



NaturErhvervstyrelsen

Susanne Elmholt

Koordinator for
myndighedsrådgivning

Dato: 9. april 2014

Direkte tlf.: 8715 7685
E-mail:
Susanne.Elmholt@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 57607556

Side 1/1

Vedrørende redegørelse for tilgængeligheden af vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter som økologireglerne tillader anvendt som gødning eller jordforbedringsmidler samt tilgængeligheden, dels på landsplan og dels i geografiske regioner, af husdyrgødning (økologisk og ikke-økologisk), som må bruges i økologisk produktion

Hermed fremsendes den endelige rapport omkring tilgængeligheden af vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter, samt geografisk kortlægning af økologisk og ikke-økologisk husdyrgødning.

Redegørelsen er udarbejdet af seniorforsker Ib Sillebak Kristensen, seniorforsker Lars Elsgaard og akademisk medarbejder Inge T. Kristensen, alle Institut for Agroøkologi.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt
Seniorforsker

DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

9. april 2014

Tilgængeligheden af vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter som økologireglerne tillader anvendt som gødning eller jordforbedringsmidler samt tilgængeligheden, dels på landsplan og dels i geografiske regioner, af husdyrgødning (økologisk og ikke-økologisk), som må bruges i økologisk produktion

Ib Sillebak Kristensen, Lars Elsgaard og Inge T. Kristensen
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Redegørelse til NaturErhvervstyrelsen

Resumé

Denne rapport sigter på at kortlægge tilgængeligheden af vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter, som økologireglerne tillader anvendt som gødning eller jordforbedringsmidler, samt at kortlægge tilgængeligheden af husdyrgødning (økologisk og ikke-økologisk), som må bruges i økologisk produktion i Danmark. Opgørelsen omfatter de væsentligste kilder og er foretaget på baggrund af tilgængeligt statistisk materiale og/eller vurderinger baseret på kommunikation med centrale kilder i branchen.

Det er for de ikke-økologiske bi- og spildprodukter forsøgt at ansætte deres kvantitative tilgængelighed, samt at ansætte deres potentielle næringsstofindhold i form af kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K). Dette er forbundet med betydelig usikkerhed og i mange tilfælde kræves et forbedret datagrundlag for mere robuste estimater. De fremkomne mængder og næringsindhold må derfor for en række produkter betegnes som indikative, selvom de er forsøgt kvantificeret.

I den uddybende beskrivelse af de enkelte bi- eller spildprodukter angives i en række tilfælde et interval baseret på forskellige estimater i litteraturen. Tabellen, gengivet i sammenfatningen herunder (Tabel 1), dækker i disse tilfælde primært de laveste værdier for at anskueliggøre et konservativt estimat for potentialet. Barrierer for anvendelse af næringsstofferne knytter sig ofte til prisen (fx fiskemel, der er et højværdiprodukt) eller logistik omkring indsamling og håndtering af produkterne, samt den generelle accept af deres anvendelse inden for de værdibaserede rammer for økologisk produktion. Nærmere analyse og diskussion heraf vil være et centralt emne for interessenterne i økologisk jordbrug.

Tabel 1. Mængder (ton tørstof, TS) og næringsstofindhold (N, P og K) af lokale ikke-økologiske bi- og spildprodukter, som er tilladt efter økologireglerne som gødning eller jordforbedringsmidler. Tallene er ikke eksakte; ofte dækker de over et interval, hvor der her er gengivet de nedre værdier som et konservativt estimat for potentialet.

| Ikke-økologisk bi- eller spildprodukt | Ton TS pr år | Ton N | Ton P | Ton K |
|--|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| Organisk affald (hushold, service, industri) | 289.000 | 4970 | 590 | 3310 |
| Protamylasse | 50.000 | 860 | 80 | 2960 |
| Kompost fra svampedyrkning | 5.000 | 7 | 1 | 6 |
| Have- og parkaffald | 410.000 | 2220 | 390 | 3890 |
| Grøde fra vandløb | 7.100 | 355 | 28 | 177 |
| Biomasse fra naturarealer | 236.000 | 3812 | 242 | 665 |
| Træaske | 10.000 | 7 | 200 | 650 |
| Kød- og benmel | 28.000 | 2800 | 840 | 280 |
| Fiskemel | 160.000 | 17600 | 4000 | 1600 |
| Vinasse og vinassekali ^a | 19.100 | 550 | <1 | 1700 |
| Vinasse og vinassekali (prognose for 2014) | 10.200 | 300 | <1 | 850 |
| Slået græs (fra vejkanter mv.) | 14.000 | 400 | 60 | 100 |

^aKaliumvinasse importeres herudover til dansk jordbrug fra bl.a. Holland og Tyskland

Den geografiske kortlægning af tilgængeligheden af dels økologisk husdyrgødning, dels ikke-økologisk husdyrgødning, der må bruges efter økologireglerne, er gennemført på landsplan og fordelt på fire geografiske regioner i Danmark (Syddjylland, Vest- og Nordjylland, Østjylland og Øerne). Resultaterne af denne kortlægning er vist i Tabel 2, som en oversigt over udbragt husdyrgødning for vækståret 2011. Den samlede mængde udbragt husdyrgødning udgør 226.000 ton N, hvoraf 16.400 ton N, svarende til 7 %, er udbragt på økologiske bedrifter. Opgørelsen viser samtidig at økologisk husdyrgødning spredes med 83 % i Syddjylland samt Vest- og Nordjylland, ligesom 75 % bliver spredt som kvæggylle. Der er spredt dobbelt så stor mængde økologisk husdyrgødning på kvægbrug i forhold til økologiske plantebrug. På økologiske brug importeres 2000 tons N fra andre økologiske landbrug, 3800 tons fra konventionel husdyrgødning og 600 tons fra andre ikke økologiske gødningskilder. Det svarer til at økologiske bedrifter udbringer 27 % ikke økologisk gødning, lig med 27 kg N/ha. Der spredes 10-20 kg N/ha ikke økologisk gødning på malkekvægsbrug, knap 60 kg N/ha på økologiske plantebrug i Syd, Vest og Nord Jylland. I Østjylland og på Øerne spredes kun 30-40 kg N/ha konventionel husdyrgødning på økologiske plantebrug. Mælkekvægsbrugene ombytter eksport af økologisk husdyrgødning til økologiske plantebrug med tilsvarende import af konventionel husdyrgødning.

Table 2. Mængder af spredt husdyrgødning på konventionelle (Conv) og økologiske (Org) landbrug i Danmark, opgjort for 2011 på landsplan og regionalt.

| | Regions ¹⁾ | | SJ, | | V&N, | | ØJ, | | Ø, | |
|---|-----------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | DK, Conv | DK, Org | Org. arable | SJ, Org. dairy | Org. arable | V&N, Org. dairy | Org. arable | ØJ, Org. dairy | Org. arable | Ø, Org. dairy |
| Animal manure spread, [1000 ton N/region] | | | | | | | | | | |
| Cattle | 106.4 | 12.5 | 1.0 | 3.8 | 1.1 | 4.8 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| Pigs | 78.9 | 2.8 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.1 |
| Orther animals | 20.8 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Mixed manure | 6.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Spread manure | 212.1 | 16.4 | 1.6 | 4.6 | 2.2 | 5.3 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 0.6 |
| Imported Conv. organic fertilizer | 55.1 | 4.4 | 1.0 ³⁾ | 0.7 ⁴⁾ | 1.4 ³⁾ | 0.5 ⁴⁾ | 0.4 ³⁾ | 0.1 ⁴⁾ | 0.6 ³⁾ | 0.1 ⁴⁾ |
| Imported Org. manure | 0.4 | 2.0 | 0.8 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 1.0 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 0.1 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 0.1 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ |
| Herd manure production, [kg N/LSU ²⁾] | 96 | 100 | 98 | 100 | 99 | 98 | 101 | 104 | 101 | 109 |
| Spread cattle manure, [kg N/arable-ha] | 42 | 76 | 56 | 103 | 43 | 111 | 30 | 92 | 25 | 86 |
| Spread pig manure, [kg N/arable-ha] | 31 | 17 | 22 | 16 | 28 | 10 | 20 | 7 | 17 | 12 |
| Spread manure, other animals, [kg N/arable-ha] | 8 | 6 | 7 | 4 | 15 | 2 | 8 | 5 | 7 | 1 |
| Imported Conv manure, [kg N/arable-ha] | 22 | 27 | 57 ³⁾ | 19 ⁴⁾ | 56 ³⁾ | 12 ⁴⁾ | 38 ³⁾ | 12 ⁴⁾ | 31 ³⁾ | 12 ⁴⁾ |
| Imported Org manure, [kg N/arable-ha] | 0 | 12 | 46 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 39 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 6 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 4 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ |
| Spread manure, [kg N/arable-ha] | 83 | 99 | 87 | 123 | 87 | 124 | 59 | 106 | 50 | 98 |
| Spread manure, [kg N/harmony-ha] | 86 | 105 | 92 | 126 | 95 | 129 | 63 | 111 | 54 | 104 |

¹⁾ Region SJ=Sydjy lland, V&N= Vest- og Nordjy lland, ØJ=Østjy lland, Ø=Øerne.

²⁾ Livestock units (LSU), DK definition: 1 LSU = 100 kg total N in manure ex. storage, 0.85 LSU=1 dairy cow on 8,500 l milk year-1

³⁾ Calculated: + (spread manure from "Not dairy") + (spread manure from cattle) - "homeproduced manure"

⁴⁾ Calculated: + spread manure from "Not dairy"

⁵⁾ Calculated: + (exported manure from dairy farms in same region) - (export of manure)

⁶⁾ Assumed 0

1. Baggrund

NaturErhvervstyrelsen (NAER) har bedt DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug under Aarhus Universitet (AU/DCA) om at kortlægge tilgængeligheden af vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter, som økologireglerne tillader anvendt som gødning eller jordforbedringsmidler, samt at kortlægge tilgængeligheden af husdyrgødning (økologisk og ikke-økologisk), som må bruges i økologisk produktion i Danmark. Baggrunden for henvendelsen er, at Økologisk Handlingsplan 2020 omfatter en indsats om at fremme recirkulering af næringsstoffer for at bidrage til at opretholde jordens frugtbarhed.

2. Lokale ikke-økologiske vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter

2.1 Indledning

Recirkulering af næringsstoffer er et centralt element i de økologiske målsætninger (IFOAM, 2009). Ved salg af produkter fra økologisk landbrug bortføres næringsstoffer fra bedrifterne i form af mælk, kød og vegetabilier og gennem eventuelt salg af halm og husdyrgødning. For at sikre jordens frugtbarhed og produktivitet på såvel kort som længere sigt, er det afgørende, at der på bedrifterne opnås en balance mellem tilførsel og fraførsel af næringsstoffer. I følge de økologiske principper skal jordens frugtbarhed primært opretholdes ud fra et fornuftigt sædskifte, dyrkning af grøngødning og nedmuldning af økologisk husdyrgødning og andet materiale fra økologisk produktion (Askegaard et al., 2008). Herudover kan der være behov for at indhente supplerende næringsstoffer af ikke-økologisk oprindelse. For at erstatte bortførte næringsstoffer anvender økologisk landbrug således en række ikke-økologiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler, beskrevet i bilag 1 til 'Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion 2012' (NaturErhvervstyrelsen, 2012). Det er for eksempel i øjeblikket tilladt at importere konventionel husdyrgødning med op til 70 kg total-N pr. ha. Med henblik på i højere grad at leve op til de økologiske målsætninger har Økologisk Landsforening og Landbrug og Fødevarer besluttet at arbejde for helt at udfase brugen af konventionel husdyrgødning og halm fra 2015 til 2021 (Kyed et al., 2006; Jørgensen og Kristensen, 2010). Dette rummer en potentiel risiko for mangel på næringsstoffer i økologisk jordbrug og aktualiserer behovet for at kvantificere alternative næringsstofkilder, der kan accepteres inden for de værdibaserede rammer for økologisk produktion.

Listen over ikke-økologiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler, der kan bruges i særlige tilfælde jævnfør bilag 1 i 'Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion 2012' (NaturErhvervstyrelsen, 2012) rummer såvel mineralske produkter som vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter. Med udgangspunkt i de lokale (her forstået som danske) vegetabiliske og animalske bi- og spildprodukter er der i det følgende foretaget en kvantificering, baseret på tilgængeligt statistisk materiale og/eller vurderinger baseret på kommunikation med centrale kilder i branchen. De behandlede produkter omfatter:

- komposteret eller forgæret husholdningsaffald
- kompost fra svampedyrkning
- komposteret vegetabilisk materiale
- forgæret vegetabilisk materiale
- biomasse fra naturarealer
- grøde fra åer
- tang fra strande
- græs fra vejkanter
- kød- og benmel
- fiskemel
- træaske
- vinasse og vinassekali
- protamylasse
- kalkslam (carbokalk)

Herudover adresseres risici ved import af organisk gødning og kompost (afsnit 2.11).

2.2 Komposteret eller forgæret husholdningsaffald

Gødningsprodukter fra kildesorteret husholdningsaffald, der er blevet komposteret (aerob stabilisering) eller bioforgasset (anaerob stabilisering), indgår som tilladt ikke-økologisk input til økologisk landbrug. I Danmark kildesorteres kun en beskedent del af husholdningsaffaldet med henblik på recirkulering; langt størstedelen, op mod 90 %, indsamles med henblik på forbrænding. Oelofse et al. (2013) har beregnet den teoretisk mulige næringsstofforsyning ved anvendelse af organiske spildprodukter som gødningsmiddel i Danmark. For organisk affald fra husholdninger, service og industri er det

samlede potentiale opgjort til omkring 289.000 ton tørstof svarende til et næringsstofindhold på 4970 ton N, 590 ton P og 3310 ton P. Med den nuværende infrastruktur omkring kilde separering og recirkulering udnyttes kun en lille del af dette potentiale, svarende til 282 ton N, 34 ton P og 189 ton – altså mindre end 6 % af det vurderede potentiale (Oelofse et al., 2013).

Det estimerede potentiale i tørstof støttes af Birkmose et al. (2013), der ansætter tørstofpotentialet i husholdningsaffald til 200.000-250.000 ton, ligesom Møller (2011) ansætter potentialet for P i madspild og køkkenaffald fra husholdninger til ca. 600 ton P. Samtidig angiver Petersen et al. (2014) at mængden af organisk husholdningsaffald fra husholdninger og servicesektoren ligger på 904.000 ton vådvægt; med et antaget tørstofindhold på 23-30 % (Birkmose et al., 2013) svarer dette til 208.000-271.000 ton tørstof, hvilket svarer til niveauer estimeret af Oelofse et al. (2013).

Kravene til anvendelse af komposteret eller forgæret husholdningsaffald omfatter grænseværdier for indholdet af tungmetaller. Tungmetaller kan akkumuleres i jordmiljøet over tid ved gentagen brug af forurenede gødning. Dette gælder for såvel organiske som mineralske gødninger (Sørensen et al., 2011b; Christensen og Elsgaard, 2013). Smith (2009) undersøgte biotilgængeligheden og effekten af tungmetaller i kompost af husholdningsaffald og konkluderede, at der var minimale risici for negative effekter på jordens frugtbarhed og plantevæksten. Da komposteret og forgæret husholdningsaffald imidlertid kan have varierende sammensætning i tid og rum, vil en løbende kvalitetskontrol være relevant for at sikre imod uønskede effekter i jordmiljøet (Hargreaves et al., 2008).

En anden mulig barriere for anvendelse af husholdningsaffald i økologisk jordbrug er den almene accept af denne resurse i forhold til de økologiske principper (Oelofse et al., 2013). Ligeledes betyder nuværende branche-aftaler i mejeribrug, at kun sporbart affald må anvendes som gødning på mælkeproducenternes jord. Dermed kan produkter baseret på husholdningsaffald ikke umiddelbart anvendes på marker, hvor der produceres grovfoder til malkekvæg (Birkmose, 2013).

2.3 Kompost fra svampedyrkning

Kompost fra svampedyrkning (champignon) består af en blanding af hvedehalm, sphagnum og hestemøg (eventuelt også gødning fra kyllinger og svin). Det samlede produktionsareal for

champignon er i følge Danmarks Statistik faldet med omkring 80 % i perioden 1985-2012 (Danmarks Statistik, 2012). Det vurderes i branchen, at der årligt produceres 15.000-20.000 m³ kompost fra svampedyrkning med en massefylde på omkring 270 kg m⁻³, svarende til en mængde på 4.000 – 5.500 tons (K. Stenvang, personlig meddelelse). En foreliggende analyse på det afdrevne vækstmedie fra svampedyrkning i Danmark viser et tørstofindhold på 26% og et næringsindhold på 5,1 kg N/ton, 0,9 kg P/ton og 4,2 kg K/ton (A. Fabricius, personlig meddelelse). Med forbehold for manglende repræsentativitet i analysedata vurderes mængden af næringsstoffer i kompost fra svampedyrkning potentielt at repræsentere omkring 7 ton N, 1 ton P og 6 ton K.

2.4 Komposteret eller forgæret blanding af vegetabilsk materiale

2.4.1 Komposteret vegetabilsk materiale. Kompost kan fremstilles fra mange typer af planterester. En af de mest betydende kilder er have- og parkaffald. I komposteret form udgør dette en lokalt tilgængelig kilde til jordforbedring og næringsstoffer. Have- og parkaffald er en blanding af vegetabilske emner (fx græs, blade, grene) og jordrester fra vedligehold af private og offentlige haver. Da udgangspunktet for komposten kan være uensartet i tid og rum kan produktet følgelig også udvise stor variation. Ved kompostering er det afgørende, at der sker et kontrolleret procesforløb for at eliminere eventuelle risici ved produktet, fx således at temperaturen har været over 55 °C i mindst to uger for at undgå problemer med ukrudtsfrø (Sørensen et al., 2011a).

Mængden af have- og parkaffald er stigende og voksede fra omkring 67 kg pr person i 1994 til 143 kg pr person i 2006 (Boldrin et al., 2011). Langt det meste af affaldet behandles på centrale komposteringsanlæg. En nylig samlet kvantificering opgør gødningspotentialt til omkring 410.000 ton tørstof, svarende til næringsstofindhold på 2220 ton N, 390 ton P og 3890 ton P (Oelofse et al., 2013). Dette skøn er noget højere end hos Birkmose et al. (2013), der vurderer tørstofpotentialt i have- og parkaffald til 108.000 tons tørstof. Sidstnævnte skøn omfatter dog kun den grønne del (60%) af affaldet (græs, blade og plantedele), der formodes at være velegnet til produktion af biogas (Birkmose et al., 2013). Energistyrelsen (2011) angiver potentialt af fosfor i have- og parkaffald til 500 ton P, hvilket er i god overensstemmelse med Oelofse et al. (2013). Petersen et al. (2014) angiver et estimat svarende til 553.000 ton vådvægt. Antages en gennemsnitlig tørvægt på 60% for sammensætningen af grønne dele, jord og træ i have- og parkaffaldet, svarer sidstnævnte

estimat til 332.000 ton tørstof. Antagelsen af tørvægt er usikker, men resultatet viser en sammenlignelig størrelsesorden som angivet af Oelofse et al. (2013).

2.4.2 Forgæret vegetabilsk materiale. Forgæret blanding af vegetabilsk materiale dækker primært over rester fra biogasning af biomasse. Biomasse, der må anvendes som gødning efter økologireglerne, må principielt også anvendes i form af den rest, der bliver tilbage efter biogasproduktion (Tersbøl, 2009). Ved anvendelse af for eksempel biomasse fra naturplejearealer langs åer og vandløb er det muligt at opsamle de udsivende næringsstoffer i lavtliggende naturområder og føre næringsstofferne tilbage til dyrkningsjorden efter energiudvinding i biogasanlæg. Betydende typer af biomasse, der kan anvendes til denne type bioforgasning er biomasse fra naturarealer, grøde fra åer, tang fra strande og græs fra grøfter og vejkanter.

2.4.3 Biomasse fra naturarealer. Nygaard et al. (2012) har vurderet potentialet for biomasseproduktion fra plejkrævende naturarealer, der omfatter ferske enge, moser, strandenge, heder og overdrev. Det samlede overslag ligger på 236.000-365.000 tons tørstof. Inddrages ekstensive græsarealer øges estimatet for samlet biomasseproduktion til cirka det dobbelte (Nygaard et al., 2012). Jørgensen (2012) angiver at 1 ha engareal i gennemsnit producerer 3,9 ton tørstof svarende til et næringsindhold på 63-151 kg N, 4-23 kg P og 11-43 kg K. Den mere præcise produktion og indholdet af næringsstoffer varierer som funktion af fx botanisk sammensætning, jordbund og vandindhold. Bruges den nedre grænse for tørstofestimatet og de nedre værdier for næringsstofindholdet, kan det tentativt skønnes, at mængden af næringsstoffer fra naturarealer potentielt kan udgøre mindst 3812 ton N, 242 ton P og 665 ton K. Tilsvarende kan et øvre estimat fra ovenstående data beregnes til 14132 ton N, 2152 ton P og 4024 ton K. Som det fremgår, er der betydelig usikkerhed forbundet med at vurdere potentialet for recirkulering af næringsstoffer fra naturarealer; de nedre værdier beregnet her viser dog, at der er tale om en anseelig kilde. Tidligere overslagsberegninger (citeret af Tersbøl, 2008) indikerer, at biomasse fra 50.000-60.000 ha engarealer skulle kunne erstatte importen af konventionel husdyrgødning til økologisk jordbrug. Beregningerne findes ikke i publiceret form, men de kan dog tjene som en målestok for den mulige størrelsesorden. Importen af N i konventionel husdyrgødning blev for 2002 beregnet til 4200 ton N (Kyed et al., 2006) og for 2011 til omkring 5000 ton N (Persson et al., 2012). Bruges disse estimater

skulle 1 ha engareal producere 70-100 kg N ifølge overslagsberegningerne citeret af Tersbøl (2008), hvilket svarer pænt til værdierne angivet af Jørgensen (2012).

2.4.4 Grøde fra åer. Grøde er en samlebetegnelse for den vegetation, der vokser i vandløb. Grøde omfatter både vegetation på vandløbsbunden, langs bredderne (overgang mellem vand og land) og på brinkerne. Vandløbene i Danmark har en samlet længde på 64.000 kilometer og heraf er de 48.000 km små vandløb, der er mindre end ca. 2,5 meter brede (Ovesen et al., 2000). Grødeskæring i danske vandløb reguleres af vandløbsregulativerne, og forslag til ændringer i grødeskæring er et p.t. meget omdiskuteret emne. For eksempel indgår der 7.300 kilometer vandløb i regeringens miljøplan Grøn Vækst, hvoraf en betydelig del skal have nedsat eller ophørt grødeskæring (Hansen, 2011).

Mængden af grøde, der skæres i de danske vandløb, er ikke statistisk opgjort, og er vanskelig at kvantificere. Et kvalificeret overslag er fremkommet i baggrundsnotatet til den såkaldte +10 mio. tons plan (Kristensen og Jørgensen, 2012), hvor der regnes med 0,75-0,9 ton tørstof per km og en grødeskæring på en længde af 9.268 km, idet grødeskæring kun vurderes relevant fra mellemstore og store vandløb. Det samlede overslag lyder derfor på, at der er omkring 7.100 ton tørstof til rådighed per år (Kristensen og Jørgensen, 2012). Data fra Viborg Kommune (personlig meddelelse) på den kemiske sammensætning af ågrøde viser et N indhold på 8,3% og et P indhold på 0,26%. Der var ikke analyseret for K i den pågældende analyse. Baatrup-Pedersen et al. (2013) fandt, at planter fra vandløb havde et N indhold på mellem 3,8-6,6% med et gennemsnit på 4,9%, mens P indholdet var på 0,2-0,7% (A. Baatrup-Pedersen, personlig meddelelse). Tallene afhænger af såvel gødningstilstand som artssammensætning. Regnes med et N indhold på 5% og et P indhold på 0,4% er den samlede vurdering af mængden af næringsstoffer fra grøde på omkring 355 ton N og 28 ton P. Der er ikke datagrundlag til at vurdere mængden af K; et estimat kunne baseres på en (groft skønnet) ratio på 2:1 mellem N og K i planter fra vådområder (Olde Venterink, 2003; Lawniczak, 2011), svarende til en samlet mængde på 177 ton K i grøde fra vandløb.

2.4.5 Tang fra strande. Opskylllet tang fra strande kan i et vist omfang anvendes i biogasanlæg, og den dannede biogasrest kan anvendes som gødning. Mængder og kvalitet af tangen er yderst variable og lader sig vanskeligt kvantificere. Birkmose et al. (2013) citerer undersøgelser, hvor der bortfjernes 1080 tons opskyllet tang per km stand, men advarer mod

at generalisere disse mængder. Det konkluderes dog, at der findes et betydeligt biomasse-potentiale på de strande, hvor der opskylles mest; men samtidig påpeges, at det er forbundet med store praktiske vanskeligheder at indsamle materialet (Birkmose et al., 2013).

2.4.6 Græs fra vejkanter. Græs, der klippes langs veje og grøftekanter, repræsenterer en uudnyttet resurse, der kan indgå som biomasse til biogasanlæg. I forarbejdet til +10 mio. tons planen (Kristensen og Jørgensen, 2012) er det groft skønnet, at denne biomasse potentielt udgør 14.000 tons tørstof. Birkmose et al. (2013) vurderer potentialet højere og angiver et interval på 14.000-72.000 tons tørstof. Sammensætningen og næringsindholdet af vegetationen langs vejkanter og grøfter er varierende afhængig af for eksempel jordtype og fugtighedsforhold. Det er derfor usikkert at anslå et repræsentativt næringsstofindhold. Antages et gennemsnitligt estimat for biomasse fra engarealer (2,8% N, 0,4% P, 0,7% K) fra Jørgensen (2012) kan det estimeres, at potentialet i græs fra vejkanter ligger i et interval fra 400-2000 tons N, 60-300 tons P, og 100-500 K.

2.5 Kød- og benmel

Rester fra industriel fremstilling af animalske fødevarer er defineret i Biproduktforordningen (EU, 2009), hvor biprodukterne inddeles som værende Kategori 1, 2 eller 3 materiale. Kategori 1 materiale kan kun benyttes i forbindelse med forbrænding, hvilket typisk gælder visse restprodukter fra kreaturer. Kategori 2 materiale kan anvendes til gødning, biogasproduktion, kompostering eller forbrænding – det gælder typisk restprodukter fra svin (Kaysen, 2012). Kategori 3 materiale er biprodukter for eksempel fra raske dyr, der i princippet er egnede til konsum, men som af kommercielle grunde ikke er bestemt til konsum. Dette materiale kan anvendes til visse former for dyrefoder samt til energiproduktion.

Kød- og benmel af kategori 2 kan finde anvendelse til gødningsfremstilling, idet indholdet af især N og P er attraktivt. Næringsstofindholdet er i internationale studier opgivet til 8% N, 5% P, og 1% K (Chen et al., 2011). Vækstforsøg under nordiske forhold peger på, at den relative N udnyttelse i kød- og benmel svarer til 80% eller derover, sammenlignet med mineralsk gødning (Jeng et al., 2004; Chen et al., 2011).

Produktion af kød- og benmel af Kategori 2 foregår i Danmark på Daka Bioindustries ved Løsning. Der produceres årligt 28.000-30.000 tons kød- og benmel, som eksporteres til en række europæiske lande, primært Sverige (50%), hvor det er tilladt som gødning på

økologiske arealer (Jordbruksverket, 2012). Indholdet af N, P og K i danskproduceret kød- og benmel er oplyst til 10% N, 3% P og 1% K (B. Olesen, personlig meddelelse). Den potentielle recirkulering af næringsstoffer i Kategori 2 kød- og benmel vurderes derfor til 2800 tons N, 840 tons P og 280 tons K.

I følge bekendtgørelse om anvendelse af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold (Fødevareministeriet, 2011) må organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk Kategori 2 indhold anvendes, hvis de er produceret ved forarbejdningsmetode 1, som angivet i gennemførelsesforordningen, bilag IV, kapitel III, punkt A (forarbejdning ved tryksterilisering). Mejeriudvalget, med repræsentanter fra blandt andet Arla, Thise og Naturmælk, har imidlertid som branchepolitik besluttet, at deres leverandører ikke må bruge gødningsmidler, som er fremstillet af kød- og benmel. For at imødekomme dette krav har DLG fra d. 1. juli 2013 bedt deres leverandører om at underskrive en erklæring som tilkendegiver, at der ikke er anvendt sådanne gødningsmidler til fremstilling af deres økologiske produkter. DLG accepterer kun leverancer, hvor der ikke er anvendt kød- og benmel som gødning gennem vækstperioden.

2.6 Fiskemel

Fiskemel fremstilles af industrifisk ved processer, der omfatter kogning, presning, centrifugering, inddampning og tørring (Madsen, 2007). Produktionen af fiskemel i Danmark er koncentreret på tre fiskemelsfabrikker langs den jyske vestkyst, med en gennemsnitlig årlig produktion (2008-2012) på 160.000 tons (Foreningen for Danmarks Fiskemel- og Fiskeolieindustri, personlig meddelelse). Der er stor global efterspørgsel på fiskemel, hvor omkring 80% anvendes til akvakultur og 20 % til foder til husdyr (fjerkræ, pelsdyr) og kæledyr. Der er således tale om et højværdiprodukt, hvis anvendelse som gødningsmiddel må anses for urentabel både på kort og længere sigt. Indholdet af næringsstoffer i fiskemel er højt og var i en undersøgelse af kommercielle produkter på omkring 11% N, 2,5% P og 1% K (Sørensen, 2010). Særligt fosforindholdet kan dog variere (og være højere end her angivet, fx op til 6%) alt efter om benfraktionen er inkluderet i produkterne (F. Minck, personlig meddelelse). Hvis det var økonomisk rentabelt, kunne den potentielle recirkulering af næringsstoffer i fiskemel tentativt estimeres til 17.600 ton N, 4.000 ton P og 1600 ton K.

2.7 Træaske

Træaske, dannet ved forbrænding, indeholder næringsstoffer, især P og K, men også forurening fra tungmetaller og eventuelt toksiske, organiske forbindelser som polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH). Callesen et al. (2004) undersøgte egenskaberne af aske fra anlæg i Danmark og i Sverige, fx kraft-varmeværker og papirfabrikker. De fandt, at indholdet af cadmium (Cd) var variabelt, men ofte oversteg de tilladte værdier for bioaske, jævnfør bioaske-bekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2008). Ved anvendelse af bioaske til landbrug må den samlede tilførsel af cadmium ikke overstige 0,8 g Cd pr. ha pr. år. Doseringen kan dog beregnes som et gennemsnit over fem år, således at der i praksis kan tilføres en mængde svarende til 4 g Cd pr. ha én gang hvert femte år.

En samlet status for askemængder fra alle større danske biomasseanlæg blev udarbejdet af Hansen (2004). Den samlede askeproduktion udgjorde således 32.300 ton tørstof i 2000 med omkring 2.570 ton tørstof fra træflisfyrede fjernvarmeværker og 560 ton tørstof fra træpillefyrede fjernvarmeværker. Den samlede mængde af træaske fremskrives til omkring 10.000 ton tørstof i 2012 (Hansen, 2004). Status for anvendelse af træasken var i 2000, at den samlede mængde gik til deponi, og det anføres, at det på kort sigt virker urealistisk, at de træfyrede værker vil kunne genanvende asken på grund af indholdet af cadmium i blandingsaske. Indholdet af NPK i blandingsaske angives som middelværdi at ligge på ca. 0,1% N, 2% P og 6,5% K (Callesen et al., 2004). Mængden af potentielle næringsstoffer i træaske kan dermed vurderes til 7 ton N, 200 ton P og 650 ton K. Anvendelse af disse næringsstoffer vil dog kræve, at de kan adskilles fra især cadmium indholdet i asken.

2.8 Vinasse og vinassekali

Vinasse er et restprodukt, der fremkommer blandt andet fra sukkerudvinding fra sukkerroer. Sukkerproduktionen har i første omgang melasse som biprodukt, hvilket indeholder 40-50% sukker samt mineraler og proteiner. Melassen kan anvendes til videre fremstilling af alkohol, og restproduktet herfra er flydende vinasse. Ved tilsætning af kalciumsulfat (CaSO_4) kan vinassen udfældes som vinassekali, der i granuleret form kan anvendes som kalium- og svovlgødning. Tørstofindholdet i denne granulerede kaliumvinasse er opgivet til 98% og indholdet af næringsstoffer er 21% K, 16% S og mindre end 0,4% N (DLG, 2013a).

Vinassekali på granuleret form importeres til det danske marked primært fra Tyskland og Holland gennem DLG og Danish Agro.

Produktion af vinasse og vinassekali i Danmark foregår på De Danske Gærfabrikker i Grenå. Her produceres vinassekali ikke ved kemisk fældning, men ved en centrifugeringsteknik, der danner et flydende produkt (G. Fogh, personlig meddelelse). Flydende vinasse produceres p.t. i en mængde på omkring 25.000 ton friskvægt per år, men med udsigt til et fald til 14.000 ton friskvægt i 2014 (tørstofindhold i den flydende vinasse ca. 65%). Af den nuværende produktion eksporteres ca. 90% som bindemiddel til foderproduktion; resten - cirka 2.000 tons - anvendes i økologisk sammenhæng. Produktionen af flydende vinassekali ligger på 5.000 tons årligt, med udsigt til et fald til 2.000 tons friskvægt årligt i 2014 (tørstofindhold i den flydende vinassekali ca. 57%). Vinassekali afsættes på det danske marked både til økologer og konventionelle landmænd og bruges primært som tilsætning til gylle.

Næringsstofindholdet i den danske vinasse kan regnes til omkring 3,2% N og <7% K. For vinassekali er næringsstofindholdet omkring 0,8% N, 19% K og 7% S. Den samlede mængde af næringsstoffer i vinasse og vinassekali kan derfor estimeres til omkring 550 ton N og 1700 ton P. Udsigten til faldende produktion i 2014 bringer disse estimater ned på omkring 300 ton N og 850 ton P. Anvendelsen af flydende vinasse som gødningsmiddel anses som økonomisk urentabel; vurderes alene mængden af næringsstoffer i vinassekali ligger estimeret p.t. på 23 ton N og 540 ton P, faldende til 10 ton N og 220 ton P i 2014.

2.9 Protamylasse

Protamylasse er opkoncentreret kartoffelvand, der fremkommer ved bearbejdning af kartofler til kartoffelstivelse. Protamylasse indeholder 30-50 % tørstof i massen, og kan anvendes som koncentreret flydende gødning til direkte udbringning på marken. Næringsindholdet per ton protamylasse (tørstof) er omkring 43 kg N, 9 kg P, 7 kg Mg, 16 kg S og 148 kg K (Karup Kartoffelmelfabrik, 2013). Protamylasse har i nye undersøgelser vist sig at kunne påvirke markens svampeflora (undersøgt i ærtemarker) ved at favorisere obligat biotrofe svampe og hæmme nogle fakultativt patogene svampe som *Fusarium oxysporum* (Yu et al., 2013). Generalisering af disse positive effekter er dog endnu ikke mulig.

Protamylasse produceres på de to kartoffelmelsfabrikker i Karup og Toftlund. Landmænd har mulighed for at få protamylassen leveret i hele træk, udbragt på marken eller i palletanke. Der

produceres årligt omkring 30.000 ton protamylasse. To andre kartoffelmelsfabrikker (Brande og Langholt) producerer ikke protamylasse, men hvis de gjorde, skønnes det i branchen, at der i alt kunne produceres 50.000 ton årligt i Danmark. Regnes med et tørstofindhold på 40%, potentiel produktion på 50.000 ton/år og et N-P-K indhold på 43-9-148 kg/ton tørstof vurderes den potentielle mængde af næringsstoffer fra protamylasse til 860 ton N, 180 ton P og 2960 ton K.

I følge branchen aftager økologerne kun en lille del af protamylassen. Dette kan skyldes at protamylasse er blevet et eftertragtet gødningsmiddel hos såvel konventionelle som økologiske landmænd (DLG, 2013b). Stigende efterspørgsel, særligt fra konventionelle svineproducenter har medført, at et betydeligt antal økologer i stedet måtte købe det noget dyrere alternativ, kaliumvinasse (DLG, 2013b). Askegaard et al. (2008) anfører, at der med udgangspunkt i de økologiske målsætninger kan stilles spørgsmålstejn ved brugen af vinasseprodukter til gødningsformål. Dette kunne også udstrækkes til at gælde protamylasse. Det skyldes, at disse produkter ligesom konventionel husdyrgødning er baseret på produktionsmetoder med mulig anvendelse af sprøjtemidler og gødningsstoffer (Askegaard et al., 2008).

2.10 Kalkslam fra sukkerfabrikker

Den mest almindelige form for sukker i Danmark produceres fra roer, der hovedsagelig dyrkes på Lolland og Fyn. I Danmark står Nordic Sugar (tidligere Danisco) for hele roesukkerproduktionen. Kalkslam fra produktionen er som produkt nu afløst af Carbokalk, der er et jordforbedringsmiddel. Det fremstilles i forbindelse med sukkerproduktionen, hvor læsket kalk beriges med plantenæringsstoffer og organisk materiale fra sukkerroerne. Indholdet er primært calciumkarbonat, men produktet har også et indhold af organisk materiale, som antages at kunne forbedre jordstrukturen. Indholdet af næringsstofferne N og P er omkring 0,4-0,5%; tørstofindholdet er 62-70% (NordicSugar, 2013). Den årlige produktion af Carbokalk er omkring 75.000 tons, hvoraf langt hovedparten (op mod 95%) gæftages af roeavlere. Produktet er registreret som jordforbedringsmiddel og har ikke relevans som gødning.

2.11 Risici ved import af organisk gødning, voksemedier og kompost

Med stigende uafhængighed af ikke-økologisk husdyrgødning i dansk økologisk landbrug kunne der opstå et behov for øget import af økologiske gødningsmidler fra andre lande. Plantedirektoratet bad i 2010 Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet om at vurdere de risici, der er ved at indføre organisk gødning, voksemedier og kompost fra andre EU-medlemsstater til Danmark samt belyse risici med hensyn til spredning af skadedyr, invasive arter, ukrudtsfrø, mikroorganismer og plantesygdomme. Vurderingen er (Sørensen et al., 2011a), at der er en reel risiko for at indslæbe planteskadegørere med organisk gødning, voksemedier og kompost, der importeres fra andre EU-lande. Det omfatter både skadegørere, som allerede er etableret i Danmark, og skadegørere, som endnu ikke er etableret i Danmark. De største risici forbindes med blandt andet kompost, som ikke har gennemgået en kontrolleret kompostering (Sørensen et al., 2011a).

3. Geografisk kortlægning af tilgængeligheden af husdyrgødning

3.1 Indledning

Målsætningen for økologisk jordbrug er blandt andet (1) at skabe harmoni mellem planteproduktion og husdyrbrug, (2) at udvikle en dyrkningsmæssig praksis, som tager størst muligt hensyn til miljø og natur og (3) at arbejde i lukkede stofkredsløb og benytte sig af stedlige ressourcer. Med udgangspunkt i disse målsætninger er der gennemført en vurdering af den nuværende anvendelse af økologisk og konventionel husdyrgødning i økologisk jordbrug, baseret på datamateriale fra 2011. Kyed et al. (2006) har gennemført en tilsvarende analyse for vækstår 2002 også på data fra Centrale registre (se afsnit 3.3 om datagrundlag). Analysen viste, at områder med lille økologisk kreaturhold vil mangle kvælstof ved nuværende produktionsforhold, hvilket medfører et forventet kornudbyttetab på 3-5 hkg/ha (12 %) efter udfasning af konventionel husdyrgødning. Det økonomiske nettotab blev beregnet til 30 millioner kroner med de største omkostninger på brug med stor afstand til økologisk husdyrgødning.

3.2 Konventionel husdyrgødning

Konventionel husdyrgødning bliver brugt af de fleste økologiske jordbrugere i dag. En opgørelse af gødningsforbruget på økologiske brug i 2002 viste, at der i alt blev brugt omkring 4.200 ton kvælstof fra konventionel husdyrgødning (Kyed et al., 2006; Berntsen et al., 2004). En eventuel udfasning af konventionel husdyrgødning vil få økonomiske konsekvenser for de økologiske landmænd: Indtægterne bliver lavere, hvis produktionsudbyttet reduceres, når indsatsen af konventionel husdyrgødning reduceres.

I regi af Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, gennemføres en række analyser, som har til formål at belyse konsekvenserne af husdyrhold på miljøbelastning. I denne forbindelse gennemføres sammenhængende økonomiske analyser på mark-, bedrifts-, sektor- og samfundsniveau. Der er brug for at supplere analyserne med en beskrivelse af metoder, der kan minimere de negative økonomiske og produktionsmæssige konsekvenser af en udfasning.

Tidligere analyser baseret på centrale registre er beskrevet i:

- Kyed et al. (2006): Økologisk struktur i amter år 2002.
- Askegaard og Hørfager (2013): Økologisk struktur i Danmark.
- Eriksen et al. (2013): Økologisk udvaskning, økologisk struktur.
- Kristensen et al. (2003): Miljøbelastning af Mariager Fjord år 2002.
- Kristensen et al, 2006: Miljøbelastning af Fyn år 2002.

3.3 Datagrundlag

3.3.1 Arealanvendelse (GLR).

Det Generelle Landbrugsregister (GLR) er NaturErhvervstyrelsens register til udveksling af data mellem forskellige dele af ministeriet (NaturErhvervstyrelsen, 2013c). Registret indeholder blandt andet oplysninger om marker, afgrøder og forpagtninger fra hektarstøttesystemet (kaldet enkeltbetalingsordning EB). I registret er dyrket areal defineret som det samlede landbrugsareal. Økologisk areal dyrket på konventionelle bedrifter samt økologiske arealer, der ikke kunne stedsfæstes, er inkluderet i gruppen af økologiske fuldtidsbedrifter. Data for arealanvendelse i Danmark er beskrevet af NaturErhvervstyrelsen (2013b).

3.3.2 Dyrehold (GHI).

Register for husdyr- og gødningsindberetning (GHI) indeholder blandt andet oplysninger om ejendomme med dyr, antallet af dyr og arten heraf, oplysninger om de enkelte kreaturer og flytninger af svin (NaturErhvervstyrelsen, 2013a). Fra GHI er dyreenheder (defineret ved 2010 DE Plantedirektoratet, 2010) beregnet ud fra antal årsvir.

3.3.3 Husdyrgødning (HG).

Gødningsregnskab (GR) er NaturErhvervstyrelsens register til kontrol af blandt andet gødningsomsætning og harmoniarealer. Registret indeholder oplysninger om bedrifternes omsætning af handels- og husdyrgødning samt anden organisk gødning. I registret er harmoniareal - defineret som arealet, der kan og må tildeles husdyrgødning - dyrket med afgrøder, der har en N-norm eller et P- og K-behov (NaturErhvervstyrelsen, 2013e). Gødningsregnskaber er beskrevet ved NaturErhvervstyrelsen (2013d).

3.3.5 Normer for produktion af husdyrgødning.

Normer for produktion af husdyrgødning følger normtallene angivet af Poulsen (2013).

3.4 Metode

Data stammer fra følgende centrale registre (CR):

- Afgrødeareal på enkeltbedrifter (EB), se NaturErhvervstyrelsen (2013b)
- Husdyr- og gødningsindberetning (CHI), se NaturErhvervstyrelsen (2013a) og det Generelle Landbrugsregister (GLR), se NaturErhvervstyrelsen (2013c)
- Gødningsregnskaber (GR), se NaturErhvervstyrelsen (2013d)

Der er lavet dataudtræk og sammenstilling for ni regioner for høstår 2011. Opgørelser er vist for de 4 største og mest sammenlignelige områder: Sydjylland (S), Vest- og Nordjylland (V&N), Østjylland (ØJ) samt Øerne (Ø).

3.4.1 Kategorisering af bedrifterne.

De økologiske bedrifter i Danmark er opdelt i typebrug baseret på data fra 2011, registreret i Det Generelle Landbrugsregister (se afsnit 3.3 om datagrundlag). Typebrugene for økologer er inddelt på sand- og lerjord, hvor der er opdelt mellem mælkebrug, plantebrug, hobbybrug og gartneri. Malkekvægsbrug er alle fuldtidsbrug, mens planteavlsbrug er opdelt i fuld- og deltidsbedrifter. Bedrifternes placering på henholdsvis sand- og lerjord indgår i denne kategorisering, ligesom den geografiske fordeling i henholdsvis Sydjylland, Vest- og Nordjylland, Østjylland og Øerne fremgår. I appendiks 1 i Kristensen et al. (2003) er de nærmere definitioner for opdeling i typebedrifter vist.

3.5 Resultat

3.5.1 Fordeling af husdyrgødning på konventionelle bedrifter.

Tabel 3 viser fordelingen mellem hvilke typer husdyrgødning, der udbringes i Danmark: 12 % er dybstrøelse, 34 % svinegyfle, 40 % kvæggylle og 6 % er anden flydende gødning.

Tabel 3. Procentvis fordeling af type udbragt husdyrgødning på konventionelle (Conv) og økologiske (Org) landbrug i 2011. Data fra gødningsregnskaber.

| Regions ¹⁾ | DK, Conv | DK, Org | DK, Conv. cattle | DK, Org. dairy | DK, Conv. pig | DK, Conv. arable | DK, Org. Arable |
|---|----------|---------|------------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| Animal manure spread, [1000 ton N/region] | | | | | | | |
| Cattle | 106.4 | 12.5 | 72.5 | 9.6 | 2.4 | 17.5 | 2.9 |
| Pigs | 78.9 | 2.8 | 2.6 | 1.1 | 53.7 | 15.3 | 1.6 |
| Orther animals | 20.8 | 1.0 | 0.8 | 0.3 | 2.2 | 9.1 | 0.7 |
| Spread manure | 212.1 | 16.4 | 76.3 | 11.0 | 58.7 | 45.9 | 5.3 |
| Imported Conv. organic fertilizer | 55.1 | 4.4 | | 2.0 | | | 2.4 |
| Imported Org. manure | 0.4 | 2.0 | | 0.5 | | | 1.5 |
| Herd manure production, [kg N/LSU ²⁾] | 96 | 100 | 97 | 100 | 91 | 101 | 99 |
| Fertilization, [kg N/arable ha] | | | | | | | |
| Spread artificial fertilizer | 80 | 1 | 66 | 0 | 71 | 97 | 1 |
| Spread manure | 83 | 99 | 153 | 121 | 103 | 53 | 73 |
| Imported Conv. manure | 22 | 27 | | 22 | | | 32 |
| Imported Org. manure | 0 | 12 | | 6 | | | 20 |
| Exported manure | 28 | 15 | 34 | 21 | 49 | 5 | 8 |
| Proportion of manure, [% of total spread]. | | | | | | | |
| Deep litter | 11% | 19% | 12% | 17% | 2% | 12% | 24% |
| Slurry, cattle | 36% | 56% | 72% | 69% | 9% | 23% | 29% |
| Slurry, pig | 37% | 17% | 13% | 10% | 77% | 34% | 31% |
| Slurry, not cattle or pig | 6% | 4% | 1% | 2% | 2% | 11% | 8% |

¹⁾ Region SJ=Sydjylland, V&N= Vest- og Nordjylland, ØJ=Østjylland, Ø=Øerne.

²⁾ Livestock units (LSU), DK definition: 1 LSU = 100 kg total N in manure ex. storage, 0.85 LSU=1 dairy cow on 8,500 l milk year-1

3.5.2 Fordeling af husdyrgødning på økologiske bedrifter.

I Tabel 4 og 5 er vist en karakteristik af de økologiske brug i 2011. I tabel 4 er vist data per bedrift og i Tabel 5 data per region.

Fra Tabel 4 kan ses at økologiske mælke- og plantebedrifterne er placeret på sandjord, svarende til 2/3 af det økologiske areal. På øerne findes kun 7 % af de økologiske dyreenhederne, og disse bedrifter er derfor meget afhængige af import af konventionelle gødningsmidler. Sandjorden (JB-nr 1-4 & humus) ligger i Jylland: 68 % af den jord i

Østjylland, der dyrkes økologisk, er sandjord. 86 % af de økologiske mælkeproducenter ligger i Sydjylland, Vest- & Nordjylland. Lerjorden repræsenterer 62 % af det økologiske areal på Øerne.

53 % af de økologiske bedrifter er deltids- eller hobbybrug, defineret som brug med norm arbejdsforbrug på mindre end 823 timer/ha. De dyrker 13 % af det økologiske areal, hvilket vil sige ca. 21.000 ha af 165.000 ha. Data per ha fra små bedrifter er ikke meget forskellige fra fuldtidsbedrifter, derfor lægges der i analysen mest vægt på forholdene for fuldtidsbedrifterne.

Importen af konventionel husdyrgødning til økologiske mælkebedrifter erstatter formodentlig en eksport fra disse bedrifter, sandsynligvis til nærliggende økologiske bedrifter uden mælkeproduktion. Det forventes, at eksporten af økologisk kvæggylle er led i et samarbejde primært mellem mælkeproducenter og planteavlere, hvor planteavlerne til gengæld producerer foder til mælkeproducenten. Således fremgår det også af Tabel 5, at både indførsel og udbragt mængde husdyrgødning for planteavlere er noget højere på sandjorden end på lerjorden. Effekten er, at både mælkeproducent og økologisk planteavler, der indgår i samarbejdet, får lovgivningsmæssig mulighed for at ligge på et N niveau på omkring 1,4 DE/ha med halvdelen fra importeret konventionelt husdyrgødning og halvdelen fra indført økologisk husdyrgødning. Dette er dog ikke tilfældet i gennemsnit, hvor økologiske planteavlere i Jylland ”kun” spreder 59-87 kg N/ha i husdyrgødning, se Tabel 4. I praksis udnyttes loftet for import af konventionel husdyrgødning således ikke i fuldt omfang på bedrifterne, jf. Tabel 3, hvor det blandt andet fremgår, at mælkeproducenter i gennemsnit udbringer 121 kg husdyrgødnings-N/ha. Teoretisk er der mulighed for at importere ca. 11.000 tons N i alt til alle økologiske bedrifter (harmoniareal på 156.000 hektar gange 70 kg); det vil sige, at der er en uudnyttet importkapacitet på 7.000 tons N, når der er en import på 4.400 tons N, se næste afsnit. Der kan være flere årsager til, at der ikke importeres mere, fx kan det være idealisme, samt at deltidsbrugere ikke optimerer, at det ikke er muligt at få fat på gødning, eller at det ikke kan betale sig, når der indregnes transport- og udbringningsomkostninger samt indkøbspris og udbytterespons.

Tabel 4. Økologiske landbrug: Karakteristik og omsætning af husdyrgødning i 2011. Data per region¹⁾. Conv, konventionelt; org, økologisk.

| Farm type & regions ¹⁾ | DK, Conv | DK, Org | SJ, Org. arable | SJ, Org. dairy | V&N, Org. arable | V&N, Org. dairy | ØJ, Org. arable | ØJ, Org. dairy | Ø, Org. arable | Ø, Org. dairy |
|---|----------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Number of farms in data set | 49296 | 2409 | 401 | 186 | 547 | 228 | 278 | 31 | 652 | 39 |
| Ha in regions [1000 ha/region] | | | | | | | | | | |
| Arable area | 2555 | 165 | 18 | 37 | 25 | 43 | 12 | 5 | 18 | 6 |
| Course sand & humic soil types (JB-nr 1-4+11) | 1490 | 114 | 13 | 29 | 20 | 35 | 7 | 3 | 5 | 3 |
| Sandy loam soils (JB-nr 5-10) | 804 | 28 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 10 | 3 |
| Livestock, [LSU ²⁾ /region] | | | | | | | | | | |
| Cattle | 1057 | 113 | 2 | 42 | 3 | 53 | 1 | 4 | 2 | 5 |
| Pigs | 971 | 6 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Orther animals | 163 | 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Total | 2193 | 124 | 5 | 43 | 8 | 53 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| Animal manure spread, [1000 ton N/region] | | | | | | | | | | |
| Spread manure | 212.1 | 16.4 | 1.6 | 4.6 | 2.2 | 5.3 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 0.6 |
| Spread artificial fertilizer | 204.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Cattle | 106.4 | 12.5 | 1.0 | 3.8 | 1.1 | 4.8 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| Pigs | 78.9 | 2.8 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.1 |
| Orther animals | 20.8 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Imported manure | 70.3 | 6.8 | 1.2 | 1.2 | 1.7 | 1.2 | 0.5 | 0.1 | 0.7 | 0.1 |
| Imported Conv. organic fertilizer | 55.1 | 4.4 | 1.0 ³⁾ | 0.7 ⁴⁾ | 1.4 ³⁾ | 0.5 ⁴⁾ | 0.4 ³⁾ | 0.1 ⁴⁾ | 0.6 ³⁾ | 0.1 ⁴⁾ |
| Imported Org. manure | 0.4 | 2.0 | 0.8 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 1.0 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 0.1 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ | 0.1 ⁵⁾ | 0.0 ⁶⁾ |
| Exported manure | 70.8 | 2.5 | 0.2 | 0.8 | 0.3 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

¹⁾ Region SJ=Sydjyland, V&N= Vest- og Nordjyland, ØJ=Østjyland, Ø=Øerne.

²⁾ Livestock units (LSU), DK definition: 1 LSU = 100 kg total N in manure ex. storage, 0.85 LSU=1 dairy cow on 8,500 l milk year-1

³⁾ Calculated: + (spread manure from "Not dairy") + (spread manure from cattle) - "homeproduced manure"

⁴⁾ Calculated: + spread manure from "Not dairy"

⁵⁾ Calculated: + (exported manure from dairy farms in same region) - (export of manure)

⁶⁾ Assumed 0

I gennemsnit tilføjer de økologiske bedrifter 99 kg total N/ha på det samlede økologisk dyrkede areal på 165.000 ha, registreret i "Enkeltbetaling" (EB). Opgjort på harmoniarealet (arealer med gødskningskvoter lig 156.000 ha) svarer det til 105 kg total N/ha. I det følgende bruges dyrket areal fra EB.

Planteavlere, her defineret som ikke-mælkeproducenter, spreder på landsplan i gennemsnit 73 kg husdyrgødnings-N/ha, se Tabel 3. Heraf importerer de ifølge NaturErhvervstyrelsens gødningsregnskaber i gennemsnit 52 kg husdyrgødnings-N/ha, hvoraf 32 kg er ikke-økologisk husdyrgødning, se næste afsnit. Forskellen på den udbragte mængde og den importerede mængde stammer fra gødning fra egen besætning. På Øerne er tallet opgjort til 50 kg udbragt N, hvoraf 37 kg N importeres og 31 kg N som ikke-økologisk, se Tabel 5.

Tabel 5. Økologiske landbrug: Karakteristik og omsætning af husdyrgødning i 2011. Data per bedrift. Conv, konventionelt; org, økologisk.

| Farm type & regions ¹⁾ | DK, Conv | DK, Org | SJ, Org. arable | SJ, Org. dairy | V&N, Org. arable | V&N, Org. dairy | ØJ, Org. arable | ØJ, Org. dairy | Ø, Org. arable | Ø, Org. dairy |
|--|----------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Area | | | | | | | | | | |
| Total farm ha | 52 | 68 | 45 | 201 | 46 | 189 | 42 | 147 | 27 | 164 |
| Total arable farm ha | 45 | 56 | 36 | 179 | 34 | 166 | 33 | 122 | 19 | 130 |
| Crop rotation [% of farm area] | | | | | | | | | | |
| Winter grain for harvest | 42% | 10% | 14% | 5% | 13% | 6% | 19% | 11% | 18% | 14% |
| Spring grain for harvest | 23% | 26% | 35% | 22% | 36% | 16% | 38% | 23% | 34% | 21% |
| Maize/whole crop silage | 8% | 9% | 4% | 15% | 5% | 15% | 2% | 9% | 1% | 8% |
| Grass/clover in rotation | 11% | 38% | 31% | 49% | 24% | 52% | 17% | 42% | 22% | 37% |
| Livestock, [LSU/farm] | | | | | | | | | | |
| Cattle | 21 | 47 | 6 | 227 | 5 | 232 | 4 | 138 | 3 | 138 |
| Pigs | 20 | 2 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Other animals | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| Total | 44 | 52 | 13 | 229 | 14 | 235 | 8 | 141 | 5 | 140 |
| Herd manure production, [kg N/LSU2] | 96 | 100 | 98 | 100 | 99 | 98 | 101 | 104 | 101 | 109 |
| Proportion of manure, [% of total spread]. | | | | | | | | | | |
| Deep litter | 11% | 19% | 24% | 16% | 18% | 13% | 30% | 36% | 36% | 33% |
| Slurry, cattle | 36% | 56% | 39% | 67% | 31% | 75% | 20% | 49% | 13% | 53% |
| Slurry, pig | 37% | 17% | 26% | 13% | 33% | 8% | 33% | 7% | 34% | 12% |
| Fertilization, [kg N/arable ha] | | | | | | | | | | |
| Spread manure | 83 | 99 | 87 | 123 | 87 | 124 | 59 | 106 | 50 | 98 |
| Spread manure on "Harmony-ha" | 86 | 105 | 92 | 126 | 95 | 129 | 63 | 111 | 54 | 104 |
| Spread artificial fertilizer | 80 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| Spread cattle manure | 42 | 76 | 56 | 103 | 43 | 111 | 30 | 92 | 25 | 86 |
| Herd manure production | 82 | 75 | 29 | 114 | 30 | 122 | 20 | 99 | 19 | 93 |
| Spread pig manure | 31 | 17 | 22 | 16 | 28 | 10 | 20 | 7 | 17 | 12 |
| Spread manure, other animals | 8 | 6 | 7 | 4 | 15 | 2 | 8 | 5 | 7 | 1 |
| Imported manure | 28 | 41 | 68 | 33 | 67 | 27 | 45 | 24 | 37 | 21 |
| Imported Conv. manure | 22 | 31 | 57 ³⁾ | 19 ⁴⁾ | 56 ³⁾ | 12 ⁴⁾ | 38 ³⁾ | 12 ⁴⁾ | 31 ³⁾ | 12 ⁴⁾ |
| Imported Org. manure | 0 | 12 | 46 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 39 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 6 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ | 4 ⁵⁾ | 0 ⁶⁾ |
| Exported manure | 28 | 15 | 10 | 22 | 11 | 23 | 7 | 14 | 3 | 12 |

¹⁾ Region SJ=Syddjylland, V&N= Vest- og Nordjylland, ØJ=Østjylland, Ø=Øerne.

²⁾ Livestock units (LSU), DK definition: 1 LSU = 100 kg total N in manure ex. storage. 0.85 LSU=1 dairy cow on 8,500 l milk year-1

³⁾ Calculated: + (spread manure from "Not dairy") + (spread manure from cattle) - "homeproduced manure"

⁴⁾ Calculated: + spread manure from "Not dairy"

⁵⁾ Calculated: + (exported manure from dairy farms in same region) - (export of manure)

⁶⁾ Assumed 0

Mælkeproducenter spreder i gennemsnit på landsplan 121 kg husdyrgødnings-N per ha. Det er på Øerne i gennemsnit 98 kg husdyrgødning N/ha og i Jylland 122 kg husdyrgødning N/ha.

Af Tabel 5 fremgår, at planteavlere på Øerne kun spreder halvt så meget husdyrgødnings-N som mælkeproducenter på Øerne. Importen af ikke-økologisk husdyrgødning til planteavlsbedrifter på

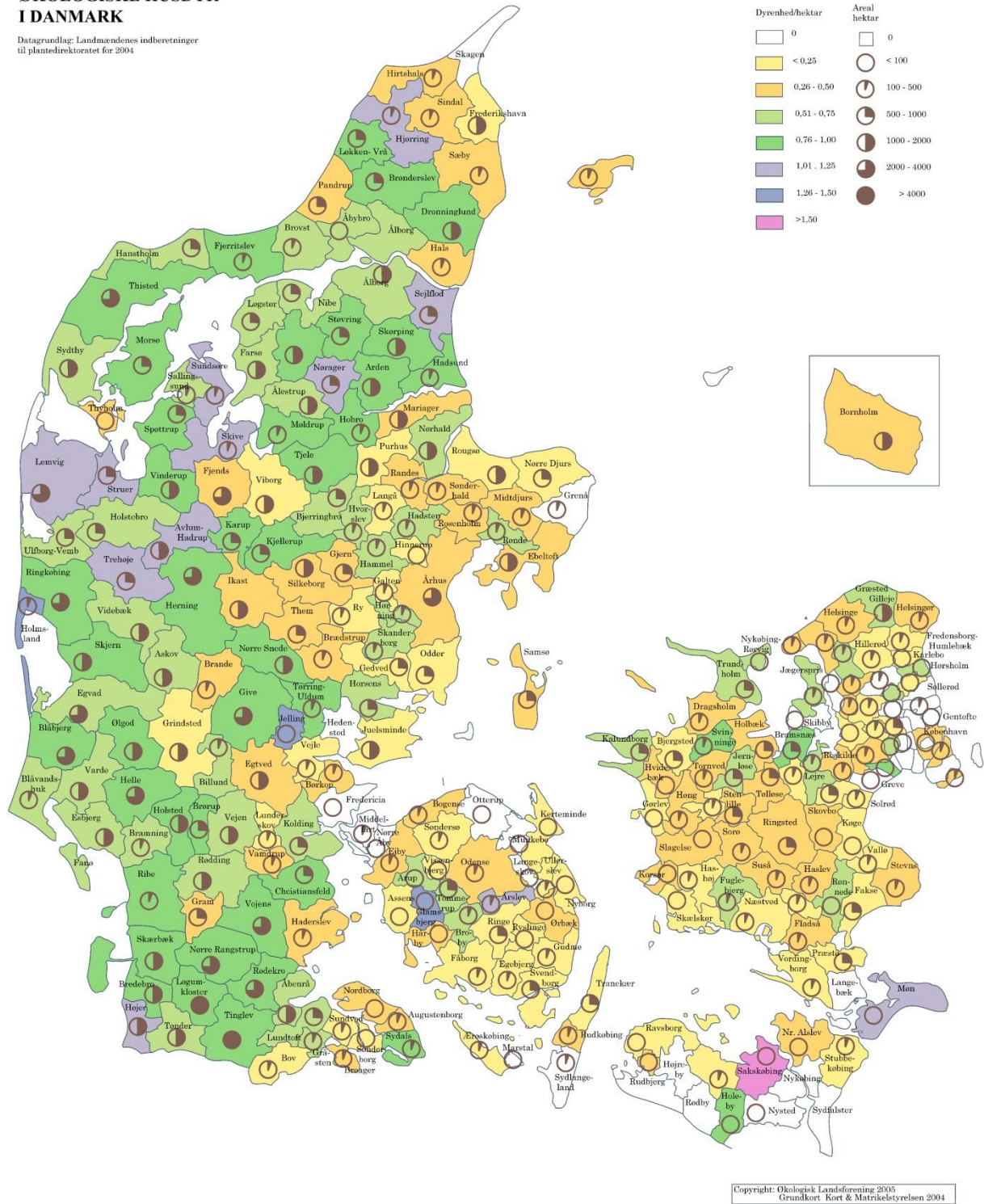
Øerne (37 kg N/ha). På planteavlsbrug på Øerne udgør importen 74% af den udbragte mængde husdyrgødning, mens importeret gødning kun udgør 19% af den udbragte husdyrgødning på mælkebedrifterne, se Tabel 3. Importen af ikke-økologisk husdyrgødning udgør således en relativ stor mængde af den tilførte gødning på økologiske planteavlsbrug.

Tabel 5 viser typer af husdyrgødning spredt på økologiske landbrug. De økologiske brug har kun 1% af de danske svine-DE (Tabel 4). Importen af husdyrgødning er således domineret af importen af ikke-økologisk svinegylle. Af Tabel 5 fremgår, at svinegylle spiller en lidt større rolle på Øerne (Ø). Det skyldes, at der er begrænset adgang til økologisk kvæggødning.

Fra Kyed et al. (2006) er herunder vist Figur 1, der for vækstår 2004 viser et Danmarkskort med grafisk oversigt over fordelingen af de økologiske dyreenheder og det økologiske areal.

FORDELING AF KVÆLSTOF FRA ØKOLOGISKE HUSDYR I DANMARK

Datagrundlag: Landmændenes indberetninger til plantedirektoratet for 2004



Figur 1. Fordeling af kvælstof fra økologiske husdyr i vækstår 2004. Fra Kyed et al. (2006).

3.5.3 Import af konventionel husdyrgødning på økologiske bedrifter.

Konventionel husdyrgødning bliver brugt af de fleste økologiske jordbrugere i dag, hvilket tidligere er beskrevet Berntsen et al., 2004; Kyed et al. (2006). Totalt blev der i 2002 beregnet en import på 4.200 ton konventionel husdyrgødnings-N til det samlede økologiske landbrug.

I gødningsregnskaber fra 2011 er der skelnet mellem import af økologisk og konventionel husdyrgødning. Der importeres 4.400 tons ikke økologisk organisk gødning til økologiske bedrifter, meget tæt på det tidligere beregnede input. Importen af konventionel gødning er 31 kg N/ha på alle økologiske brug, se Tabel 3 & 5. I Syd, Vest- og Nordjylland importeres der knap 60 kg N/ha i konventionel husdyrgødning på plantebrugene, mens der i Østjylland og på Øerne importeres 30-40 kg N/ha i konventionel gødning.

Den største import er på sandjord (Jylland) med 3.600 tons N import, svarende til 25 % af udbragt organisk gødning på disse brug. På økologiske plantebrug er knap halvdelen af den udbragte husdyrgødning konventionel, svarende til 32 kg N/ha, se Tabel 3.

I Jylland vil det være muligt at erstatte konventionel gødningsimport med øget import af økologisk gødning fra malkekvægsbrugene, idet disse gøder relativt højt med 106-124 kg N/ha. Derimod vil det være vanskeligt at fremskaffe tilstrækkelig økologisk kvæggødning på Øerne, idet der kun spredes 500 tons N i økologisk kvæggødning på Øerne, Tabel 4. De økologiske planteavlere på Øerne vil derfor skulle acceptere op imod en halvering af deres gødskning, såfremt import af konventionel gødning bliver forbudt, og udbyttetab eller øgede omkostninger kan forventes, se Kyed et al. (2006).

4. Referencer

Askegaard M, Thorup-Kristensen K, Lindhard Pedersen H, Kristensen IS, Oudshoorn FW, Tersbøl M., 2008. Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion. In: Alrøe, H.F. & Halberg, N. (red.), *Udvikling, vækst og integritet i den danske økologisektor, ICROFS s. 187-222. ICROFS-rapport nr. 1.*

Askegaard M., Hørfarter R., 2013. *Overblik over de økologiske bedriftstyper i Danmark, 2011. LandbrugsInfo.*

https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Sider/Overblik_oekobedriftstyper.aspx

Berntsen, J., Petersen, B. M., Kristensen, I. S., Olesen J.E., 2004. Nitratudvaskning fra økologiske og konventionelle planteavlsbedrifter - simuleringer med FASSET bedriftsmodellen. DJF rapport, Markbrug 107, 1-43.

http://www.foejo.dk/publikation/a_rap.html

Birkmose T, Hjort-Gregersen K, Stefanek K., 2013. *Biomasse til biogasanlæg i Danmark - på kort og langt sigt. Rapport, Agrotech, April 2013, 63 pp.*

http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/vedvarende-energi/bioenergi/biogas-taskforce/biomasse_til_biogasanlaeg_endelig_version3_2_0.pdf

Boldrin, A., Andersen, J.K., Christensen, T.H., 2011. *Environmental assessment of garden waste management in the Municipality of Aarhus, Denmark. Waste Management 31, 1560-1569.*

Baatrup-Pedersen A., Madsen T.V., Riis T., Cavalli G., 2013. *Photosynthetic performance of submerged macrophytes from lowland stream and lake habitats with contrasting CO₂ availability. New Phytologist, doi: 10.1111/nph.12203*

Callesen I., Ingerslev M., Møller I.S., Raulund-Rasmussen K., 2004. *Biomasse til energiformål: Tilbageføring og bevaring af næringsstoffer i skovbrugssystemer – Slutrapport, Energistyrelsens udviklingsprogram for vedvarende energi, Projekt journalnr.: 51161. Skov & Landskab*

Chen, L., Kivela, J., Helenius, J., Kangas, A., 2011. *Meat bone meal as fertiliser for barley and oat. Agricultural and Food Science 20, 235-244.*

Christensen B.T., Elsgaard L., 2013. *Handelsgødnings indflydelse på afgrøders indhold af arsen, bly, cadmium, krom, kviksølv og nikkel. DCA rapport nr. 024, juni 2013, Aarhus Universitet.*

Danmarks Statistik, 2012. *VHUS: Afgrøder i væksthuse fordelt efter område, afgrøde og enhed.*

DLG, 2013a. *Kaliumvinasse – pulver. Se*

<http://www.dlg.dk/da/oekologi/marken/goedning/kaliumvinasse-pulver/>

DLG, 2013b. *Flydende protamylasse. Se*

<http://www.dlg.dk/da/oekologi/marken/goedning/protamylasse/>

Energistyrelsen 2011. *Høring om organisk affald som ressource – Faktaark. Klima- og Energiministeriet*

Eriksen J., Askegaard M., Tersbøl M., 2013. *Estimering af risiko for nitratudvaskning fra økologiske bedriftstyper samt undersøgelse og forslag til reducerende tiltag. Institut for Agroøkologi, AU.*

EU 2009. *Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 1774/2002 af 3. oktober 2002 om sundhedsbestemmelser for animalske biprodukter, som ikke er bestemt til konsum (Biproduktforordningen). Seneste ændring 07.08.2009. 180 pp. Se*

http://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/25_PDF_word_filer%20til%20download/01kontor/Biprodukter/Biproduktforordningen%201069-2009.pdf%20

Fødevarerministeriet (2011). *Bekendtgørelse om anvendelse af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold. BEK nr 302 af 12/04/2011. Se*

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=136784> .

Hansen M.T., 2004. *Separation og genanvendelse af aske fra biobrændselsanlæg.*

Miljøstyrelsen, *Miljøprojekt Nr. 962.*

Hansen T., 2011. *Mindre vedligehold af vandløb er ikke bedste vej til godt vandmiljø. Se*

<http://www.vfl.dk/Nyheder/MindreVedligeholdAfVvandloebErIkkeBedsteVejTilGodtVandmiljoe.htm>

Hargreaves J.C., Adl M.S., Warman P.R., 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123, 1–14

IFOAM, 2009. *The IFOAM norms for organic production and processing, version 2005.*

IFOAM, February 2006, Corrected version, January 2009. ISBN 3-934055-58-3

Jeng A, Haraldsen TK, Vagstad N, Grønlund A, 2004. Meat and bone meal as nitrogen fertilizer to cereals in Norway. *Agricultural and Food Science* 13, 268.

Jordbruksverket, 2012. *Gödselmedel för ekologisk odling 2013. Specialgödselmedel och stallgödsel, Version 2012-12-11.*

http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_11_2b.pdf

Jørgensen KF, Kristensen E., 2010. Fælles strategi for udfasning af konventionel gødning og halm i økologisk landbrugsproduktion. *Organic Denmark and Danish Agriculture and Food Council.*

https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Planteavl/Goedskning/Filer/kfj_110113_rapport_faelles_strategi_godn_halm_samletrapport.docx

Jørgensen T.V., 2012. Et Columbusæg - enggræs til biogas og (øko)gødning. Præsentation ved konferencen: "Storskala produktion af grøn biomasse til bioenergi", Viborg, 27/11 2012.

<http://agrotech.dk/sites/agrotech.dk/files/projekt/biom-projektet/thomas-vang-joergensenlmo.pdf>

Karup Kartoffelmelfabrik, 2013. *Deklaration for Protamylasse*

(kartoffelrugtvandskoncentrat) fra Karup Kartoffelmelfabrik - fremstillet kampagnen

2012/2013. <http://avlerinfo.dk/media/112317/deklaration%20protamylasse%202012-13.pdf>

Kaysen O., 2012. Kortlægning af supplerende biomasseresourcer. Notat udarbejdet til Økologisk Landsforening. Econet AS, juli 2012, projekt nr.: A419

Kristensen I.T., Jørgensen U., 2012. Forudsætninger for og beregning af biomassescenarier for landbruget. Baggrundsnotat, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, september 2012.

Kristensen, I.S., Kristensen, I.T., Halberg, N., and Kristensen, T., 2003. Estimering af N-balancer og -tab fra landbrugsbedrifter i et sammenhængende område ved anvendelse af registerdata og typebedrifter. Illustration af metoden anvendt i Mariager Fjord opland.

Vandmiljøplan III. Rapport fra teknisk undergruppe.

http://www.vmp3.dk/Files/Filer/Rap_fra_t_grupper/teknisk-undergr-Mariager_Fjord_final.pdf

Kristensen, I.S., Kristensen, I.T., Petersen, B.M., Jørgensen, U., 2006. Værktøj til beregning af N-tab fra typelandbrug på Fyn i år 2003. Rapport, Danmarks Jordbrugsforskning.

http://pure.au.dk/portal/files/34610283/Fyn_2003_Rapport_Final.pdf

Kyed S., Kristensen I.S., Tvedegaard N., 2006. Gødning og halm i økologisk Jordbrug. Fokusområder 2004-2005. Økologisk Landsforening, Danmarks JordbrugsForskning og Fødevarøkonomisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

http://pure.au.dk/portal/files/45194969/060904_sammendrag_godning_halm.pdf

Lawniczak A.E., 2011. Variability of nutrient concentrations in sediments and wetland plants during the vegetation season under different sediment moisture conditions. *Limnological Review* 11, 47-58.

LCA Food, 2007. Processes – agriculture.

<http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/agriculture.htm>

Madsen S., 2007. Fra hav til bord, 2. udgave. Fiskericirklen. ISBN 87-90749-06-5

Miljøministeriet, 2008. Bekendtgørelse om anvendelse af bioaske til jordbrugsformål (Bioaskebekendtgørelsen). BEK nr 818 af 21/07/2008.

Møller J., 2011. Affald som ressource. Forskellige behandlingsteknologiers indflydelse på muligheden for udnyttelse af affaldets ressourcer. Høring om organisk affald som ressource 3. marts 2011.

<http://www.dakofa.dk/NogH/Dokumenter/Jacob%20M%C3%B8ller,%20Affald%20som%20ressource,%20LCA.pdf>

NaturErhvervstyrelsen, 2012. Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion 2012. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

NaturErhvervstyrelsen, 2013a: CHR. Det Centrale Husdyrregister.

https://chr.fvst.dk/chri/faces/frontpage?Adf-Window-Id=w0&_afLoop=67668409884000&_afWindowMode=0&_adf.ctrl-state=f25230127_3&_afRedirect=67668568898000

NaturErhvervstyrelsen, 2013b. Enkeltbetalingen. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. se <http://eb2013.fvm.dk/>

NaturErhvervstyrelsen, 2013c. GLR. Det Generelle Landbrugs Register. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. <https://fvm.glr-chr.dk/portal/page/portal/forside/glr>

NaturErhvervstyrelsen, 2013d. Register for Gødningsregnskab. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

http://1.naturerhverv.fvm.dk/register_for_goedningsregnskab.aspx?ID=4811

NaturErhvervstyrelsen, 2013e. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler, 2013/14. Planperioden 1. august 2013 til 31. juli 2014. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

http://naturerhverv.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-og_harmoniregler_2013-2014_september_2013_6_udgave_1_.pdf

Nordic Sugar 2013. Carbokalk.

<http://www.sukkerroer.nu/irj/portal/nordzucker/da?NavigationTarget=navurl://1d162d79ba62220ba975dab1aa076f06>

Nygaard B., Levin G., Bladt J., Holbeck H.B., Brøndum W., Spelth P., Ejrnæs R., 2012. Analyse af behovet for græsning og høslæt på beskyttede naturarealer. Areal, biomasse og antal græsningsdyr. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 13.

<http://www.dmu.dk/Pub/TR13.pdf>

Oelofse M., Jensen L.S., Magid J., 2013. The implications of phasing out conventional nutrient supply in organic agriculture: Denmark as a case. *Organic Agriculture* 3, 41-55.

Olde Venterink H., Wassen M.J., Verkroost A.W.M., de Ruiter P.C., 2003. Species richness productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands. *Ecology* 84, 2191–2199.

Ovesen N.B., Iversen H.L., Larsen S.E., Müller-Wohlfeil D.I., Svendsen L.M., Blicher A.S., Jensen, P.M., 2000. Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmark Miljøundersøgelser. 238 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 340.

Persson N, Eskild C.Ø., Lehm H, Solmer-Hansen S, Nielsen A., 2012. Udfasningen af konventionel husdyrgødning i økologisk landbrug. BSc rapport, Roskilde Universitet, TekSam, 73 pp.

Petersen C, Kaysen O, Hansen, J.P. (2014). Organiske restprodukter – vurdering af potentiale og behandlet mængde. Miljøprojekt nr 1529 2014, Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Plantedirektoratet, 2010. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler, 2010/11. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Plantedirektoratet.

<http://pdir.fvm.dk/Goedningsregnskab.aspx?ID=2268>

Poulsen, H.D., 2013 (ed.): Normtal for husdyrgødning 2013. Versionen af 1. oktober 2013, 33 sider. <http://anis.au.dk/normtal/>

Smith S.R., 2009. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. *Environ Int* 35, 142–156

Sørensen J.N., 2010. Topdressing af øko-grønsager. *Frugt & Grønt*, februar 2010, pp. 72-74.

Sørensen J.N., Dresbøll D.B., Nielsen S.L., Hansen L.M., Enkegaard A., Hansen P.K., 2011a. Risici ved fri handel med organisk gødning, voksemedier og kompost i EU. Rapport til Plantedirektorat. http://pure.au.dk/portal/files/43827601/766332_Rapport_til_Plantedirektoratet_Risici_ved_fri_handel_31jan2011_2_.pdf

Sørensen P., Jensen J., Scott-Fordsmand J., Christensen B.T., 2011b. Ecotoxicological evaluation of As, Cd, Pb, Hg, and Ni applied with fertilisers in Denmark. Internal Report no. 111. Aarhus University. 57 pp.

Tersbøl M., 2008. Energi- og gødningsforsyning ved hjælp af biogas. In: Alrøe, H.F. & Halberg, N. (red.), *Udvikling, vækst og integritet i den danske økologisektor, ICROFS s. 429-448. ICROFS-rapport nr. 1.*

Tersbøl M., 2009. Økologisk biogas - Hvorfor og hvordan? Økologisk Landsforening

Yu L, Nicolaisen M, Larsen J, Ravnskov S, 2013. Organic fertilization alters the community composition of root associated fungi in *Pisum sativum*. *Soil Biology and Biochemistry* 58, 36-41.

Personlig kommunikation

Vi takker en række branchepersoner for værdifulde oplysninger i forbindelse med denne rapport. Oplysningerne er gengivet på forfatterens ansvar. Blandt de personer vi takker er Kent Stenvang, Direktør, Egehøj Champignon A/S, Anne Fabricius, Konsulent, Dansk Gartneri, Birger Parsberg Olesen, ReFood – Forretningsområdechef, Daka Denmark A/S, Gert Fogh, Logistic Manager, De Danske Gærfabrikker og Frank Minck, Foreningen for Danmarks Fiskemel- og Fiskeolieindustri.