opstået en række nye tendenser i retning af økonomisk styring. Undertiden rettet mod bestemte områder.

For den enkelte landmand kan offentlige reguleringer og indskrænkninger i råderetten over fast ejendom i det åbne land, områdeudpegninger, registreringer af områder med særlige naturværdier, regler om placering af bygninger, hegn m.m. give anledning til en del usikkerhed, især mht. de fremtidige udviklingsmuligheder og ejendommens værdi. Med indførelsen af reglerne om husdyrholdets størrelse i forhold til arealkrav for landbrugsejendomme er der sket en skærpet regulering af forholdet mellem den animalske produktion og produktionsgrundlaget på den enkelte landbrugsejendom. Her er tale om forbud og regulering af produktionen, som kan betyde en begrænsning af de fremtidige udviklingsmuligheder for berørte landbrug. I visse områder af landet er husdyrtætheden allerede i dag nær ved det maksimale i forhold til harmonikravene.

Men rapporten »Landbruget i planlægningen« kommer til den konklusion, at de områdeudpegninger, kortlægninger og registreringer, der foretages som led i regionplanlægningen eller ved landsplandirektiver med henblik på at beskytte landskab, natur og miljø ikke umiddelbart skaber begrænsninger for landbruget. Sådanne udpegninger er områder, der betegnes som Særligt Følsomme Landbrugsområder, landskabsområder, særlige naturområder, drikkevandsområder, EU-habitatområder m.m.

Selv om de samme regler gælder for hele landet, er betydningen af planlægningen og arealreguleringen for landbruget i høj grad varierende fra område til område.

Hvordan svarer planlægningen til virkelighedens verden? Hvis planlægningens vigtigste funktion i samfundet er at reducere usikkerheden til fremtiden, er det så ikke

dårlig planlægning, hvis det modsatte er resultatet? Forringes landbrugets produktionsvilkår ved de forskellige områdeudpegninger? Hvordan ser landmanden sin egen position som naturforvalter i relation til reguleringer og støtteordninger? Har landmanden overhovedet noget at skulle have sagt?

Fra forskellige synsvinkler vil Vintermødets meget kompetente foredragsholdere besvare disse spørgsmål i løbet af seminaret.

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskabs sommerekskursion 1997

Programmet og den endelige dato vil blive meddelt selskabets medlemmer i forbindelse med udsendelse af Landbrugsårbogen ultimo marts 1997.

Godsejer Viktor A. Goldschmidts Fond (afdeling B)

Fonden bestyres af Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskabs præsidium. Fondens midler skal bl.a. anvendes til forsøg og undersøgelser vedrørende bekæmpelse af sygdomme hos dyr.

Legatportionerne, der er strengt personlige, kan tildeles for et tidsrum af indtil tre år. Beløbenes størrelse fastlægges i hvert enkelt tilfælde af fondsbestyrelsen.

Ansøgninger bilagt udførlige oplysninger om, til hvilket formål og på hvilken måde, beløbet agtes anvendt, skal være indsendt til Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab, Mariendalsvej 27, 2., 2000 Frederiksberg, inden 1.8.1997.

Ansøgningsskema benyttes ikke.

Landhusholdningsselskabets hædersbelønninger 1996

Medalje for lang og tro tjeneste er tildelt:

Landbrugsmedhjælper *Ejner Hartvig Nielsen*, »Ertebjerggård«, Middelfart.
Traktorfører *Kjeld Jørgen Nielsen*, »Krog-henlund«, Stenstrup.
Traktorfører *Poul Mikkelsen*, »Saunsø-gaard«, Nakskov.
Forvalter *Hardi Pedersen*, »Demstrup Hovedgård«, Havndal.
Fodermester *Niels Volsmann*, »Sorgenfri«, Tørring.
Driftsleder *Jan Thorup*, »Teklaborg«, Sindal.
Landbrugsmedhjælper *Bent E. Pedersen*, »Søttrupgaard«, Bindslev.
Bestyrer *Hans Hansen*, »Færgegaarden«, Udbyhøj.
Landbrugsmedhjælper *Kurt Mønster Nielsen*, »Tjærby Overgård«, Randers.

Maskin- og traktorfører *Jens Peder Jeppe-sen*, »Bonum Maskinstation«, Ølgod.
Traktorfører *Jens Arne Jensen*, »Støvring-gård«, Randers.
Forvalter *Flemming Hansen*, »Quistrup«, Struer.
Landbrugsmedhjælper *Svend Aage Jensen*, »Stævnbakgård«, Tjele.
Bestyrer *Gunnar Larsen*, »Ulviggaard«, Mørkøv.
Landbrugsmedhjælper *Bjarne Johansen*, »Løkkegården«, Randers.

Medaljen »Den Fortiente til Ære« er tildelt:

Planteavlskonsulent, *Kaj N. Eriksen*, »Agrocentret«, Øster Toreby, Lolland.

Visionerne bag slambekendtgørelsen

Underdirektør *Hans Henrik Christensen*, Miljøstyrelsen.



Historie

Den første egentlige slambekendtgørelse blev lavet i 1984, og siden har reguleringen fungeret upåklageligt indtil engang i 1994. På det tidspunkt blev der klaget over mangelfuldt tilsyn i forbindelse med uheldig opbevaring af kommunalt spildevandsslam i markstakke.

I foråret 1995 varslede landbrugets organisationer slamboykot, medmindre de seks hovedkrav, som var opstillet i Folketingets beretning af 2. juni 1995 blev opfyldt. Der blev nedsat en bredt sammensat arbejdsgruppe, som skulle sikre, at spildevandsslam fortsat kunne udsprede på landbrugsjorden.

Efterfølgende har Miljøstyrelsen igangsat en række projekter på området og foretaget en opstramning af slambekendtgørelsen. Disse tiltag resulterede i, at landbrugets organisationer afblæste den varslede slamboykot den 3. juli 1996.

Den opstrammede slambekendtgørelse indeholder bl.a. som noget nyt strenge afskæringsværdier for slammets indhold af fire miljøfremmede stoffer og skærpede kon-

trol- og tilsynsregler. Hermed hører slambekendtgørelsen til blandt de skrappeste reguleringer af sin art i verden.

Generel affaldspolitik, nationalt som internationalt

Inden for såvel national som international affaldspolitik udgør genanvendelse af affald den højest prioriterede afhændelsesform. I Miljøministeriets »handlingsplan for affald og genanvendelse 1993–1997« er målet for genanvendelse af slam sat til 50%. I 1994 blev knap 70% (114.000 ton TS) af den producerede slammængde anvendt til gødningsformål.

En vigtig grund til at genanvende slam i landbruget er, at slam har en betydelig gødningsværdi. Slam indeholder bl.a. fosfor, der er en begrænset ressource. Nogle eksperter mener således, at mængden af lettilgængeligt fosfor er opbrugt om 50–100 år.

Samtidig må genanvendelse på landbrugsjord betragtes som et vigtigt incitament for kommunerne til at arbejde hen imod en forbedret slamkvalitet, dvs. forædling af produktet.

Slambekendtgørelsens vigtigste ændringer

Et vigtigt mål med slambekendtgørelsen er, at affaldsprodukter skal anvendes til jordbrugsformål på lige fod med andre gødningsprodukter. Dette søges opnået ved, at der stort set gælder samme opbevarings- og ud-

bringningsregler for affaldsprodukter som for husdyrgødning.

Forsøgsresultater, både danske og udenlandske tyder ikke på, at der er risiko ved brug af slam på landbrugsjord efter hidtil gældende regler.

I den opstrammede bekendtgørelse er fastsat afskæringsværdier for fire grupper af miljøfremmede stoffer. Afskæringsværdierne er fastsat med udgangspunkt i forsigtighedsprincippet og på baggrund af eksisterende viden. De stoffer, der er sat afskæringsværdier for, er PAH (Polycykliske, aromatiske hydrocarboner), NPE (Nonylphenol og nonylphenolethoxylater), LAS (Lineære alkylbenzensulfonater) og DEHP (di(2-ethylhexyl)phthalat). Afskæringsværdierne træder i kraft 1. juli 1997 og skærpes 1. juli 2000. Denne to-trins model giver bl.a. affaldsproducenterne mulighed for at planlægge kildeopsporing, udfasning, substitution osv. til forbedring af slamkvaliteten.

Grænseværdien for cadmium skærpes fra den 1. juli 2000, således at grænseværdien kommer på niveau med den, der gælder for fosforholdig handelsgødning

Kildeopsporing/ udfasning

Kildeopsporing er et vigtigt instrument til forbedring af slamkvaliteten, som skal ses i sammenhæng med den generelle udfasningspolitik af miljøfremmede stoffer, der allerede er indledt.

På Nordsøkonferencen 1995 var der enighed om, at en række stoffer skulle udfases »within one generation«. Der er indgået aftale om udfasning af nonylphenol, der især findes i vaske- og rengøringsmidler, hårsampoo, bekæmpelsesmidler og maling

mv. inden år 2000. Miljøstyrelsen og plastindustrien har desuden udarbejdet en redegørelse om phthalater i blød PVC med henblik på udfasning. Miljøstyrelsen er ligeledes igang med at udarbejde en handlingsplan for udfasning af phthalater i farve- og lakindustrien

Kvalitetssikring og tryghed hos forbrugeren

Det er fortsat målet, at slam skal udsprede på landbrugsjord i den udstrækning, kvaliteten er i orden. Samtidig er det vigtigt, at forbrugeren fortsat kan være tryk ved anvendelsen af slam.

Konsekvens

Et forsigtigt skøn på baggrund af analyser fra 19 renseanlæg viser, at pr. 1. juli 1997 vil ca. 50% af det producerede slam kunne overholde kvalitetskravene i slambekendtgørelsen. I år 2000 vil ca. 30% af det producerede slam med den nuværende kvalitet kunne overholde kvalitetskravene i slambekendtgørelsen. Disse skønsmæssige tal kan påvirkes i begge retninger. Øgede udgifter til analyse, opbevaringskapacitet og produktforædling kan påvirke genanvendelsesgraden i negativ retning. Den generelle udfasningspolitik og en øget indsats for at forbedre slamkvaliteten bør på sigt trække genanvendelsesgraden i positiv retning.

Opstramningen af slamreglerne, som blev resultatet af landbrugets slamboykot, vil formentlig betyde, at mange kommuner – i stedet for en slamforædling – vil foretrække forbrændingsløsningen.

Slammets oprindelse, mængde, sammensætning, kontrol og anvendelse

Jens Aage Hansen, professor i miljøteknik ved Aalborg Universitet

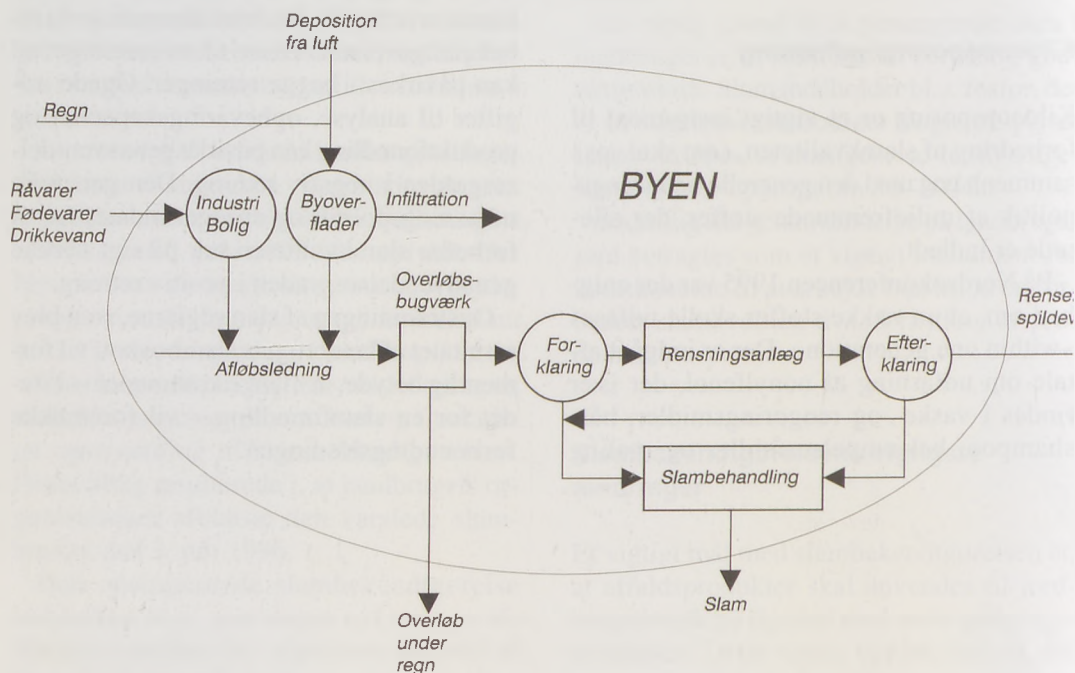


redygtig udvikling skal blive et reelt nyt adfærdsmønster og ikke blot bragesnak i fremtidens Danmark. Slammet kan gøres til et effektivt redskab i en forebyggende og kontrolleret indsats hen mod et samfund baseret på fornyelig biomasse, genanvendelse af næringsstoffer og beskyttelse af sundhed, miljø og ressourcer.

Slammets tilblivelse

Forringet kvalitet af grundvand og nedsat sædkvalitet hos mænd giver grund til bekymring vedrørende samfundets brug af kemikalier. Slamkvalitet kan blive en afgørende test på, om renere teknologi, byøkologi og bæ-

I boks 1 er skitseret, hvorledes slam opstår i et moderne bysamfund. Det er oplagt, at muligheden for alskens stoffer og forbindelser i slammet er til stede og afhænger af den adfærd, som udvises. Trafik, industri, energi-



Boks 1.

Slamproduktion i Danmark i 1996

ca. 200.000 t tørstof
ca. 1.000.000 t afvandet slam

- det kan ikke umiddelbart brændes
- det kan ikke fremover deponeres

Slammet har et indhold af

Organisk stof	
Makronæringsstoffer	N, P
Mikronæringsstoffer	Zn, Cu ..
Tungmetallforurening	Cd, Pb, ...
Patogener	Bakterier, ormeæg, virus
Organiske mikroforureninger	LAS, NPE, DEHP, PAH ..

Boks 2.

fremstilling og husholdninger afgør slam-mets mængde og kvalitet. I boks 2 er opstillet nøgletal vedrørende slammængder og eksempler på stoffer og forbindelser, som er vigtige til forståelse af samfundets faktiske adfærd og slammets mulige anvendelser.

Det er vigtigt at notere, at slam ikke egner sig for deponering; organisk stof vil ikke blive tilladt på lossepladser i fremtiden. Heller ikke som brændsel er det umiddelbart velegnet, fordi vandindholdet er stort. Hvilken anden behandling og anvendelse er derfor de centrale spørgsmål? Det er interessant for vurderingen af slamkvaliteten at sammenholde den nuværende industrialiserede bysituation med den, som fandtes for 100 år siden. Dengang var det latrin, som udførtes fra byerne til landjorden som tiltrængt gødning. Sundheds- og energimæssigt er det kloakerede bysamfund en bedre løsning end dengang, men kvalitetsmæssigt var latringødningen renere end den nuværende slamgødning. Tilstanden dengang repræsenterer dog stadig et referencepunkt for

slamkvalitet. Under forudsætning af en meget målrettet indsats i industri og husholdning samt bysamfundet som helhed kan latrinkvaliteten stå som en målsætning for det niveau, det industrialiserede samfund ønsker at nærme sig for fremtidens slam.

Organisk stof

Mængden af organisk tørstof fra slam i Danmark er vist i boks 3. Som allerede vist i boks 2 har slam dog normalt et meget stort vandindhold, f.eks. 80%, hvorfor volumen gør håndteringen kostbar.

Såfremt slam skal anvendes i jordbruget, er den organiske stofmængde begrænset sammenlignet med, hvad der i forvejen om-

Slammets organiske stof

ca. 130.000 t TS/år

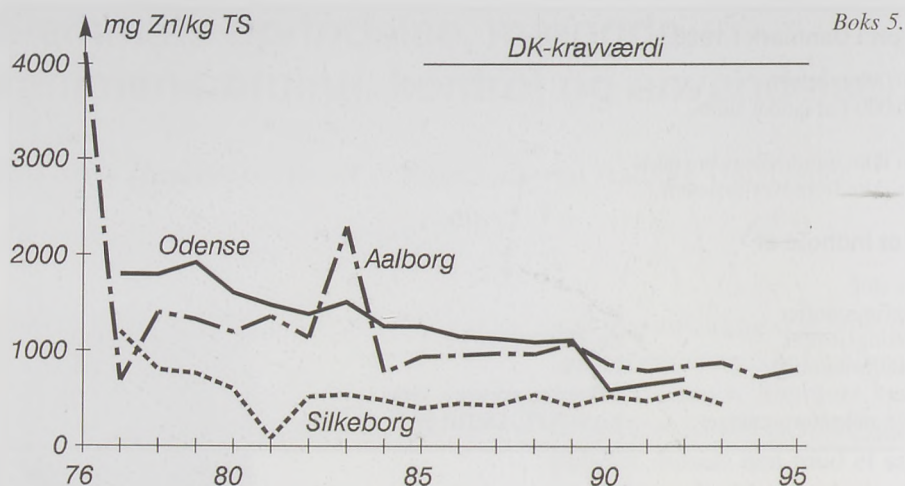
Husdyrgødning	~ 4.000.000 t TS/år
Rodrester	~ 15.000.000 t TS/år

Boks 3.

Slammets makronæringsstoffer

N	5%	~50 kg/t TS
Ialt		~10.000 t N/år
Husdyrgødning ~ 300.000 t N/år		
P	3-5%	~ 40 kg/t TS
Ialt		~ 8.000 t P/år
Husdyrgødning 50.000 t P/år		
Handels-gødning 20.000 t P/år		
K	Bliver i spildevandet	

Boks 4.



sættes. Derfor har slammet mest jordbrugs-interesse ved sit indhold af gødningsstoffer.

Makronæringsstof

Nitrogen og fosfor i slam er vist med tal i boks 4. Især fosformængden er interessant. Det er værd at bemærke, at en god udnyttelse af fosfor fra såvel husdyr som slamgødning ville kunne sikre jordens fosforforsyning praktisk taget uden brug af handelsgødning. På grund af mange husdyr i Vestdanmark indkøbes stadig betydelige mængder handelsgødning. En god slamkvalitet fra de mange mennesker i Østdanmark kunne reducere totalforbruget af handelsgødning.

Nitrogen i slam vil kun få marginal betydning, idet den tilførte slammængde pr. arealenhed vil blive begrænset af fosforbehovet og slammets høje fosforindhold.

Kalium i slam er ubetydeligt, fordi det som vandopløseligt salt følger spildevandet. Kun ved separation af urin kan det tilbageholdes og udnyttes (som i tidligere tider ajle i landbruget). For større byer er det næppe realistisk eller særlig ønskværdigt.

Mikronæringsstoffer

Eksempler på mikronæringsstoffer i slam er zink, Zn, og kobber, Cu. Der findes øvre grænseværdier, fordi for høje koncentrationer i jorden er til skade for plantevækst og plantekvalitet. Omvendt er begge stoffer essentielle mikronæringsstoffer, som jorden skal tilføres i en vis begrænset mængde.

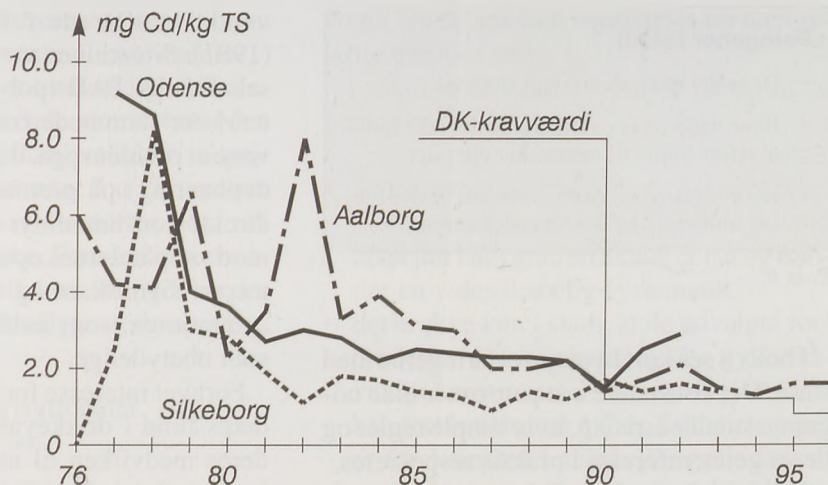
Boks 5 viser udviklingen for tre danske provinsbyer for Zn. Indsatsen i 80'erne til begrænsning af metaludledning virkede, og i dag er Zn-koncentrationerne under kontrol og nyttige ved jordbrugsanvendelse af slam.

Forurenende tungmetaller

Eksempler på forurenende tungmetaller er cadmium, Cd, bly, Pb, og kviksølv, Hg. I boks 6 er vist en udvikling for Cd i Danmark for 1976–1996. Grundlæggende har indsatsen i 80'erne virket, og Danmark har nogle af de laveste koncentrationer af Cd i slam.

I kontroløjemed bruges Cd/P-forholdet som kvalitetsmål. Jo lavere forhold, jo renere P-gødning. Målet bruges for såvel organiske som uorganiske gødningsstoffer. I boks 7 er derfor vist, hvorledes slams Cd-kvalitet er i forhold til gældende og fremti-

Boks 6.



dige krav. Selv større provinsbyer som Aalborg får næppe slamkvalitetsproblemer med Cd.

Antager man udbringning af ca. 0,7 t TS/ha/år af hensyn til planternes forsyning med 20 kg P/ha/år fås en Cd tilførsel (med Aalborg slam) på ca. 1 g/ha/år. Dette vil betyde, at jorden i praksis vil have uændret kvalitet, idet fraførslen af Cd (med afgrøder og ved udvaskning) vil være af samme størrelsesorden. For slam af Aalborg kvalitet vil Cd næppe fremover udgøre et problem.

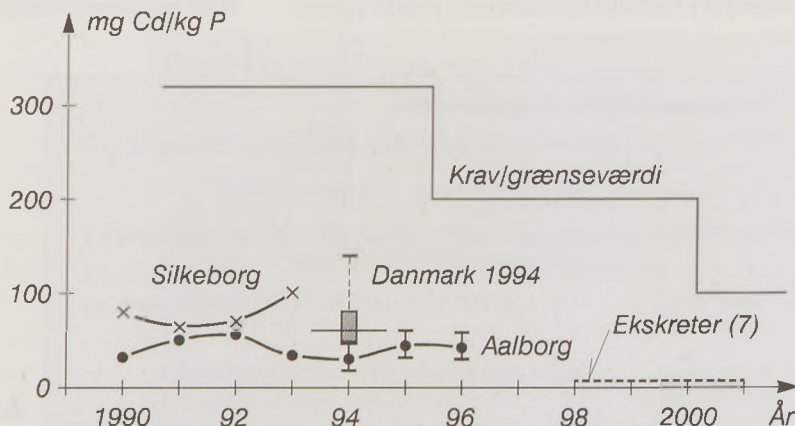
I relation til de tidligere bemærkninger om slammets tilblivelse og fremtidens kvalitetsmålsætninger er Cd/P forholdet for latrin anført. Tallet er 7 og ville altså betyde 0,14 g Cd/år for hver 20 kg P til jorden. Også i

Aalborg er der således stadig udfordringer, men der er også tid til at overveje, hvordan og hvor meget der yderligere skal nås.

Patogener

Slam indeholder i sagens natur patogener eller smittefarlige mikroorganismer. Disse patogener er ikke overlevelsesdygtige uden for det tarmmiljø, de stammer fra. De kan derfor uskadeliggøres ved tilrettelagt behandling og håndtering af slammet. I forskellige kombinationer foregår dette på rensningsanlæggene, i særlige slambehandlingsanlæg eller ved nedbrydning i jorden efter udbringning.

Boks 7.



Patogener i slam

- De er der allesammen og i store tal
- Hvor reglerne er overholdt, er der ikke hidtil overført smitte til mennesker eller dyr
- Hvor reglerne er groft overtrådt, er dyr blevet smittet, f.eks. med bædelormeæg

Boks 8.

I boks 8 ses kort hygiejneerfaringerne med slam. Det konstateres, at patogener ikke udgør en sundhedsrisiko, hvis simple regler og deres gennemførelse i praksis respekteres.

Hygiejneregler har eksisteret i mange år og er baseret på en efter forholdene indrettet kombination af behandling (hygiejnisering) i anlæg og nedbrydning i jord. I boks 9 er vist de foreslåede nye hygiejneregler, som skal gælde fra 1999. Der er tale om en skærpelse, især omkring behandlingskrav og dokumentation ved kontrolleret hygiejnisering.

Med de konstaterede tilfredsstillende hygiejneforhold hidtil og en yderligere stramning af forsigtighedsreglerne fremover må forebyggelse af smitte ved slamanvendelse i jordbruget anses for at være en særdeles overkommelig opgave.

Organiske mikroforureninger

De organiske mikroforureninger, OMF, er vurderet i forhold til slammets jordbrugsan-

vendelse allerede i 1981, se f.eks. SJA (1981). Situationen var da, at jordens tilførsel af f.eks. PAH (polyaromatiske kulbrinter) især stammede fra trafikken og kunne være et problem pga. direkte afsætning (luftdeponering) på grønne planter og dermed direkte konsum af dyr og mennesker. Derimod var planternes optag igennem rødderne næppe signifikant og de begrænsede koncentrationer, som fandtes i slam, vurderes som ubetydelige.

Fornyet interesse for OMF er opstået pga. deres fund i drikkevand og mistanken om deres medvirken til mænds faldende sædkvalitet. Intensive effektundersøgelser samt ny regelsætning vedrørende slam- og jordkvalitet er iværksat.

Generelt er de kemiske stoffers økotoksikologi genstand for diskussion og en vis frustration, administrativt og videnskabeligt, se f.eks. ATV (1996) og TR (1996). Problemet er, at mange nye kemikalier kommer på markedet uden tilstrækkelig dokumentation for acceptabel effekt på sundhed og miljø; og at mange tidligere ibrugtagne kemikalier mistænkes for skadelig effekt, uden at der er ressourcer og tid til at få dem testet. Der gøres forsøg på at gruppere de mange enkeltstoffer, således at den økotoksikologiske testning og risikovurdering kan indskrænkes til udvalgte, repræsentative stoffer for større stofgrupper; f.eks. grupper af rengøringskemikalier eller plastblødgørere. Under alle omstændigheder forestår et omfattende arbejde med henblik på at forbyde, udfase eller acceptere stofgrupper eller enkeltstof-

Patogener i slam – hygiejneregler

De fremtidige (1999) hygiejneregler for behandling/anvendelse af slam

Ikke behandlet	Må ikke anvendes til jordbrugsformål
Stabiliseret	Ikke (direkte) til fortærbare afgrøder eller havebrug. Nedbringes inden for 12 timer
Kontrolleret kompostering	Ikke (direkte) til fortærbare afgrøder eller havebrug
Kontrolleret hygiejnisering	Ingen restriktioner for jordbrugsanvendelse

Boks 9.

fer; og desuden specificere de regler, som skal gælde for den eventuelle anvendelse.

Hele dette arbejde er nødvendigt uafhængigt af den igangværende slamdebat. Men det er også klart, at slamkvaliteten afspejler, hvor langt man er nået i at kontrollere brugen af en række af de stoffer, som må anses for problematiske. Som led i forebyggelsen af skadelige effekter fra OMF er der i slam fokuseret på udvalgte stofgrupper.

Vaskeaktive stoffer

LAS – lineære alkylsulfonater

NPE – nonylphenoler

Plastblødgørere

DEHP – diethylhexylphthalat

Uforbrændte kulbrinter

PAH – polyaromatiske hydrocarboner

LAS og NPE vedrører rengøring i såvel industri som husholdninger. Plastblødgørerne stammer fra den emballage, som bl.a. benyttes til levnedsmidler. De uforbrændte kulbrinter stammer fra afsætning på befæstede flader (bygninger, veje, pladser), hvor de afvaskes ved regn.

De anførte fire stofgrupper er uønskede i føden til dyr og mennesker samt i miljøet som sådan. Hvor de forekommer i slam, bør deres mængde derfor begrænses; især hvis slammet ønskes anvendt som gødning. På denne baggrund er der udfærdiget foreløbige retningslinier for slamkvalitet, se boks 10, hvor tallene er hentet dels fra MS (1996) og dels fra MP (1996). ASV står for afskæring-

værdi, en nu anvendt betegnelse for en foreløbig grænseværdi.

I relation til boks 10 er der flere ting at bemærke, f.eks.

- andre organiske stofgrupper kan meget vel være relevante. Det foreliggende udvalg afspejler i høj grad en aktuel debat og mindre en videnskabelig systematik,
- det er ikke kun i slam, at de udvalgte forbindelser forekommer; også i gylle, såvel fra konventionel som økologisk drift, kan forbindelserne måles. I det hele taget er forekomsten i slam eller gylle kun et spejl af et begrænset udsnit af den eksposition, som planter, dyr og mennesker er udsat for som følge af, at disse forbindelser har en planlagt anvendelse eller er et resultat af anden aktivitet (eks. trafik, energiforsyning) i samfundet.

Det kan være nyttigt at sammenholde OMF og patogener. Begge er nedbrydelige, dvs. de omsættes og uskadeliggøres efter passende kombination af tid og andre omstændigheder i tekniske anlæg eller i omgivelserne. Patogenernes fremkomst kan vi kun kontrollere i begrænset omfang; de er en uomgængelig konsekvens af tilstedeværelsen af levende mennesker og dyr. OMF kan vi derimod fravælge, helt eller delvis, om end konsekvenserne vil være mærkbare overalt i samfundet. Problemstillingen er trukket op i boks 11.

Organiske mikroforureninger i slam

Udvalgte grupper:	– gram/ton tørstof –			
	PAH	LAS	NPE	DEHP
ASV 2000	3	1300	10	50
ASV 1996	6	2600	50	100
Slam	1	100–1000*	3–20	15
Kompost			1	5
Gylle Konventionel	12		1	5
Gylle Økologisk	100		1	6

* samme anlæg: aerobt 100, anaerobt 13.600

Efter MP 328, Miljøstyrelsen 1996

Organiske mikroforureninger i slam

<i>Paralleller</i>	Patogener – pulje i dyr og mennesker OMF – pulje i industrisamfundet Begge – nedbrydelige i anlæg og jord
<i>Handling</i>	Eliminere forbrug Reducere forbrug Reducere spild Nedbryde i behandling/ rensningsproces Nedbryde/omsætte i jord
<i>Mangler:</i>	Effektvurdering (der mangler tal) Risikovurdering (der mangler metoder og erfaring)

Der synes at være helt ubenyttede – og ubelyste – muligheder i at kombinere forbrug, udfasning, reduceret forbrug samt procesmæssig omsætning i tekniske anlæg eller jordsystemer. Som eksempel på OMF nedbrydning kan nævnes LAS og NPE reduktion ved kompostering; f.eks. af størrelsen 70–90% selv i simple mileanlæg. Yderligere reduktion i de øvre jordlag er realistisk opnåelig, men der mangler målinger til at dokumentere det grundigt.

Vejledende for sådanne undersøgelser er dokumenterbar effekt eller ikke effekt på udvalgte organismer samt risikovurdering for udvalgte målgrupper. Risikovurderingen er nødvendig for at se konsekvenserne af ændret brug, evt. fuldstændig eliminering af et givet OMF, og af det alternative forbrug eller den ændrede adfærd, som så må forudses at komme.

I slutningen af 70'erne blev der foretaget en epidemiologisk vurdering af tungmetaller i slam, se SJA (1981). Det skete ud fra en langt mere omfattende vurdering af udvalgte tungmetallers (eks. Cd, Pb, Hg...) kredsløb med særlig vægt på sluteffekt på menneskelig sundhed, herunder anvendelse af WHO »provisional, tolerable, weekly intake«. Formålet var at finde en nøgle til at kontrollere det menneskelige indtag af tungmetal, at identificere slammets rolle og derudfra foreslå grænseværdier for slams tungmetalkvalitet. Som vist i boksene 5, 6 og 7 lykkedes øvelsen rimeligt godt. Der synes at være behov for en tilsvarende OMF

epidemiologisk øvelse, hvor de udvalgte OMF grupper sættes i den rette, totale epidemiologiske sammenhæng med henblik på at identificere virkningsfulde indgreb. Det er vigtigt at lade de enkelte OMF stofgrupper afgøre undersøgelsens omfang og gennemførelse. Slammets rolle skal være et resultat af undersøgelsen, og heraf skal der afledes kvalitetskrav til slam, som evt. skal anvendes i jordbruget.

Slamforbrænding

Slamforbrænding er en metode til volumenreduktion af afvandet slam. Det er desuden en rimeligt sikker metode til elimination af patogener og OMF i slammet. I forhold til den samlede eksponering af befolkning og miljø med patogener og OMF vil forbrænding være uden større betydning.

Forbrænding af slam medfører en askeproduktion, som skal deponeres eller på anden vis indkapsles. Økonomien i slamforbrænding er problematisk pga. stort vandindhold, selv efter afvandning. Erfaringsgrundlaget for slamforbrændingsanlæg er begrænset. For anlæg med moderne og tidsvarende emissionskontrol af røggasserne synes et befolkningsunderlag på 100.000 personækvivalenter at være nødvendigt for at få en pris på behandling på 1.000 kr./t tørstof. Hertil skal så lægges forbrændings- og deponeringsafgifter.

Hvad gør vi så?

Foranstående gennemgang af slammets bestanddele og diskussionen af omsætningen af disse i processer i tekniske anlæg og i jord giver ingen oplagte eller nemme løsninger på spørgsmålet om slammets slutdisponering.

Det står dog fast, at problemet med tungmetaller kan og skal løses ved kildereduktion. Det har været praktiseret i Danmark siden starten af 1980'erne, og det synes at virke.

Problemet med patogener kan løses ved en kombination af afprøvet behandlingsteknik (hygiejnisering på anlæg) samt kontrolleret opbevaring, transport, nedfældning og omsætning i jorden.

Problemet med organiske mikroforurenninger er større og erfaringsgrundlaget mindre. Der synes at være behov for en større samfundsindsats omkring stoffernes klassificering og gruppering ud fra en sundheds- og miljømæssig effektivitet, hvorefter en risikovurdering skal fastslå, om stoffet skal forbydes, udfases eller accepteres anvendt med opfyldelse af de nødvendige forholdsregler ved brug og slutanvendelse. Dybest set er alt dette i meget beskedent omfang et slamproblem, selvom det for slamdisponering som sådan i øjeblikket er det centrale problem. Undersøgelser af udvalgte OMF-gruppers nedbrydning ved kompostering og bioforgasning samt efterfølgende omsætning i jord er nødvendige for på betryggende vis at udvikle acceptable former for slutdisponering af slam. Dette kan støtte de forudskik-

kede revurderinger af det nye regelgrundlag, se MS (1996) og boks 10, men det kan også generelt øge det videngrundlag, hvorpå afgørelser om nye eller eksisterende OMF træffes fremover.

En generel anvisning af forbrænding for at eliminere OMF i slam synes et virkningsløst sonoffer – det mindsker ikke brugen af OMF og det reducerer ikke sundheds- og miljørisici signifikant. I værste fald sikres opretholdelse af en OMF praksis i brugerledet, som burde bringes til ophør.

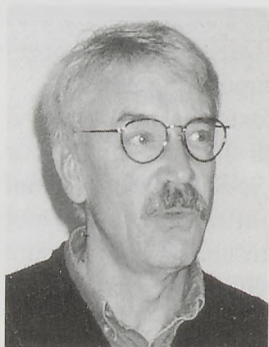
Genanvendelse af fosfor i slam synes god landhusholdning, fordi slamfosfor faktisk er en betydelig ressource. Såfremt ønsket om jordbrugsanvendelse af slam pga. fosforet kan øge presset på samfundet mht. en bedre husholdning med OMF, vil det være en god sag at medvirke i.

Referencer

- SJA (1981), Slammets Jordbrugsanvendelse. Polyteknisk Forlag, Lyngby.
- MS (1996), Bkg. nr. 823, Anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljøstyrelsen 16.9.1996, København.
- ATV (1996), Ecotoxicological Assessments and Setting of Limit Values for Chemicals in the Environment. Akademiet for de Tekniske Videnskaber, Lyngby.
- TR (1996), The non-assessed chemicals in the EU. Teknologirådet, København.
- MP (1996), Miljøprojekt nr. 328, Anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljøstyrelsen, København.

Forbrugeren af fødevarer

Jørgen Højmark Jensen, chef for Levnedsmiddelkontrollen i København



Hvad siger forbrugeren til slam og mad?

Gennem det sidste års tid har der været en undertiden heftig debat i medierne om anvendelse af slam som gødning. Man kunne derfor tro, at medierne ville være en god kilde til viden om, hvad forbrugerne siger om dette emne. Gennemgang af det sidste års presseklip om slam afslører imidlertid, at forbrugeren ikke siger noget som helst i pressen om slam og mad – bortset fra at forbrugernes organisation, Forbrugerrådet, ved en enkelt lejlighed har udtalt, at man ikke ønsker, at slam bruges til produktion af økologiske produkter.

Det sidste års hundeslagsmål i pressen om anvendelse af slam har haft helt andre aktører end forbrugerne. Det drejer sig om: Kommuner, Miljøministeriet/Miljøstyrelsen, konventionelle landmænd, økologer og forskere. Alle disse parter har forsøgt at positionere sig bedst muligt i debatten i forhold til borgerne.

Bag hele diskussionen står nemlig problemstillingen for forbrugerne: Kan der fra slam overføres forureninger af sygdoms-

fremkaldende mikroorganismer, tungmetaller, organiske/uorganiske kemikalier, østrogenlignende stoffer m.m. til de levnedsmidler, vi spiser? Selvom forbrugerne ikke i pressen har ytret sig direkte om slam og mad, er denne generelle problemstilling imidlertid en, som alle forbrugere har et forhold til.

Er forbrugeren bekymret over maden?

I medierne bringes mange indslag som afspejler forbrugernes bekymring over maden. Eksempelvis bragte Femina (nr. 37, 12.9.96) en lang artikel med overskriften: Lær at leve livet farligt – når skrækken sidder med til bords. I overskriftens undertekst henvises til »dagens ret«, som er tilsat salmonella, pesticider, kemikalier, penicillinrester og kræftfremkaldende stoffer. Efter min mening må en sådan artikel ikke tolkes som et eksempel på, at medierne pisker en stemning op hos forbrugerne. Den skal derimod ses som et eksempel på ugebladenes evne til at udvælge emner, der i forvejen har klangbund hos den potentielle læserskare.

Adskillige udenlandske undersøgelser bekræfter, at der blandt forbrugerne i den type samfund, vi lever i, hersker en betydelig bekymring over de levnedsmidler, vi køber og spiser. I Danmark ses noget tilsvarende i en undersøgelse, hvor man lavede dybdeinterview med familier på Østerbro i København om deres tanker om madindkøb, madlavning, spisning m.m. (Lotte Holm og Helle Kildevang, 1996). Der afdækkes her først og fremmest en bekymring for sammenhængen mellem den mad man spiser og ens egen og ens families sundhed, men bemærkelses-

værdigt nok afdækkes også en bekymring for bredere samfundsmæssige sammenhænge til landbrug, miljø og madkultur. Bekymringen giver sig udtryk i en daglig frustration ved indkøb af mad, hvor man ved, at man helst vil undgå en masse ting ved maden (salmonella, pesticidrester, farvestoffer, E-numre osv.), mens man reelt er ude af stand til det af mange forskellige grunde, f.eks. økonomi, familiens præferencer og manglende information. Resultatet er en følelse af usikkerhed, hjælpeløshed og selvbebrejdelse omkring maden.

Forbrugernes bekymring om maden er desværre ikke uden baggrund i virkeligheden. Set fra et forbrugersynspunkt går udviklingen med mad og drikke i den forkerte retning på stort set alle områder. Der er i dag flere, der bliver syge af bakterier (salmonella, campylobacter m.m.) i maden, end der har været gennem de sidste 20 år. Vores grundvand er i stigende grad forurenet med pesticider. Der er i 1996 sket en voldsom udvidelse i tilladelsen til at bruge tilsætningsstoffer i maden i forbindelse med indførelse af EU's positivliste, hvor flere tilsætningsstoffer er blevet tilladt i flere levnedsmidler i større mængder end tidligere – og det er i hvert fald ikke forbrugerne, der har bedt om det! Samtidig dukker der hele tiden nye problemer op med forurening af vores mad, bl.a. resistente bakterier pga. tilsætning af antibiotika til foder, forureninger i maden af stoffer med østrogen virkning og en ny farlig coli-bakterie (O 157:H7). Der er således reelle og gode grunde til bekymring.

Fælles for problemerne med forureningerne i vores mad er, at:

- de ikke kan ses, lugtes eller smages. Vi er derfor helt afhængige af andres videnskabelige vurderinger, når vi skal bedømme vore egne risici.
- de er almindeligt udbredte, og mange af dem kan vi simpelthen ikke i praksis undgå at indtage med maden
- de medfører ofte snigende og forfærd-

lige sygdomme, som f.eks. kræft eller den humane variant af kogalskab (CJD).

Hvordan udarter det sig?

Da forureningerne i vores mad og drikke hverken kan ses, smages eller lugtes, og da konsekvenserne først vil vise sig langt ude i fremtiden, er vi helt afhængig af andres vurderinger af de farer, vi udsættes for gennem maden. I debatten må vi som forbrugere vælge, hvem vi vil tro på.

Desværre må vi konstatere, at forbrugerne i stigende grad nærer mistillid til producenter og myndigheder. Der er mange håndgribelige eksempler herpå. Selvom kontrolmyndighederne i mange år har forsikret om, at tilsætningsstoffer er helt uskadelige og de mest afprøvede stoffer i denne verden, er der stadig flere forbrugere, der undgår E-numre. Og selvom myndighederne i årevis har forsikret om, at pesticidrester under de tilladte grænseværdier er helt uproblematisk, er der stadig flere, der køber økologiske varer. Disse udviklinger er efter min opfattelse de tydeligste tegn på det offentlige kontrolsystems fiasko.

I stedet for at tro på myndigheder eller producenter vælger forbrugerne andre hjemmelsmænd, f.eks. miljøorganisationer, uafhængige forskere, halvreligiøse systemer eller tilfældige rapporter i medierne. Omfanget af disse tillidsvalg kan få enorm betydning for vores samfund. I en markedsøkonomi som vores med en overkapacitet i madproduktionen får forbrugeren stor magt. Begivenhederne omkring kogalskaben i England illustrerer dette på dramatisk vis. Forbrugerne troede ikke på myndighedernes forsikringer om manglende videnskabeligt bevis for en sammenhæng mellem kogalskaben og den humane variant og valgte simpelthen oksekød bort i det meste af Europa. Ikke nok med at det forkrøblede oksekød- og mejerisektoren, det truede også hele samarbejdet i EU. Man begyndte for alvor at tale om den politiske forbrugers magt.

Det er imidlertid vigtigt at huske, at den såkaldte politiske forbruger samtidig er uregerlig – forstået på den måde, at forbrugerreaktionerne ikke behøver at være rationelle eller baseret på fakta, men kan være affødte af stemninger eller rygter. I et sådant marked, som vi har i dag, er det meget risikabelt at være levnedsmiddelproducent. Overført til slamområdet betyder det, at blot nogle få forsøgsresultater eller rygter om en sammenhæng mellem forureninger fra slam og mænds nedsatte fertilitet eller – endnu værre – potens, kan få dramatiske følger for afsætningen af produkter fra slamgødgede marker, ikke kun i Danmark, men i hele verden.

Hvad kan/bør der gøres?

Det er nødvendigt for det danske samfund, at forbrugernes tillid til producenter og myndigheder genopbygges. Det gøres ikke ved kosmetiske ændringer, som f.eks. ved at give slam et mere spiseligt navn eller ved at justere på kontrolsystemerne. Der skal reelle og radikale forbedringer til. Det er vigtigt at huske, at i et markedsorienteret system som vores er det ikke nok at have ret – det drejer sig i lige så høj grad om at have kundernes tillid. Det er derfor helt afgørende at involvere forbrugerne og deres organisationer i beslutningsprocesserne omkring madens produktion, forarbejdning og salg.

Primærproducenterne må lære at være forbrugerorienterede. Her kan man lære af supermarkeds kæderne, at forbrugernes tillid ikke er noget man får. Det er noget, man skal fortjene ved ærligt – og hårdt – arbejde. Det er samtidig noget, som kan forsvinde hurtigt igen ved mindste fejltagelse. Over-

ført på slamproblematikken betyder det, at man i den nuværende situation nok skal træde meget varsomt ved anvendelsen af slam på markerne. Uanset om man har dokumentation for at anvendelsen kan ske uden problemer, kan forbrugernes manglende tillid til producenterne betyde, at selv ubekræftede rygter om risici kan få store følger.

Også myndighederne må genopbygge forbrugernes tillid. Det kan kun ske ved radikale ændringer i det nuværende levnedsmiddelkontrolsystem, som har spillet fallit over for problemerne. Der bør opbygges et forbrugerorienteret kontrolsystem, som dækker hele fødevarekæden fra jord til bord, som det f.eks. er beskrevet i ATV-rapporten: Mål og midler i fremtidens kontrol med levnedsmidler.

Kun ved sådanne dramatiske og reelle forbedringer hos producenter og myndigheder kan man på længere sigt genvinde forbrugernes tillid. Gør man ikke det vil vi komme til at opleve en stadig strøm af konflikter på levnedsmiddelområdet, som vil tendere mod at stoppe eller vanskeliggøre nye udviklinger af produkter og processer. Og forbrugerne vil i stigende grad søge tilflugt i tidligere tiders velkendte og afprøvede teknologi, som vi f.eks. kan iagttage det på det økologiske område.

Referencer

- Lotte Holm & Helle Kildevang: Consumers Views on Food Quality, *Appetite*, 1996, 27, 1–4.
ATV (Akademiet for de tekniske videnskaber): Mål og midler i fremtidens kontrol med levnedsmidler, december, 1995

Landmanden som aftager

Gdr. Henrik Høegh, De danske Landboforeninger



Hvorfor ønsker landbruget at modtage spildevandsslam?

Formålet med anvendelsen af spildevandsslam og andre affaldsprodukter er et spørgsmål om at åbne mulighed for recirkulering af næringsstoffer i samfundet.

Slam og andre affaldsprodukter indeholder en række næringsstoffer. Indholdet af fosfor udgør den største del af næringsværdien, men der er også en betydelig mængde kvælstof i slam og andre affaldsprodukter.

Det skal her nævnes, at der i 1993 med spildevandsslam blev udbragt 144.000 tons tørstof. Denne udbringning kræver et areal på ca. 51.000 ha.

Fra landbrugets side mener vi, at det er

Tabel 1. Næringsstoftilførsel 1992/93

Tilført affaldsprodukter i tørstof	310.000 tons
• heraf kvælstof	9.700 tons
• heraf fosfor	5.800 tons
Tilført kvælstof i:	
• handelsgødning	330.000 tons
• husdyrgødning	240.000 tons
Tilført i fosfor:	
• handelsgødning	28.000 tons
• husdyrgødning	48.000 tons



vigtigt, at nyttige næringsstoffer i diverse affaldsprodukter recirkuleres i størst muligt omfang i jordbruget. Imidlertid er det vigtigt, at kvaliteten af produktet er i orden både miljø- og sundhedsmæssigt.

Tabel 2. Miljøfremmede stoffer i spildevandsslam

- LAS (alkylbenzensulfonater):
fra vask- og rengøringsmidler
- ΣPAH (org. forbrændingsprodukter):
fra bl.a. udstødningsgas fra biler
- NPE (nonylphenol):
fra rengøringsmidler
- DEHP (phthalater):
fra plastblødgørere, lim, lak m.v.

Slam kan indeholde visse miljøfremmede stoffer. Her er nævnt de fire grupper af miljø-

fremmede stoffer, som indgår med grænseværdier i den nye slambekendtgørelse.

Der er givet eksempler på, hvorfra disse miljøfremmede stoffer stammer. Som det fremgår, indgår disse fire grupper af stoffer i mange produkter, som stammer både fra den daglige husholdning, fra transport, fra industrien og fra mange andre steder.

For at kunne kontrollere indholdet af sådanne miljøfremmede stoffer i bl.a. slammet, er det vigtigt med nogle skrappe grænseværdier – men det er umuligt at tale om nulgrænseværdier. Vi må acceptere, at der i vores samfund anvendes miljøfremmede stoffer, som sætter sine spor i naturen og det omgivende miljø, og som man dermed også kan måle rester af i slam.

Der er vedtaget en handlingsplan for affald og genanvendelse, ifølge hvilken målsætningen er, at ca. 50% af alt frembragt affald skal genbruges. For at man kan genbruge affaldsprodukter og herunder spildevandsslam er det vigtigt, at både myndigheder, virksomheder og forbrugerne (husholdningerne) arbejder for at reducere anvendelsen af bl.a. miljøfremmede stoffer ved kilden.

Alternativerne til landbrugsmæssig anvendelse af det organiske materiale, som slam hovedsagelig består af, er enten afbrænding eller deponering. Disse løsninger vil i mange tilfælde være nogle mere omkostningskrævende løsninger.

Historisk gennemgang

I 1989 fik vi den første bekendtgørelse til regulering af anvendelsen af spildevandsslam på landbrugsjord. I 1992 blev denne bekendtgørelse strammet op med et krav om, at der skal foreligge en skriftlig aftale mellem kommunen og landmanden ved levering af spildevandsslam.

Derefter udarbejdede Kommunernes Landsforening og landbrugets organisationer i fællesskab en kontrakt aftale.

I 1993/94 modtog landbruget stadig flere

henvendelser om, at der var tilfælde, hvor kommunerne ikke overholdt deres tilsynspligt i forbindelse med opbevaring og udbringning af kommunalt spildevandsslam. Dette medførte en debat om de hygiejniske aspekter ved anvendelse af spildevandsslam på landbrugsjord.

Landbruget henvendte sig i 1994 gentagne gange til Miljøstyrelsen og bad om en opstramning af reglerne, idet man ikke kunne acceptere den utryghed, der var forbundet med anvendelsen af spildevandsslam på landbrugsjord. Desuden fremkom der fra forskellig side oplysninger om, at slammet måske indeholdt stoffer, som ikke bør ende på markerne.

I juni 1995 varslede et samlet landbrug en boykot af slam for derved at tvinge nogle bedre slamregler frem. I den forbindelse opstillede landbruget seks hovedkrav, som skulle opfyldes, før man kunne afblæse den varslede boykot.

- Slam skal kunne anvendes på alle landbrugsbedrifter
- Ingen restriktioner på slamgødgede afgrøder
- Landmanden holdes skadesløs over for nye restriktioner
- Kontrol af slam overgår til Plantedirektoratet
- Ens regler for slam og husdyrgødning
- Opstramning af kvalitets- og analyse-mæssige krav

I begyndelsen af maj 1996 modtog landboforeningerne et udkast til en ændret slambekendtgørelse, som opfyldte en del af de hovedkrav, som landbruget havde opstillet.

- Danmark havde ansøgt EU om tilladelse til at anvende slam på økologiske bedrifter
- I Betænkning fra Miljø- og Planlægningsudvalget gives der garanti mod skærpede krav til slamgødgede landbrugsjorde
- Ansvar med tilsynet med kvaliteten af spildevandsslam var overført til Plante-

direktoratet, som udsendte en ny bekendtgørelse herom.

- I efteråret 1995 kom en revideret slam-bekendtgørelse, hvor reglerne for anvendelse af kommunalt spildevandsslam til gødningsformål er sidestillet med reglerne for anvendelse af husdyrgødning.
- Der er indført grænseværdier (eller afskæringsværdier) for fire miljøfremmede stofgrupper. Disse værdier er fastsat som en to-trins raket, således at man når kvalitetsmålene halvvejs pr. 1. juli 1997 og en yderligere opstramning af værdierne i år 2000.

Landbruget måtte dog tage forbehold, indtil man havde set afsætningsindustriens og de offentlige myndigheders høringssvar, således at man var sikker på, at der også her var fuld opbakning til udkastet til bekendtgørelsen. Endvidere var det vigtigt for landbruget, at man fik en generel accept af de grænseværdier (eller afskæringsværdier), der var indarbejdet i udkastet. Efter gennemlæsning af de indkomne høringssvar var det landbrugets opfattelse, at de nye regler ifølge den nuværende viden giver fuld sikkerhed for kvalitet såvel som for sundhed af landbrugsafgrøder produceret på slamgødgede marker.

På den baggrund besluttede landbrugets organisationer i juli 1996 at afblæse den varslede boykot, men samtidig blev det tydeligt understreget, at beslutningen om at anvende slam nu som tidligere er et frivilligt anliggende for den enkelte landmand.

Den fremtidige anvendelse af slam på landbrugsjord

Vi har nu pr. 1. oktober 1996 fået en revideret slambekendtgørelse, som er en kraftig opstramning af de hidtidig gældende regler.

Det vurderes, at mindre end halvdelen af det slam, som tidligere blev udbragt på landbrugsjord, vil kunne klare kvalitetskravene.

På trods af indførelsen af de skrappe regler rejses der stadig mistillid og kritik af anvendelsen af slam på landbrugsjord. Der har været eksempler på, at producentforeninger og aftagervirksomheder har udtalt, at man ikke ønsker at modtage afgrøder dyrket på slamgødgede arealer.

Her skal det endnu engang understreges, at den enkelte landmand selv træffer beslutning om, hvorvidt han vil anvende slam på sin jord. Men bliver det brugt, skal kvaliteten være i orden.

Det er her vigtigt, at der skabes tryghed omkring det produkt, som skal udbringes på landbrugsjord. Her har slamproducenten et stort ansvar, idet det er vigtigt at få skabt tryghed omkring den generelle håndtering og analyseudtagning i forbindelse med anvendelsen af slam på landbrugsjord.

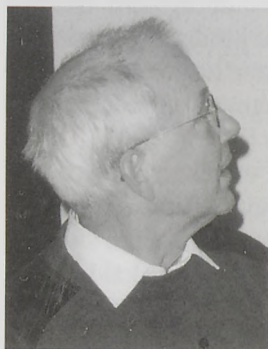
Det er meget nødvendigt at få skabt en tryghed både over for landmænd, over for aftagere af landbrugets produkter og over for forbrugerne, hvis vi i fremtiden skal anvende slam som gødningsstof på landbrugsjord.

Den reviderede slambekendtgørelse bygger på det videngrundlag, man har i dag vedrørende brug af slam på landbrugsjord. Der bør ikke afviges fra dette princip. Kommer der ny viden frem, som viser, at visse ting bør rettes, så skal man tage denne viden til efterretning og ændre praksis – det har vi også gjort indenfor pesticidområdet.

Der skal være konsekvens i vores holdninger, når vi taler miljøpolitik. Vi er nødt til at stole på den sagkundskab og viden, vi har i dag. Kommer der ny viden, må vi forholde os til den, men vi må ikke på forhånd tage forbehold for enhver endnu ukendt risiko, som fremtiden kunne bringe.

Skovdyrkeren som potentiel aftager af slam

Skovrider *Bo Holst Jørgensen*, Ulborggård, Ulborg Statsskovdistrikt



Samfundet har behov for flere muligheder for afsætning af slam. I dag bliver slammet enten deponeret, afbrændt eller udbragt på landbrugsjord. Det sidste rummer stigende vanskeligheder, og der deponeres nu måske halvdelen af Danmarks slamproduktion på ca. 1 mio. tons årligt på lossepladserne, hvor afgiften er 200–300 kr. pr. ton. Hverken deponering eller afbrænding synes bæredygtige på langt sigt, hvor slammet på en eller anden måde nødvendigvis skal indgå i naturens kredsløb igen. Derfor kunne man frygte, at det kunne være politisk attraktivt at bringe slammet ud i skovene, fordi der her var mindst risiko for indflydelse på vores madvarer og måske samtidig en tilvækstmæssig gevinst på de magreste jorder.

Begrænsninger

Generelt er udbringning af slam tilladt i skove. Men anvendelsen er – ligesom i landbruget – betinget af skrappe krav til mængde og kvalitet af det slam der tilføres. Ud over lave grænseværdier for tungmetallerne Cd, Hg, Pb og Ni, gælder i skovbruget, at der maksimalt må tilføres 200 tons tørstof, 500 kg N eller 400 kg P pr. ha/10 år. Hermed begrænses tørstofmængden til 5–15 tons/ha/10 år.

Derudover kræves tilladelse fra amtet med evt. endnu skrappe krav samt at skovarealet skal holdes lukket for offentligheden i mindst 1/2 år efter slamtilførsel, og der skal gennemføres spærring og skiltning, der forbyder plukning af bær, svampe og lignede. Herudover bør der tages hensyn til balancen imellem de forskellige næringsstoffer, således at der gødskes med de næringsstoffer, der evt. er i underskud i slammet.

Hidtil har anvendelse af slam stort set været undgået i statsskovene, fordi man har været betænkelig ved konsekvenserne for grundvandet, for spisesvampene, for bærene, for træernes vækst og for publikumsbesøget. I privatskovene har man heller ikke været ivrige efter at få slam ind. Men i den senere tid har man kunnet se i avisen, at der her i Ringkøbing Amt, er givet tilladelse fra amtet til udspreddning af slam i et antal private plantager. Måske er ejerne nødt til at finde nye indtægtsmuligheder på grund af de lave træpriser. I 1989 kendte vi kun Hedeselskabets berømte forsøg fra Hesselvig plantage, og vi fandt derfor der var behov for yderligere undersøgelser, bl.a. fordi Hedeselskabets forsøg i de første år viste en tilvækstnedgang, indtil man fandt ud af at slammet forårsagede kobbermangel og fik kompenseret for det.

Aktuelle forsøg

På Ulborg Statsskovdistrikt har vi haft et glimrende samarbejde med Forskningscentret for Skov og Landskab om følgende forsøg:

- 1) Anvendelse af slam og kompost ved skovrejsning på marginal landbrugsjord.
- 2) Anvendelse af slam og kompost i anlagte kulturer af gran og løvtræ.

Det førstnævnte forsøg tjener dels det formål at hjælpe samfundet af med slammet på arealer, hvor hverken de tidligere nævnte særlige »skov-betæneligheder« eller de velkendte »landbrugs-betæneligheder« findes, dels at undersøge muligheden for at træerne kan få gavn af de næringsstoffer og det organiske materiale, der findes i slammet. Men filosofien var også følgende: Hvis man kunne udbringe slammet på marginaljorder, der skulle tilplantes, i et lag på 1 cm's tykkelse, ville der herved kunne forbruges 100 tons kalkstabiliseret slam med et tørstofindhold på 25% pr. ha. Hvis landmanden fik det, der modsvarer lossepladsafgiften, for at modtage slammet, kunne kulturerne billiggøres med 20.000–30.000 kr. pr. ha. Når man også indregner EU-tilskud og evt. braklægningsubsidier, kunne det godt være der kom lidt mere gang i skovrejsningen – samtidig med at den gamle skov blev friholdt for ønsker om udbringning af slam.

Miljøministeriet håber på, at der kan ske en fordobling af Danmarks skovareal i løbet af 100 år. Dette svarer til 5.000 ha ny skov om året. Hvis vi fordeler hele landets slamproduktion ud over de nye 5.000 ha hvert år, ville det medføre en lagtykkelse på 2 cm inkl. 75% vand eller måske noget, der ikke kunne mærkes overhovedet efter nedpløjning.

Og hvordan gik det så med forsøgene? Der blev målt på hhv. 10 og 20 tons tørstof kalkstabiliseret slam pr. ha. Dels måltes nedsivning til grundvand, dels træernes vækst. Det viste sig, at Miljøstyrelsen ikke mente, vi behøvede at måle på tungmetaller, idet man antog, de maksimalt tilførte mængder kun ville udgøre ca. 1% af de mængder, der var på arealet i forvejen. Derfor måltes kun på kvælstof. Nedsivningen til grundvandet blev i det første år forøget kraftigt, fra 10–15 ppm N/l til hhv. 50–70 ppm/l i det såkaldte langtidsforsøg og 100–200 ppm/l i det såkaldte

korttidsforsøg. Efter det første år var nedsivningen af N igen »normal«.

Med hensyn til træernes vækst var det ikke muligt de første år at konstatere hverken skadelige eller gavnlige virkninger af slamtilførslen.

Ud fra en formodning om, at udbringning af slam i etablerede kulturer med et stort rodnet ville medføre færre miljøproblemer for skovarbejderne og mindre kvælstofudvaskning end udbringning på bar mark, udførtes omtrent samtidig forsøg med udbringning af dels slam i fire år gamle løvtræbælter, dels kompost i en ca. 1 m høj rødgrankultur og i en ca. 2 m høj nobilispynTEGRØNTBEVOKSNING. Med hensyn til kvælstofnedsivningen fra slam var billedet helt det samme som for markforsøget.

Konklusion

Kvælstofudvaskningen ved tilførsel af 50 tons kalkstabiliseret slam pr. ha svarer populært sagt til det, der sker ved en gang gødskning med komøg, idet den gennemsnitlige nedsivning fra vestjyske landbrugsjorde ligger på ca. 80 kg N pr. ha pr. år (ca. 80 ppm/l.)

Der er ikke i forsøgene konstateret nogen virkning på træernes tilvækst. Dvs. for skoven er der ingen økonomisk værdi i slammet ved kulturstarten. Kun risiko. Udover disse erfaringer fik vi følgende af mere praktisk art:

- 1) Hvis der skal plantes efter udbringning af slam, skal slammet pløjes ned, således at skovarbejderne ikke kommer i kontakt med slammet.
- 2) Hvis enhver smittefare ikke herefter kan udelukkes, kan der blive tale om en række særlige arbejdsmiljøkrav i forbindelse med plantning.
- 3) Hverken slam eller komposteret husholdningsaffald må udbringes i yngre nåletræsbevoksninger, da det svider nålene og ødelægger værdien af juletræer og pyntegrønt.

En borgmesters bekymring

Borgmester *Iver Tesdorpf*, Odder



Kommunen indtager en central rolle, når det drejer sig om slam, idet kommunerne formentlig er den største producent af slam og har derfor også opgaven med at sørge for, at slammet bortskaffes igen på en både økonomisk og miljøforsvarlig måde.

Odder Kommune har spredt slam på markerne siden 1988. Da man startede, havde kommunen kontakt til en enkelt maskinstation, som så skulle bringe det ud til landmændene uden beregning for landmændene.

Dengang var man meget betænkelig ved at gå ud til en enkelt maskinstation, som så ville sprede det hos en begrænset kreds af landbrug, idet man mente, at det var en guldgrube man kom med, og der således ville være tale om en forfordeling.

Men frygten var ubegrundet, idet det viste sig ikke at være noget tilløbsstykke. Landmændene var ikke særlig ivrige for at modtage slammet. Men vi er da kommet af med det – og kommer det også i dag.

Men det er mit indtryk, at vores nuværende slamformidler har temmelig svært ved det på grund af den verserende sag om risikoen ved slam. Odder Kommunes slam er i øvrigt godt, da vi har pæne tal på indhold af fremmede stoffer og en god stabilisering, og

jeg ved, at slamformidlerne bedre kan komme af med vores slam end med nabokommunernes slam, som er af en ringere kvalitet. Det vil sige, at landmændene er meget opmærksomme på, hvilken kvalitet, der tilbydes.

Den ordning, vi betjener os af nu, hvor det går direkte fra rensningsanlæg til landmand, evt. via et mellemdepot hos landmanden, kan vi fortsætte med til 1. oktober 1999, hvor vi skal have et »slamhotel«, hvis vi vil fortsætte med den nuværende ordning.

Vi havde egentlig besluttet os til at bygge et slamhotel i 1997, men på grund af slamdebatten har vi udskudt det.

Som sagt skal vi være klar med noget inden 1. oktober 1999, så vi skulle gerne have truffet en principiel beslutning her i løbet af 1997.

De muligheder vi ser på er:

Bortskaffelsesmuligheder efter 1. oktober 1999.

- Udbringning på landbrugsjord efter hygiejnisering og 9 mdr. mellemdepot.
- Udbringning i skov og parker efter stabilisering eller kontrolleret kompostering.
- Etablering af energiskove i kombination med flisforbrænding.
- Deponering af losseplads.
- Deponering i specialdepot.
- Forbrænding – slam alene.
- Forbrænding af andet affald.
- Pindstrøpløsning (pillefabrikation m. bio-brændsel).
- Mineralisering (rodzoneanlæg).
- Centrifugering og tørring.

Tabel 1. Spildevandsudgift for en husstand.

	Kr.	Ændring i forhold til 1
1. Nuværende udgift	3.036	
2. Separat forbrændingsanlæg	3.154	+ 3,9%
3. Separat forbrændingsanlæg m/afgift	3.253	+ 7,2%
4. Fortsat udspredning på mark med »slamhotel«	3.137	+ 3,3%
5. Fortsat udspredning på mark med landmandsgaranti	3.668	+ 17,5%

De løsningsmuligheder vi har arbejdet mest med er enten fortsat spredning af slam på mark eller afbrænding.

I nedenstående tabel er vist nogle eksempler på, hvad forskellige løsningsmuligheder vil koste for en alm. gns. husstand. Der gøres opmærksom på, at tallene er anslåede, men giver en indikation af forskelle i omkostningerne for en husstand.

ad 1.: Nuværende udgift, hvor gns. husstanden har et vandforbrug på 170 m³ og kommunens spildevandsafgift er kr. 14,29 + moms.

ad 2.: Separat forbrændingsanlæg, hvor drift og finansiering er beregnet til kr. 302,00/tons.

ad 3.: Separat forbrændingsanlæg med afgift. Miljøministeriet har i øjeblikket planer om en statslig afgift. Er her indregnet med kr. 210,00/tons.

ad 4.: Fortsat udspredning fra mark med nyopført »slamhotel«. Udgift til »slamhotel« er beregnet til kr. 4,5 mill. kr., som forrentes og afskrives over 15 år.

ad 5.: Fortsat udspredning på mark med garanti til landmand. Som bekendt er landmandens lyst til at modtage slam ringe. For at øge interessen kunne man tænke sig en »gulerodsmodel«. Kommunen lejer et bestemt areal (for Odder Kommunes vedkommende 390 HA), hvor der udbringes slam hvert 3. år. (Slambekendtgørelsen siger, at der må udbringes slam hvert 3. år). Landmanden tilbydes kr. 5.310,00 årligt svarende til normalt DBII. Landmanden kunne så dyrke jorden med en non food

afgrøde som f.eks. raps, energikorn, pil eller lignende, således at han ikke har et afsætningsproblem i forhold til fødevarerforbrugerne.

Landmanden vil på denne måde årligt få kr. 5.310,00 + overskud fra non food produktionen årligt.

Hvis man ser på prisforskellen for den enkelte husstand ved de forskellige løsningsmuligheder, synes jeg ikke, at den er så stor, at man udelukkende skal se på det økonomiske. Kommunen skal naturligvis gøre det så billigt som muligt, men forskellen er ikke større end at det retfærdiggør en diskussion om det principielle og det holdningsprægede i, at der skal ske en recirkulation, hvor slammet vender tilbage til jorden.

Hvis vi skulle beslutte os i dag, er det en for usikker løsning at bringe slam ud på marken. Uanset hvor mange garantier der gives, og hvor mange aftaler der laves imellem landbrugets organisationer og Miljøministeriet, så er det i sidste ende forbrugerne der bestemmer, hvilke produkter de vil købe. Og hvis forbrugerne ikke ønsker at købe produkter, der er dyrket på slamgødgede marker, er det svært at ændre dette, uanset at deres frygt er helt ubegrundet.

Hvis byrådet i dag skulle beslutte sig, ville jeg anbefale, at slam ikke udbringes på markerne, men bortskaffes ved afbrænding eller lignende.

Det er desværre ikke den mest miljørigtige måde, men den sikreste.

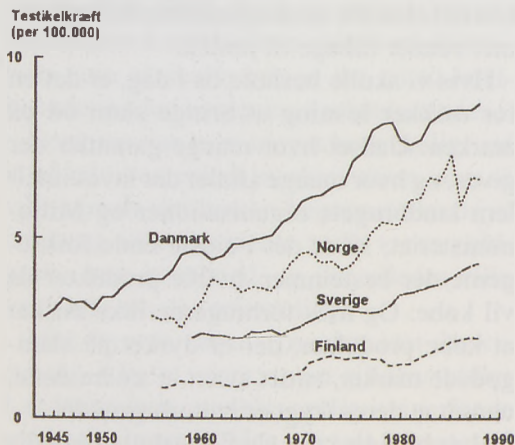
Østrogenlignende effekt af slammets indholdsstoffer

Professor Poul Bjerregaard, Odense Universitet

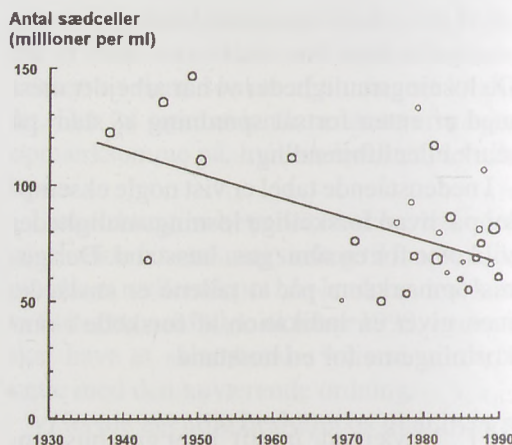


Hvorfor bekymre sig om østrogenlignende stoffer ?

Forekomsten af en række sygdomme og fejl-funktioner med udgangspunkt i de mandlige kønsorganer er øget væsentligt i løbet af det



Figur 1. Frekvensen af testikelkræft har været stærkt stigende i de fleste industrialiserede lande i de seneste årtier. Danmark har verdens højeste frekvens af testikelkræft og Finland en bemærkelsesværdigt lav frekvens. Årsagen til forskellen kendes ikke. Man ved dog, at kræftfrekvenser kan variere mellem forskellige etniske grupper. Bearbejdet efter Adami et al. *Int.J.Cancer*, 59, 33-38, 1994.



Figur 2. Antallet af sædceller hos mænd har udvist et fald i de seneste årtier. Figuren giver en oversigt over de undersøgelser, der er udført på verdensplan indtil 1990. Hver undersøgelse er markeret med en cirkel; cirklerens størrelse indikerer antallet af personer i undersøgelsen og dermed hver enkelt undersøgelses vægt i den samlede analyse. Bearbejdet efter Carlsen et al. *Br.Med.J.* 305, 609-613, 1992.

seneste halve århundrede. Dette ses tydeligst på stigningen i forekomsten af testikelkræft (figur 1), ligesom flere undersøgelser har vist en nedadgående tendens, hvad angår antallet af sædceller hos mænd (figur 2). Der er desuden i nogle undersøgelser konstateret en forøgelse af forekomsten af ufuldstændig dannelse af de mandlige, ydre kønsorganer, ligesom problemer med manglede nedstigning af testiklerne i pungen hos drengebørn tilsyneladende forekommer hyppigere nu end det gjorde tidligere. Ud over de fænomener, der er konstateret hos mennesker, er der i de seneste år i naturen gjort observationer, der ligeledes antyder problemer med reproduktion og kønsudvikling. I England har

man i skallebestande i spildevandsbelastede floder fundet en stærkt forhøjet frekvens af hermafroditte (det vil sige fisk, hvor såvel hanlige som hunlige kønsorganer er fuldt udviklede), og i Lake Apopka-søen i Florida konstaterede man i årene efter et uheld, der medførte en massiv forurening af søen med kemikalier, en mangelfuld udvikling af de ydre kønsorganer hos bl.a. søens alligatorer. Rapporter om forstyrret parringsadfærd hos hanfugle, diegivende hanflagermus, kønsskifte hos skildpaddefostre behandlet med PCB (polychlorerede biphenyler) og manglende testikelledstigning i pungen hos vildtlevende amerikanske pumaer bidrager til at tegne et billede af forstyrrelser i formering og kønsudvikling, der kunne være forårsagede af kemikalier i omgivelserne.

På baggrund af forskellige typer af observationer hos mennesker og resultater fra eksperimenter med forsøgsdyr opstillede Richard Sharpe (Medical Research Council, Edinburgh) og Niels Erik Skakkebak (Rigshospitalet) den såkaldte 'Østrogenhypotese', ifølge hvilken de oven for beskrevne fænomener – i hvert fald delvis – kan tilskrives en påvirkning af de hanlige fostre med kemikalier, der har samme virkning som det kvindelige kønshormon østrogen på et kritisk, tidligt stadium i fosterudviklingen.

Hvordan vurderes kemikaliers østrogene virkning?

Inden for fysiologien har den oprindelige definition på et østrogen været et stof, der kunne forårsage vækst af uterusvæv (livmodervæv), og uterusvækst anvendes stadig til påvisning af stoffers østrogene effekt.

Cellekulturer

Østrogen virker i organismens celler ved, at det binder sig til et protein (den såkaldte østrogenreceptor), der findes i cellevæsken. Komplekset af østrogen+østrogenreceptor

påvirker derefter cellekernens gener til at starte cellens produktion af proteiner. Kemikaliers evne til at bindes til østrogenreceptoren kan undersøges bl.a. i gærceller, hvor man vha. genmanipulation har indsat genet for den humane østrogenreceptor.

Brystkræftcellers vækst stimuleres af østrogen, og det betyder, at man kan undersøge kemikaliers østrogene effekt ved at vurdere deres virkning på væksten af sådanne cellekulturer.

Vitellogenin

Når hunfisk i forbindelse med formeringen danner blommeproteiner (vitellogenin) til produktion af æg, sker det under hormonel kontrol. Hypofysen danner follikelstimulerende hormon, der påvirker æggestokken til at danne østrogen, som efter frigivelse til blodbanen optages i leveren, hvor det efter reaktion med østrogenreceptoren inducerer leverens produktion af vitellogenin. Vitellogeninet transporteres via blodbanen fra leveren til æggestokken.

Hanfisk, som jo ikke skal producere æg, danner normalt vitellogenin i forsvindende små mængder. Hanfisks celler har imidlertid genet for østrogenreceptoren; genet er blot aldrig kommet til udtryk. Hvis man injicerer østrogen i blodbanen hos hanfisk, vækker man populært sagt det hvilende gen, og hanfisken begynder at producere vitellogenin. Det betyder, at man kan afprøve stoffers østrogene virkning ved at injicere dem i blodet hos hanfisk og derefter bestemme koncentrationen af vitellogenin i blodet. Findes vitellogenin, har stoffet haft østrogen virkning.

Hvilke østrogene stoffer indeholdes i slammet?

Alkylphenolpolyethoxylater

Alkylphenolpolyethoxylater anvendes i vid udstrækning i dagligdags produkter som

detergenter, kosmetik, maling og mange flere. På verdensplan produceres årligt omkring 300.000 t, og det danske forbrug er ca. 2.400 t/år.

Efter passage af et normalt fungerende rensningsanlæg nedbrydes polyethoxylaterne bl.a. til alkylphenolmono- og diethoxylater og alkylphenoler. I tilløbet til danske rensningsanlæg er målt koncentrationer på 1–100 µg/l (typisk mellem 10 og 40 µg/l) og mellem 0,3 og 0,6 µg/l i det rensede spildevand. I udenlandske tilløb til rensningsanlæg har man målt helt op til 3.000 µg/l og i ekstreme tilfælde helt op til ca. 1000 µg/l i udløbet fra rensningsanlæg.

Ved passage af et rensningsanlæg vil typisk 90–99% af nonylphenol og nonylphenolpolyethoxylat blive tilbageholdt i slammet. I Danmark er der målt op til 150 mg/kg tørstof i slammet; de fleste værdier er imidlertid lavere. Slammet fra udenlandske rensningsanlæg kan indeholde koncentrationer på helt op til 7 g nonylphenol/kg tørstof.

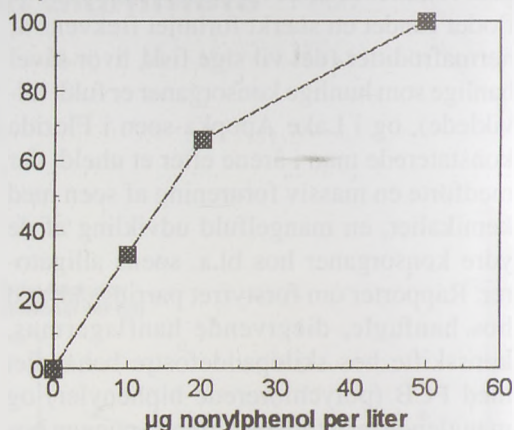
Nonylphenol nedbrydes forholdsvis langsomt i naturen; i havvand er således omkring halvdelen af en udledt mængde nedbrudt efter to måneder, og da stoffet er fedtopløseligt, ophobes det i organismer fedtvæv. Fisk udsat for nonylphenol optager hurtigt stoffet, men det udskilles hurtigt igen, når fisken overføres til rent vand.

Phthalater

Phthalater anvendes som tilsætningsstoffer i plastvarer, lim, gummi, maling, lak, etc.

Phthalater forekommer i forholdsvis høje koncentrationer i omgivelserne. Visse af phthalaterne har en – omend svag – østrogen virkning i cellekulturer. Dette gælder dibutylphthalat og butylbenzylphthalat, som der i Danmark anvendes henholdsvis ca. 1.350 t og 730 t af årligt. Disse to kemikalier findes i slam i koncentrationer, der generelt er mindre end 1–1,5 mg/kg tørstof

% påvirkede ørreder



Figur 3. Figuren viser, hvor stor en procentdel af hanørreder, der påvirkes (dvs. danner vitellogenin), når de udsættes for forskellige koncentrationer af nonylphenol i vandet. 50% af dyrene reagerer ved en koncentration på 14 mikrogram pr. liter, og alle dyr påvirkes ved koncentrationer på 50 mikrogram pr. liter eller derover. Bearbejdet efter Lech et al. *Fundam. Appl. Toxicol.* 30, 229–232, 1996.

Hvad ved vi om stoffernes effekt hos vandlevende dyr?

Mens vi ingenting ved om phthalaternes østrogene virkninger i dyr i naturen, er nonylphenols østrogene virkning over for fisk klart dokumenteret (figur 3). I britiske, spildevandsbelastede floder har man målt koncentrationer af nonylphenol på op til 50 mikrogram pr. liter, og her er nonylphenol alene (jf. figur 3) i stand til at udøve en østrogen effekt over for ørreder. Der er i de britiske spildevandsudledninger desuden konstateret østrogen effekt af andre komponenter i spildevandet end nonylphenol.

Hvad ved vi om stoffernes effekt i jorden?

Vor viden om muligheden for effekter af de østrogenaktive stoffer i landbrugsjorden er yderst begrænset, og behovet for undersøgelser af stoffernes skæbne i jordbunden og deres eventuelle optagelse i planter og dyr er særdeles påtrængende.

Risiko for smitteoverførsel ved spredning af spildevandsslam i jordbruget

Professor *Holger Errebo Larsen*, Institut for Veterinær Mikrobiologi,
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole



Alle er vel stort set enige i, at organisk affald bør tilføres jorden for der at indgå i et energi- og næringskredsløb. Miljøstyrelsen har da også haft som mål, at 50% af de samlede affaldsmængder skulle recirkuleres. En forudsætning herfor er, at produkterne ikke

Tabel 1. Eksempler på smitstoffer der kan forekomme i spildevandsslam.

BAKTERIER:

*Salmonella**
Mykobakterier
(*Mycobacterium paratuberculosis*, kvæg)
Colibakterier*
Clostridium perfringens
Listeria monocytogenes
*Yersinia enterocolitica**
*Campylobacter jejuni** og *C. coli**

PARASITTER:

Æg af bændelorm (*Taenia saginata*)
Æg af spolorm (*Ascaris*)
Protozoer (*Giardia*, *Sarcocystis*,
Cryptosporidium)

VIRUS:

Enterovirus (Fx Hepatitis A virus)
Rota Virus*
Norwalk virus*

* Hyppig årsag til diarré hos mennesker

indeholder væsentlige mængder af miljøskadelige stoffer. I en årrække var speciel forekomsten af tungmetaller i spildevandsslam begrænsende for slammets jordbrugsanvendelse. Dette problem blev løst, hvorpå samfundsdebatten orienterede sig mod smittemiddelet for derpå at fokusere på miljøfremmede organiske forbindelser i slammet.

I det følgende skal der kort redegøres for den eksisterende viden vedrørende smitteoverførsel til dyr og mennesker, som følge af udbringning af spildevandsslam på jord.

Mikrofloraen i spildevandsslam

Spildevandsslam indeholder et stort antal bakterier i størrelsesordenen 10^9 pr. ml. Denne mikroflora består overvejende af normale, uskadelige tarmbakterier men også af forskellige miljøbakterier. Fra human fæces kan isoleres 400–500 forskellige bakteriearter. Fyrré af dem er almindeligt tilstede, og de strengt anaerobe bakterier udgør langt den største andel (Savage 1977, Lang 1982)

Udover de harmløse bakterier kan spildevandsslam også indeholde smitstoffer (patogener), der kan være bakterier, virus eller parasitter. Disse patogener kommer fra syge mennesker og dyr, men også fra sunde smittebærere og udskilles med fæces, urin, betændelsesvæsker m.m..

I tabel 1 er listet forskellige smitstoffer, der herhjemme med vekslende hyppighed og ad forskellige smitteveje kan give anledning til infektionssygdomme. Disse smitstoffers forekomst i spildevandsslam er som helhed ikke nøjere kortlagt, men fælles for dem alle synes at gælde, at de optræder fåtalligt, når

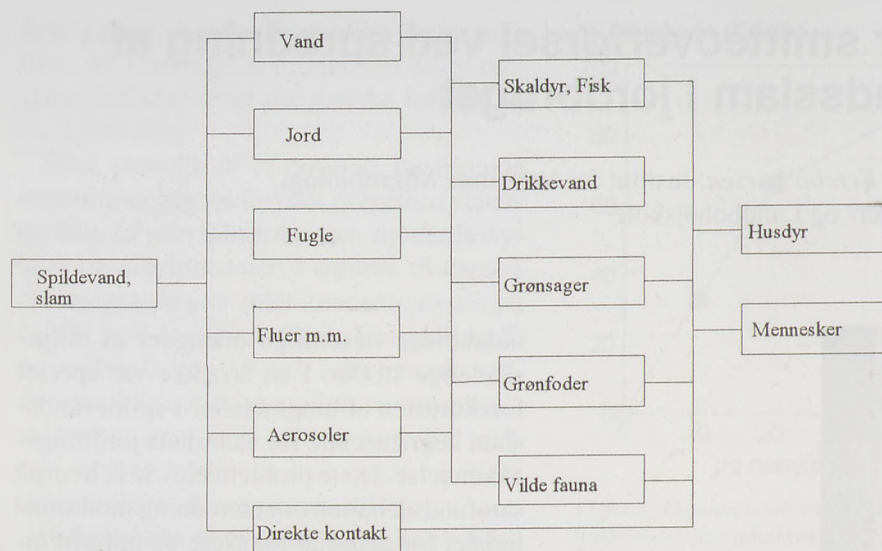


Fig. 1. Potentielle/hypotetiske smitteveje fra spildevand og spildevandsslam til husdyr og mennesker.

de er til stede (*Salmonella* f.eks. 10–100 pr. ml). Af flere grunde hører *Salmonella* til de bedst analyserede patogener i spildevandsslam, og her i landet regner man i almindelighed med, at slam indeholder salmonellabakterier, hvis det kommer fra et renseanlæg, der betjener en befolkningsgruppe på mere end 3000–4000 personer.

Også forekomst af æg fra menneskets bændelorm *Taenia saginata* er relativt godt undersøgt. Når de kan påvises, er det i mængder på op til 1–2 æg pr. liter spildevandsslam. Virus er vanskelig at påvise i slam, og koncentrationen af tarmvirus varierer ganske betragteligt, men kan f.eks. i relation til sygdomsudbrud udgøre op til 10^2 – 10^3 pr. gram råslam (Straub 1993)

Smitteveje

De teoretiske muligheder for spredning af smitstoffer fra spildevand og spildevandsslam til dyr og mennesker er ganske talrige, som skitseret i fig. 1. Det er dog ikke alle de angivne smitteveje, der er lige sandsynlige. Umiddelbart forekommer slamspredning på fortærbare afgrøder at være mest risikabelt,

men det tager lovgivningen også højde for (Bekendtgørelse nr. 823).

Smittespredning via aerosoler har været omdiskuteret, men der synes ikke i dag at være epidemiologisk evidens for at tillægge denne smittevej nogen praktisk betydning, og det samme gælder tilsyneladende også smitte via vand og den vilde fauna efter markspredning af slam.

Smitstoffers overlevelse uden for værter

De fleste smitstoffer, som kan optræde i spildevandsslam, har en parasitær natur, hvilket indebærer, at de kræver en vært for at kunne vokse. Dette er kendetegnende for vira og zooparasitter men gælder også – så vidt det da er undersøgt – for størsteparten af de patogene bakterier.

De nævnte forhold er ensbetydende med, at langt de fleste smitstoffer, som forlader en vært og tilføres omgivelserne, dér havner i et for dem fremmed miljø, hvor de blot overlever i kortere eller længere perioder bestemt af forskellige mere eller mindre vel-

Tabel 2. Summarisk angivelse af slambehandlings reduktion af mikroorganismer
(Kilde: Straub et al. 1993)

Behandling	Reduktion (%) ^{a)}		
	Bakterier	Virus	Parasitter
Udrådning (27–37°C)	1–2	1	0
Luftning	1–2	1	0
Kompostering	2–3	2–3	2–3
Lufttørring ^{b)}	2–3	1–3	1–3
Kalktilsætning	2–3	3	0

^{a)} Skala (størrelsesorden):
0 = < 10% reduktion 2 = 99,9% reduktion
1 = 99% reduktion 3 = > 99,9% reduktion

^{b)} Afhænger af vandindholdet

kendte miljøfaktorer samt patogenernes egne egenskaber.

Drabsforløbet i en sådan population synes under de fleste forhold at være eksponentielt, det vil sige, at den procentdel af mikroorganismene, som inaktiveres/dør per tidsenhed, er konstant gennem hele tidsperioden. Drabs- eller inaktiveringshastigheden udtrykkes ofte ved værdien T_{90} , hvorved forstås den tid, der medgår til drab af 90% af den population, der var overlevende ved tidsrummets begyndelse. T_{90} -værdien kaldes også Decimeringstiden (D).

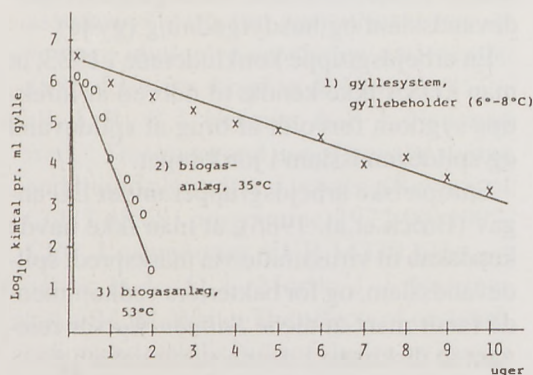
Reduktionstiden for smitstoffer i affald og miljø er angiveligt afhængig af bl.a. følgende variable forhold:

1. Arten (species) af den pågældende organisme
2. Begyndelseskonzentrationen (jo større initialkoncentration desto længere overlevelse)
3. Omgivelsernes temperatur (længere overlevelse ved lave temperaturer end ved højere)
4. pH (længere overlevelse ved pH 6–8 end ved højere og lavere værdier)
5. Redoxpotentiale (Eh), (længere overlevelse i anaerob end i beluftet affald)
6. Fugtighed (vandaktivitet)
7. Biocide stoffer
8. Mikrobielle antagonister
9. Ultraviolet lys.

En summarisk angivelse af smitstofreduktioner ved forskellige slambehandlingsmetoder er vist i tabel 2. Til sammenligning er i tabel 3 angivet reduktionen i infektivitet af æg fra bændelormen *Taenia saginata* under forskellige behandlingsformer.

Som et eksempel på temperaturens indflydelse på smitstoffers overlevelse i affald er i fig. 2 angivet drabshastigheden for *Salmonella* tilsat gylle i biogasanlæg ved 35°C og 55°C sammenlignet med overlevelse i en konventionel gyllebeholder ved vintertemperatur (6–8°C).

Det er vanskeligt ud fra litteraturen at fastlægge overlevelsestiden for smitstoffer i naturen. For jord tilført spildevandsslam kan



Figur 2. Temperaturens betydning for inaktivering/drab af *Salmonella* tilsat kvæggylle, som er behandlet portionsvis (laboratorieforsøg) i:
1. Almindeligt gyllesystem, vintertemperatur
2. mesofilt biogasanlæg, 35°C
3. termofilt biogasanlæg, 53°C.

Tabel 3. Slambehandlingers reduktion af bændelormægts (*Taenia saginata*) infektivitet over for kalve (Kilde: Hughes et al. 1984)

Behandling		Reduktion (%)*
Udrådning:	35°C, 10 døgn + slambed, 15 døgn	100
Pasteurisering:	55°C, 3h + 35°C, 10 døgn	100
Pasteurisering:	55°C, 3h	99,4
Slambed:	28 døgn	99
Kalktilsætning:	pH 11,5–12, 24 h	96
Luftning:	16 døgn	82

* Sammenligning af antal larvecyster (tinter) i kalve fodret henholdvis med æg i behandlet slam og ikke behandlede æg.

man finde meddelelser om salmonellaoverlevelsestider, der varierer fra 11 dage til 9 måneder. Denne variationsbredde afspejler både forskelle i de økologiske faktorer i forsøgene, og især at der i visse forsøg er tilsat meget store koncentrationer af *Salmonella*. Der synes at være enighed om, at bakterier og virus generelt ikke overlever længe (< 1 uge) på planteoverflader, og også at æg af parasitter (især spolorm) hører til de mest miljøresistente smittestoffer.

Smitterisici

Litteraturen indeholder kun få meddelelser om sygdomstilfælde, som med sikkerhed har kunnet tilskrives smitte via markspredt spildevandsslam og husdyrgødning (gylle).

En arbejdsgruppe konkluderede i 1983, at man i USA ikke kendte til udbrud af infektiøs sygdom forvoldt af brug af spildevand og spildevandsslam i jordbruget.

Europæiske arbejdsgrupper under EU angav (Brock et al. 1986), at man ikke havde kendskab til virusmitte via markspredt spildevandsslam, og for bakteriers vedkommende fandt man, at alene *Salmonella* var relevant at diskutere i denne sammenhæng.

Fra Schweiz, Sydtyskland og Holland foreligger meddelelser om øget forekomst af salmonellabakterier i fæcesprøver fra kvæg i efterårsmånederne. Dette har været sat i forbindelse med slamspredning på græs-

marker, en handling som også skønnedes at have forvoldt flere sygdomstilfælde hos græssende kreaturer. Især fra britisk side har der været udtrykt skepsis overfor ovennævnte tolkning. I England, som i andre lande, har man således iagttaget tilsvarende sæsonhyppighed, uden at det kan sættes i forbindelse med spildevandsslam. Kritiske undersøgelser, af formodede slambårne sygdomsudbrud hos kvæg, viste ifølge COST 68/681-gruppen (Block et al. 1986), at de fleste beskrevne udbrud kunne føres tilbage til accidentiel forurening af græsmarker eller vandløb med spildevand eller latrin fra septiktanke. Kun få udbrud kunne spores tilbage til afgræsning af marker gødet med spildevandsslam, og det var i disse tilfælde tvivlsomt, om afgræsningsrestriktionerne var overholdt. Udvalget fandt, at det er usikkert om de få beskrevne dokumenterede slambårne sygdomsudbrud hos kvæg ville være fremkommet, hvis reglerne i EU's direktiv (vores slambekendtgørelse) havde været gældende på daværende tidspunkt.

De få meddelelser om sygdomstilfælde i relation til spredning af slam skal vurderes på baggrund af to forhold. For at smitte kan finde sted er det for det første nødvendigt, at en rimelig stor procentdel af en smitstofpopulation overlever de drabsmekanismer de udsættes for i alle smittekædens led. Dernæst er det en forudsætning for at infektiøs sygdom opstår, at værten, som smitstofferne evt. overføres til, er modtagelig.

Selv om vi må konstatere, at der for tiden ikke er meget der tyder på, at slamspredning på jord kan give sygdom, så ved vi ikke om lavgradig smitte kan føre til skjulte (asymptomatiske) infektioner f.eks. i besætninger.

Når man fokuserer på en enkelt smittevej som spredning af slam, bør det også erindres, at man da let kommer til at se bort fra andre måske mere væsentlige smittekæder.

Blandt parasitter er det især menneskets bændelorm (*Taenia saginata*), der påkalder sig opmærksomhed i forbindelse med slamspredning. Æg af denne bændelorm skal optages af kvæg for at deres livscyklus kan afsluttes, og mennesker smittes ved at spise (råt) oksekød med larvestadier (oksetinter). Smitte af kreaturer er iagttaget efter markspredning af utilstrækkeligt desinficeret spildevandsslam. En undersøgelse i Storbritannien viste, at kun 14 kvægbesætninger ud af 218 med tintede dyr havde anvendt spildevandsslam på marker, og 13 af de 14 besætninger havde spredt ubehandlet slam. Ved en dansk undersøgelse af 14 besætninger med tinteforekomst fandtes, at spildevandsslam ikke havde været anvendt. Det kan tilføjes, at såvel forekomst af bændelorm hos mennesker som tinter hos kvæg er aftaget betydeligt gennem de sidste årtier herhjemme.

Risikovurdering

Selv om meningerne fortsat er delte vedrørende den reelle smitterisiko knyttet til slamspredning i landbruget så hælder de fleste til opfattelsen, at de få beskrevne sygdomstilfælde tyder på en lav risiko.

De hidtil angivne regelsæt for hygiejnisk forsvarlig affaldsanvendelse i jordbruget er i overvejende grad funderet på en mikrobiologisk/parasitologisk risikovurdering, hvor rationalet er, at såfremt smitstoffer kan forekomme i slam, så er der en potentiel smitterisiko. Denne risiko er, som nævnt yderst sjældent en reel risiko. Det er derfor ønskeligt, om vi i fremtiden i langt højere grad

gik over til at basere vore håndteringsbestemmelser på en epidemiologisk risikovurdering, som kortlægger den aktuelle/reelle risiko dvs. sandsynligheden for at et individ/ en population vil få en sygdom.

Konklusion

Spildevandsslam indeholder, bl.a. afhængigt af behandlingsformerne, kun små mængder eller ingen smitstoffer. Selvom smitstoffer kan overleve i organisk affald og på marker i perioder af vekslende længde, så kan det på basis af den foreliggende litteratur konkluderes, at spredning af organisk affald på marker kun i ganske få dokumenterede tilfælde har resulteret i sygdomsudbrud. Det skønnes, at de beskrevne udbrud næppe ville have fundet sted, såfremt de i dag gældende regler for håndtering af spildevandsslam havde været efterlevet.

Referencer

- Bekendtgørelse nr. 823 af 16. september 1996 fra Miljø- og Energiministeriet: Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål.
- Block, J. C., A. H. Havelaar & P. L'Hermite (red.): Epidemiological studies of risks associated with the agricultural use of sewage sludge: Knowledge and needs. 1986, Elsevier, London & New York.
- Hall, J. E., P. L'Hermite & P. J. Newman (red.): Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes. (Review of COST 68/681 programme, 1972-90) 1992, CEC, Luxembourg, EUR 14330 EU.
- Hughes, D. L., D. L. Morris, J. J. Norrington & M. M. Waite: The effects of pasteurisation and stabilisation of sludge on *Taenia saginata* eggs. In: Inactivation of microorganisms in sewage sludge by stabilisation processes. Hohenheim 1984. D. Ren-del Publishing Co., Dordrecht, 1985.
- Ilsøe, B.: Smittetisici ved genanvendelse af

- organisk affald. Dansk Vet. Tidsskr. 1993, 76, 77-85.
- Lang, A.: Mikrobiologische Untersuchungen über die Eignung verschiedener Indikatororganismen zur seuchen – hygienischen Beurteilung von Klärschlamm. 1982, Diss. Universität Hohenheim.
- Larsen, H. Errebo & B. Munch: Pathogenic bacteria in extraanimal environments. Occurrence, survival and hygienic significance with special reference to farm animal waste management. A review. Ugeskrift f. Jordbrug, Selected Res. Series (KVL), 1986, pp. 57-66.
- Savage, D. C.: Microbial ecology of the gastrointestinal tract. Ann. Rev. Microbiol. 1977, 31, 107-133.
- Straub, T.M., I.L. Pepper & C.P. Gerba: Hazards from pathogenic microorganisms in landdisposed sewage sludge. Rev. Environ. Contamin. Toxicology. 1993, vol. 132, 55-91.



Et vue over deltagerne ved Akademirådets seminar: »Slam – gødning eller gift«.

Sikkerhedskrav til slam – i internationalt perspektiv

Konsulent, dr.med.vet. *H. J. Bendixen*, Veterinærdirektoratet



Det danske samfund lægger i disse år mange planer for at forbedre miljøet og udnyttelsen af ressourcer. Økologisk produktion og genbrug er tidens slagord. Projekter gennemføres for at genbruge slam og organisk affald ved spredning på landbrugsjord. Her rejser husdyrejerere og levnedsmiddelproducenter med god grund spørgsmålet, om dyrs og levnedsmidlers sundhedsmæssige status kan blive forringet herved. Slam og affald er af vidt forskellig – ofte ukendt – oprindelse. Nogle produkter indeholder farlige smitstoffer eller giftige substanser. Kan myndighederne hindre, at de spredes i de levnedsmiddelproducerende husdyrs nærmiljø?

De danske aktiviteter baseres på regeringens handlingsplan fra 1988 (1) og sigter mod at gennemføre Brundtland-rapportens principper i praksis. Love om beskyttelse og forbedring af miljøet er implementeret, og økonomisk støtte givet til tekniske udviklingsprogrammer. Planer for bedre udnyttelse af energireserverne er beskrevet i Energiministeriets handlingsplaner 'Energi 2000' fra 1990 (2) og 'Vedvarende Energi' fra 1991 (3). Der ydes økonomisk støtte til teknolo-

gisk udvikling af energiudnyttelse. Og i Landbrugsministeriets plan for at sikre et 'Bæredygtigt Landbrug' fra 1991 (4) gives en oversigt over udviklingstendenser for agerbrug og husdyrhold. Mange planer er realiseret. Det er tiden at bedømme resultaterne, specielt mht. spørgsmålene om eventuel sundhedsfare for dyr og mennesker.

I andre europæiske lande er der iværksat tilsvarende planer. Deres omfang varierer som følge af økonomiske forskelle og tekniske muligheder, svarende til den betydning det pågældende lands befolkning og myndigheder tillægger miljøbeskyttelse og ressourceforbrug. Tilstandene i EU's medlemslande har særlig interesse, især efter at det åbne indre marked blev etableret i 1993. Affald bør ikke kunne distribueres kritikløst i EU. Ensartede regler bør gennemføres for genbrugsprojekter, der omfatter indsamling, behandling og distribution af affald. Mange EU-lande har veludviklede programmer, andre har næsten ingen.

Den teknologiske udvikling på genbrugsområdet er gået hurtigere end etableringen af de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger. Det er svært at skabe forståelse for, at sikkerhedskrav og officielle kontrolforanstaltninger er nødvendige, når det gælder affald, som indtil nu er blevet omsat med stor lemfældighed. Dette gælder ikke mindst den internationale omsætning.

Interessen må samles om at indføre og bruge fælles sikkerhedskrav, når slam og organisk affald anvendes til jordbrugsformål. I særdeleshed vil en dårligt kontrolleret international distribution af farligt affald kunne få uoverskuelige følger for sundheden hos

dyr, mennesker og miljø. På de veterinære ansvarsområder for dyr og levnedsmidler, hvor problemerne er beslægtede, har man i årenes løb gjort mange erfaringer – både gode og mindre gode. Sikkerhedskrav og kontrolsystemer for affald bør kunne udbygges efter samme principper.

Sikkerhedskrav ved genbrug af affald og slam på landbrugsjord

Landbruget skal bidrage til den nye miljøpolitik ved bedre udnyttelse af husdyrenes gødning. Endvidere skal organisk affald og slam fra industrielle virksomheder og bymæssige bebyggelser bruges til gødsning af landbrugsjord i stedet for at blive leveret til forbrænding eller lossepladser. Det bør kræves, at genbrug af biomasse foregår uden risiko for, at farlige smitstoffer og kemiskotoksiske substanser spredes i miljøet. I denne henseende er de traditionelle metoder mere betryggende. Samme grad af sikkerhed bør kunne opnås med effektiv genbrugsteknologi.

På dette område er der i de senere år gennemført omfattende forsknings- og udviklingsprojekter. Et stort anlagt fælles projekt for EU's medlemslande blev startet i 1972 under betegnelsen COST 68/681 programmet (5). Det afsluttedes i 1990 med en række praktiske forslag til behandling, håndtering og distribuering af affald og husdyrgødning. Samtidig blev der foreslået sikkerhedskriterier og kontrolmetoder, når affaldsprodukter spredes på jord.

EU-lovgivning om affald

Den formelle basis for international handel med affald og slam findes i Baseler-konventionen af 1989 om grænseoverskridende affald. Udgangspunktet for reglerne i denne konvention er ønsket om, at eksport af farligt affald ikke må finde sted, medmindre affaldet eksporteres til genbrug, eller såfremt

afsenderstaten ikke har teknisk mulighed for at behandle det. Der skal etableres en anmeldelsesordning gældende for afsender- og modtagerstaten, og for de stater, affaldet passerer igennem. Anmeldelsespligten gælder både for den virksomhed, der producerer affaldet, og den, der transporterer det. Afsenderstaten skal orientere modtagerstaten og transitstaterne. Baselerkonventionen er undertegnet af EF og medlemslandene. Alle EU-lande har ratificeret den, og den udgør grundlaget for EU's retsregler på området.

I EU-lovgivningen findes flere retsakter, der fastlægger fælles normer og kriterier for driften af dyrehold med henblik på miljøbeskyttelse. De har foreløbig fået begrænset indflydelse på den praktiske kontrol med anvendelsen af husdyrgødning og affald. I de enkelte EU-lande er situationen mht. genbrug af affald fortsat så forskelligartet, at erfaringerne fra forskningsprojekter og fra nationale kontrolsystemer ikke har kunnet udmøntes i ensartede regler og metoder for myndighedskontrol med affald. De enkelte lande må derfor beskytte sig mod import af risikoaffald med egne metoder, baseret på nationale og regionale overvågnings- og kontrolforanstaltninger.

EU's direktiver om affald er for øjeblikket under revision. De eksisterende EU-regler har til formål at sikre en begrænsning af affaldsproduktionen, at nyttiggøre affald, og at bortskaffe affald, uden at der sker skade på mennesker og miljø. Alle, der bortskaffer og transporterer affald (bortset fra affald, der betragtes som ufarligt) skal registreres. EU-landene skal udpege de kompetente myndigheder.

I Europa-Kommissionens forslag til revision af gældende EU-regelsæt bruges de traditionelle EU-principper, i.e. etablering af fælles regler der skal sikre et frit marked for affald. Med Unions-traktaten og etableringen af det indre marked er man imidlertid kommet til et kritisk tidspunkt i den europæiske affaldspolitik udvikling, hvor der er brug for mere differentierede kriterier for

Tabel 1. Affaldsprodukter med jordbrugsmæssig værdi, som kan anvendes uden forudgående tilladelse efter reglerne i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 730 af 5. september 1995 om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål.

Affald Kategorier	Affaldsprodukternes oprindelse
A	Slam og spildevand samt uforurenede produktrester fra forarbejdning af vegetabiliske råvarer samt fra mejerier
B	Slam m.v. fra dambrug – Slam fra ferskvandsdambrug samt slam og spildevand fra recirkulerede anlæg til opdræt af fisk – Slam fra indpumpningsdambrug
C	Slam m.v. fra forarbejdning af animalske råvarer – Slam fra rensningsanlæg på slagterier – Slam fra rensningsanlæg på fiskeindustrivirksomheder – Slam fra rensningsanlæg på foderproduktionsvirksomheder
D	Kildesorteret affald, herunder komposteret affald, fra husholdninger, institutioner og private virksomheder – Madaffald, kaffefiltre, bleer og lignende
E	Spildevandsslam – Slam fra kommunale rensningsanlæg – Slam fra private rensningsanlæg til behandling af husspildevand

behandling, distribution og anvendelse af affald. Først og fremmest må der indføres strengere kontrol med risiko-affald, herunder restriktioner eller forbud mod fri omsættelighed.

Landbrugsmæssigt animalsk affald holdes uden for affaldsdirektiverne, idet EU-området efter oprettelsen af det indre marked betragtes som et følsomt område for dyre- og plantesygdomme. Af denne grund er den veterinære og fytosanitære EF-lovgivning blevet strammet op og udbygget.

Mange affaldstyper af animalsk oprindelse hører under den veterinære lovgivning, som blev underlagt EF-regler i forbindelse med det åbne, indre marked. Der anvendes nu fælles regler, som skal forhindre spredning af smitstoffer, der fremkalder alvorlige, smitsomme husdyrsygdomme. Reglerne gælder alt affald af animalsk oprindelse, men restriktionerne gælder i første række affald, der anvendes som dyrefoder. Den veterinære lovgivning omfatter ikke kontrollen med kemisk-toksiske substanser i affald.

Dansk miljølovgivning om affaldsprodukter til jordbrugsformål

I Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6) om anvendelse af slam m.v. til jordbrugsformål er der givet detaljerede regler for kontrollen med kemiske bestanddele og hygiejnisk begrundede anvendelseskrav til forskellige typer af affald og slam. Der findes ingen krav om, at affaldsproducenterne skal fjerne uønskede kemikalier og smitstoffer, før affaldet frigives til spredning på landbrugsjord.

Miljøministeriet har det overordnede ansvar, de kommunale og amtskommunale Miljø- og Levnedsmiddelkontrol-enheder det direkte ansvar for, at reglerne overholdes. Kriterierne for miljøgodkendelse og -tilsyn med affaldsbehandling praktiseres forskelligt af kommunerne.

Det er de lokale myndigheders opgave at sikre, at bekendtgørelsens regler efterfølges i de virksomheder, der producerer, behandler og omsætter affald og slam. Det er en omfattende og kompliceret myndigheds-

opgave. Der er flere kategorier af affald og slam, se tabel 1, og der er mange producenter at overvåge, produkter at analysere, og distributører og modtagere at tilse. Det er en relativt begrænset opgave, så længe kontrollen kun omfatter omsætningen af dansk produceret affald og slam, men det bliver straks mere kompliceret, når der skal føres kontrol med leverancer af affald og slam, der stammer fra andre lande. Dette gælder både for produkter, der eksporteres til, og som importeres fra EU-lande, ligesom det gælder for tredjelande.

Den systematiske kontrol bør tilsikre, at bekendtgørelsens regler anvendes på ensartet vis, herunder at illegale transporter afsløres. De analytiske kontrolmetoder skal ske efter internationale normer og standardforskrifter.

Forebyggelse af smittespredning med gødning/gylle

Håndtering og lagring af gylle fører ikke til den samme grad af smitstofreduktion, som kan opnås ved traditionel behandling af gødning. Indholdet af smitstoffer i gylle afspejler den sygdomsmæssige status og de hygiejniske vilkår, der findes i husdyrholdene. Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 1159 (7) indeholder ingen specielle bestemmelser, der kræver en smitstofreducerende behandling, før gødning udbringes på landbrugsjord. Den enkelte landmand afgør selv, om der skal gøres brug af smittebegrænsende foranstaltninger.

For gyllens vedkommende har EU's forskningsgruppe i 1980 (8) udarbejdet retningslinier for anvendelse af gylle m.m. med henblik på at reducere smittefaren. De går ud på følgende:

1. Anvendelse af gylle bør så vidt muligt begrænses til pløjejordsafgrøder. Gylle bør ikke anvendes på afgrøder, der fortæres rå.

2. Hvis gylle alligevel anvendes på græsmarker, bør græsset anvendes til slætafgrøder: hø, ensilage, grønpiller.

3. Hvis gylle alligevel anvendes på græsningsarealer, bør følgende krav være opfyldt:

- gyllen skal være lagret, før den udbringes: i sommerperioden mindst 60 dage, i efterårs- og vinterperioden mindst 90 dage,
- afgræsning bør ikke påbegyndes før tidligst 30 dage efter udbringning af gylle,
- kun voksne dyr eller uimodtagelige dyr bør afgræsse de gyllebehandlede arealer.

EU arbejdsgruppen fremhæver, at reglerne bør tilpasses de særlige vilkår, der eksisterer i hvert land eller hver region. Der må f.eks. tages hensyn til klima, arealanvendelse, dyrkningsmetoder, den sygdoms-/sundhedssituation, der findes i husdyrholdet og de anvendte metoder til håndtering, lagring og udbringning af gylle. Derfor foreslås det (9), at der i danske husdyrbrug med én gyllebeholder, hvor minimumskriteriet for lagringstid ikke kan gennemføres, i stedet anvendes længere karenstid end 30 dage, når gylle udbringes på græsningsarealer, i.e. mindst 60 dage i forårs- og sommerperioden, mindst 90 dage i efterårs- og vinterperioden. Samme karenstider bør anvendes mellem udbringning af gylle på pløjejords- og slætafgrøder og tidspunktet for afgrødernes anvendelse.

Et affaldsprodukt, der ligner gylle, er skyllevandsslam fra slagterier, samt mave-tarmindhold og gødning opsamlet fra slagtede husdyr. Det udleveres fra mange slagterier til udbringning på marker. I denne type affald findes et bredt spektrum af smitstoffer, som afspejler de infektionssygdomme, der optræder i de besætninger, slagtedyrene stammer fra. Det kan dreje sig om dyr af dansk oprindelse, men i EU's åbne indre marked kan man forvente, at slagtedyrene omsettes frit og følgelig kommer fra andre medlemslande. Selvom de er sunde, kan de

tilføre landet smitstoffer, der sædvanligvis ikke forekommer.

I det veterinære forsøgsprogram 1992-95 (10,11) blev forekomsten af smitstoffer i de store biogasfællesanlægs fortanke undersøgt over en længere periode. Indholdet i fortankene bestod overvejende af blandingsgylle – forholdsvis frisk afsat – indsamlet i et varierende antal dyrehold. I fortanken blev også modtaget mave-tarmindhold og gødning fra slagtede dyr samt skyllevandsslam opsamlet på kvæg-, svine- og fjerkræslagterier. Forekomsten af salmonella blev undersøgt i blandingsprøver fra fortankene ved fem biogasfællesanlæg (BFA) I BFA nr. II fandtes salmonella i 10 af 14 prøver, i BFA nr. III i 1 af 14, i BFA nr. V i 15 af 24, i BFA nr. IX i 11 af 20, og i BFA nr. X i 3 af 7 prøver.

Formålet med denne begrænsede undersøgelse var at få et overblik over, om salmonella kan vinde indpas i biogas fællesanlæg-

genes tanke. Dette må siges at være bekræftet.

Ud over salmonella må man regne med, at en række andre bakterielle infektioner kan spredes både via gødning/gylle og i affald og slam indsamlet fra slagtedyr: *Campylobacter*, *coli*, *clostridium*, *yersinia* og *listeria*, samt svinedysenteribakterier og rødsygebakterier. Eksempler på virus, der spreder sig på samme måde, er rotavirus og coronavirus (kalvediarrhoe), BVD virus (virusdiarrhoe, kvæg) og parvovirus (smitsom fosterdød).

Det bør tilrådes, at disse typer affald og gødning undergår en særlig behandling, når de omsættes i større anlæg, med henblik på udbringning på landbrugsjord. Det skal ske i overensstemmelse med slambekendtgørelsens kategori C.

Ved udbrud af alvorlige, smitsomme sygdomme, f.eks. mund- og klovesyge, klassisk svinepest, Aujeszky's sygdom, IBR, SVD og Newcastle Disease, skal der gennemfø-

Tabel 2. Hygiejnisk begrundede anvendelsesrestriktioner til affaldstyper efter forskellige behandlinger, jf. reglerne i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 730 af 5. september 1995 om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål.

Behandling af affald i kategori:	Ikke behandlet	Stabiliseret	Kontrolleret kompostering	Kontrolleret hygiejnisering
A. Slam m.v. fra vegetabilsk produktion	+	+	+	+
B. Slam m.v. fra dambrug	Må ikke anvendes i havebrug	+	+	+
C. Slam m.v. fra animalsk produktion	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Nedbringes inden 12 timer efter tilførsel. Må ikke anvendes i havebrug	+	+
D. Kildesorteret affald	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Ikke til fortærbare afgrøder eller havebrug. Nedbringes inden 12 timer efter tilførsel	1)	+
E. Spildevandsslam	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Ikke til fortærbare afgrøder eller havebrug. Nedbringes inden 12 timer efter tilførsel	Ikke til fortærbare afgrøder eller havebrug	+
+ : Kan anvendes uden hygiejnisk begrundede restriktioner.				
1): På brug med klovbærende dyr skal udspreddning og nedbringning af kompost ske før såning				

res særlige foranstaltninger for at fjerne smitstoffer fra gødning/gylle og hindre smittespredning. Lignende, om end mindre omfattende forholdsregler anvendes ved udbrud af andre smitsomme sygdomme, f.eks. salmonellose. Omfanget af indgrebene afgøres af Veterinærdirektoratet.

De fem affaldskategorier

I Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6) inddeles affald i fem kategorier svarende til den formodede smitstofbelastning, ligesom der findes regler for behandling af forskellige affaldstyper og for restriktioner ved anvendelse på jord, se tabel 2.

Kategori A: Her findes slam og spildevand samt 'uforurende' produktrester fra forarbejdning af vegetabiliske råvarer samt fra mejerier. Disse typer affald indeholder sjældent smitstoffer og kan spredes på jord uden særlige sikkerhedsforanstaltninger.

Hvis affaldet er forurenet, kræves særlig behandling eller anvendelse af restriktioner ved udbringning på jord. Dette må f.eks. gælde for slam og affald opsamlet fra de afsnit på et mejeri, hvor ubehandlet mælk modtages og behandles.

Kategori B: Herunder hører slam fra ferskvandsdambrug samt slam og spildevand fra cirkulerende anlæg til opdræt af fisk. Dette affald må ikke anvendes ubehandlet i havebrug, men skal være stabiliseret eller have gennemgået en kontrolleret kompostering eller hygiejnisering.

Af hensyn til faren for smitstoffer, der forårsager sygdomme hos fisk, skal ubehandlet slam udbringes på jord, så det ikke flyder ud i vandløb eller søer.

Kategori C: Hertil hører slam m.v. fra animalsk produktion, dvs. slam fra rensningsanlæg på slagterier, samt virksomheder i fiskeindustrien og foderproduktion. Dette affald må indtil 1. oktober 1999 anvendes i ubehandlet tilstand til spredning på jord, hvis det nedbringes umiddelbart efter tilførsel.

Hvis affaldet behandles i et biogasanlæg bortfalder dette krav.

Mave-tarmindhold fra slagtede dyr hører til denne kategori. I en tid, hvor zoonosefremkaldende smitstoffer er vidt udbredt blandt levnedsmiddelproducerende husdyr, må man regne med, at denne type slagteri-affald indeholder mange forskellige smitstoffer, specielt når der importeres dyr til slagtning på danske slagterier. De samme smitstoffer overføres til mennesker fødevarer, og optræder i øget mængde i affald fra byerne. Fremmede typer af smitstoffer tilføres fra affald, der stammer fra importerede ferske levnedsmidler af animalsk oprindelse.

Patogene bakterier er fundet så ofte i affald og slam i Kategori C (10), at det er rimeligt at betragte disse produkter som 'risikoaffald'. En systematisk smitstofreducerende behandling må tilrådes, før de spredes frit på landbrugsjord.

Kategori D: Hertil hører kildesorteret affald, herunder komposteret affald, fra husholdninger, institutioner og private virksomheder, der består af madaffald, kaffefiltre, bleer og lignende. Ubehandlet affald må ikke anvendes til jordbrugsformål. Stabiliseret affald må ikke anvendes til fortærbare afgrøder eller havebrug. Affaldet skal nedbringes inden 12 timer efter tilførsel.

Affald i kategori D må betragtes som 'risikoaffald'. Dette kunne bekræftes i en særlig forsøgsrække i det veterinære forsøgsprogram 1992-95 (11-III). Både i et pilot-anlæg og et fuld-skala anlæg for hygiejnisering af kildesorteret husholdningsaffald fandtes massiv bakteriel kontamination, sandsynligvis fra fækalier. I pilot-anlægget påvistes i den neddelte råmasse salmonella i 12 af 12 prøver. I fuld-skala anlægget fandtes tilsvarende kontamination, salmonella påvistes i fire af 11 prøver.

Mange undersøgelser (11-IX,X,XI) peger på, at det bør tilrådes, at affald i kategori D underkastes særlige sikkerhedsregler under indsamling og forbehandling, og at det gennemgår en systematisk smitstofreducerende

Tabel 3. Definitioner om hygiejniske betingelser for anvendelse af affald

Fortærbare afgrøder:	Afgrøder, der kan fortæres i rå tilstand af dyr eller mennesker. Frugt fra træer er dog undtaget herfra.
Ikke-behandlet:	Ikke hygiejniseret efter en af nedenstående metoder.
Anaerob stabilisering:	Udrådning i opvarmet rådnetank, eller behandling i biogasreaktor.
Aerob stabilisering:	Slamluftning i specielt indrettet tank, eller i aktiveret slam anlæg, eller kompostering uden temperaturkontrol.
Kemisk behandling:	Tilsætning af brændt eller læsket kalk.
Kontrolleret kompostering:	Kompostering med dgl. temperaturmåling, alt materiale underkastet en temperatur på minimum 55°C i minimum 2 uger.
Kontrolleret hygiejnisering:	Behandling i reaktor, som sikrer en temperatur på minimum 70°C i minimum 1 time, eller tilsvarende hygiejnisering.

behandling, før det spredes frit på landbrugsjord.

Kategori E: Hertil hører spildevandsslam fra kommunale rensningsanlæg og private rensningsanlæg til behandling af husspildevand. Slammet må ikke anvendes i ubehandlet tilstand til jordbrugsformål. Det kan anvendes i stabiliseret form, men er da pålagt restriktioner som gældende for kildesor-

teret affald. Efter kontrolleret hygiejnisering kan det spredes frit.

Undersøgelser i tilslutning til det veterinære forsøgsprogram (10,11) bekræfter, at smitstoffer forekommer i spildevandsslam fra kommunale rensningsanlæg. Det er rimeligt at betragte affald i kategori E som 'risiko-affald', at tilråde at det gennemgår en systematisk smitstofreducerende behandling, før det spredes frit på landbrugsjord.

Tabel 4. Kontrolleret hygiejnisering svarende til 70°C i 1 time.

Temperatur °C	Holdetid ved udrådning i termofil ¹⁾ reaktortank Timer	Holdetid ved behandling i separat hygiejniserings tank ²⁾	
		før el. efter udrådning i termofil reaktortank ³⁾ Timer	før el. efter udrådning i mesofil reaktortank ⁴⁾ Timer
52,0	10		
53,5	8		
55,0	6	5,5	7,5
60,0		2,5	3,5
65,0		1,0	1,5

¹⁾ Ved termofil udrådning forstås i denne sammenhæng udrådning ved 52°C eller derover. Mindste garanterede holdetid i reaktortanken (MGRT) er angivet i timer. Det forudsættes samtidig, at den hydrauliske opholdstid (HRT) i reaktortanken er mindst 7 døgn.

²⁾ Den kontrollerede hygiejnisering foregår i separat hygiejniserings tank i forbindelse med en termofil eller en mesofil biogasreaktor. Udrådningen foregår enten før eller efter hygiejniseringen. Mindste garanterede holdetid i hygiejniserings tanken (MGRT) er angivet i timer.

³⁾ Ved termofil udrådning forstås i denne sammenhæng udrådning ved 52°C eller derover. Det forudsættes samtidig, at den hydrauliske opholdstid (HRT) i reaktortanken er mindst 7 døgn.

⁴⁾ Ved mesofil udrådning forstås i denne sammenhæng udrådning ved temperaturer i området mellem 20°C og 52°C. Det forudsættes samtidig, at den hydrauliske opholdstid (HRT) i reaktortanken er mindst 14 døgn.

Krav til smitstofreducerende behandling af affald og slam

I Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6) er angivet forskellige hygiejnisk begrundede restriktioner for anvendelse af affald til jordbrugsformål. Betingelserne er afhængige af affaldets art og den behandling, det har gennemgået før udlevering. De definitioner, der anvendes i bekendtgørelsen, er anført i tabel 3. Det ses, at affald, der har gennemgået den behandling, som kaldes 'kontrolleret hygiejnisering', kan udbringes uden særlige restriktioner.

Kontrolleret hygiejnisering defineres som behandling i en reaktor, som sikrer en temperatur på minimum 70°C i minimum en time, eller tilsvarende hygiejnisering. Her i landet er denne behandling indført på de store biogasfællesanlæg. På basis af omfattende kontrollforsøg (10,11) er de alternative kriterier for 'kontrolleret hygiejnisering' blevet fastlagt, se tabel 4. De er medtaget i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6). De er specielt beregnet på driften i de moderne biogasfællesanlæg, hvor behandlingen foregår ved termofil reaktortemperatur, eller ved mesofil reaktortemperatur kombineret med en særskilt hygiejniseringsproces.

Målsætningen for det danske biogasprogram er, at der ved håndtering, behandling og udbringning af biomasse ikke må spredes smitstoffer, som kan udgøre en fare for menneskers og dyrs sundhed. Dette mål kan nås i moderne, veldrevne biogasfællesanlæg (12).

Følgende generelle betingelser skal opfyldes, når risiko-affald gennemgår en 'kontrolleret hygiejnisering' i biogasanlæg:

- Før den hygiejniserende behandling skal affaldsprodukter, der indeholder større bestanddele, f.eks. organer eller vævsdele, neddeles (snittes) eller pulpes, så stykkerne er maksimalt 5 mm på den korteste led.
- Hygiejniseringen skal finde sted ved temperaturer på 52°C eller derover.

- Den hydrauliske opholdstid (HRT) skal være mindst syv døgn i termofile reaktortanke og mindst 14 døgn i mesofile reaktortanke.
- Der skal være permanent registrering af temperatur og holdetid, så de foreskrevne kriterier for behandlingen i hygiejniserings- og reaktortanke kan kontrolleres.
- Den 'smitstofreducerende effekt' skal kontrolleres ved hjælp af FS-metoden. Der skal opnås en $\log_{10}$ -reduktion på 4.

De her nævnte kriterier er medtaget i bekendtgørelsen om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Det er hensigtsmæssigt, at kriterierne med henblik på at sikre en effektiv smitstofreduktion fastlægges i forbindelse med miljøgodkendelsesproceduren. Samtidig bør hyppigheden af myndighedernes tilsyn fastlægges. Særlige sikkerhedskrav forlanges opfyldt af virksomheder, der påtager sig at behandle og distribuere 'risikoaffald'.

Biogasanlæggene skal i øvrigt godtgøre, at de hygiejniske kvalitetskrav er opfyldt ved at lade udføre en mikrobiologisk undersøgelse af det færdigbehandlede produkt. Metoder for prøvetagning og analyse sker efter metoder, der er anvist af Miljøstyrelsen. Undersøgelsen skal omfatte salmonella, som ikke må kunne påvises, og kvantitativ bestemmelse af fækale streptokokker, som ikke må forekomme i mængder på over 100 pr. g biomasse.

Den omtalte FS-metode består i en kvantitativ bestemmelse af fækale streptokokker (FS), (enterokokker) i prøver fra den ubehandlede og behandlede biomasse, der passerer gennem et biogasanlæg. Behandlingen skal føre til et henfald af FS svarende til en $\log_{10}$ -reduktion på 3 til 4. Denne effekt fjerner langt den største del af smitstofferne, både bakterier og virus.

Inaktiveringen af smitstoffer, der findes i organisk materiale, tager længere tid, end når de findes i simple vandige opløsninger. Dette gælder især for viruspartikler, som er indlejret i vævsceller og organer. Der må tages

hensyn hertil, når temperaturer/holdetider for behandlingen i hygiejniseringsstanke og reaktortanke fastlægges.

Termoresistente smitstoffer, e.g. sporedannende bakterier, visse virus (parvovirus) og æg af spolorm er vanskelige at eliminere ved 'kontrolleret hygiejniserings'. Deres antal reduceres.

Det er under alle omstændigheder en veterinær opgave at gennemføre effektive foranstaltninger, hvis der optræder udbrud af farlige, smitsomme sygdomme.

Veterinære krav til særligt smittefarligt affald

I EU's medlemslande er de nationale regler om behandling og anvendelse af affald af animalsk oprindelse baseret på flere veterinære EU-direktiver vedrørende kontrol med og bekæmpelse af smitsomme husdyrsygdomme og i direktiver om veterinær levnedsmiddelkontrol.

Af særlig interesse er et EU-direktiv, der fastlægger sundhedsmæssige bestemmelser for bortskaffelse, forarbejdning og afsætning af animalsk affald. Det indeholder bl.a. bestemmelser for behandling af 'højrisikostoffer', hvilket i EU-sproget er betegnelsen for stærkt smittefarligt animalsk materiale, der skal omsættes i særlige forarbejdningsvirksomheder (i.e. destruktionsanstalter). Dette gælder eksempelvis selvdøde dyr, kassater fra kødkontrol og spild og rester fra slagterier og kødvarevirksomheder. Mindre farligt materiale kan behandles i forarbejdningsvirksomheder (i.e. petfood, farmaceutiske og tekniske produkter) for 'lavrisikostoffer'. Disse regler findes i en bekendtgørelse fra Veterinærdirektoratet (13).

Animalsk og vegetabilsk køkkenaffald fra storkøkkener og indsamlingsordninger skal principielt afleveres til destruktionsanstalt eller forbrændingsanstalt. Der kan tillades undtagelser fra denne forpligtelse, hvis de animalske bestanddele 'anvendes til særlige formål i overensstemmelse med derom fast-

satte bestemmelser'. En sådan betingelse opfyldes, når man anvender Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6). Der er hermed skabt en formel basis for, at biogasanlæg kan overtage og behandle husholdningsaffald.

Indførsel af dyriske produkter og madrester

I en bekendtgørelse (14) har Veterinærdirektoratet fastlagt reglerne for indførsel af dyriske produkter og madrester, i.e. produkter og genstande af husdyr, der ikke er bestemt til menneskeføde. Indførsel må kun finde sted med tilladelse fra Veterinærdirektoratet. Dog kan visse produkter (i.e. garvede huder, børster, mælk, konsummælksprodukter m.m.) ske uden tilladelse. Madrester af enhver art må ikke indføres.

Veterinære krav til såkaldt 'internationalt madaffald'

I samme bekendtgørelse (14) findes regler for 'internationalt madaffald', i.e. madrester (køkkenaffald) af enhver art, der befinder sig i skibe, tog, flyvemaskiner og andre kollektive transportmidler ved ankomsten til landet, og som ønskes fjernet, skal indsamles og leveres direkte til en forbrændingsanstalt. Det er kommunernes ansvar, at denne indsamling foregår effektivt i lufthavne, havne og togterminaler.

Andet 'internationalt affald', e.g. indholdet i affaldscontainere ved internationale motorveje, ved campingpladser og ved andre turistcentre bør indsamles på samme måde.

Regler om indsamling af specielt sygehusaffald.

Affald, der produceres ved pleje og behandling af patienter, skal bortskaffes i henhold

til en vejledning om 'specielt sygehusaffald', som er udarbejdet af Sundhedsstyrelsen i 1989 (15). Ordningen omfatter sygehusaffald, affald fra plejehjem, samt affald fra læge- og dyrlægeklinikker. Dette affald indsamles separat og bortskaffes ved forbrænding. Dette er kommunernes ansvar. Det skal holdes adskilt fra affald i Kategori C.

Kontrollen med affald i EU's medlemslande

I henhold til EU's retsakter om affald skal medlemslandene selv træffe foranstaltninger til indsamling, transport og behandling, såvel som for forarbejdning, oplagring og deponering af affald. Der skal følges en række principper, primært for at sikre, at menneskers sundhed ikke bringes i fare og miljøet ikke skades. I dette øjemed udarbejder medlemslandenes kompetente myndigheder nationale planer, der skal godkendes i EU-regi. Der er etableret fælles kriterier for kontrollen med affald. Hvert tredje år aflægger landene rapport til Europa-Kommissionen, der videregives til Rådet, Parlamentet og de øvrige medlemslande.

Det er stadig formålet, at reglerne for bortskaffelse af affald ikke hæmmer samhandelen, men det betones samtidig, at det er nødvendigt at begrænse transporten. Det er svært at overskue, hvordan de to principper kan forenes. Landbrugsmæssigt animalsk affald holdes uden for affalldirektiverne. Efter oprettelsen af det indre marked betragtes EU-området som et følsomt område for dyre- og plantesygdomme. Derfor er den veterinære og fytosanitære EU-lovgivning blevet strammet, bl.a. gennem et EU-direktiv, hvor det betones, at 'animalsk affald kan, når det ikke bortskaffes på rette måde, sprede patogener i miljøet, hvilket fører til faldende produktivitet...'. Der fastsættes fælles bestemmelser for forarbejdning og handel med disse produkter, som deles i såkaldte 'højrisikostoffer' og 'lavrisikostoffer'.

Det formelle ansvar for, at de sundheds-

mæssige bestemmelser overholdes, hviler på EF-reglerne for veterinærkontrol i samhandelen inden for Fællesskabet med henblik på gennemførelsen af det indre marked.

De danske bestemmelser herom findes i en bekendtgørelse fra Veterinærdirektoratet (13) om bortskaffelse og forarbejdning af animalsk affald og om fremstilling af dyrefoder med animalsk indhold. Mange af de affalds- og slamprodukter, der agtes anvendt til udbringning på jord, henhører under denne bekendtgørelse. I en anden bekendtgørelse fra Veterinærdirektoratet (14) er regler fastlagt for indførsel af dyriske produkter og madrester.

Den veterinære kontrol i EU's medlemslande er tilpasset handelen i det indre marked. Der er etableret et særligt kommunikations-netværk for landenes veterinære kontrolsteder. Dyr og levnedsmidler kontrolleres ikke mere ved passagen af de indre grænser mellem landene, men på afsendelsesstedet i oprindelseslandet, og senere under transporten og ved ankomsten til bestemmelsesstedet. På denne måde kan det bekræftes, at de fælles sundhedskriterier opfyldes, ligesom illegal import og eksport kan afsløres. De senere års erfaringer er positive, om end der er brug for at rette svagheder op. Når det gælder smittefarligt animalsk affald er der således etableret en systematisk overvågning og kontrol med både produktion, behandling og omsætning, samt international handel.

Miljøstyrelsen er kompetent myndighed og ansvarlig for kontrollen med kemisk-toksiske substanser i affald. I forbindelse med international handel med EU's medlemslande og med Tredjelande bruges et særskilt rapporteringssystem for affald.

Diskussion

Danske husdyrs høje sundhedsniveau er opnået gennem systematisk bekæmpelse af en lang række af de alvorlige og tabgivende smitsomme husdyrsygdomme. Ved handel

med husdyr, specielt ved import af avlsdyr, kræves specifikke sundhedsgarantier opfyldt, ligesom der håndhæves stramme regler for bortskaffelse af syge og selvdøde dyr og animalsk affald. Disse principper blev fulgt i de mange år, før Danmark blev medlem af EF i 1973. EU's veterinære regler har ikke medført en ændring heri.

I de senere år har man beklageligvis måttet erkende, at produktionen af levnedsmidler generes af forureningsproblemer. Animalske produkter belastes af levnedsmiddelbårne bakterier, der forårsager omfattende sygdomsudbrud hos mennesker, og kemisk-toksiske substanser belaster nærmiljøet, hvor det giver anledning til forurening af drikkevand og planteprodukter. Opmærksomheden samler sig nu om at forbedre de hygiejniske forhold 'fra jord til bord' ved målrettet overvågning af miljøet, udvidet kontrol med den moderne levnedsmiddelproduktion og etablering af økologiske driftsformer i plante- og husdyrproduktion.

Mærkværdigt nok gennemføres samtidig landsomfattende planer for genbrug af affald og slam, uden at der er udviklet og iværksat et system for betryggende kvalitets- og sundhedskontrol med produkterne, før de spredes på jord. Ud fra de veterinære erfaringer med bekæmpelse af smitsomme sygdomme er det rimeligt, at blokere alle smitteveje i og omkring husdyrholdene. I denne forbindelse for at undgå, at smitstoffer og kemisk-toksiske substanser spredes med affald og slam 'fra bord til jord', fra de bymæssige og industrielle affaldsmiljøer til de levnedsmiddelproducerende husdyr nærmiljø.

Den tankegang, der med held er anvendt i bekæmpelsen af de klassiske smitsomme husdyrsygdomme, bliver ikke benyttet af dem, der styrer programmerne for genbrug af affald og slam. Man betvivler nødvendigheden af, at alle potentielle spredningsveje må lukkes, selvom det er bevisligt, at mange affaldsprodukter indeholder betragtelige mængder af smitstoffer og kemiske bestanddele. Man har konstateret, at gylle

produceret i ca. en tredjedel af danske husdyrhold indeholder salmonellabakterier, at der svarende hertil kan påvises salmonellabakterier i prøver af skyllevandsslam og mave-tarmindehold fra slagtede dyr indsamlet på slagterierne, og at der i prøver af slam fra byspildevand kan påvises smitstoffer svarende til forekomsten i levnedsmidler og til infektionernes optræden blandt mennesker.

Det synes både logisk og konsekvent at bryde denne 'onde cirkel' ved at gennemføre smitstofreducerende behandling af affald og slam på de strategisk rigtige steder. Den fornødne tekniske viden om, hvordan effektive behandlingsanlæg skal fungere, er til stede. Et godt eksempel er biogasfællingsanlæggene, der viser, hvordan smitstofreduktion kan forenes med energiproduktion kombineret med genbrug af husdyrgødning, affald og slam. Tilsvarende anlæg kan etableres ved alle industrielle og kommunale spildevandsrensingsanlæg.

Ansvarlige myndigheder og mange eksperter bagatelliserer problemerne. Det hævdes, at sol og vind bevirker en hurtig smitstofreduktion, når affald og slam fordeles på jord. Det anføres, at der ikke foreligger videnskabelige beretninger, som bekræfter, at husdyr er blevet smittet på arealer, hvor slam og affald er blevet spredt på korrekt vis. Alligevel er zoonosefremkaldende smitstoffer mere udbredt blandt husdyr og mennesker end tidligere i landets historie. Det synes berettiget at gennemføre systematisk smitstofreducerende behandling af risikoaffald. I Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse (6) har man etableret de nødvendige betingelser for behandling af produkter, der ønskes genbrugt. Affald og slam er inddelt i Kategorierne A, B, C, D og E svarende til den formodede smitstofbelastning. Der findes regler for behandling af forskellige affaldstyper og for restriktioner ved anvendelse på jord. Affald og slam i kategorierne C, D og E må betragtes som risikoaffald.

Det er en omfattende og kompliceret opgave, der påhviler de lokale myndigheder,

at sikre at bekendtgørelsens regler efterfølges i praksis i de virksomheder, der producerer, behandler og omsætter affald og slam. Når affald i kategorierne C, D og E udbringes på jord, er det rimeligt at anvende de samme kriterier, som foreslået i EU's minimumsretningslinier for udbringning af gylle. Det er væsentligt, at myndighederne ved vejledning og overvågning på stedet sikrer sig, at reglerne anvendes på ensartet vis i alle dele af landet. De analytiske kontrolmetoder skal gennemføres efter internationale normer og standardforskrifter.

Som situationen er, kan man sige, at EU-reglerne for kontrol med smitstoffer i animalsk affald og slam er veludviklede. Der eksisterer også erfaringer med den praktisk anvendelige teknologi for smitstofreducerende behandling, og der findes praktisk anvendelige metoder til sikring af, at normer og kriterier overholdes i den daglige drift.

Hvad angår kontrollen med kemisk-toksiske substanser i affald og slam, der anvendes til spredning på jord, er der allerede udviklet nationale programmer i de enkelte medlemslande. Der burde etableres et officielt, permanent overvågningssystem i EU-regi, så de nationale myndigheder kunne kommunikere direkte og koordinere deres overvågning og indsats i forbindelse med internationale transporter af affald.

Et fælles overvågningssystem for affald, hvor de lokale myndigheder i alle EU's medlemslande var tilsluttet, ville gøre det lettere at kontrollere, om de fælles sikkerhedskriterier er opfyldt. For Danmarks vedkommende ville det betyde, at mulighederne for indførsel af ukontrolleret affald ville blive reduceret.

Sammendrag

I tilslutning til planerne for genbrug af affaldsprodukter er der indført forholdsregler for at undgå, at smitstoffer og kemisk-toksiske substanser spredes med affald og slam

fra industriers og byers smittebelastede affaldsmiljø til de levnedsmiddelproducerende husdyrs nærmiljø. Regler i danske bekendtgørelser sikrer, at EU's kriterier og normer gennemføres. Det er en omfattende myndighedsopgave at sikre, at reglerne anvendes på ensartet vis. Alle smitstofbelastede typer af organisk affald bør gennemgå en smitstofreducerende behandling, før de spredes på jord. Den tekniske udvikling på dette område er nået længst i de moderne biogasfællesanlæg. I velfungerende anlæg kan opnås en effektiv smitstofreduktion. Erfaringerne kan bruges i andre typer affaldsbehandlingsanlæg. I forbindelse med international handel med affald rettes opmærksomheden mod illegale transporter. Den praktiske kontrol med international handel med animalsk affald er bedst udbygget på basis af et koordineret kommunikationssystem i EU-regi. Kontrollen med kemisk-toksiske substanser foregår nationalt støttet af et EU-rapporteringssystem.

Referencer

1. Regeringens handlingsplan for miljø og udvikling. Opfølgning af anbefalinger i rapporten fra Verdenskommissionen om miljø og udvikling og i FN's Miljøperspektiv til år 2000. Statsministeriet, Udenrigsministeriet og Miljøministeriet; december 1988.
2. Energi 2000. Handlingsplan for en bæredygtig udvikling. Energiministeriet 1990.
3. Handlingsplan for vedvarende energi. Energistyrelsens rådgivende udvalg for vedvarende energi (VE-Rådet). Energi-styrelsen; december 1991.
4. Bæredygtigt Landbrug, Landbrugsministeriet 1991.
5. Hall, J. E., P. J. Newman and P. L'Hermite: Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes. Review of COST 68/681 programme, 1972-90,

- EUR 14330, EEC Commission, Brussels-Luxembourg 1992.
6. Om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 730 af 05. 09.1995
 7. Om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 1159 af 19.12.1994
 8. Walton, J. R. og E. G. White (editors): Communicable diseases resulting from storage handling, transport and land-spreading of manures. Proc. CEC Workshop, Hannover 1980, p.264, EUR 7627
 9. H. J. Bendixen: Smitterisici ved anvendelse af industrislam, spildevandsslam og husdyrgødning, herunder afgasset gylle. Rapport fra seminar i Kolding 1994 om spredning af smitstoffer fra husdyrgødning og organisk affald. Arrangeret af Landsudvalgenes Fællesudvalg, side 45.
 10. Bendixen, H. J. Smitstofreduktion i biomasse, Bind I: Hovedrapport. Veterinærdirektoratet 1995.
 11. Bendixen, H. J. (Ed) Smitstofreduktion i biomasse, Bind II: Delrapporter og bilag. Veterinærdirektoratet 1995.
 12. Biogasanlæg – fra ide til realitet. Energi-styrelsen, november 1995.
 13. Om bortskaffelse og forarbejdning af animalsk affald og om fremstilling af dyrefoder med animalsk indhold. Veterinærdirektoratets bekendtgørelse nr. 612 af 17.07.1995
 14. Om indførsel af dyriske produkter og madrester. Veterinærdirektoratets bekendtgørelse nr. 725 af 31.10.1990.
 15. Om bortskaffelse af 'specielt sygehusaffald'. Sundhedsstyrelsen, 1989.

Slam som kilde for næringsstoffer og organisk stof i plantedyrkingen

Jens Petersen, Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Plantevækstfaktorer, Forskningscenter Foulum



I Danmark findes der ca. 1.800 spildevandsrensaneanlæg, hvilket indebærer, at spildevandsslam udviser stor variation i næringsstofindholdet og derfor ikke kan betegnes som et veldefineret produkt. Denne artikel bygger imidlertid på gennemsnitsbetragtninger, idet de anvendte referencer er baseret på opgørelser på landsplan. Desuden dækker referencerne ikke helt samme opgørelsesperiode, men de er dog sammenlignelige. Målet med nærværende sammenstilling er at give et samlet overblik over mængden af næringsstoffer i spildevandsslam i forhold til andre næringsstofkilder og afaldstyper. Der fokuseres udelukkende på

hovednæringsstofferne kvælstof, fosfor og kalium.

Slambekendtgørelsen (Miljø- og Energiministeriet, 1996) regulerer den maksimale tilførsel af slam til landbrugsjord, og det vil ofte være fosforindholdet, der begrænser tilførslen af slam. Under forudsætning af denne begrænsning vil det blive belyst, dels hvilken effekt slam har som næringsstofkilde, og dels hvordan tilførsel af slam vil påvirke jordens indhold af organisk stof.

For at øge recirkuleringen af plantenæringsstoffer diskuteres afslutningsvis et muligt alternativ til det nuværende spildevandssystem.

Næringsstoffer i spildevand og slam

Den gødningsmæssige kvalitet af spildevandsslam fra kommunale rensaneanlæg afhænger af spildevandet, der er produceret i rensaneanlæggets opland, samt af rensaneanlæggets type og drift. Beregninger over den totale mængde næringsstoffer, der afledes fra husholdninger, er foretaget af Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1994) (tabel 1). Udover hus-

Tabel 1. Årlig afledning af kvælstof og fosfor [ton/år] fra husholdninger og industri (Miljøstyrelsen, 1994), samt udledning til recipient (Danmarks Statistik, 1996) og anvendelse til jordbrugsformål (Miljøstyrelsen, 1995, 1996).

	Kvælstof	Fosfor	Kalium
<i>Tilledning</i>			
Husholdninger	19.400	4.400	—
Industri	11.300	3.100	—
<i>Bortførsel</i>			
Udledning til recipient	10.240	1.570	—
Slam til jordbrugsformål	5.062	4.104	300

holdningerne bidrager industrien med en del kvælstof og fosfor. I miljømæssig sammenhæng påkalder kalium sig derimod ikke interesse og er derfor ikke medtaget i Miljøstyrelsens opgørelse. Der er med introduktionen af fosforfattige vaskemidler i 1989 observeret et fald i mængden af fosfor i spildevand (Miljøstyrelsen, 1994).

Af landets ca. 1.800 kommunale og private renseanlæg tegner ca. 220 kommunale anlæg sig for behandlingen af 66% af den samlede spildevandsmængde (Danmark Statistik, 1996; Miljøstyrelsen, 1995). I disse fortrinsvis nye kommunale anlæg fjernes kvælstof fra spildevandet ved kombineret nitrifikation-denitrifikation, hvorved slammet bliver relativt kvælstoffattigt i forhold til spildevandets oprindelige indhold. Fosfor fjernes ved biologisk eller kemisk fældning og tilbageholdes herved i slammet. Kalium befinder sig derimod i vandfasen og hovedparten følger derfor med det rensede spildevand til recipienten. I de nyeste kommunale anlæg opnås en rensningsgrad for kvælstof, fosfor og organisk stof på omkring 90%. Denne rensningsgrad kan dog ikke opnås i alle eksisterende anlæg, hvilket bl.a. er medvirkende til, at renseanlæg tegner sig for 58% af kvælstof- og fosforudledningen fra punktkilder til recipient (Danmarks Statistik, 1996).

Såfremt al kvælstof i spildevand blev tilbageholdt i slam, ville det indeholde 80-120 kg total-N/ton tørstof. Imidlertid er indholdet på landsplan 35-40 kg total-N/ton tørstof (Miljøstyrelsen, 1995, 1996). Fosforindholdet i slam varierer fra 10-40 kg P/ton tørstof, med et gennemsnit på 28 kg P/ton tørstof (Miljøstyrelsen, 1995, 1996). Samtidig er kaliumindholdet lavt, 1-2 kg K/ton tørstof (Miljøstyrelsen, 1996).

Differensen mellem tilledning og bortførsel fra renseanlæg i tabel 1 skyldes for fosfor den slammængde (ca. 30%), der ikke var egnet til jordbrugsformål. Tilsvarende gælder for kvælstof, men her tegner selve spildevandshåndteringen sig desuden for 40-45% af differensen.

Samlet mængde næringsstof og tørstof i slam

I 1993 blev mere end 69% (144.000 ton tørstof) af al spildevandsslam udbragt på landbrugsjord (Miljøstyrelsen, 1995). Den resterende del var ikke anvendelig til jordbrugsformål, men blev forbrændt (36.000 ton) eller deponeret på losseplads (20.000 ton) (Miljøstyrelsen, 1996). Det skal bemærkes, at kvaliteten af slam, der blev udbragt på landbrugsjord, generelt var væsentlig bedre end den gennemsnitlige kvalitet (Miljøstyrelsen, 1995).

I en nyere opgørelse angiver Miljøstyrelsen (1996) et simpelt gennemsnitlig tørstofindhold på 16%, hvilket giver 114.000 ton slamtørstof udbragt på landbrugsjord. Regnes der mere korrekt med et vægtet gennemsnitlig tørstofindhold på 21%, bliver den samlede tørstofmængde i slam på 150.000 ton. Dette er i bedre overensstemmelse med den første opgørelse (Miljøstyrelsen, 1995), uagtet tørstofmængden i denne reference i en vis udstrækning også omfatter industrielt spildevandsslam.

Den jordbrugsmæssige anvendelse af slam koncentrerer sig om udbringning på landbrugsjord, hvor 97,5% af den jordbrugseggede slammængde blev udbragt i 1993 (Miljøstyrelsen, 1995). Udbringning på arealer med non-food produktion er således ikke udbredt. Dette skyldes dels, at arealet med energiafgrøderne pil og elefantgræs er mindre end 500 ha (U. Jørgensen, pers. komm.) og dels, at der udover en række uønskede biologiske effekter af slamudbringning i skov og plantager, også skal tages æstetiske hensyn i forbindelse med publikumsbesøg (K. Hauge Nielsen, pers. komm.).

Den samlede mængde næringsstof i affaldsprodukterne udgør mindre end 10% af næringsstoffmængden i handels- og husdyrgødning (tabel 2). Blandt affaldsprodukterne udgør spildevandsslam den største andel. Fosfor i slam tegner sig for 6% af den totale udbragte mængde, mens det for kvælstof er 1%. Kalium i slam er ganske uden betyd-

Tabel 2. Næringsstofmængden på landsplan i forskellige næringsstofkilder. Desuden er angivet affaldskategori som defineret i Slambekendtgørelsen (Miljø- og Energiministeriet, 1996).

Næringsstofkilde	Tørstof [ton]	Kvælstof [ton]	Fosfor [ton]	Kalium [ton]
Handelsgødning ¹⁾	1.342.000	316.000	22.000	83.000
Husdyrgødning ²⁺⁵⁾	4.410.000	215.000	44.300	150.900
Vegetabilsk affald (A) ³⁾	81.828	1.978	330	–
Øvrige affaldstyper (B+C+D) ³⁾	28.666	766	330	–
Spildevandsslam (E) ³⁺⁴⁾	144.306	5.062	4.104	300
§21-affald ³⁾	54.507	1.900	783	–

¹⁾ Plantedirektoratet (1995), ²⁾ Laursen (1994), ³⁾ Miljøstyrelsen (1995), ⁴⁾ Miljøstyrelsen (1996) og ⁵⁾ Petersen (1996c)

ning i forhold til handels- og husdyrgødning.

§ 21-affald er affald, der ikke er omfattet af Slambekendtgørelsen (Miljø- og Energiministeriet, 1996). Denne affaldsgruppe er en varieret kategori, som bl.a. omfatter NOVOGRO, Cheminova-fosfat samt halm- og flisaske (Miljøstyrelsen, 1995).

Gruppen 'øvrige affaldstyper' i tabel 2 omfattede i 1993 bl.a. 12.930 ton affald fra forarbejdning af animalske produkter (kategori C) og 2070 ton kildesorteret, komposteret husholdningsaffald (kategori D) (Miljøstyrelsen, 1995).

Det organiske stof i slam indeholder ofte miljøfremmede stoffer (Kjølholt et al., 1995; Kristensen et al., 1996). Antallet af stoffer er stort, og eventuelle effekter er komplekse. For at forenkle sagen opgøres indholdet ofte som stofgrupper. Slambekendtgørelsen (Miljø- og Energiministeriet, 1996) foreskriver afskæringsværdier for 4 stoffer/stofgrupper, og disse afskæringsværdier skærpes fra år 2000.

Der findes ikke en opgørelse over konsekvenserne for den slammængde, der i fremtiden vil være egnet til udbringning på landbrugsjord, men med uændret niveau af miljøfremmede stoffer i slam vil det formodentlig dreje sig om 30–50% af den nuværende mængde på 144.000 ton tørstof.

Tages der udgangspunkt i den nuværende slammængde, der er egnet til jordbrugsformål, og regnes der med ca. 4, 7 og 3 kr/

kg for henholdsvis N, P og K, repræsenterer totalindholdet af næringsstoffer i slam en værdi på 50 mill. kr, såfremt der regnes med fuld substitution med handelsgødning. Dette kan sættes i forhold til udgiften på 4,2 mia/år, som primærkommunerne har bekostet på drift- og anlægsudgifter af renseanlæg i de seneste fem år (Danmarks Statistik, 1996).

Begrænsning af slamtilførslen

Det gennemsnitlige næringsstofindhold i de forskellige affaldstyper kan i et vist omfang udledes af tabel 2. Kendetegnende for spildevandsslam er, at det er forholdsvis rigt på fosfor, mens indholdet af kalium en meget lavt.

Fosforstatus i danske jorder er væsentlig højere end nødvendigt. Det høje niveau er skabt ved en nettotilførsel igennem 1970-80'erne (Sibbesen, 1996). Ud fra en gennemsnitlig balancebetragtning vil tilførsel af 20 kg P/ha/år svare til bortførslen med afgrøden. På arealer, hvor der tilføres husdyrgødning, vil fosforbehovet sædvanligvis være dækket med husdyrgødning alene. Derfor vil det ud fra en næringsstofmæssig betragtning ikke være behov for yderligere tilførsel af fosfor i slam på disse arealer. Da udbringning af husdyrgødning er reguleret med det formål, at husdyrgødningen fordeles på det størst mulige areal, betyder det, at

Tabel 3. Gennemsnitlig tilførsel af kvælstof og kalium ved slamtilførsel begrænset af fosfor, jvnf. Slam-bekendtgørelsen (Miljø- og Energiministeriet, 1996).

Slamtilførsel [ton tørstof/ha]	Kulstof [kg/ha]	Total-N [kg/ha]	Mineralsk-N [kg/ha]	Fosfor [kg/ha]	Kalium [kg/ha]
efter P-balance	280	25	8	20	1
1,4 hvert år	560	50	15	40	2
4,2 hvert 3. år	1680	150	45	120	6

slamtilførsel kun vil være interessant på arealer, der ikke i forvejen tilføres husdyrgødning. Dette afspejler sig da også i Slam-bekendtgørelsen, idet begrænsningen i fosfortilførslen på 40 kg P/ha/år omfatter tilførsel med både husdyrgødning og slam. Ved tilførsel af omkring 30 t gylle/ha vil dette loft ofte være nået. Fra år 2000 skærpes grænsen for den maksimale fosfortilførsel desuden til 30 kg P/ha/år. Denne begrænsning betyder, at udbringning af den jordbrugsseguede mængde spildevandsslam vil kræve et areal på omkring 100.000 ha (fra år 2000 135.000 ha).

Dyrkningsforsøg med slam har vist, at virkningen af totalkvælstof i slam kan sættes til 20–30% af virkningen af handelsgødningskvælstof (Petersen, 1996a). Dette svarer stort set til, at kun ammoniumkvælstoffet har en gødningsvirkning. Der vil derfor være et behov for tilførsel af kvælstof og kalium (tabel 3), idet næringsstofbehovet, der for f.eks. kornafgrøder er på 110–170 kg N/ha/år og omkring 60 kg K/ha/år, ikke dækkes fuldt ud ved slamtilførsel. Der er imidlertid ikke udført dyrkningsforsøg, der belyser gødningsvirkningen af slam, ved de i tabel 3 angivne niveauer.

Da fosforindholdet i danske landbrugsjorder er højt, må fosforgødsning betegnes som vedligeholdelsesgødsning. Ved fosforfældningen med jern og/eller aluminium, bindes fosfor i en sådan grad, at kun en ubetydelig del er vandopløselig (Hansen & Kjellerup, 1994). Herved er kun en mindre del af fosfor i slam umiddelbart tilgængeligt for planterne. En stor andel af fosfor i slam er derimod citratopløselig, hvilket betyder at der kan forventes en langsigtet gødnings-

effekt. Udsættes slammet derimod for forarbejdning, f.eks. forbrænding, falder gødningsværdien af fosfor betydeligt (Hansen & Kjellerup, 1994).

Tilførsel af kulstof

Med slam tilføres der, udover næringsstoffer, organisk stof. Ved omregning fra tørstof til kulstof antages det, at tørstoffet indeholder 40% kulstof svarende til, at organisk stof gennemsnitlig består af CH_2O . Ved slamtilførsel svarende til 40 kg P/ha/år tilføres således tillige gennemsnitligt 560 kg C/ha/år (tabel 3).

Denne kulstoftilførsel skal sammenholdes med kulstoftilførslen fra andre kilder. I kornafgrøder, hvor halmen snittes og efterlades på marken, tilføres der 1.200–2.700 kg C/ha/år afhængig af vækstsæson, art og sort. Derudover kan der tilføres op til 500 og 400 kg C/ha/år med henholdsvis avner og stub (J.V. Mortensen. Pers. komm.). I løbet af vækstsæsonen afsætter rødderne 1.400 kg C/ha i jorden (Jensen, 1993, 1994). Der tilføres således i alt 3.500–5.000 kg C/ha/år med afgrøderester. Til sammenligning kan anføres, at der med 30 t husdyrgødning tilføres omkring 600 og 3.000 kg C/ha/år i henholdsvis gylle og fast staldgødning.

Omsætning af halmbaserede produkter sker forholdsvis hurtigt, hvorimod slammet hovedsageligt består af tungtomsættelig organisk stof. Witter (1996) fandt således i langvarige, svenske dyrkningsforsøg (35 år), at jordens indhold af kulstof blev forøget ved tilførsel af slam i forhold til ækvivalente mængder kulstof (1.700 kg C/ha/år) i f.eks.

halm, grøngødning og husdyrgødning. Dette skyldes, at kun 55% af slammet blev mineraliseret, mens mineraliseringsgraden var 70–85% for de øvrige typer organisk stof. Også i langvarige, danske forsøg (31 år) fandtes tilførsel af en tungtomsættelig kilde som tørv (3.200 kg C/ha/år) at øge jordens kulstofindhold i forhold de lettere omsættelige typer af organisk stof (Christensen & Johnston, 1996). Effekten af kulstoftilførsel vil i høj grad afhænge af udgangsnive- auet, idet opdyrkning af jorden i sig selv ofte vil reducere jordens kulstofindhold (Christensen & Johnston, 1996).

Ved tilførsel af organisk stof vil kun den tungt omsættelige del bidrage til opbygning af jordens kulstofpulje. Der kan således regnes med et gennemsnitlig årligt bidrag på 500–750 kg C/ha/år fra halmlignende produkter og 250 kg C/ha/år fra slam. Dette skal sammenholdes med et gennemsnitlig indhold af kulstof i pløjelaget af danske mineraljorder på 50–60.000 kg C/ha, hvoraf omkring 2% (~1.000 kg C/ha) mineraliseres årligt.

Omsætningen af miljøfremmede stoffer er vanskelig at beskrive generelt, idet der er tale om mange stofgrupper med varierende nedbrydelighed (Kristensen et al., 1996).

Konklusion

- Fosfor i slam kan tillægges effekt som vedligeholdelsesgødskning. En direkte gødningsvirkning kan derimod ikke påregnes, bl.a. fordi fosforstatus i danske jorder generelt er høj.

Tabel 4. Anslået indhold af kvælstof, fosfor og kalium [ton] i urin og fækalier fra 4.4 mill. personer, hvilket svarer til det antal personer, der aflæder spildevand til renseanlæg i Danmark (Petersen, 1995, 1996b).

	Kvælstof	Fosfor	Kalium
Humanurin	19.000	1.000	4.300
Fækalier	2.900	800	600

- Kvælstof i slam kan ikke dække afgrødens behov. Anden gødning må derfor anvendes som primær kvælstofkilde.
- Slam har ingen værdi som kaliumgødning.
- Tilførsel af kulstof i slam, ved overholdelse af Slambekendtgørelsen, vil formentlig ikke have målelig effekt på størrelsen af jordens kulstofpulje.

Alternativer til slam

Der er knyttet en række miljø- og sundhedsmæssige betænkeligheder til anvendelsen af slam i planteproduktionen, hvilket begrænser incitamentet til at anvende slam som næringsstofkilde. Derfor kan man spørge om der findes alternativer til den nuværende slamhåndtering, hvorved recirkulering af næringsstoffer kan fremmes?

Begrænsning af de miljøfremmede stoffer i slam kan ske ved kildeopsporing og efterfølgende foranstaltninger i form af udfasning eller afskæring af kilden. Men hvorfor egentlig blande næringsstoffer produceret af os selv sammen med miljøfremmede stoffer? Og ydermere foretage en rensning, hvor næringsstofferne i spildevandet 'fjernes' på en sådan måde, at den planteernæringsmæssige værdi reduceres? Lad os et øjeblik frigøre os fra det eksisterende spildevandssystem for at se nærmere på spildevandets sammensætning.

En væsentlig kilde til næringsstofferne i spildevand er humanurin, mens næringsstofmængden i fækalier er mindre (tabel 4). Sammenholdes de anslåede mængder i tabel 4 med tilledning fra husholdningerne (tabel 1), så stammer kvælstof i spildevand hovedsageligt fra humanurin. Fosfor i humanurin udgør antagelig 1/4 af fosfor i spildevand, men dette opvejes af, at humanurin indeholder betydelige mængder kalium i forhold til slam. I forhold til slam er den økonomiske værdi af næringsstofmængden i humanurin dobbelt så stor.

Næringsstofferne i humanurin er alle vand-

opløselige og derfor let plantetilgængelige. Resultaterne fra svenske dyrkningsforsøg viste da også som forventet, at kvælstofvirkningen af humanurin var fuldt på højde med kvælstof i handelsgødning (Kirchmann & Pettersson, 1995). Desuden fandtes det, at gødningsvirkningen af fosfor i humanurin var højere end superfosfat.

I modsætning til humanurin, så er næringsstofferne i fækalier knyttet til der organiske stof og derfor ikke plantetilgængeligt i samme umiddelbare omfang. Desuden knytter der sig særlige hygiejniske problemer til fækalier, hvilket gør fækalier mindre attraktiv som næringsstofkilde.

Humanurin vil kunne fuldgøde de fleste afgrøder og kan derfor anvendes uden supplerings med andre gødninger. F.eks. vil humanurin fuldt ud kunne dække behovet kvælstof, fosfor og kalium på 100.000–130.000 ha vårbyg, svarende til ca. 5% af Danmarks landbrugsareal i omdrift. For kvælstof og kalium vil dette være en ikke helt ubetydelig forøgelse i graden af recirkulering. Det vil være særligt interessant at anvende humanurin på økologiske planteavlsbedrifter, der er i bekneb for kvælstof og kalium. Ved separeringen direkte ved kilden opnås den store fordel, at næringsstofferne hverken fortyndes med store vandmængder eller forurenes med tungmetaller eller miljøfremmede stoffer fra andre kilder.

Det er selvfølgelig ikke muligt at ændre afløbssystemer fra den ene dag til den anden, da de ofte store anlægsinvesteringer skal afskrives. Målsætningen om at tilbageføre næringsstofferne fra byen til landbrugsjorden fordrer, at der foretages en forskningsmæssigt investering i systemer, der dels sikrer, at næringsstofferne ikke tabes undervejs, og dels sikrer, at landbrugsjorden ikke samtidig tilføres uønskede miljøfremmede stoffer.

Referencer

- Christensen, B.T. & Johnston, A.E. 1996 Soil organic matter and soil Quality: Lessons Learned From Long-Term Field Experiments at Askov and Rothamsted. I Gregorich, E.G. & Carter, M.R. (Eds.) Soil Quality for Crop Production, Elsevier Science Publishers, Amsterdam (under trykning).
- Danmarks Statistik 1996 Spildevand 1994. Statistiske Efterretninger, Miljø 1996:2, 14pp.
- Hansen, J. F. & Kjellerup, V. 1994 Gødningsvirkning af fosfor og kalium i slam og halmasker. Statens Planteavlsforsøg, SP-rapport nr. 14, 44pp.
- Jensen, B. 1993 Rhizodeposition by $^{14}\text{CO}_2$ -pulse-labelled spring barley grown in small field plots on sandy loam. Soil Biol. Biochem. 25 (11) 1553–1559.
- Jensen, B. 1994 Rhizodeposition by field-grown winter barley exposed to $^{14}\text{CO}_2$ pulse-labelling. Applied Soil Ecology 1, 65–74.
- Kirchmann, H. & Pettersson, S. 1995. Human urine – Chemical composition and fertilizer use efficiency. Fertilizer Research 40, 149–154.
- Kristensen, P., Tørslev, J., Samsøe-Petersen, L. & Rasmussen, J. O. 1996 Anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljøprojekt nr. 328, Miljøstyrelsen, 165pp.
- Kjølholt, J., Andersen, H. V. & Poll, C. 1995 Forekomst og effekter af miljøfremmede organiske stoffer i spildevand. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 15, 80pp.
- Laursen, B. 1994 Normtal for husdyrgødning – revideret udgave af rapport nr. 28. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut rapport nr. 82, 85 pp.
- Miljø- og Energiministeriet 1996 Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Bekendtgørelse nr. 823 af 16. september 1996.
- Miljøstyrelsen 1994 Vandmiljø-94. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1994, 150pp.

Miljøstyrelsen 1995 Jordbrugsmæssig anvendelse af affaldsprodukter i 1993. Notat, 12p plus appendiks.

Miljøstyrelsen 1996 Spildevandsslam i 1994. Notat, 10p.

Petersen, J. 1995 Urin og fækalier hver for sig. Ingeniøren nr. 16, p 8, 21. april 1995.

Petersen, J. 1996a Use of Sewage Sludge and Composted Household Waste as a Fertilizer Source. In: Hansen, J. A.: Management of Urban Biodegradable Wastes, James & James Science Publishers Ltd., London, for International Solid Waste Association ISWA, Copenhagen. p. 287–294.

Petersen, J. 1996b Spildevand og næringsstoffer. Jord og Viden nr. 19, 11–13.

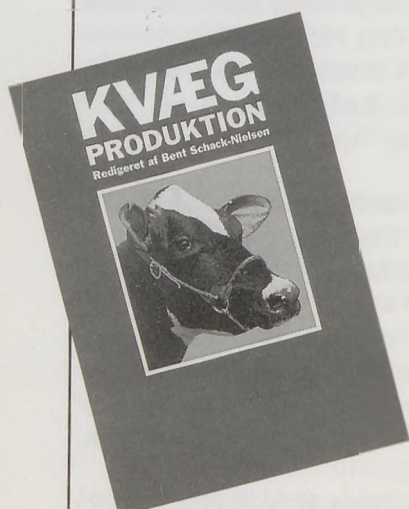
Petersen, J. (red.) 1996c Husdyrgødning og dens anvendelse. SP-rapport nr. 11, 160pp.

Plantedirektoratet 1995 Danmarks forbrug af handelsgødning 1994/95

Sibbesen, E. 1996 Ophobning og tab af fosfor. Jord og Viden 141 (18) 6–8.

Witter, E. 1996 Soil C balance in a long-term field experiment in relation to the size of the microbial biomass. Biol. Fert. Soils 23, 33–37.

Kvægproduktion



Bent Schack-Nielsen

1. udgave 3. oplag 1997
91 sider

Udsalgspris **kr. 120,00**
incl. moms, excl. porto

ISBN 87-7026-347-7

En fortrinlig lære- og opslagsbog for den kvægbruger, der vil forbedre sin produktion af både mælk og kød. Øge reproduktionsresultaterne, forbedre sundheden og forstå kvægets adfærd.

Bogen indeholder desuden afsnit om sygdom og sundhed, reproduktion, kvægets adfærd og produktionssystemer i malkekvægholdet.

Bestilles hos:

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

JORDBRUGSFORLAGET

Mariendalsvej 27. 2. – 2000 Frederiksberg
Telefon 3888 9088 – Telefax 3888 6611

Håndbog i frøproduktion



Anton Nordestgaard og
Sigurd Andersen

1. udgave 2. oplag 1997
105 sider

Udsalgspris **kr. 139,00**
incl. moms, excl. porto

ISBN 87-7026-346-9

Praktisk og direkte vejledning for den professionelle frøavler, der går efter optimal produktion.

Bogen indeholder bl.a. et overblik over erfaringer med produktion af frø fra 30 års forskning og forsøg.

Fungerer både som en praktisk håndbog med konkrete anvisninger på dyrkning af frø, og som en let tilgængelig opslagsbog.

Bestilles hos:

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab
JORDBRUGSFORLAGET
Mariendalsvej 27. 2. – 2000 Frederiksberg
Telefon 3888 9088 – Telefax 3888 6611

Bliv gratis medlem af Jordbrugsforlagets Bogklub

ÅRETS BOGPAKKE

Jon Birger Pedersen, Arne Nielsen,
Jens J. Høy og Anna Sofie Poulsen

Alt det nyeste 1997

Ajourføring omkring aktuelle driftsforhold i
den moderne landbrugsbedrift.



Heinrich Haas og Frans Laursen

Ukrudtskimplanter

Frøukrudt på bekæmpelsesstadiet.
Præcis bestemmelsesnøgle til alle de vigtigste
ukrudtsarter.



**Samlet pris
240,-**

43. udgave 1997 ISBN 87-7026-344-2
121 sider **kr. 195,00**

5. rev. udg. 94 2. opl. 96 ISBN 87-7026-343-4
178 sider **kr. 148,00**

Sådan fungerer bogklubben

Som medlem modtager du den nye bogpakke, der udkommer i december, til særpris. Bogpakken indeholder den seneste udgave af Alt det nyeste + Ukrudtskimplanter. Udover bogpakken er der ingen købetvang, og selve medlemskabet er gratis. Alle de anførte priser er inkl. moms, men excl. forsendelse.

Medlemsfordele

- Der er en kontant besparelse ved at modtage bogpakken.
- Du bliver orienteret om nye aktuelle landbrugsfaglige bøger.
- Du får mulighed for at købe nye bøger til en favorabel introduktionspris.
- Du udvælger fagbøger hjemme hos dig selv og køber, når du har behov for det.

Bøger om

**Husdyr • Planter • Have • Landskab • Skovbrug • Teknik • Bygninger •
Økonomi • Jura • Driftsledelse**

Bestilles hos:

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

JORDBRUGSFORLAGET

Mariendalsvej 27. 2. – 2000 Frederiksberg

Telefon 3888 9088 – Telefax 3888 6611