

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 7 Nr. 28 2012

Uønskete stoffer i husdyrgjødsel

Konvensjonell husdyrgjødsel brukt i økologisk drift - er det problematisk?

- Grete Lene Serikstad¹, Kirsty McKinnon¹ og Trine Eggen²,
Bioforsk Økologisk¹ og Bioforsk Vest avd. Særheim²

www.bioforsk.no



Tittel/Title:

Uønskete stoffer i husdyrgjødsel. Konvensjonell husdyrgjødsel brukt i økologisk drift - er det problematisk?

Forfatter(e)/Author(s):

Grete Lene Serikstad, Kirsty McKinnon og Trine Eggen

<i>Dato/Date:</i> 28.2.2012	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> Prosjektnr	<i>Saksnr./Archive No.:</i> Arkivnr
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 28	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00899	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 49	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Mattilsynet v/Regelverksutvalget for økologisk produksjon	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Monica Wear Stubberud
---	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Husdyrgjødsel, pesticider, tungmetaller, veterinærmedisin, økologisk landbruk Manure, pesticides, trace elements, veterinary medicine, organic farming	<i>Fagområde/Field of work:</i> Økologisk landbruk Organic farming
--	--

<i>Sammendrag:</i> Se s. 4

<i>Summary:</i> Within certain restrictions, conventional animal manure can be used in organic farming when the farm's own resources do not cover the demand for plant nutrients. This review came forward as a request from The Norwegian Food Safety Authority (NFSA) and The Advisory Committee for Organic Farming Regulations to gain more knowledge concerning potential contamination of manure by unwanted elements, such as residues of veterinary medicines, pesticides or high levels of heavy metals. Both a literature research on the topic and contact with relevant research and advisory institutions in Europe, show that there is a need to investigate the topic further. There is a lack of relevant analyses of animal manure. Methods for analysing need to be developed; and more research is needed on the uptake of harmful elements in plants. We recommend that a Nordic seminar is held to discuss and coordinate future research on the topic. We also suggest that The NFSA take an active part in the process due to probable changes in current regulations.
--

<i>Land/Country:</i> Norge	<i>Fylke/County:</i> Møre og Romsdal
<i>Kommune/Municipality:</i> Tingvoll	<i>Sted/Lokalitet:</i> Tingvoll

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader



Atle Wibe

Grete Lene Serikstad

Innhold

1. Sammendrag	4
2. Forord	6
3. Innledning	7
4. Regelverk	8
4.1 Internasjonalt regelverk for økologisk landbruk	8
4.2 Nasjonale regler i Sverige og Danmark	9
4.3 Norske regler	12
5. Bruk av husdyrgjødsel fra konvensjonell drift i økologisk landbruk	16
5.1 Ulike typer gjødsel, ulik bruk	16
5.2 Resultater spørreundersøkelse	16
6. Hvilke uønskete stoffer kan husdyrgjødsel inneholde?	18
7. Kunnskapsstatus	19
7.1 Veterinærmedisinrester	19
7.2 Kjemiske sprøytemidler	25
7.3 Tungmetaller	29
7.4 Opptak i planter	36
8. Oppsummering og forslag til videre arbeid	40
9. Referanser	43
10. Vedlegg	49
10.1 Samletabell for tungmetallinnhold i ulike husdyrgjødselprøver	49

1. Sammendrag

Konvensjonell husdyrgjødsel er tillatt brukt i økologisk landbruk når ikke egne næringsressurser dekker behovet. Unntatt er gjødsel fra pelsdyr og burhønsdrift. Bakgrunnen for denne rapporten er at Mattilsynet og Regelverksutvalget for økologisk produksjon (RVU) ønsker mer kunnskap om mulig innhold av uønskete stoffer i konvensjonell husdyrgjødsel som brukes i økologisk landbruk. Rapporten beskriver EUs forordning og lovverk i Norge, Sverige og Danmark med tilknytning til problemstillingen. Norske regler for økologisk produksjon har begrensninger med hensyn til tungmetallinnhold i kompostert husholdningsavfall brukt som gjødsel.

Konvensjonell gjødsel brukt på økologisk areal kan komme fra konvensjonelt husdyrhold på samme driftsenhet, fra naboer som driver konvensjonelt eller det kan være handelsprodukter. I regi av Debio ble det i 2011 foretatt en spørreundersøkelse blant økologiske produsenter om bruk av konvensjonell gjødsel. Av dem som bruker slik gjødsel, oppgir mange at gjødsla kommer fra egne husdyr. Gjødsla kommer fra storfe, småfe, gris og fjørfe. Handelsprodukt av fjørfe brukes også. Den konvensjonelle husdyrgjødsla blir særlig brukt på korn og gras, men også på andre kulturer som grønnsaker, potet, frukt og bær og i veksthus. For korn, potet og grønnsaker utgjør arealet som er gjødslet med konvensjonell gjødsel, oppgitt i svarene fra produsentene, mellom 11 og 15 % av det totale økologiske arealet med de respektive vekstene.

Husdyrgjødsel fra konvensjonell drift kan teoretisk inneholde mange ulike stoffer. Denne rapporten tar for seg tungmetaller og rester av veterinærmedisin og kjemiske sprøytemidler.

Det fins lite kunnskap om rester av veterinærmedisin i husdyrgjødsel. Koksidiostatika, som narasin, tilsettes i fjørfefôr og er derfor spesielt interessant å undersøke. Andre midler som brukes ved behandling av husdyr bør også undersøkes nærmere. Under norske forhold er det sannsynlig at nedbrytningstida for slike stoffer forlenges på grunn av lav temperatur i forhold til antatt halveringstid. Analyser av opptak av veterinærmedisin i planter har vist at stoffene kan gjenfinnes i ulike plantedeler, for de fleste av dem er konsentrasjonen størst i rotdeelene. Imidlertid fins det også litteratur som viser høyt opptak av humanmedisin i overjordiske plantedeler, også akkumulering i oljerike frø.

I andre land er det påvist skader på økologiske grønnsaker som har blitt gjødslet med husdyrgjødsel eller kompost fra konvensjonell drift hvor kjemiske ugrasmidler har blitt brukt i fôr dyrkinga. Aktuelle stoffer er aminopyralid og klopyralid. Klopyralid brukes i Norge, og det er søkt om godkjenning av aminopyralid. Stoffene har lang nedbrytningstid. Svært små konsentrasjoner kan gi skade på planter, noe som gjør at det er vanskelig å finne analysemetoder som er gode nok. Ingen analyser av aktuelle stoffer i norsk husdyrgjødsel eller kompost er kjent, men søkespekteret for analysene Bioforsk Plantehelse benytter for matvareprøver, omfatter klopyralid.

I motsetning til de to andre stoffgruppene, kan tungmetaller forekomme naturlig i jord. I tillegg er flere av grunnstoffene i denne gruppen nødvendige næringsstoffer for planter, dyr og mennesker, i små mengder. Tilførselen til dyrkajord kan skje på ulike måter, blant annet via husdyrgjødsel. Det er gjort noen analyser av norsk husdyrgjødsel som viser at konsentrasjonen av ulike tungmetaller kan tilsvare ulike kvalitetsklasser angitt for organiske gjødsel- og jordforbedringsmidler i Gjødselvereforskriften. Innholdet av sink og kobber er høyere i gjødsel fra gris enn gjødsel fra andre dyr. Husdyrgjødsel fra økologisk drift inneholder tungmetaller, stort sett i nedre del av variasjonsnivået for de enkelte

dyreslag. Sinkinnholdet i prøvene av handelspreparat av hønsegjødsel, godkjent i økologisk drift, overstiger maksimumsgrensa for husholdningsavfall tillatt brukt i økologisk drift. Det samme gjør kobberinnholdet i gjødselprøvene fra gris og fjørfe. Mange faktorer påvirker plantenes opptak av tungmetaller. Tungmetallinnholdet i ulike kulturvekster varierer, og vanligvis har rotdele høyere innhold enn overjordiske deler.

Litteraturgjennomgangen viser at det er gjort få relevante analyser av innholdet av uønskete stoffer i husdyrgjødsel. Det trengs flere analyser for å kartlegge status, både av husdyrgjødsel og av eventuelt opptak i planter for de stoffene som kan utgjøre en potensiell fare. For enkelte pesticider og veterinærmedisiner mangler det analysemetodikk, metodene trenger tilpasninger til husdyrgjødsel som prøvetype eller det er behov for lavere deteksjonsgrenser. Det er også behov for mer detaljert informasjon om hvilke veterinærmedisiner som er relevante for mulig spredning i husdyrgjødsel slik at alle disse blir analysert for når en først skal gjennomføre innsamling og analyser av husdyrgjødsel.

Rester av veterinærmedisin og kjemiske sprøytemidler og for høyt innhold av tungmetaller i husdyrgjødsel er ikke ønskelig i husdyrgjødsel, verken i konvensjonelt eller økologisk landbruk. Bruk av slik gjødsel kan være problematisk både ut fra prinsippene i økologisk landbruk og på grunn av den faktiske tilførselen av slike stoffer.

I rapporten foreslås det ulike tiltak i det videre arbeidet med problemstillingene. Problemstillingen er aktuell for all bruk av husdyrgjødsel, både i konvensjonell og økologisk drift, og for alle typer husdyrgjødsel. Arbeidet bør bestå i videre kunnskapsinnsamling, nettverksbygging og analysering av prøver. Årlig innhenting av data om bruken av konvensjonell husdyrgjødsel vil gi et godt bilde av omfanget av bruken på økologisk areal. Et nordisk arbeidsseminar med deltakere fra ulike fagmiljø kan danne starten på et nordisk samarbeid som vil kunne gi et bredt faglig grunnlag. Forvaltningen bør delta aktivt med tanke på eventuelle endringer i gjeldene regelverk.

2. Forord

Mattilsynet og Regelverksutvalget for økologisk produksjon (RVU) ønsker mer kunnskap om mulig innhold av uønskete stoffer i konvensjonell husdyrgjødsel som brukes i økologisk landbruk. Tungmetaller og rester av veterinærmedisin og pesticider kan være mulige slike stoffer.

Mattilsynet har bedt Bioforsk Økologisk om å gjøre en utredning om emnet. Vi har utarbeidet en kunnskapsstatus bygd på tidligere utført arbeid. Debio har samtidig utført en spørreundersøkelse blant produsenter som driver økologisk om omfanget av bruken av konvensjonell gjødsel. Noen av resultatene fra spørreundersøkelsen er tatt med i rapporten.

Arbeidet har vært finansiert av Mattilsynet via utredningsmidler til RVU og en egenandel fra Bioforsk Økologisk. Begrenset tid og begrensede økonomiske midler har begrenset omfanget av utredningsarbeidet. Det betyr at vår rapport helt sikkert ikke gir en fullstendig oversikt over temaet. En foreløpig rapport ble lagt fram for RVU 26.1.2012.

Det er vårt håp at arbeidet vil bli videreført. Dette er et viktig arbeid, men det er mye vi ikke vet per i dag. Vi håper at vårt arbeid kan brukes som grunnlag for videre arbeid med regler for bruk av ulike næringskilder til økologisk drift, og samtidig sette et generelt fokus på mulig restinnhold av uønskede stoffer i gjødsel og jordforbedringsmidler.

Forfatterne retter en stor takk til alle som har hjulpet oss med arbeidet.

Tingvoll, februar 2012

Grete Lene Serikstad

3. Innledning

Bruk av lokale ressurser, mest mulig resirkulering av ressurser innad på garden og å unngå forurensning er sentrale mål i økologisk landbruk. Disse målene er forankret i tre av prinsippene for slik drift: helse-, økologi- og varsomhetsprinsippet, vedtatt av International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). Næringstilførsel skal dermed i hovedsak skje gjennom vekstskifte, bruk av belgvekster og organisk gjødsel fra egen gard eller andre økologiske garder som det er samarbeid med.

Internasjonale og nasjonale regelverk for økologisk landbruk åpner likevel for bruk av konvensjonell husdyrgjødsel, dersom det ikke er mulig å oppnå tilstrekkelig næringstilførsel med egne næringsressurser. EU-forordningen begrenser imidlertid bruken av slik gjødsel, ved at gjødsel fra industrijordbruk («factory farming») ikke er tillatt. Driftsintensitet og forekomst av uheldige stoffer er begrunnelsen for forbudet i EU-forordningen. EU-reglene overlater til hvert enkelt land å definere hva industrijordbruk er. I praksis betyr det at begrensningene er noe ulikt definert i ulike land. I Tyskland er det vurdert at det ikke fins industrijordbruk. I Nederland er «jordløst husdyrhold», kombinert med intensivt husdyrhold nevnt som definisjon. I Østerrike er gjødsel fra dyr som går på spaltegulv omfattet av forbudet. Noen land har andre spesifikke krav til husdyrholdet for at gjødsla skal kunne brukes i økologisk drift, blant annet dagslys, utegange og bevegelsesmuligheter i bunge/bur. Dette viser at det er ulik begrunnelse for forbud av visse typer husdyrgjødsel fra konvensjonell drift.

De norske reglene for økologisk landbruk hadde begrensninger for bruk av konvensjonell gjødsel før EU-regelverket ble implementert i norsk lovverk. Debio-reglene fra 2003 tillot ikke bruk av «hønsegjødsel fra burhønsdrift, gjødsel fra produksjon av pelsdyr». Mengden konvensjonell husdyrgjødsel som kunne tilføres var begrenset, men det var ingen begrensninger med hensyn til innhold av uønskete stoffer i husdyrgjødsla. For annen organisk gjødsel var det angitt grenseverdier for innhold av tungmetaller. (Debio 2003).

Forbudet mot bruk av gjødsel fra burhønsdrift og pelsdyr har blitt videreført i de norske reglene etter at EU-regelverket for økologisk produksjon ble implementert i Norge. Bruken av konvensjonell husdyrgjødsel er restriksjonsbelagt ut fra mengdebehov, men har ikke samme begrensninger i innhold av tungmetaller som kompostert og forgjæret husholdningsavfall har.

Regelverksutvalget for økologisk produksjon (RVU) ønsker å vurdere bruken av konvensjonell husdyrgjødsel i økologisk landbruk. Da er det samtidig naturlig å vurdere formuleringene om og begrunnelsen for begrensningene i bruken av slik gjødsel. Bør gjødsel fra andre husdyrproduksjoner også forbyes, f.eks broilergjødsel? Bør bruk av husdyrgjødsel ha restriksjoner mht. uønsket innhold av f.eks tungmetaller, på samme måte som annet organisk avfall?

Denne utredningen har ikke gått inn på tilgrensende problemstillinger som «Bør bruk av konvensjonell husdyrgjødsel forbyes i økologisk landbruk?», «Kilder til forurensning av økologisk husdyrgjødsel/økologisk gjødsel basert på organisk materiale» eller «Hva ligger i forordningens definisjon *factory farming* under norske forhold?»

4. Regelverk

4.1 Internasjonalt regelverk for økologisk landbruk

I EU's retningslinjer for bruk av husdyrgjødsel i økologisk landbruk blir det angitt at husdyrgjødsel fra «industriandbruk» (factory farming) ikke skal brukes, mest på grunn av driftsintensiteten og forekomsten av rester av uheldige stoffer i husdyrgjødsel fra slik drift. Husdyrgjødsel fra alle andre typer husdyrhold er tillatt brukt. Husdyrgjødsel fra ekstensiv drift, hovedsakelig basert på grovfôr og beitebasert, blir vurdert til å inneholde små mengder uønskete stoffer. Husdyrgjødsel fra andre typer husdyrhold skal behandles før bruk, her nevnes kompostering/gjæring/uttynning.

«2. Basic rules

The main aim of (Regulation (EC) No 2381/94), adopted by the Commission following the discussions in the Standing Committee on Organic Farming at its meeting on 14 September 1994, is to rule out the use of livestock excrements from farms where factory farming (intensive husbandry) is carried on mainly on account of its intensive nature and because of the presence in such effluents of undesirable residues.

Excrements obtained from all other categories of livestock holding are permitted.

(a) In this context the Regulation imposes no restrictions on the use of excrements from extensive holdings.

As a rule by-products obtained from these holdings, based chiefly on the use of fodder and grazing, can be considered to present a small risk of undesirable residues.

On top of that, the method of recovering the excrements (in principle a mixture of straw and animal manure in farm buildings) entails a certain amount of deterioration of the organic matter.

(b) For categories other than extensive livestock rearing, appropriate treatment is required, either composting of solid excrements or fermentation and/or dilution of liquid effluents.» (Annex II, part A, to Regulation (EEC) No 2092/91)

I den danske oversettelsen av Kommisjonsforordning nr. 899 om gjennomføringsbestemmelser til Rådsforordning nr. 834/2007 står det i Bilag 1 at husdyrgjødsel som er tillatt brukt, ikke skal komme fra «jordløst husdyrbrug». Som nevnt i innledningen tolkes formuleringen om «factory farming» ulikt i de ulike landene i EU.

4.2 Nasjonale regler i Sverige og Danmark

4.2.1 Svenske regler for økologisk landbruk

De svenske KRAV-reglene angir i pkt. 4.3.5.1 hvilke organiske gjødselmidler som er tillatt brukt i økologisk drift (KRAV 2012):

«Tillåtna organiske gjødselmedel

Du får använda konventionell stallgødsel med følgende undantag:

- Du får inte använda stallgødsel från specialiserad produktion av nöt i spaltgolvsboxar. Du får dock använda stallgødsel från integrerad produktion av nöt.
- Du får inte använda stallgødsel från slaktsvinsbesättningar med mer än 50 slaktsvin i årlig produktion. Du får dock använda stallgødsel från besättningar med ströbädd i storboxsystem. (EU)
- Du får inte använda stallgødsel från slaktkycklingar och andra slaktfåglar i intensiva uppfödningssystem. Detta undantag gäller från och med 1 januari 2010.
- Du får inte använda stallgødsel från burhøns, pälsdjur eller andra djur i burar.
- Du får inte använda blandningar av inte tillåten och tillåten stallgødsel. Enda undantaget är rötresten från biogas. Då kan du få använda den andel som motsvarar den tillåtna andelen ingående gødsel, se nedan.

Enligt (EG) nr 889/2008 får du inte använda gødsel från industrijordbruk. KRAVs regler om vilken konventionell gødsel som inte får användas følger Jordbruksverkets definition av industrijordbruk. En skillnad är dock att enligt KRAVs regler får gødseln inte användas oavsett om den kommer från den egna gården eller förs in.»

KRAV-reglene er private, men fra 1.1.2011 gjelder forbudet om bruk av gødsel fra konvensjonell slaktekylling også i henhold til myndighetenes statlige regler, basert på EU-forordningen. Dette forbudet bygger på oppfatningen av at konvensjonell slaktekyllingproduksjon er en intensiv driftsform og på bruken av koksidiostatika i føret. Forbudet gjelder også annen intensiv oppføring av slaktefugl (Ascard 2009).

I de svenske KRAV-reglene er tungmetaller og andre uønskete stoffer i innkjøpt gødsel omtalt i pkt 4.3.3:

«4.3.3 Tungmetaller och andra oönskade ämnen

Om du använder gødselmedel som du køper in till gården, eller tar in utifrån på annat sätt, får det inte leda till at tungmetaller eller andra miljøfarlige ämnen eller smittoämnen anrikas i marken. Du ansvarar for at den totala tillførseln av tungmetaller till den mark du brukar inte overstiger det som anges i avsnitt 12.5.

Når du planerer at føra in gødsel- og jordföbättringsmedel ska du först låta analysera dem på sitt innehåll av tungmetaller, läkemedelsrester, radioaktiva ämnen, smittoämnen eller andra oönskade ämnen, om det finns anledning at anta at halterna kan vara höga.»

Pkt. 12.4 og 12.5 i KRAV-reglene omhandler krav om analyser og hvilke grenser det fins for hvor mye tungmetall som kan tilføres per år gjennom produksjonshjelpemidler. »

«12.4 Analysera innehållet av tungmetaller och näring

För att du ska få KRAV-märkta produktionshjälpmedel så måste du analysera hur mycket de innehåller av tungmetallerna bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink. Du ska också analysera hur mycket kväve, fosfor och kalium som de produkter som du marknadsför som gödselmedel innehåller.

Halten av tungmetaller får inte vara så hög att den högsta tillåtna givan gör att lantbrukaren inte har någon nytta av medlet i produktionen. Om till exempel ett gödselmedel innehåller så mycket tungmetaller i förhållande till den näring som tillförs att gödslingseffekten är försumbar kan gödselmedlet inte tillåtas.

Du ska vara noga med att ta representativa prover av dina produktionshjälpmedel. Du ska också anlita ackrediterade laboratorier som använder godkända analysmetoder.

Det certifieringsorgan som certifierar din produktion talar i samband med certifieringen om hur ofta du ska göra dessa analyser.

12.5 Begränsa tillförseln av tungmetaller

KRAVs växtodlingsregler har gränser för hur mycket tungmetaller som får spridas till åkermark. Den högsta tillåtna totala tillförseln av tungmetaller per år under en femårsperiod är:

Ämne	g/ha och år
Bly	50
Kadmium	0,75
Koppar	500
Krom	50
Kvicksilver	1
Nickel	50
Zink	700

När en lantbrukare använder den högsta tillåtna givan av ditt produktionshjälpmedel får inte tillförseln av någon tungmetall vara större än vad som är tillåtet enligt tabellen.

Tänk på att om du tillför 1 ton/ha och år av en produkt som innehåller 1 ppm av ett visst ämne så resulterar det i ett tillskott av ämnet av 1 g/ha och år. Tänk också på att lägga ihop mängderna när du tillför flera olika medel.» (www.krav.se/KravsRegler/4/3/)

4.2.2 Danske regler for økologisk landbruk

I de danske reglene er bruk av ikke-økologisk husdyrgjødsel omtalt i «Veiledning om økologisk jordbrugsproduksjon», pkt. 8.3:

«8.3 Brug af ikke-økologisk husdyrgødning

Ikke-økologisk husdyrgødning må ikke stamme fra jordløse brug. Et jordløst brug er et husdyrbrug uden tilhørende areal til produktion af foder- eller salgsafgrøder.

Hvis du modtager ikke-økologisk husdyrgødning, skal du have bilag på det og føre det ind i din logbog for planteavl....

Hvis du vil bruge ikke-økologisk husdyrgødning, der har været forarbejdet i et separationsanlæg, skal du altid have godkendelse fra Plantedirektoratet før du bruger gødningen.» (Plantedirektoratet 2009)

I Bilag 1 til veiledningen slås det fast at det ikke er krav til dokumentasjon av behov hvis mengden ikke-økologisk gjødsel ikke overstiger 7 kg total-N per daa.

I en rapport skrevet av en arbeidsgruppe med representanter både fra næringen og økologiske organisasjoner, beskrives en målsetning om å utfase bruken av konvensjonell husdyrgjødsel fra økologisk landbruk i Danmark. Utfasingen skal i følge planen starte i 2015, med et mål om total utfasing i 2021. Denne målsetningen er imidlertid ikke implementert i nåværende regelverk.

4.3 Norske regler

4.3.1 Regelverk for økologisk produksjon

Pkt. 3.4.3 i «Veileder B - Utfyllende informasjon om økologisk landbruksproduksjon» (Mattilsynet 2009) omhandler ikke-økologisk gjødsel:

«Når det ikke er mulig å oppnå tilstrekkelig næringstilførsel gjennom et hensiktsmessig vekstskifte, bruk av belgvekster og tilførsel av økologisk husdyrgjødsel og annet økologisk organisk materiale, kan andre organiske eller uorganiske gjødselslag unntaksvis brukes som tilskudd. Bruk av ikke-økologisk gjødsel forutsetter vekstskifte og bruk av belgvekster.

Ikke-økologisk husdyrgjødsel regnes med i den totale mengden husdyrgjødsel, som må holde seg under 17 kg total-nitrogen per daa. Bruk av ikke-økologisk gjødsel inntil 8 kg total-nitrogen per daa må avklares i driftsbeskrivelsen. Ved behov for mer total-nitrogen per daa må det søkes spesielt om tillatelse.

Gjødsel fra egen konvensjonell husdyrbesetning, som planlegges omlagt innen en viss tid (vanligvis innen fem år) kan brukes med samme bruksbetingelser som om den var økologisk på egen driftsenhet. Dette må avklares i driftsbeskrivelsen.

Ved eventuelt behov for tilførsel av ikke-økologisk gjødsel, er det bare de gjødselstoffene som er oppført i Liste 1 som kan brukes. Betingelser for hvert gjødselslag er oppført i listen.

For de gjødselslagene som er angitt med "restriksjonsbelagt", må tillatelse innhentes fra kontrollorganet før bruk. Blandingsgjødsel må alltid forhåndsgodkjennes, fordi noen ingredienser i blandingen kan være restriksjonsbelagt. Søknaden må inneholde:

- a) redegjørelse for driftsopplegget, dvs. bruk av vekstskifte, belgvekster og lignende
- b) gjødslingsplan, som viser at næringstilgangen fra det økologiske driftsopplegget ikke er tilstrekkelig
- c) jordanalyser
- d) evt. uttalelse fra forsøksring el. for å bekrefte behovet for ytterligere tilførsel av ikke-økologisk gjødsel
- e) opplysninger om mengde og gjødseltype, hvor gjødsel skal brukes og begrunnelse for bruken

Følgende organiske gjødselslag er ikke tillatt brukt:

- Høsegjødsel fra burhønsdrift
- Gjødsel fra produksjon av pelsdyr.....»

Liste 1 i Veileder B angir hvilke ikke-økologiske gjødselmidler som er tillatt brukt, herunder husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel kan være fast, flytende, tørket eller kompostert, med eller uten strø. Bruken er restriksjonsbelagt.

Kompostert eller forgjæret husholdningsavfall står også oppgitt i Liste 1 som godkjent ikke-økologisk gjødselmiddel. For slik gjødsel er det oppgitt grenseverdier for innhold av tungmetaller.

Tabell 1. Maksimalt innhold av ulike tungmetaller i kompostert eller forgjæret husholdningsavfall tillatt brukt i økologisk landbruk, i mg/kg tørrstoff (Mattilsynet 2009).

Tungmetall	Mg/kg Ts
Krom (Cr)	70
Nikkel (Ni)	25
Kobber (Cu)	70
Sink (Zn)	200
Kadmium (Cd)	0,7
Kvikksølv (Hg)	0,4
Bly (Pb)	45

Sammenlignet med kvalitetsklassene for organiske gjødselvarer og jordforbedringsmidler som er oppgitt i Gjødselvarereforskriften (se neste side), ligger disse maksimumsverdiene mellom klasse 0 og I.

4.3.2 Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav

Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav, FOR-2003-07-04-951, Gjødselvarerforskriften, (Landbruks- og matdepartementet 2003) gjelder for alle typer organisk gjødsel, også husdyrgjødsel. Forskriften er overordnet reglene for økologisk produksjon. Kapittel 3 i forskriften omhandler produktkvalitet.

«§ 9. Generelt om produktkvalitet

Det er forbudt å importere eller omsette produkter som ikke tilfredsstiller de kvalitetskrav som går fram av denne forskrift. Mattilsynet kan i alle tilfelle forby produkter som kan medføre miljærisko ved bruk, eller som kan skade eller redusere menneskers, dyrs eller planters helse.

§ 10. Kvalitetskrav

Denne paragraf gjelder for produkter basert på råvarer gitt i vedlegg 4.

1. Tungmetaller

Følgende maksimumsgrenser for tillatt innhold av tungmetaller angitt i mg/kg tørrstoff (totalinnhold) gjelder:

Kvalitetsklasser:	0	I	II	III
	mg/kg tørrstoff			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Mattilsynet kan sette strengere krav til dyrkingsmedier framstilt av råvarer listet opp i vedlegg 4.»

I det nevnte vedlegg 4 er husdyrgjødsel nevnt som en av råvaretypene. Kapittel 7 omhandler krav til bruk, og i § 27 omtales hva gjødselprodukter nevnt i § 10 i de ulike kvalitetsklassene kan brukes til.

«§ 27. Kvalitetsklasser og bruksområder

Bestemmelsene i denne paragraf gjelder for produkt som kommer inn under forskriftens § 10. Der slike produkt inngår som komponent i et annet produkt, gjelder mengdebegrensningene i denne paragrafen for den aktuelle komponent.

Kvalitetsklasse 0: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Tilført mengde må ikke overstige plantenes behov for næringsstoffer.

Kvalitetsklasse I: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 4 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal

dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse II: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse III: Kan nyttes på grøntarealer og lignende arealer der det ikke skal dyrkes mat- eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse hvert 10. år og blandes inn i jorda på bruksstedet. Brukt til toppdekke på avfallsfyllinger skal deksjiktet være maksimalt 15 cm.»

Veilederen til forskriften forklarer at «.....grenseverdiene er satt for å forebygge akkumulering av metaller i jord som tilføres gjødsel. Produktene deles inn i fire klasser (0-III) etter innholdet av tungmetaller. Det vil være tungmetallet i den høyeste kvalitetsklassen som bestemmer hvilken kvalitetsklasse produktet faller i. Produkter hvor konsentrasjon av ett eller flere tungmetaller er høyere enn grenseverdien for kvalitetsklasse III, kan ikke brukes som gjødsel.» (Mattilsynet 2007)

Forskriftens kapittel om produktkvalitet inneholder også et punkt om organiske miljøgifter, plantevernmidler osv.:

«2. Organiske miljøgifter, plantevernmidler o.a.

Den som produserer eller omsetter produkter etter denne forskrift skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å begrense og forebygge at produktet inneholder organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk.»

Men veilederen forklarer at «For organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika og andre miljøfremmede organiske stoffer er det ikke grenseverdier i forskriften. For avløpslam og vanlige avfallstyper (som organisk avfall fra husholdninger) vurderes nivået av denne type forurensninger gjennom nasjonale kartlegginger. Konklusjonen er at konsentrasjonen av slike forurensninger generelt er lavt, og at det derfor ikke er forholdsmessig å gjennomføre rutinemessige analyser på det enkelte produkt.» (Mattilsynet 2007)

Myndighetene arbeider med helhetlig gjennomgang av regelverket for organisk gjødsel og ba om innspill til denne gjennomgangen innen 20.1.2010. Ny forskrift vil antakelig inneholde en utvidet liste over tungmetall det må analyseres for, blant annet arsen. Trolig vil den også inneholde mer spesifikke krav til analyser av miljøgifter. Per februar 2012 har den nye forskriften ennå ikke trådt i kraft.

EU-kommisjonen arbeider nå med revidering av forordning (EF) nr. 2003/2003 om gjødsel. Gjødselforordningen skal utvides fra å gjelde bare kjemisk fremstilt mineralgjødsel til også å omfatte gjødselprodukter av organisk opphav, blant annet organisk gjødsel. Per i dag er ikke regler om gjødselprodukter av organisk opphav harmonisert mellom medlemslandene i EU. Dette arbeidet omfatter innhold av kontaminanter og andre risikofaktorer. I gruppa som arbeider med dette er det enighet om at det bør være grenseverdier for kadmium, kvikksølv, bly og nikkel, og for krom i en eller annen form. Kommisjonen foreslår at det ikke skal være grenseverdier for tungmetaller som også er mikronæringsstoff, som kobber og sink. Norge deltar i dette arbeidet (Mattilsynet 2012).

5. Bruk av husdyrgjødsel fra konvensjonell drift i økologisk landbruk

5.1 Ulike typer gjødsel, ulik bruk

Konvensjonell gjødsel brukt på økologisk areal kan komme fra konvensjonelt husdyrhold på samme driftsenhet, fra naboer som driver konvensjonelt eller det kan være handelsprodukter. Ved bruk av egen, konvensjonell gjødsel er jorda på garden eller deler av den lagt om til økologisk drift, mens husdyra som gjødsla kommer fra fremdeles drives konvensjonelt. Gjødsla kan være fersk eller bearbeidet på ulike vis, for eksempel kompostert, tørket eller pelletert.

Handelsprodukter tillatt brukt i økologisk drift, basert på konvensjonell gjødsel, står oppført i *Register for driftsmidler til økologisk produksjon*, på Debios hjemmesider. Dette registeret er basert på opplysninger som leverandørene selv legger inn om produktene og de er selv ansvarlige for at produktet er i samsvar med økologiregelverket. Produkter av husdyrgjødsel som er oppført i registeret per februar 2012 er basert på tørket fjørfegjødsel.

Felleskjøpet (FK) Agri solgte ca 650 tonn handelspreparater av husdyrgjødsel i 2011. I tillegg selger blant annet FK Rogaland og Agder, FK Nordmøre og Romsdal og Norgesfôr også slike gjødselprodukter. Antakelig importeres det også noe av handelsproduktet Binadan direkte fra Danmark. (Pers. med. Dæhli, FK Agri 18.1.) Dette gjelder salg både til økologisk og konvensjonell drift, til både småhager og jordbruksdrift. Mesteparten av dette er tørket og eventuelt pelletert hønsegjødsel. I 2010 ble det solgt ca 380 tonn Binadan til økologisk produksjon i Norge (Pers. med. Haug 2012).

5.2 Resultater spørreundersøkelse

Debio gjennomførte høsten 2011 en spørreundersøkelse blant bønder med godkjent økologisk drift. Målet med undersøkelsen var å kartlegge hvilket omfang bruken av husdyrgjødsel fra konvensjonell drift har i økologisk landbruk i Norge. I alt 2 432 personer fikk tilsendt spørreskjemaet, av disse var det 792, dvs. 32,6 %, som svarte. Av disse igjen var det 521, dvs. 66 % som svarte at de ikke bruker konvensjonell husdyrgjødsel. I alt 271 har svart at de bruker konvensjonell husdyrgjødsel. De dyrker i alt 62 000 daa økologisk areal, men dyrker også konvensjonelt (31 700 daa). De representerer 11 % av de økologiske dyrkerne og dyrker rundt 11 % av det økologiske arealet. Tallene nedenfor er et sammendrag av hva disse 271 har svart.

Den konvensjonelle husdyrgjødsla blir brukt først og fremst på korn og gras, men også på andre kulturer, som grønnsaker, potet, frukt og bær og i veksthus. For korn, potet og grønnsaker utgjør arealet gjødslet med konvensjonell gjødsel mellom 11 og 15 % av det totale økologiske arealet med de respektive vekstene.

Tabell 2. Konvensjonell husdyrgjødsel brukt på økologisk areal (daa) med korn, gras, grønnsaker, potet, frukt/bær, andre vekster og i veksthus, oppgitt i tonn.

Vekst	Areal, daa	Husdyrgjødsel, tonn
Gras	18 952	51 014
Korn	11 760	22 400
Potet	256	612
Grønnsaker	257	554
Frukt/bær	86	30
Annet	1 039	756
Veksthus	4	5
SUM	32 354	75 372

Ved spørsmål om hvor den konvensjonelle gjødsla kommer fra, blir det oppgitt 117 318 t fra egen og 29 848 t fra annen driftsenhet. Siden summen her (147 166 t) blir langt høyere enn den som er oppgitt brukt i de ulike produksjonene, omfatter dette antakelig gjødsling på både konvensjonelt og økologisk areal på de 271 driftsenhetene. Men fordelingen viser likevel at det er mange som bruker gjødsel fra egen, konvensjonell husdyrproduksjon til de økologiske arealene.

Den konvensjonelle gjødsla kommer fra ulike husdyrslag. Kommer gjødsla fra egen driftsenhet er det særlig bløtgjødsel fra storfe, småfe og gris som blir brukt. Ulike typer fjørfegjødsel brukes også. Tabell 3 viser antall produsenter som oppgir at de bruker fjørfegjødsel. Disse produsentene kjøper inn totalt 326 t handelsprodukt av fjørfegjødsel.

Tabell 3. Antall produsenter som bruker konvensjonell fjørfegjødsel fra egen og annen driftsenhet, fordelt på ulike fjørfeproduksjoner, og antall produsenter som bruker fjørfegjødsel i form av handelsprodukt, til økologisk areal.

Fjørfeproduksjon	Fra egen drift	Annen drift
Kylling	6	19
Kalkun	3	4
Frittgående høner	4	11
Fjørfe, handelsprodukt		41

Innkjøpt kjøttbeinmjøl blir brukt av 25 produsenter. Det er en produsent som oppgir at blodmel brukes som gjødsel.

Hele 91 % av dem som oppgir at de bruker konvensjonell husdyrgjødsel per i dag, svarer at de vil fortsette å bruke slik gjødsel.

6. Hvilke uønskete stoffer kan husdyrgjødsel inneholde?

Husdyrgjødsel fra konvensjonell drift kan teoretisk inneholde en lang rekke uønskete stoffer. Disse stoffene kan komme fra fôret husdyra spiser, for eksempel tungmetaller i kraftfôret eller forurensning av grovfôret, for eksempel fra lufta. Rester av kjemiske sprøytemidler kan også bli med grovfôr eller kraftfôrvekster som tidligere er behandlet, inn i dyras fordøyelse. Gjennom urin og fastgjødsel skiller dyra ut medisinrester. Husdyrgjødsel kan også inneholde patogener som salmonella, hvis dyret er infisert. Metaller kan forurense husdyrgjødsel ved at metallinnredningen i fjøset korroderer.

Det er i tillegg mye annet enn husdyrgjødsel som kan havne i gjødseltanken. Fra mjølkerommet kan bla. vaskevann fra mjølkeanlegg og melk fra antibiotika-behandlede dyr gå til gjødseltanken og blande seg med husdyrgjødsel. Fra fjøset kommer det fôrrester og strø, blant annet halm og sagflis.

Ikke alle stoffer vil brytes ned ved lagring og eventuell aerob eller anaerob behandling av organisk materiale. Det er blant annet funnet rester av kjemiske sprøytemidler i sluttproduktet etter biogassproduksjon basert på matrester (Govasmark m.fl. 2010).

Stoffer som ikke brytes ned ved lagring og behandling vil bli spredd på jorda sammen med husdyrgjødsel. Noen stoffer har lang nedbrytningstid, andre brytes lettere ned. Patogene organismer har i noen forsøk vist seg å ikke overleve særlig lenge i jorda. I et forsøk med salat gjødslet med kunstgjødsel, fersk og lagret husdyrgjødsel var konklusjonen at innholdet i norsk husdyrgjødsel hadde liten innvirkning på den bakteriologiske kvaliteten på produktet. E.coli-bakterier ble påvist i husdyrgjødsel før spredning og i jorda 1 uke etter spredning. Seks uker etter spredning kunne ikke bakterien lenger påvises i jorda eller på plantene (Johannessen m.fl. 2004).

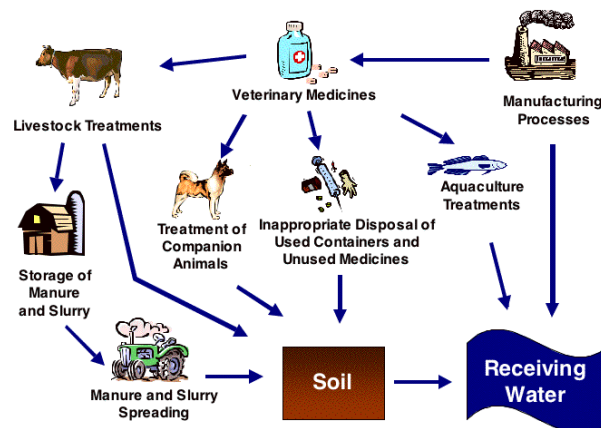
De uønskete stoffene i husdyrgjødsel som omtales i denne rapporten er tungmetaller og rester av veterinærmedisiner og kjemiske sprøytemidler.

7. Kunnskapsstatus

7.1 Veterinærmedisinrester

Problemstillingen med medisinrester i miljøet ble satt på agendaen allerede på slutten av 90-tallet (Henschel m.fl. 1997, Halling-Sørensen m.fl. 1998). Figur 1 viser hvordan rester av veterinærmedisin kan transporteres til miljøet, blant annet via husdyrgjødsel. Det er publisert flere studier som vurderer hvilke medisiner som utgjør størst risiko for miljøet (Halling-Sørensen m.fl. 1998, Boxall 2003a, 2003b, Koolsm m.fl. 2008). Dette er ikke direkte relevant i denne sammenhengen fordi en må gjøre opp ny status for hvilke medikamenter som nå brukes, hvilke mengder og til hvilken type husdyrbesetning for det enkelte land.

Ettersom det foreligger få tilgjengelige data om restkonsentrasjoner av veterinærlegemidler i norsk, svensk og dansk husdyrgjødsel, presenteres salgstall for antibiotika og antimikrobielle midler fra de nordiske landene i tabell 4, samt publiserte konsentrasjonsnivåer av veterinærmedisiner i husdyrgjødsel fra andre land. Vi kjenner ikke til forbruk og regelverk av veterinærmedisin i de andre landene, så dataene kan ikke brukes direkte for å se på sammenhengen mellom forbruk og funn i miljøprøver, men gir likevel en indikasjon på hvilke forbindelser og nivåer som er påvist i gjødsel og i miljøet.



Figur 1. Ulike transportveier til jord og vann for rester av veterinærmedisin. Fra (Boxall m.fl. 2003a), samt tilgjengelig på http://toxics.usgs.gov/highlights/vet_meds.html.

7.1.1 Forbruk av veterinærmedisin i Norge, Sverige og Danmark

Informasjon om bruk av antibiotika og antimikrobielle preparater er innhentet fra Norge (NORM/NORM-VET), Danmark (DANMAP 2009) og Sverige (SVARM 2010) og er sammenstilt med salgstall i tabell 4. Det er kun for norske data fra 2009 vi har oversikt over forbruk av enkeltforbindelser, ellers er det kun stoffgrupper.

I Norge er salgstall for koksidiostatika inkludert i samme rapport. Koksidiostatika tilsettes i kommersielt fjørfôr for å bekjempe en vanlig utbredt tarmparasitt hos slaktekylling. Narasin tilsettes fôr til slaktekyllinger. Dette fôret får da et innhold på 70 mg narasin pr kg fôr, og er derfor fra Mattilsynets side spesielt viktig å få kartlagt.

Narasin er det mest solgte koksidiostatika-preparatet i Norge. I 2010 ble det omsatt mer enn 9 tonn av stoffet. I følge en fremstilling i doktoravhandlingen "Anticoccidials in the environment: occurrence, fate, effects and risk assessment of ionophores" (Hansen m.fl. 2009) er narasin også det mest brukte preparatet i Sverige, mens salinomycin er best brukt i Danmark, i følge tall fram til 2009.

Mattilsynet har nylig vedtatt en ny forskrift som ikke lenger stiller krav om tilbakeholdelsestid for narasin, men næringen ønsker likevel å opprettholde to døgn tilbakeholdelsestid. Fra november 2011 ble koksidiostatika fjernet i fjørfôr som selges til hobbybesetninger i Norge. Dette skyldes skjerpede regler for salg av fôr med koksidiostatika og at det ikke er behov for denne medisinen i slike fjørfebesetninger hvor både dyretetthet og produksjonspress er lavere enn i kommersielle besetninger.

Forbruk av veterinærmedisiner har gått betydelig ned siden sammenstillingen av data i 1995 (NORM/NORM-VET). I EU har regelverket blitt generelt strengere og i tillegg har Norge generelt strengere regler enn EU. Bortsett fra de nevnte rapportene med salgstall for antibiotika er det ingen lett tilgjengelig oversikt (rapporter eller databaser) over salgstall av andre veterinærmedisiner. Det er behov for nærmere innsikt i hvilke preparater som anvendes i husdyrbesetninger og som kan overføres videre til miljø via husdyrgjødsel.

Tabell 4. Antimikrobielle veterinærlegemidler solgt i Norge (NORM/NORM-VET), Danmark (DANMAP 2009) og Sverige (SVARM 2010), i kg aktivt stoff. Forbindelser markert * har spesielt høyt potensial for overføring til miljøet (Boxall m.fl. 2003a). [§]inkluderer forbruk i fiskeoppdrett, [°] inkluderer ikke koksidiostatika

Antimikrobielle legemidler	Forbindelser	Enkeltforbindelse 2009	Norge		Danmark ^{§°}	Sverige
			Sum stoffgruppe 2009	Sum stoffgruppe 2010	2009	2010
Penicilliner			2 872	2 850	25 950	
	Aminopenicillins					907
	Benzylpenicillin					7 546
	Amoxicillin*	272				
	Procaine penicillin*	2 213				
	Penethamate hydroiodide	1				
	Amoxicillin+clavulanic acid*	386				
Sulfonamider					445	1998
Sulfonamider + Trimethoprim			1694	1 700	14 950	
	Sulfanilamid	10				
	Sulfadiazine+trimethoprim*	1 587				
	Sulfadoxine+trimethoprim	97				
Trimethoprim + derivater						357
Aminoglycosider			129	800	6 350	
Aminoglycosider+andre (Sverige: og polymixiner)			1 167			557
	Neomycin	3				
	Dihydrostreptomycin (DHS)*	116				
	Gentamicin	10				
Tetracycliner			223	250	38 400	115
	Oxytetracycline*	222				
	Doxycycline	1				
Macrolider og lincosamider					17 350	739
Pleuromutiliner				250	10 650	174
Fluoroquinoloner			30	100		148
	Enrofloxacin*	29				
	Ibafloxacin	1				
Kombinasjonspreparater	Procaine penicillin*+DHS*	900				
	Benzylpenicillinebenzatine+DHS	15				
	Penethamate hydroiodide+DHS	1				
	Sulfadimidine+procaine+penicillin+DHS	122				
Amphenicoler	Florfenicol*+flunixin*	24				
Lincosamider	Clindamycin*	22				
Cephalosporiner	Cefovecin	1				575
Andre	Tiamulin*	104				
Andre Penicilliner + cephalosporiner					12 250	
Andre					1 900	
Aminoglycosider og polymixiner						557
Koksidiostatika i fôr						
	Lasalocid	63		0		
	Monensin*	885		95		
	Salinomycin	0		0		
	Narasin*	8 621		9 080		

7.1.2 Innhold av veterinærmedisinrester i husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel kan teoretisk inneholde mange typer veterinærmedisin. De fleste midlene brukes i korte perioder, når enkelt dyr er syke. Koksidiostatika tilsettes som nevnt i fôr til fjørfe og brukes til mange dyr over lengre tid. Dette betyr at en helt annen restmengde vil kunne finnes i gjødsla enn av andre veterinærmedisiner. Slike midler er derfor av spesiell interesse i denne sammenhengen.

Det er generelt lite data om innhold av veterinærmedisiner i gjødsla i Norden. I dette utredningsarbeidet har vi bare funnet data fra en analyse av narasin i fjørfegjødsel i Norge, 13,0 mg/kg (ikke publiserte analysedata fra NFR-prosjekt, personlig referanse Østensvik, 2008). I en studie av Furtula m.fl. (2010) er narasin og salinomycin analysert i kommersiell fjørfegjødsel fra Canada. Narasinkonsentrasjonen varierte fra 2,25 til 32,96 mg/kg (gjennomsnitt $8,9 \pm 9,8$, $n=17$) og salinomycin ble funnet i 4 prøver, i konsentrasjoner fra 0,33 til 4,37 mg/kg.

I andre land er det publisert flere større sammenstillinger av veterinærmedisiner i husdyrgjødsel. Selv om flere av stoffene ikke er relevante for Norge, gir resultatene en pekepinn på hvilke forbindelser som ofte analyseres og hvilke konsentrasjonsnivåer som blir målt i ulike husdyrgjødselstyper (tabell 5 og 6).

Tabell 5. Konsentrasjonsområder for rester av antibiotika i ulike husdyrgjødselstyper, i mg/kg, publisert av Kim m.fl. (2011). Sammenstilte data fra Aust m.fl. (2008), Martinez-Carballo m.fl. (2007), Hamscher m.fl. (2000), Xian-Gang m.fl. (2008), Bao m.fl. (2009), Dolliver m.fl. (2008) og Arikan m.fl. (2009).

Husdyr	Veterinærmediddel	Restkonsentrasjon, mg/kg
Svin	Oxytetracyclin	0,029-0,078
	Tetracycline	0,023-0,081
	Chlortetracycline	0,058-0,880
	Sulfadimidine	0,020-0,087
	Sulfamethoxazole	0,087
	Sulfadimethoxine	0,085
	Sulfamethazine	9,990
	Tylosin	0,0124
Fjørfe	Oxytetracyclin	0,062
	Tetracycline	0,069
	Chlortetracycline	0,057-11,900
	Sulfadimidine	0,091-0,100
	Sulfamethoxazole	0,101
	Sulfadimethoxine	0,103
	Tylosin	3,700
Storfe	Chlortetracycline	0,011-0,208

Tabell 6. Innhold av ulike veterinærmidler i husdyrgjødsel fra Kina, i mg/kg, publisert av Zhao m.fl. (2010).

Gjødseltype	Veterinærmiddel	Konsentrasjonsrest (mg/kg)
Svin	Ciprofloxacin	0,64-33,98
Kylling		0,68-45,59
Storfe		0,49-29,59
Svin	Enrofloxacin	0,48-33,26
Kylling		0,33-1420,76
Storfe		1,72-46,70
Svin	Oxytetracycline	0,15-59,06
Kylling		0,27-10,56
Storfe		0,32-59,59
Svin	Doxycycline	0,23-13,50
Kylling		0,92-10,91
Storfe		0,44-1,05
Svin	Sulfanilamide	0,04-0,04
Kylling		0,02-1,59
Storfe		0-0
Svin	Sulfadimidine	0,06-1,73
Kylling		0,09-6,04
Storfe		0,10-0,18
Svin	Sulfadiazine	0,09-0,80
Kylling		0,03-3,12
Storfe		0-0

7.1.3 Miljøegenskaper og funn av veterinærmedisinrester i kompost og miljø

Det finnes en god del vitenskapelig litteratur om veterinærmedisiner og miljøegenskaper. I denne rapporten har vi ikke hatt mulighet til å gi en utfyllende oversikt over dette.

Som alle andre organiske forbindelser er det en rekke faktorer som innvirker på veterinærmidlenes nedbrytning og transport i miljøet, for eksempel kjemisk struktur, bindingsprosesser og miljøforhold som temperatur og oksygentilgang. Ut fra generell kunnskap om strukturer og nedbrytningspotensiale vet man at stoffer som er sterkt oksiderte (for eksempel klorerte forbindelser) brytes raskere ned hvis nedbrytningen starter med en anaerob fase (uten O₂) etterfulgt av en aerob fase (med O₂). De fleste stoffer, dvs. de mer reduserte, brytes raskere ned under aerobe forhold enn anaerobe forhold. Det er rapportert raskere nedbrytning under aerobe enn anaerobe forhold for en rekke veterinærmedisiner som for eksempel tylosin og oxytetracyclin (Yang m.fl. 2009, De Liguoro m.fl. 2003, Ingerslev m.fl. 2001). Halveringstider for oxytetracyclin under aerobe og anaerobe forhold i tre ulike jordtyper var henholdsvis i området 29-56 og 43-63 dager (Yang m.fl. 2009).

En god del antibiotikaforbindelser vil brytes ned av lys (fotonedbrytning) når de er i løsninger, dette gjelder blant annet tetracycliner, sulfonamider og fluorokinoliner (Thiele-Bruhn & Dirk 2007, Wu 2010b, Lester 2010).

En rekke studier peker på at en reduksjon av mange veterinærmedisiner under kompostering er hovedsakelig adsorpsjon og kjemisk nedbrytning og at biologisk nedbrytning har en mindre betydning (Bao 2009, Arikian 2009, Aust 2008). Mange studier av veterinærmedisinrester i husdyrgjødsel og kompost undersøker ikke hvilke prosesser som er involvert, men oppgir resultatene kun som nedbrytning eller reduksjon.

Vi har ikke funnet analysedata for koksidiostatika-konsentrasjoner i jord. Derimot har Hansen m.fl. (2009) estimert konsentrasjoner i jord ved tilførsel av gjødsel med narasinkonsentrasjon 6,4 mg/kg til å være 0,364 mg/kg. Med utgangspunkt i den målte narasinkonsentrasjonen i prøven av norsk kyllinggjødsel på rundt 13 mg/kg, vil den estimerte jordkonsentrasjonen være på rundt 0,7 mg/kg.

Det ble påvist redusert vekst og utvikling av gulrot som ble dyrket i narasin 13 mg/kg ts og ciprofloxacin 6 mg/kg ts (Eggen m.fl. 2011). I samme forsøk viste de samme medisinene ingen effekt på engsvingel, hvete, bygg og raps. I et vekstforsøk med narasin og bygg, bønner og reddik, viste reddik seg å være mest følsom og 0,375 mg/kg ts ble oppgitt som "no observed effect concentration (NOEC)" (EFSA 2010). Det er også flere andre studier om medisin og effekter på plantevekst, men så lenge en ikke vet hvilke andre veterinærmedisiner som er relevante, går vi ikke nærmere inn på det her.

Det finnes en god del litteratur om avrenning og spredning av veterinærmedisiner til nærliggende resipienter, men dette inngår ikke i denne rapporten. Generelt har mange veterinærmedisiner sterk binding til jord og organisk materiale (Sassman 2005, Hussain & Prasher 2011).

Det er utarbeidet en veileder for miljørisikovurdring for veterinærmedisiner «Environmental risk assessment of veterinary medicines in slurry» (Montforts 1999). Denne gir et godt grunnlag for videre arbeid med tanke på eventuelt risikovurdering for utvalgte veterinærmedisiner.

7.2 Kjemiske sprøytemidler

Her i landet har det vært lite oppmerksomhet omkring faren for innhold av reststoffer av kjemiske sprøytemidler i husdyrgjødsel. I andre land har imidlertid bruk av herbicider (ugrasmidler) i konvensjonell fôrdyrking ført til problemer for produsenter av økologiske grønnsaker som har brukt husdyrgjødsel eller kompost fra konvensjonell drift. Det er også kjent at gjødsel fra dyr som har fått fôr som har vært høstet i veikanter der veimyndighetene har brukt ugrasmidler, har ført til plantemisvekst. Et eksempel fra Minnesota viste at veikantbehandling med picloram og klopyralid førte til reduserte kornavlinger og i noen tilfeller totalt avlingstap der gjødsel med herbicidrester ble brukt (Martinson & Stahl 2005).

Det er særlig herbicider med de virksomme stoffene aminopyralid og klopyralid som har vært i fokus. Andre virksomme stoffer som kan føre til planteskade på mottagelige vekster er triclopyr, 2,4-D og dicamba (Washington State University 2011). Disse stoffene hører til gruppen av auxinske herbicider og brukes mot bredbladete ugrasarter.

Når det gjelder bruk av preparater med stoffene klopyralid og aminopyralid i Norge, finnes klopyralid i handelspreparatene Matrigon og Ariane S. På etikettene for disse, i avsnittet «spesielle hensyn», påpekes det bl.a. at enkelte kulturvekster er følsomme overfor rester av produktene i halm og annet plantemateriale, og det frarådes å bruke plantemateriale som er behandlet med disse produktene i kompost. Omsatt mengde av det virksomme stoffet klopyralid var 2 420 kg i 2010 (Mattilsynet 2011). I 2008 ble Ariane brukt på 393 642 daa med bygg, havre og hvete, i alt 80 972 liter (Aarstad m.fl. 2009).

Aminopyralid er søkt godkjent i Norge, og foreløpig er ett handelsprodukt (Simplex) med dette stoffet til godkjenning. På etikettutkastet står det at rester av Simplex i plantemateriale eller husdyrgjødsel kan gi skade på følsomme kulturer (belgvekster, gulrøtter m.fl.) Blant annet står det at plantemateriale behandlet med Simplex ikke skal brukes til kompost. Preparatet søkes godkjent i gras, eng og beite. I tillegg er to preparater innmeldt for godkjenning til bruk i korn og gras. Disse er foreløpig under biologisk utprøving (Pers. med. Wang 2010).

Herbicidrester kan forekomme i fôr, husdyrgjødsel og halm tilført gjødsel eller kompost. I andre land har dette forårsaket problemer for plantedyrkere som baserer dyrkingen på innkjøpt gjødsel. Herbicidrester har også ført til forringelse av kompostprodukter fra kommersielle komposteringselskap. Flere av stoffene har lang nedbrytningstid og er så bestandige at de går uomodnet gjennom dyras fordøyelsessystem. Via husdyrgjødsel kan dermed svært små konsentrasjoner forårsake planteskade på følsomme vekster. Nettopp det siste punktet har vakt bekymring fordi det har vist seg å være vanskelig å finne gode analysemetoder for å identifisere de laveste konsentrasjonene. I forsøk der analysemateriale har vært sendt til ulike laboratorier har resultatene til dels vært lite samstemte (Recycled Organics Unit 2004).

7.2.1 Sprøytemiddelrester i kompost og grasklipp

I en studie utført ved Michigan State University ble det påvist klopyralid i grasklipp i opptil et år etter bruk av ugrasmidlet (Cox 1998). Ved komposteringsfasilitetene til Washington State University og Spokane ble det i 2000 oppdaget rester av klopyralid og picloram i komposter som ble solgt og brukt i hagesentre og privathager. Komposten forårsaket misvekst på flere planter. Undersøkelser viste at spesielt følsomme vekster som solsikke, bønner, erter, potet og tomat var skadet ved så lave konsentrasjoner som 10 ppb (Bezdicek m.fl. 2001). Den potensielle faren for planteskade ved bruk av forurenset materiale som gjødsel og kompost er derfor stor. Forfatterne av artikkelen skriver at laboratorier sjelden analyserer for verdier under 50 ppb, fordi grenseverdiene for humanhelse og miljømessige forhold er høyere. De viser videre til forsøk gjort ved Michigan State University der konsentrasjonen av klopyralid gradvis ble redusert ved kompostering, men at det tar tid. Etter ett år ble det fremdeles påvist konsentrasjoner mellom 100 og 1 300 ppb av klopyralid i kompost laget av grasklipp (Bezdicek m.fl. 2001).

Høsten 2000 rapporterte Pennsylvania State University sitt første funn av kompost forurenset av herbicidrester. Klopyralid ble påvist. Et viktig spørsmål er hvor lang nedbrytningstid dette og andre herbicider har i kompost. Dette er avgjørende for bl.a. kompostprodusenter og forhandlere. Universitetet utførte dyrkingsforsøk med kompost som gjødsel til paprika i veksthus. I to påfølgende år ble det påvist vekstforstyrrelse som følge av klopyralidrester i kompost. Forsøket viste at det tar minst to år før klopyralid er brutt ned. Analyser av plantematerialet viste også rester av klopyralid. Det ble målt høyere konsentrasjon av herbicidet i jord med redusert fuktighet (vanlig i veksthus med dryppvanning). Forklaringen kan være mindre mikrobiell aktivitet og dermed lengre nedbrytningstid i tørr jord. Forsøkene viste også at klopyralid muligens kan være biologisk aktivt ved konsentrasjoner under det som var mulig å analysere siden planter viste skadesymptomer også der det ikke var mulig å identifisere herbicidet i plantematerialet (Buckhart & Davitt 2002).

I et australsk forsøk ble nedbrytingen av stoffene klopyralid, picloram og triclopyr testet i storskala kompostering. Bare triclopyr viste tilfredsstillende nedbryting gjennom komposteringen, som ble utført etter vanlig standard for kommersielle komposteringsanlegg (Recycled Organics Unit 2004).

7.2.2 Reservasjoner og anbefalinger i andre land

I Danmark har de økologiske landbruksorganisasjonene Økologisk Landsforening og Landbrug & Fødevarers Økologiseksjon bestemt at de skal arbeide for at konvensjonell husdyrgjødsel og halm skal fases ut fra økologisk produksjon innen 2021. Organisasjonene har i fellesskap utarbeidet en strategi for å oppnå dette og danske forskningsinstitusjoner er involvert i arbeidet. Et av argumentene for denne bestemmelsen er relatert til økologisk landbruk sin troverdighet. Slik praksisen er i dag vil konvensjonell husdyrgjødsel bl.a. kunne inneholde rester av pesticider og stråforkortere, som igjen kan overføres til de økologiske produktene (Økologisk Landsforening 2011). Per i dag er ikke bestemmelsen implementert i regelverket for økologisk produksjon siden det danske regelverket bygger på EU-forordningen. Økologisk Landsforening vurderer muligheten for å utarbeide en bransjeavtale som inkluderer utfasingsplanen. Planen skal også evalueres for å vurdere om målene er mulig å gjennomføre. Planen avhenger blant annet av om den danske biogassatsingen blir realisert (Pers. med. Kristensen 2012).

I Tyskland har merkeforvaltningen Bioland gått ut med informasjon og forholdsregler om bruk av tilført konvensjonell husdyrgjødsel pga. fare for forurensing av pesticider, det samme har den britiske merkeforvaltningen Soil Association og myndighetene i Storbritannia gjort. Det er også innført restriksjoner for salg av gjødsel fra gårder der nevnte herbicider har vært brukt. I følge en grønnsaksdyrker i Tyskland har flere grønnsaksdyrkere sluttet å innføre husdyrgjødsel, til tross for de utfordringene det medfører for gjødslingsstrategien (Höner 2010).

I Storbritannia har det statlige organet Health and Safety Executive (HSD) mottatt mange henvendelser fra parsellhageeiere om skade på grønnsaker som antas å være forårsaket av rester av aminopyralid i gjødsel. Potet, tomat, bønne, gulrot og salat er sensitive for slike rester. HSD anbefaler dyrkere å kontakte produsenten av midlene for nærmere veiledning. Herbicidprodusenten Dow AgroSciences Ltd. har opprettet en egen informasjonsnettside til hageeiere, gårdbrukere, hesteeiere, gjødsel- og kompostforhandlere mm (Dow AgroSciences 2010). Dow AgroSciences Ltd. produserer flere herbicider som inneholder aminopyralid. Disse har produktnavnene Banish, Forefront, Halcyon, Pharaoh, Pro-Banish og Runway (Health and Safety Executive 2008).

De britiske dyrkeorganisasjonene Soil Association, Organic Growers Alliance og Garden Organic argumenterer for en varig tilbaketrekking av midler som gir fare for skade. De fikk gjennomslag hos myndighetene for en tilbaketrekking av aminopyralidprodukter (Garden Organic 2010). Herbicider med aminopyralid ble re-introdusert i 2010, med restriksjoner for å hindre skader på grønnsaker. Restriksjonene er innført etter mange innrapporteringer av skade på grønnsaker som skyldes rester av aminopyralid i gjødsel. Restriksjonene innebærer bl.a. at gjødsel skal tilbakeføres til beitet der herbicidene ble brukt og ikke føres ut fra gården (Soil Association 2010).

I noen land er det utarbeidet veiledninger som skal hindre bruk av forurenset gjødsel og kompost til sensitive vekster, se for eksempel Davis m.fl. (2010).

Organisasjonen Association for Organics Recycling (AfOR) i Storbritannia anbefaler kommersielle kompostører om ikke å kompostere organisk materiale som har vært behandlet med klorpyralid eller aminopyralid (inkludert talle) eller husdyrgjødsel fra dyr som har spist plantemateriale behandlet med nevnte stoffer. AfOR anbefaler videre at lokale myndigheter gir husholdninger informasjon om farene ved å bruke kompostert herbicidbehandlet plantemateriale (AfOR 2009).

I Australia, i staten New South Wales, har de utarbeidet og implementert et risikohåndteringsprogram for å hindre at herbicider som potensielt kan være en trussel for resirkuleringsforetak (komposteringsanlegg) blir brukt i materialer til kompostprodukter. Programmet innebærer bl.a.:

- Risikobedømming av kjemikalier brukt i hager og parkanlegg som kan utgjøre en risiko for kompostkvaliteten
- Utvikling av analysemetoder
- Verktøy for risikohåndtering til komposteringsbedrifter

Videre har de tatt initiativ til å inkludere et punkt om *biologisk nedbrytbarhet av herbicider i kommersiell komposteringsprosess* ved bedømming av kjemikalier generelt og herbicider spesielt i godkjeningsprosedyren (Recycled Organics Unit 2004).

7.3 Tungmetaller

Kilder til tungmetaller i husdyrgjødsel er særlig fôr, men kan også være drikkevann, strø i bås og bingeløp og fjøsinnredning i metall. Tungmetallforurensning i fôr kan ha flere kilder, bla. jorda fôret dyrkes i.

7.3.1 Innhold av tungmetaller i jord

I motsetning til de to andre stoffgruppene som omtales her, kan tungmetaller forekomme naturlig i jord. Tilførsel til jord kan dessuten skje på flere måter, ikke bare via husdyrgjødsel. Innholdet av tungmetaller i jord varierer imidlertid mye. Tungmetallene kan være naturlig forekommende, eller de kan ha blitt tilført i form av forurensning. For eksempel er mengden av Cd, Cu, Zn og Ni høyt i områder med alunskifer i grunnen og innholdet av Ni og Cr er naturlig høyt der berggrunnen består av mye fylitt, grønnstein, leirskifer, amfibolitt og av eruptiver fra perm-tida (Amundsen 2008).

I følge Amundsen m.fl. (2001) er det ikke foretatt noen nasjonal kartlegging av tungmetaller i dyrket jord i Norge. I en SFT-rapport oppgis gjennomsnittlig naturlig innhold av tungmetaller i norsk jord, i mg/kg TS: kadmium 0,2, bly 20, kvikksølv 0,05, nikkel 23, sink 55, kobber 20 og krom 30 (SFT 1996).

Amundsen (2008) refererer Esser (1996), hvor innhold av tungmetaller i dyrket og udyrket jord fra Østlandet, Rogaland, Agder og Trøndelag ble undersøkt. Middeltallene for jord 0-5 cm var, i mg/kg TS: kadmium 0,22, bly 23,9, kvikksølv 0,047, nikkel 21,1, sink 63,9, kobber 19,2, krom 27,1.

I gjødselverforskriftens § 26, om jordkvalitetskriterier, er det angitt grenseverdier for innhold av tungmetaller i jord for arealer hvor det kan brukes avløpslam:

«Jord som skal tilføres produkter som klassifiseres i kvalitetsklasse I og II, jf. § 10 nr. 1, må ikke ha innhold av tungmetaller som overstiger verdiene i tabellen nedenfor» (Landbruks- og matdepartementet 2003).

<i>Tungmetaller</i>	<i>Maksimalt innhold i dyrka jord (mg/kg TS)</i>
Kadmium (Cd)	1
Bly (Pb)	50
Kvikksølv (Hg)	1
Nikkel (Ni)	30
Sink (Zn)	150
Kobber (Cu)	50
Krom (Cr)	100

Disse grenseverdiene vil i noen tilfelle overskrides i områdene nevnt foran (Amundsen 2008).

Dyrka jord får tilførsel av tungmetaller gjennom atmosfærisk nedfall av langtransportert forurensning, bruk av mineralgjødsel, husdyrgjødsel, kalk og ved bruk av avløpslam. Type jordbruksdrift og geografisk beliggenhet vil ha stor betydning for mengden som blir tilført. Lokalt kan også forurensning fra biltrafikk, industri og avrenning fra gruvedrift ha

betydning, foruten bruk av kobberholdige sprøytemidler. Tungmetaller som tilføres jorda brytes ikke ned og kan bare forsvinne ved avrenning eller ved opptak i planter.

Kjemiske sprøytemidler med kobber som virksomt stoff kan være en viktig kilde for tilførsel av kobber i dyringsjord, særlig på arealer med frukt. Langvarig bruk av kobbermidler har resultert i høyt innhold av kobber i jord i Frankrike, og det er målt opptil 200-500 mg Cu/kg jord der. I Storbritannia er det målt 1 500 mg Cu/kg jord i eplehager og i tyske vingårder er det målt opptil 1 280 mg Cu/kg jord (Serikstad 2011).

Tilførsel av tungmetaller til jord er studert særlig i forbindelse med bruk av slam som gjødsel. I et faktaark om tungmetaller i avløpslam er det også oppgitt tall for husdyrgjødsel. Tall fra 1950 til 2002 viser at årlig gjennomsnittlig mengde kobber som tilføres gjennom husdyrgjødsel har gått ned, fra ca 6 000 mg/daa i 1950 til i underkant av 4 000 mg/daa i 2002. Samtidig har også tilførselen fra de andre kildene gått ned, særlig fra atmosfærisk nedfall (Amundsen 2008).

7.3.2 Tungmetallinnhold i husdyrgjødsel

Det er gjort få undersøkelser av tungmetall-innhold i husdyrgjødsel i Norge. Her gjengis tall fra ulike undersøkelser. Spørsmålet om tungmetall i gjødsel har blitt mer aktuelt ved at husdyrgjødsel er aktuelt som råstoff til ulike produkt som biogass, kompost osv., og ved at kloakkslam brukes som gjødsel.

SFT undersøkte i 1997 innholdet av tungmetaller og miljøgifter i kompost basert på kildesortert organisk avfall og i husdyrgjødsel. Tall fra fire gårdsbruk inngikk i prosjektet, et økologisk mjølkeproduksjonsbruk, to konvensjonelle mjølkeproduksjonsbruk og et bruk med konvensjonell griseproduksjon. Tre av brukene lå i Aurskog-Høland i Akershus og ett i Sør-Trøndelag, i et område med høyt nikkelinnhold i jorda. To blande-prøver ble tatt fra hvert bruk. Rapporten konkluderer med at innholdet av tungmetaller i husdyrgjødsel var generelt lavt i forhold til kompost fra kildesortert våtorganisk avfall og slam fra rensesanlegg, med unntak av grisegjødsel som hadde et sinkinnhold på nivå med avløpslam og et kobberinnhold på nivå med kompost. Det konkluderes også med at på bakgrunn av resultatene er det ikke grunnlag for tiltak når det gjelder regelverksendringer eller praktisk bruk på jordbruksarealer (Paulsrud m.fl. 1997).

Tabell 7. Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller i husdyrgjødsel fra tre bruk med storfegjødsel og et med grisegjødsel, oppgitt i minimum-, maksimum- og middelvei, i mg/kg ts. (Etter Paulsrud m.fl. 1997)

Husdyrgjødsel	Kadmium	Bly	Kvikksølv	Nikkel	Sink	Kobber	Krom
Minimum	<0,30	<5	<0,050	2	68	17	<5
Middel	<0,30	<5	<0,050	3	206	35	<5
Maksimum	0,44	<5	<0,50	6	510	70	<5

Husdyrgjødsel inneholdt ikke bly, kvikksølv og krom over de respektive deteksjonsgrensene. Det samme gjaldt kadmium, bortsett fra en av prøvene fra storfegården i Trøndelag. Grisegjødsel hadde høyest innhold av sink og kobber. De to prøvene av gjødsel fra den økologiske gården inneholdt 2, hhv 3 mg/kg ts nikkel, 81 mg/kg ts sink og 21, hhv 22 mg/kg ts av kobber.

SFT-rapporten inneholder også en tabell med resultater fra tidligere undersøkelser av tungmetallinnhold i husdyrgjødsel i Norge, utført av Amundsen & Grønlund (1997a). Her ble 12 prøver av gjødsel fra storfe, tre prøver fra sau og en prøve fra grisejødsel analysert. Storfegjødsel fra Jæren hadde høyere innhold av kadmium, bly, sink og kobber enn snittet for de andre storfegjødselprøvene. Gjødsel fra sau hadde det høyeste snittinnholdet av krom og nikkel, mens grisejødsel hadde høye verdier av sink og kobber.

Tabell 8. Innhold av tungmetallene kadmium, bly, nikkel, sink, kobber og krom i husdyrgjødsel fra storfe (middel for 12 bruk og fra en av gårdene), sau (middel for 3 bruk) og gris (ett bruk), i mg/kg ts. (Etter Paulsrud m.fl. 1997)

Husdyrgjødsel	Kadmium	Bly	Nikkel	Sink	Kobber	Krom
Storfe, middel	0,20	1,7	3,1	195	30,6	1,9
Storfe, Jæren	0,39	5,6	3,1	356	50,8	1,6
Sau, middel	0,2	1,6	5,1	228	28,9	3,7
Gris, Akershus	0,29	2,2	3,7	568	62,8	2,7

Haraldsen m.fl. (2011) har analysert ulike typer husdyrgjødsel for tungmetall, og konkluderer med:

- Nesten all norsk husdyrgjødsel har høyere konsentrasjoner av sink og kobber enn kvalitetsklasse 0
- Bløtgjødsel fra storfe: klasse I for sink
- Bløtgjødsel fra svin: klasse II for sink, klasse I for kobber
- Kylling- og hønsegjødsel: klasse I-II for sink, klasse I for kobber

Kvalitetsklassene gjelder for organiske gjødsel- og jordforbedringsmidler (se s. 14). Nedenfor er noen analysetall som konklusjonene bygger på, satt opp i tabellform.

Tabell 9. Konsentrasjon av tungmetaller (mg/kg ts) og mengde i g/daa ved 8 kg total N/daa av bløtgjødsel fra storfe (Haraldsen m.fl. 2011, Øgaard m.fl. 2008).

Tungmetall	Mg/kg ts	g/daa
Sink (Zn)	172	41,3
Kobber (Cu)	31,9	7,7
Kadmium (Cd)	0,1	0,02
Kvikksølv (Hg)	0,08	0,02

Ut fra sink-konsentrasjonen vil denne husdyrgjødsel plasseres i kvalitetsklasse I i følge Gjødselvereforskriftens inndeling av organisk gjødsel mht. tungmetallinnhold. Hvis en sammenligner mengden tungmetaller som tilføres i en gjødselmengde tilsvarende 8 kg N/daa i tabell 9, med de svenske KRAV-reglens begrensning for tilførsel til økologisk areal (se s. 10), ligger mengdene for sink og kobber svært langt under, og mengdene for kadmium og kvikksølv er også lavere enn i KRAV-reglene.

Øgaard m.fl. (2008) undersøkte husdyrgjødsel som kom fra fjøset på UMB på Ås. I denne undersøkelsen er det også oppgitt verdier for bly: <7,5, krom: 2,6 og nikkel: 2,2, alle i mg/kg ts, i husdyrgjødsel som var med i forsøket.

De nyeste norske analysetallene for tungmetallinnhold i husdyrgjødsel har kommet fram gjennom SLF-prosjektene «Bærekraftig næringsforsyning» og «Næringsinnhold og gjødselverknad av husdyrgjødsel». Bioforsk har tatt ut prøver og analysert husdyrgjødsel de siste åra, for å få oppdatert kunnskap om næringsinnholdet i gjødsla. Noen av prøvene har også blitt analysert for tungmetall-innhold. I 2011 ble det analysert for tungmetall i 12 prøver fra fjørfe, 12 fra gris, 3 fra sau, 3 fra storfe kjøttproduksjon og 4 fra mjølkeproduksjon, se tabellen nedenfor. To prøver fra gris og to fra fjørfe, tatt i 2010 i Nord-Trøndelag, er også med i tabellen. (Daugstad m.fl. 2012).

Tabell 10. Gjennomsnittlig innhold av tungmetall i husdyrgjødsel fra ulike dyreslag, i mg per kg tørrstoff, samt minimum og maksimum. Antall prøver i parentes. (Etter Daugstad m.fl. 2012)

	Ts	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Nikkel	Sink
Fjørfe(14)	50,2	0,89 ¹	1,04 ⁴	0,16	62	1,53	3,4	343
Min-max		0,89	0,76-1,4	0,07-1,4	28-128	0,25-3,61	1,8-5,6	140-760
Gris (14)	3,3			0,27 ^{1,2}	95	3,2 ³	4,9 ³	637
Min-max				0,12-0,69	47-185	1,3-5,2	3,4-7	250-1542
Sau (3)	5,8			0,16	34	0,94 ²		600
Min-max				0,09-0,23	17-48	0,91-0,97		250-850
Storfe (7)	5,7			0,13	39	1,08 ³	4,3 ¹	184
Min-max				0,08-0,2	27-67	0,95-1,2	4,3	140-220

^{1,2,3,4,5,12} antall prøver der aktuelt stoff var kvantifiserbart

I følge maksimumsgrensene for tillatt innhold av tungmetaller for kvalitetsklasser av organiske gjødselmidler (se s.14) vil den analyserte fjørfe- og storfe gjødsla komme i klasse I og gris- og sauegjødsla komme i klasse II. Det er innholdet av sink som bestemmer dette. Enkeltprøver inneholder så mye kobber og sink at gjødsla kommer både i klasse II og III. Dette er i overensstemmelse med konklusjonene til Haraldsen m.fl.(2011) foran.

Innhold av noen tungmetaller ble undersøkt i jord ved årlig tilførsel av husdyrgjødsel i 25 år. Innholdet av kobber og sink økte signifikant etter årlig tilførsel, mens innholdet av kadmium ikke ble påvirket. Forfatterne konkluderer med at effekten av tilførsel av husdyrgjødsel på tungmetaller er langvarig (Benke m.fl. 2006).

I en rapport for balanseberegninger for tungmetaller i dyrket jord i Norge konkluderes det med at husdyrgjødsel bidrar til større tilførsel av tungmetaller til jord enn mineralgjødsla, og at slik gjødsla fører til akkumulering av sink og kobber i jorda i alle dyrkingsområdene som rapporten omfatter. Akkumuleringen er imidlertid betinget av vekstene som dyrkes (Amundsen & Grønlund 1997b).

7.3.2.1 Analysetall fra svensk husdyrgjødsel

Tallmaterialet fra norsk husdyrgjødsel er begrenset, og her er det derfor også tatt med noen analysetall fra Sverige, hvor forholdene ligner på de norske. I en undersøkelse av blant annet husdyrgjødsel ble det analysert for 61 ulike grunnstoffer. Prøver av storfe- og grisegjødsel ble tatt fra 12 ulike gårder. Fast grisegjødsel hadde høyest innhold av flere av tungmetallene. Konsentrasjonen er høyere i grisegjødsel fordi fôret er mer konsentrert og lettfordøyelig, noe som gir større konsentrasjoner i den ufordøyelige fraksjonen. Høyere sinkkonsentrasjon i fast grisegjødsel skyldes at denne gjerne kommer fra avlspurker, som får sinktilskudd i fôret for å forhindre diare. Beregnet per kg fosfor var konsentrasjonen av sink, bor, mangan, molybden og selen høyere i husdyrgjødsel enn i kloakkslam. For de andre tungmetallene var det motsatt (Eriksson 2001).

Resultatene fra en annen svensk undersøkelse er gjengitt i en oversikt med tungmetallinnhold i husdyrgjødsel fra ulike europeiske land. Disse tallene omfatter også storfegjødsel fra økologiske bruk og er derfor tatt med her. Gjødsla fra de økologiske brukene hadde lave analyseverdier for de fleste tungmetallene, men tallene for nikkel og bly i økologisk fastgjødsel fra storfe var blant de høyeste i undersøkelsen. Grisegjødsla inneholdt mer tungmetaller enn storfegjødsla, særlig var verdiene for sink og kobber høye.

Tabell 11. Gjennomsnittlig innhold av kadmium, krom, kobber, nikkel, bly og sink i fast og flytende husdyrgjødsel fra økologiske og konvensjonelle storfegårder og fast og flytende grisegjødsel fra konvensjonelle bruk, i mg per kg TS. (Etter Amlinger m.fl. 2004).

Type gjødsel	Antall prøver	Kadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Bly	Sink
Bløtgjødsel, storfe, øko.	25-26	0,11	1,8	32	2,5	0,75	156
Bløtgjødsel, storfe, konv	14-15	0,13	2,3	49	3,6	0,92	190
Bløtgjødsel, gris, konv.	13-14	0,17	4,1	178	3,2	0,95	635
Fastgjødsel, storfe, øko.	22-23	0,13	3,8	29	3,5	1,02	148
Fastgjødsel, storfe, konv.	16-17	0,16	2,8	31	3,0	0,69	174
Fastgjødsel gris, konv.	12-13	0,32	7,0	130	4,4	1,17	791

I Sverige ble gjødsel fra eggleggende høner i ulike systemer, inkludert økologiske, analysert i 2006. Sammenlignet med verdiene Amlinger m.fl. (2004) oppgir, var innholdet av sink lavere enn i grisegjødsel, men høyere enn for storfegjødsel i denne undersøkelsen. Kobberinnholdet var lavere enn grisegjødsel og litt høyere enn i storfegjødsel. For flere av stoffene har innholdet gått ned sammenlignet med innholdet i gjødsel fra 1970-tallet. Innholdet av tungmetaller i den analyserte hønsegjødsel var klart lavere enn grenseverdiene som er angitt for slam som skal spres på åkerareal i Sverige. (Salomon m.fl. 2006)

Tabell 12. Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller i ulike typer lagret gjødsel fra eggleggende høner, konvensjonelle og økologiske, i mg per kg tørrstoff. Antall gjødselprøver i parentes. (Etter Salomon m.fl. 2006)

Type produksjon og gjødsel	Kadmium	Krom	Kobber	Nikkel	Bly	Sink	Kvikksølv
Bur, fast gjødsel (3)	0,23	5,63	40,0	4,33	2,10	410	0,008
Bur, bløt-gjødsel (18)	0,19	4,96	49,1	4,18	2,75	409	0,007
Bur, gylle(4)	0,39	6,08	73,3	4,30	2,42	523	0,007
Frittgående, fast gj. (16)	0,22	5,89	54,7	4,39	2,11	417	0,008
Frittgående, bløtgj. (11)	0,19	5,63	47,5	4,15	2,72	377	0,007
Frittgående, gylle (8)	0,22	6,05	61,5	5,16	4,09	431	0,013
Økologisk, fast gj. (5)	0,18	6,80	50,6	5,10	3,30	376	0,015
Økologisk, bløtgj. (2)	0,12	5,60	49,0	4,80	2,55	350	0,01
Økologisk, gylle (1)	0,04	6,70	49,0	5,90	2,60	420	0,014

7.3.2.2 Tungmetallinnhold i handelsprodukter av fjørfegjødsel

I dette avsnittet gjengis noen analysetall for handelsprodukter av fjørfegjødsel. Norsk Naturgjødsel selger tørket fjørfegjødsel, godkjent brukt i økologisk drift. Handelspreparatet Binadan 5-2-4 er framstilt av dansk kyllinggjødsel. Analysetallene for Binadan er fra 2001 og oppgitt av T.K. Haraldsen.

Tabell 13. Innhold av tungmetaller i fjørfegjødsel fra Norsk Naturgjødsel (Eurofins 2011) og Binadan 5-2-4, i mg/kg tørrstoff.

Tungmetall	Binadan 5-2-4	Norsk naturgjødsel
Krom (Cr)	3,5	3,9
Nikkel (Ni)	5,7	5,3
Kobber (Cu)	144	78
Sink (Zn)	482	430
Kadmium (Cd)	0,27	0,16
Kvikksølv (Hg)	< 0,01	0,002
Bly (Pb)	0,58	0,57

Innholdet av sink gjør at begge produktene tilsvare kvalitetsklasse II i henhold til forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Som det går fram av analysetallene er det god overensstemmelse mellom verdiene for flere av tungmetallene fra de to ulike handelspreparatene. Innholdet av kobber og kadmium er imidlertid nesten dobbelt så stort i Binadan som i produktet fra Norsk Naturgjødsel. Dette skyldes antakelig ulikt innhold i fôret.

Haraldsen m.fl. (2011) har analysert to typer hønsegjødsel, som begge ble kjøpt på hagesenter, se tabell 11. Også her medfører innholdet av sink at produktene tilsvare kvalitetsklasse II i henhold til Gjødselvarerforskriften.

Tabell 14. Konsentrasjon av tungmetaller (mg/kg ts) i pelletert eller kompostert hønsegjødsel (Haraldsen m.fl. 2011).

Tungmetall	Pelletert hønsegjødsel	Kompostert hønsegjødsel
Kadmium (Cd)	0,4	0,9
Kobber (Cu)	63,5	108-140
Sink (Zn)	388	751-819

Analysene viste at produktet av kompostert gjødsel hadde langt mindre nitrogen og mye mer fosfor enn det som sto på posen. For det andre produktet var det helt motsatt. Den komposterte hønsegjødsel hadde mye lavere innhold av organisk materiale og mindre nitrogen enn den pelleterte. Dette bidrar til å forklare forskjellen i tungmetall-innhold mellom de to typene hønsegjødsel (T. K. Haraldsen, pers. med. 2012).

Sammenlignes analysetallene for fjørfegjødsel fra Daugstad m.fl. (2012) med analysetallene for den kommersielle kyllinggjødsel har handelsproduktene jevnt over høyere innhold av tungmetaller, bortsett fra bly, hvor det er omvendt. Dette kan f.eks skyldes at det er høyere tørrstoffinnhold i de kommersielle produktene eller at gjennomsnittstallene for fjørfe hos Daugstad m.fl. (2012) omfatter gjødsel fra kylling, høns og kalkun, mens handelsproduktene bare inneholder kyllinggjødsel.

7.4 Opptak i planter

7.4.1 Veterinærmedisinrester

En rekke opptaksstudier av veterinærmedisiner i planter er utført. Det mest vanlige er å oppgi opptak som en bioakkumuleringsfaktor, BCF, uttrykt som konsentrasjon i planter over konsentrasjon i jord, begge presentert som mg/kg tørrstoff. En kan også finne litteratur som oppgir BCF i friskvekt plantemateriale, noe som er mest vanlig hvis det er svært lite plantemateriale. Det er viktig å være oppmerksom på hvilken enhet som brukes. Vi har valgt å diskutere noen utvalgte opptaksforsøk nærmere.

Bioforsk Vest Særheim har i et NFR-finansiert prosjekt i Matprogrammet gjennomført vekstforsøk i pletter i veksthus, hvor vi har sett på opptak av en rekke organiske fremmedstoffer, blant annet narasinopptak i gulrot og bygg (Eggen m.fl. 2011). BCF (oppgitt i tørrstoff) for narasin i rot av gulrot var 0,7. Vi målte også stoffets potensiale for transport i gulrot. BCF i blad var 0,05, mer enn ti ganger lavere enn opptak i rot. Narasinkonsentrasjonen i bygggrøtter og byggkorn var lavere enn deteksjonsgrensen, men narasin ble påvist i byggblad, BCF 0,025. Basert på estimert jordkonsentrasjon fra Hansen m.fl. (2009), 0,7 mg/kg, og den eksperimentelt bestemte BCF på 0,7 i potteforsøket, vil en beregnet narasinkonsentrasjon i gulrot være 0,5 mg/kg tørrstoff. Samme studie viste at opptak av ciprofloxacin i gulrot, BCF 0,059 i rot, og BCF 0,029 i blad, det vil si lavere enn narasin. Ciprofloxacin ble også gjenfunnet i blad av bygg, BCF 0,26.

Metformin, en humanmedisin brukt mot diabetes 2, ble også undersøkt og viste langt høyere opptak i gulrot, samt ble også funnet igjen i korn, spesielt høyt var opptaket i oljerike raps- og rypsfrø. Selv om en ikke forventer høyt nivå av medisinrester i planter, viser resultatene at det kan være enkelte forbindelser som har uventet høyt opptak og transport i visse planter.

Ti veterinærmedisiner er undersøkt for opptak i gulrot og salat (Boxall m.fl. 2003, Capleton m.fl. 2006). Teoretisk forventet startkonsentrasjon i jord var 1 mg/kg. Amoxicillin med kort halveringstid i jord (< 1 dag) ble ikke gjenfunnet verken i jord ved forsøkets start eller i plantene ved høsting, mens startkonsentrasjonen for de andre veterinærmedisinene var 0,13 - 0,9 mg/kg. De fire stoffene enrofloxacin, trimethoprim, levamisole og florfenicol, viste at under gjeldene forsøksbetingelser (15-20 °C) var 90 % nedbrytningstid (DT_{90}) lengre enn 152 dager. Disse fire stoffene ble gjenfunnet i minst en av plantene. Diazinon, halveringstid < 152 dager, ble funnet i gulrot. Flurofenicol, levamisole og trimethoprim ble funnet i salatblader og diazinon, enrofloxacin, florfenicol og trimethoprim i gulrot (rot). Beregnet BCF (gitt i friskvekt jord og plantemateriale) varierte fra 0,01 (enrofloxacin i gulrot) til 1,4 (levamisole i salat). BCF for diazinon i gulrot var 0,64. Trimethoprim ble funnet i høyere konsentrasjon i kjerne i gulrot enn i skall og skiller seg dermed ut fra de andre stoffene i denne studien og andre forbindelser som er publisert i ulike studier.

Basert på estimerte verdier for forbruk av medikament (dose og behandlingstid), at all husdyrgjødsel anvendes samtidig på samme område med innblanding i jord til 20 cm dybde, og forsøkets resultater om nedbrytningstid og opptak i planter, gjorde forfatterne en risikovurdering (Boxall m.fl. 2006). Forfatterne pekte på at selv om estimert daglig inntak var lavt og at det var usannsynlig at det vil gi negative effekter på menneskers helse med de angitte mengdene bør en være oppmerksom på rester av veterinærmedisiner med svært lave ADI-verdier (akseptabel dose-inntak) og på veterinærmedisiner som mennesker kan bli eksponert for via flere eksponeringsveier eller over lengre perioder.

Andre legemidler, både human- og veterinærlegemidler, som i opptaksstudier viser høyere konsentrasjoner i rot enn i overjordisk plantemateriale er sulphadimetoxine (Migliore m.fl. 1995, 1996), carbamazepine, salbutamol, sulfamethoxazole, trimethoprim (Herklotz m.fl. 2010), og diphenhydramine, fluoxetine (Wu m.fl. 2010). Motsatt opptaksmønster, høyere i blad enn rot, er funnet for carbamacepine (Wu m.fl. 2010, Winker m.fl. 2010), og for norfloxacin og oxytetracycline (Boosaner & Hawker 2010). Detaljene for forsøksopplegg og forskjeller mellom plantesorter er ikke diskutert videre i denne rapporten. Bioforsk sitt vekstforsøk viste akkumulering av metformin (humant legemiddel brukt mot diabetes 2) i oljerike raps- og rypsfrø. Dette viser at det kan være syntetiserte organiske forbindelser som på en eller annen måte i spesielle plantesorter har uventet høyt opptak i planter og videre transport innad i plantene.

7.4.2 Kjemiske sprøytemidler

Etter det vi har klart å finne ut i dette utredningsarbeidet, er det gjort lite forskning på planteopptak av kjemiske sprøytemidler som skyldes rester i husdyrgjødsel. En studie utført i USA påviste vekstskader på potetplanter som fikk jorddekke med planterester fra myntedyrking, behandlet med klopyralid året før. Potetplanter er spesielt følsomme for klopyralid og viser veksthemming ved svært små konsentrasjoner av herbicidrester; skade ble påvist ved eksponering av stoffet ved en konsentrasjon på 0,07 % av vanlig brukt konsentrasjon. Settepoteter fra skadete planter ble brukt i ubehandlet jord påfølgende år og det ble påvist symptomer på klopyralidskader også på de nye plantene (Cox 1998). Som beskrevet i punkt 7.2.1 er det gjort forsøk der spesielt følsomme vekster får vekstskader etter gjødsling med kompost som inneholder rester av kjemiske sprøytemidler. Det ble funnet klopyralid i analysert plantemateriale. I ett tilfelle ble det også påvist planteskade med symptom som kunne tilskrives klopyralid uten at stoffet kunne påvises i analyser.

7.4.3 Tungmetaller

Noen tungmetaller, som kobber og sink, er nødvendige plantenæringsstoffer. I større doser kan de imidlertid være giftige for plantene. Plantene tar opp tungmetaller hovedsakelig via røttene. Tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly regnes som de mest skadelige for mennesker og dyr, mens sink og kobber er blant stoffer som er mest aktuelle som giftige for planter.

Det er mange faktorer som virker inn på opptak i planter og effekter på plantevekst. Jordegenskaper, i hvilken form metallene opptrer og plantenes følsomhet er viktige faktorer. Mange av tungmetallene bindes sterkere i jorda ved høy enn ved lav pH. Kalking av sur jord vil derfor effektivt redusere plantenes opptak av de fleste tungmetallene. I følge Amundsen m.fl. (2008) bindes kvikksølv, bly og krom sterkt i jord og tas i liten grad opp i plantene.

Normalt minsker kadmiuminnholdet i plantene med avstanden fra rota. Det meste av kadmium i jord fins i løselig form som planta lett kan ta opp. Kadmiumopptaket øker med synkende pH, men synker med økende innhold av organisk stoff. Forsøk tyder på at opptak av bly fra jord betyr mindre enn opptak fra luften. Lite bly tas opp via røttene og det som tas opp, har lav mobilitet. Luftbåren bly gjør at planter med stor overflate i forhold til vekt er spesielt utsatt (Alne & Gjerstad 1998).

Ved Öjebyns forsøksgård i Nord-Sverige har tungmetall-transporten og -balansen blitt registrert på gårds- og skiftenivå. I årene 1990-2001 var gården et fullskalaforsøk med melkeproduksjon der halve gården ble drevet økologisk og halve gården hadde konvensjonell drift. Det ble målt netto tilførsel av kadmium og sink til jorda i begge driftssystemene, noe som over tid vil gi akkumulering i jorda. Import av tungmetaller til gården skyldtes for en stor del kraftfôret. Balanseberegningene viste også at korrosjon fra fjøsinnredninga bidro til tungmetall-tilførsel til jorda gjennom husdyrgjødsla.

Størsteparten (75 %) av sinktilførselen på skiftenivå kom fra husdyrgjødsla. Avlingene stod for størsteparten (75 %) av sinkmengden som ble fjernet fra jorda. Tilførselen av kadmium på skiftenivå skyldtes for en stor del atmosfærisk nedfall og i mindre grad kunstgjødsel. Overflateavrenning og tap gjennom grøftevann stod for mesteparten av reduksjonen i kadmiuminnhold på skiftenivå. 85 % av kobbertilførselen på skiftenivå skyldtes husdyrgjødsel og kunstgjødsel. Avling og avrenning fjernet kobber fra jorda, omtrent likt fordelt. Bruk av mer importert kraftfôr medførte at det ble tilført mer tungmetaller til det konvensjonelle driftssystemet, sammenlignet med det økologiske systemet (Bengtsson 2005).

Gras har lavt innhold av kadmium, sink og kobber, mens tungmetallinnholdet varierer mellom ulike grønnsakslag. Rotgrønnsaker har ofte større innhold enn arter der frukt og frø blir brukt. Potet, gulrot, rødbeter, kålrot og nepe har høyere innhold i bladverket enn i knoller og røtter (Bærug & Aasen 1991).

Det er nesten 100 år siden kobbermidler ble tatt i bruk i frukthagene på Vestlandet. I årene 2005-2007 ble det tatt bladanalyser av epletrær i Hardanger og Telemark. I 76 prøver var det i gjennomsnitt 6,25 ppm Cu i tørt materiale. Maksimal verdi var 9,9 og laveste verdi var 3,9 ppm. Fra analyselaboratoriet ble bare seks prøver vurdert som normale, mens 70 prøver hadde for lite kobber. Dette tyder på at langvarig tilførsel av de mengdene som har blitt brukt her ikke medfører forhøyede verdier av kobber i plantene (Serikstad 2011).

Amundsen m.fl. (2001) har beregnet gjennomsnittlig bortførsel av tungmetaller fra jord gjennom opptak i byggplanter og avrenning, basert på et stort antall analyser.

Tabell 15. Gjennomsnittlig bortførsel av tungmetaller fra jord gjennom opptak i planter og avrenning ved dyrking av bygg i jord med gjennomsnittlig innhold av tungmetallene kadmium, bly, nikkel, sink, kobber og krom, i mg/daa og år. Tetthet i jord 1.5. Etter Amundsen m.fl. (2001).

	Kadmium	Bly	Nikkel	Sink	Kobber	Krom
Planteopptak	34	272	306	13 390	4 970	210
Avrenning	17	377	793	6 193	2 420	436
Sum bortførsel	51	649	1 099	19 583	7 390	646

På midten av 90-tallet ble forekomster av bly og kadmium i norske poteter og grønnsaker undersøkt. I en landsdekkende undersøkelse ble 544 prøver av 19 ulike grønnsakstyper analysert. Verdiene var jevnt over lave for alle grønnsakstypene. Gjennomsnittlig innhold i potet var <0,007 og 0,012 mg/kg for hhv bly og kadmium. Gulrotprøvene inneholdt gjennomsnittlig <0,008 og 0,026 mg/kg for hhv bly og kadmium. I tillegg ble det analysert 115 prøver av potet og gulrot fra områder med forventet høyere innhold i jordsmonnet på grunn av geologiske forhold. Gjennomsnittlig innhold av kadmium i gulrot var dobbelt så

høyt som i den landsdekkende undersøkelsen og to prøver av potet hadde verdier for kadmium som lå på eller like over foreslått grenseverdi (0,05 mg/kg friskvekt) (Alne & Gjerstad 1998).

Mattilsynet gjennomførte i 2005 en undersøkelse av innholdet av en del tungmetaller i noen matvarer. Innholdet av bly, kadmium, tinn og kvikksølv ble undersøkt i blant annet kornprodukter, solsikkekjerner, grønnsaker og potetprodukter. Åtte av i alt 209 prøver hadde innhold over maksimumsverdien for kadmium, sju av disse var solsikkekjerner. Nesten alle solsikkekerne-prøvene inneholdt kadmium. Konvensjonelt dyrka solsikkekjerner hadde nesten dobbelt så høyt innhold av kadmium som økologisk dyrka kjerner, og gjennomsnittet lå over tillatt grense. To prøver av potetprodukt hadde for høyt innhold av bly (Morrison 2006).

8. Oppsummering og forslag til videre arbeid

Kunnskapen om innhold av uønskete stoffer i husdyrgjødsel og opptak av slike stoffer i kulturplanter er begrenset. Det begrensede datamaterialet som er skaffet til veie i utredningsarbeidet bekrefter imidlertid at problemstillingen er reell. Myndighetene bør øke sin kunnskap på området og det kan være aktuelt å endre regelverket knyttet til innhold i og bruk av husdyrgjødsel. Problemstillingen er aktuell for bruk av husdyrgjødsel både i økologisk og konvensjonell drift. I første omgang er det nødvendig med en bedre kartlegging av hvilke stoffer husdyrgjødsel kan inneholde og hva den faktisk inneholder.

Veterinærmedisin

Informasjon om forbruk av ulike veterinærmedisiner, mengde og til hvilke dyreslag, er viktig for å kunne prioritere hvilke medisiner en bør prioritere å analysere for. Per i dag er det kun salg av antibiotika og antimikrobielle preparater som er lett tilgjengelig informasjon. I forvaltningen bør en se nærmere på behovet for en mer omfattende sammenstilling av slik informasjon.

Rutinemessig bruk av koksidiostatika i fjørefôr tilsier at analyser av fjørfegjødsel for de mest vanlig brukte koksidiostatika i nordiske land, spesielt narasin og salinomycin, bør innføres, både for handelsprodukter og fjørfegjødsel som distribueres på annen måte. I tillegg kan det være aktuelt å analysere for utvalgte tetracycliner, sulfonamider, trimethoprim og penicilliner i husdyrgjødsel fra besetninger som har blitt behandlet med slike midler. Hvis utvalgte stoffer påvises i forhøyede konsentrasjoner i husdyrgjødsel etter behandling over lengre tid eller ved spesielt høye doser, kan det være aktuelt for eksempel å kompostere husdyrgjødsel før bruk.

I litteratur fra andre land har det vært en del funn av fluoroquinoner som blant annet enrofloxacin og nedbrytningsmetabolitten ciprofloxacin. Bruk av denne stoffgruppen er begrenset i de nordiske landene, men dette bør likevel vurderes her i forhold til andre lands forbruk. Det er en del medisiner, for eksempel procain penicillin og dihydrostreptomycin, med relativt høyt forbruk og som vanligvis ikke inngår i analyser av husdyrgjødsel. Slike veterinærmedisiner bør også vurderes nærmere.

Generelt bør en være oppmerksom på:

- veterinærlegemidler med lang nedbrytningstid under norske klimaforhold
- veterinærlegemidler med lav ADI
- veterinærlegemidler som ofte brukes i blanding
- veterinærlegemidler som har nedbrytningsprodukter som er mer toksiske enn moderforbindelsene

Det er behov for å etablere og utvikle analysemetoder for de mest miljørelevante veterinærmedisinene i husdyrgjødsel og jord.

Det foreligger en god del litteratur om opptak av medisiner i planter. Rapporten presenterer kun resultater for et utvalg veterinærlegemidler. I dette arbeidet har vi ikke gjort videre beregninger for inntak og mulig risiko for helse. Ut fra et generelt inntrykk av at veterinærlegemidler har lavt opptak og transport til overjordisk plantedeler, vil dyrking av korn og gras være mindre problematisk enn dyrking av rotfrukter. Det anbefales en generell vurdering av hvilke legemidler som kan utgjøre en risiko i forhold til miljø, overføring til matkjeden og negativ effekt på plantevekst.

Kjemiske sprøytemidler

Myndighetene bør skaffe seg bedre oversikt over hvilke av de kjemiske sprøytemidlene som er tillatt i Norge som kan overføres til jord via husdyrgjødsel og hvilke av disse som kan gi skader på planter. Analyse av rester av aktuelle kjemiske sprøytemidler må også omfatte husdyrgjødsel som medium.

Generelt bør en være oppmerksom på:

- Virksomme stoffer som det er påvist at har gitt skade i andre land, blant annet klopyralid og aminopyralid
- Kjemiske sprøytemidler med lang nedbrytningstid under norske klimaforhold
- Kjemiske sprøytemidler med nedbrytningsprodukter som er mer toksiske enn moderforbindelsen
- Skader på planter kan oppstå selv ved svært små stoff-konsentrasjoner
- Opptaket av stoffer varierer mellom kulturer og mellom plantedeler

Tungmetaller

I motsetning til de to andre stoffgruppene som er omtalt her kan tungmetaller forekomme naturlig i jord, dessuten har husdyr og planter behov for små mengder av flere av disse stoffene. Det finns en god del kunnskap om forekomsten av tungmetaller i ulike medier og hvilke mengder som kan gi skadelige effekter. Det fins begrensninger for tungmetallinnhold i gjødsel av organisk opphav og for kompostert eller forgjæret husholdningsavfall til bruk i økologisk landbruk. Begrensningene er angitt per vektenhet gjødsel.

En del analyser av tungmetaller i husdyrgjødsel er utført. Det er imidlertid behov for flere analyser for å få oversikt over status.

Generelt bør en være oppmerksom på:

- Variasjoner i innhold av tungmetaller innen samme husdyrslag
- Årsvariasjoner forekommer på individ- og besetningsnivå
- Tungmetall i husdyrgjødsel kan ha flere kilder
- Gjødsel fra gris og fjørfe har høyere innhold av noen tungmetaller enn gjødsel fra andre husdyrslag
- Flere analyser viser at tungmetallinnholdet medfører at norsk husdyrgjødsel plasseres i kvalitetsklasse I, II eller III jf. Gjødselvareforskriftens bestemmelser
- Det er særlig innholdet av kobber og sink som plasserer husdyrgjødsel i kvalitetsklasse II

Konvensjonell husdyrgjødsel i økologisk landbruk

Konvensjonell husdyrgjødsel brukes til fôr- og matvekster i økologisk produksjon. Unntatt er gjødsel fra pelsdyr og burhønsdrift. Gjødsel kommer fra egen konvensjonell husdyrproduksjon, fra andre produsenter eller kjøpes som handelsvare. Oppdatert kunnskap om omfanget av bruk av slik gjødsel bør kunne være med i den årlige statistikken for økologisk produksjon.

Mengdebegrensningene per arealenhet for konvensjonell husdyrgjødsel i økologisk produksjon er basert på nitrogenmengde og fanger dermed ikke opp bruk av husdyrgjødsel med innhold av uønskete stoffer.

Myndighetene bør vurdere om det skal innføres flere begrensninger på bruk av konvensjonell husdyrgjødsel i økologisk produksjon, med bakgrunn i mulig innhold av uønskete stoffer. Dette er gjort i andre land og kan for eksempel gå på grenser for total tilført mengde stoff per dekar eller begrensning med hensyn til hvilke kulturer gjødsel kan brukes på.

Forslag til videre arbeid

Myndighetene bør sørge for at regelverket for bruk av husdyrgjødsel med tanke på innholdet av uønskete stoffer er i tråd med kunnskap på området. Dette gjelder bruk både i konvensjonell og økologisk produksjon. Det bør vurderes å innføre maksimumsgrenser for innhold av uønskete stoffer bygd på innhold per vektenhet kombinert med mengde gjødsel som tillates spredt per areal. Myndighetene bør vurdere om slike regler kan differensieres ut fra type kulturvekst, for eksempel fôr/mat, rotgrønnsaker/kulturer hvor overjordiske deler brukes og ut fra kunnskap om ulik sensitivitet knyttet til opptak. Myndighetene bør også rette oppmerksomheten mot eksponering for ulike uønskete stoffer i kombinasjon og eksponering av enkeltstoffer via flere eksponeringsveier og over lengre perioder.

Myndighetene bør også sørge for at kontroll og godkjenning av konvensjonell husdyrgjødsel, herunder også handelspreparater, oppdateres i tråd med økt kunnskap på området.

Det må etableres rutiner og praksis for tilstrekkelig mengder med prøvetaking, slik at beslutningsgrunnlaget er godt nok for eventuelle regelendringer. Veterinærmedisinanalyser er i utgangspunktet etablert for næringsmidler og metodene må justeres og tilpasses nye prøvetyper som for eksempel husdyrgjødsel før analysering.

Et nordisk samarbeid bør etableres for å:

- lage bedre oversikt over forbruk av enkelte veterinærmedisiner
- analysere husdyrgjødsel
- harmonisere regelverk

Dette arbeidet kan for eksempel starte i form av nettverksbygging på nordisk nivå. Vi anbefaler at det blir tatt initiativ til et nordisk samarbeid mellom økologiske organisasjoner, merkeforvaltninger og relevante myndigheter for å diskutere og samkjøre videre utredningsarbeid og forskning på problemstillingene som er belyst i denne rapporten. Et nordisk arbeidsseminar med ulike aktører kan være en aktuell start på et slikt samarbeid. Mulig finansieringskilde for arbeidet kan for eksempel være Nordisk Ministerråd.

Arbeidet bør videreutvikles til også å inkludere andre aktuelle ikke-økologiske, organiske driftsmidler fra konvensjonell drift som kan brukes i økologisk produksjon, for eksempel halm.

Verktøy for risikohåndtering i komposteringsbedrifter bør utvikles slik det er gjort i Australia (se punkt 7.3.2). Myndighetene bør vurdere om *biologisk nedbrytbarhet av herbicider i kommersiell komposteringsprosess* bør inngå ved bedømming av kjemikalier generelt og herbicider spesielt i godkjenningsprosedyren.

9. Referanser

- AfOR 2009. Update on herbicide active ingredients aminopyralid and clopyralid.
www.organics-recycling.org.uk/
- Alne, J.I. & Gjerstad, K.O. 1998. Bly og kadmium i poteter og grønnsaker. Rapport 7:98, Statens næringsmiddeltilsyn
- Amundsen, C.E. & Grønlund, A. 1997a. Overvåking av tungmetaller i norsk jordbruk. Foreløpig rapport. Jordforsk, Ås
- Amundsen, C.E. & Grønlund, A. 1997b. Balanseberegninger for tungmetaller i dyrket jord i Norge. Jordforsk-rapport nr 92/97
- Amundsen, C.E., Paulsrud, B., Nedland, K.T., Høgåsen, H., Gjerde, B. & Mohn, H. 2001. Miljøgifter og smittestoffer i organisk avfall. Status og veien videre. Jordforsk-rapport nr 97/01, 149 s.
- Amlinger, F., Pollak, M. & Favoino, E. 2004. Heavy metals and organic compound from wastes used as organic fertilizers. European Commission, Ref.nr. Tend/AML/2001/07/20
- Arikan, O.A., Mulbry, W. & Rice, C. 2009. Management of antibiotic residues from agricultural sources: use of composting to reduce chlortetracycline residues in beef manure from treated animals. J. Hazardous Materials 164, 483-489.
- Ascard, J. 2009. Konventionell slaktkycklinggødsel fasas ut. Eko grønsaksodling, nr 5, november 2009. Jordbruksverket
- Aust, M.-O., Godlinski, F., Travis, G.R., Hao, X., McAllister, T.A., Leinweber, P. *m.fl.* 2008. Distribution of sulfamethazine, chlortetracycline and tylosin in manure and soil of Canadian feedlots after subtherapeutic use in cattle. Environ. Pollut. 156, 1243-1251.
- Bao, Y., Zhou, Q., Guan, L. & Wang, Y. 2009. Depletion of chlortetracycline during composting of aged and spiked manures. Waste Management 29, 1416-1423.
- Bengtsson, H. 2005. Nutrient and Trace Element Flows and Balances at the Öjebyn Dairy Farm. Aspects of Temporal and Spatial Variation and Management Practices. Doctoral Thesis, SLU, Uppsala.
- Benke, M.B., Indraratne, S.p., Hao, X., Chang, C. & Goh, T.B. 2006. Trace elements changes in soil after long-term cattle manure applications. Journ of Env Quality, Vol 37 (3), p 798-807.
- Bezdicek, D., Fauci, M., Caldwell, D., Finch, R. & Lang, J. 2001. Persistent herbicides in compost. BioCycle, Journal of Composting & Organics Recycling, July
- Boonsaner, M. & Hawker, D.W. 2010. Accumulation of oxytetracycline and norfloxacin from saline soil by soybeans. Sci. Total Environ. 208, 1731-1737.
- Boxall, A.B.A., Kolpin, D.W., Halling-Sørensen, B. & Tolls, J. 2003a. Are veterinary medicines causing environmental risks? Environ. Sci. Technol.

Boxall, A.B.A., Lindsay, A., Fogg, L.A., Kay, P., Blackwell, P.A., Pemberton, E.J. & Croxford, A., 2003b. Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment. *Toxicol. Letters* 142, 207-218.

Buckhart, E. P. & Davitt, N. H. 2002. Herbicide Persistence in Finished Compost Products: A Case Study from Penn State. Pennsylvania State University, Modified from a paper presented at the 2002 International Compost Symposium, May 6-8 in Columbus, Ohio (this version: May 17, 2002)

Bærug, R. & Aasen, I. 1991. Tungmetaller og andre sporelementer i jord, dyr og planter. SFFL, Ås

Capleton, A.C., Courage, C., Rumsby, P., Holmes, P., Stutt, E., Boxall, B.A. & Levy, L.S. 2006. Prioritising veterinary medicines according to their potential indirect human exposure and toxicity profile. *Toxicol. Letters* 163, 213-223.

Cox, C. 1998. Clopyralid, Herbicide factsheet. *Journal of Pesticide Reform*, Vol.18, no 4

DANMAP 2009. Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, foods and humans in Denmark. ISSN 1600-2032, http://www.danmap.org/pdfFiles/Danmap_2009.pdf.

Daugstad, K., Kristoffersen, A.Ø. & Nesheim, L. 2012. Næringsinnhold i husdyrgjødsel frå storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011. *Bioforsk Rapport Vol 7 nr 24*

Davis, J., Johnson, S. E. & Jennings, K. 2010. Herbicide Carryover in Hay, Manure, Compost, and Grass Clippings: Caution to Hay Producers, Livestock Owners, Farmers, and Home Gardeners. North Carolina Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Sciences, 4/10. www.ces.ncsu.edu/fletcher/programs/ncorganic/special-pubs/herbicide_carryover.pdf

Debio 2003. Regler for økologisk landbruksproduksjon 2003. Debio, Bjørkelangen

De Liguoro, M., Cibir, V., Capolongo, F., Halling-Sørensen, B. & Montesissa, C. 2003. Use of oxytetracycline and tylosin in intensive calf farming: evaluation of transfer to manure and soil. *Chemosphere* 52, 203-212.

Dolliver, H.A.S. & Gupta, S.C. 2008. Antibiotic losses from unprotected manure stockpiles. *J. Environ. Qual.* 37, 1238-1244.

Dow AgroSciences 2010. Reintroduction of aminopyralid products will not lead to more manure problems. www.manurematters.co.uk

Dæhli, R. Pers. Med., FK Agri, E-post 18.1.

EFSA 2010. European food safety authority panel on additives and products or substances used in animal feed. Scientific Opinion on the safety and efficacy of Maxiban(R), G160 (narasin) and nicarbazin for chickens for fattening. *EFSA Journal* 8, 1574.

Eggen, T., Asp, T.N., Grave, K. & Hormazabal, V. 2011. Uptake and translocation of metformin, ciprofloxacin and narasin in forage- and crop plants. *Chemosphere* 85, 26-33.

Eriksson, J. 2001. Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertiliser, precipitation and in oil and crops. Report 5159, Naturvårdsverket

Esser, K. 1996. Reference concentrations for heavy metals in mineral soils, oat, and orchard grass (*Dáctylis glomeratá*) from three agricultural regions in Norway. *Water, Air, and Soil Pollution* 89, p 375-397.

Eurofins 2011. Analyserapport 7.10.2011.

Furtula, V., Farrell, E.G., Diarrassoba, F., Rempel, H., Pritchard, J. & Diarra, M.S. 2010. Veterinary pharmaceuticals and antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolates in poultry litter from commercial farms and controlled feeding trials. *Poultry Sci.* 29, 180-188.

Garden organic 2010. *Herbicide Contamination of Manure and composts*, Information sheet. www.gardenorganic.org.uk/organicgardening/herbicide_damage.php

Govasmark, E., Stáb, J., Holen, B., Hoornstra, D. & Salkinoja-Salonen, M. 2010. Contaminants in digestate from household waste in Norway. www.bioforsk.no/ikbViewer/page/tjenester/publikasjoner/publikasjon?p_document_id=80907.

Halling-Sørensen, B., Nielsen, S.N., Lanzky, P.F., Ingerslev, F., Holten Lützhøft, H.C. & Jørgensen, S.E. 1998. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment - a review. *Chemosphere* 36, 357-393.

Hamscher, G., Abu-Quare, A., Sczesny, S., Hoper, H., & Nau, H. 2000. Determination of tetracyclines and tylosin in soil and water samples from agricultural areas in Lower Saxony. In L. A. van Ginkel & A. Ruiter (Eds.), *The Euroside IV Conference* (pp. 522-526). Biltoven: National Institute of Public Health and the Environment (RIVM).

Hamscher, G., Sczesny, S., Hoper, H. & Nau, H. 2002. Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by high-performance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.* 74, 1509-1518.

Hansen, M., Krogh, K.A., Björklund, E., Brandt, A. & Halling-Sørensen, B. 2009. Environmental risk assessment of ionophores. *Trends in Anal. Chem.* 28, 534-542.

Hansen, M. 2009. Ph.D. Thesis. Anticoccidials in the environment: occurrence, fate, effects and risk assessment of ionophores Department of Pharmaceuticals and analytical chemistry. Section of Toxicology and Environmental Chemistry. University of Copenhagen, Copenhagen.

Haraldsen, T.K. 2012. Pers. med. E-post 08.2.2012

Haraldsen, T.K., Bøen, A. & Øgaard, A.F. 2011. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav - like regler for forskjellige materialer eller behov for tilpasset produktenes aktuelle egenskaper og bruk? *Avfall Norge, KLIF*, 9.5.2011.

Haug, J.V. 2012. Pers. Med. E-post 21.02.2012

Health and Safety Executive 2008. Pesticide residues in manure may cause damage to plants. Regulatory Update: 15/2008 www.pesticides.gov.uk/garden.asp?id=2465

Henschel, K.-P., Wenzel, A., Diedrich, M. & Fliedner, A. 1997. Environmental hazard assessment of pharmaceuticals. *Regul. Toxicol. Pharm.* 25, 220-225.

Herklotz, P.A., Gurung, P., Heuvel, B.V. & Kinney, C.A. 2010. Uptake of human pharmaceuticals by plants grown under hydroponic conditions. *Chemosphere* 78, 1416-1421.

Hussain, S.A. & Prasher, S.O. 2011. Understanding the sorption of ionophoric pharmaceuticals in a treatment wetland. *Wetlands* 31, 563-571.

Höner, G. 2010. Grønnsakdyrker i Gütersloh, Tyskland, pers. med.

Ingerslev, F., Toräng, L., Loke, M.-L., Halling-Sørensen, B. & Nyholm, N. 2001. Primary biodegradation of veterinary antibiotics in aerobic and anaerobic surface water simulation systems. *Chemosphere* 44, 865-872.

Johannessen, G.S., Frøseth, R.B., Solemdal, L., Jarp, J., Wasteson, Y. & Rørvik, L.M. 2004. Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic Iceberg lettuce. *Journal of Applied Microbiology* 96, pp. 787-794.

Kim, K.R., Owens, G., Kwon, S.-I., So, K.-H., Lee, D.-B. & Ok, Y.S. 2011. Occurrence and environmental fate of veterinary antibiotics in the terrestrial environment. *Water Air Soil Pollut.* 214, 163-174.

Kolz, A.C., Moorman, T.B., Ong, S.K., Scoggin, K.D. & Douglass, E.A. 2005. Degradation and metabolite production of tylosin in anaerobic and aerobic swine-manure lagoons. *Water Environ. Res.* 77, 49-56.

Koolsm, S.A.E., Boxall, A.B.A., Moltmann, J.F., Bryning, G., Koschorreck, J. & Knacker, T. 2008. A ranking of European veterinary medicines based on environmental risks. *Integrated Environmental Assessment and Management* 4, 399-408.

KRAV 2012. KRAVs regler 2012. www.krav.se/kravsRegler/

Kristensen, E. 2012. Planteavlskonsulent, Økologisk landsforening, pers. med. Tlf. jan 2012

Landbruks- og matdepartementet 2003. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20030704-0951.html

Lester, Y., Avisar, D. & Mamane, H. 2010. Photodegradation of the antibiotic sulphamethoxazole in water with UV/H. *Environ. Technol.* 31, 175-183.

Martínez-Carballo, E., González-Barreiro, C., Scharf, S. & Gans, O. 2007. Environmental monitoring study of selected veterinary antibiotics in animal manure and soils in Austria. *Environ. Pollut.* 148, 570-579

Martinson, K. & Stahl, L. 2010. Use Caution When Harvesting and Feeding Ditch Hay. University of Minnesota, Extension. www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/M1197.html

Mattilsynet 2007. Veiledning til forskrift 4.juli 2003 nr. 951 om gjødselvarer mv. av organisk opphav.

Mattilsynet 2009. Veileder B. Utfyllende informasjon om økologisk landbruksproduksjon.
www.mattilsynet.no

Mattilsynet 2011. Omsetningsstatistikk for plantevernmidler 2006-2010. Mattilsynet Ås,
www.mattilsynet.no

Mattilsynet 2012. Referat fra møte i EUs ad hoc arbeidsgruppe om innholdet i nytt og utvidet EU-regelverk om gjødsel. Gruppe 3 - Kontaminanter, hygiene og andre risikofaktorer, 18.1.2012.
www.mattilsynet.no/mattilsynet/multimedia/archive/00076/Referat_fra_m_te_180_76980a.pdf

Migliore, L., Brambilla, G., Casoria, P., Civitareale, Cozzolino, S. & Gaudio, L. 1996. Effect of sulphadimethoxine contamination on barley (*Hordeum distichum* L., Poaceae, Liliopsida). *Agr. Ecosyst. Environ.* 60, 121-128.

Migliore, L., Brambilla, G., Cozzolino, S. & Gaudio, L. 1995. Effect on plants of sulphadimethoxine used in intensive farming (*Panicum miliaceum*, *Pisum sativum* and *Zea mays*). *Agr. Ecosyst. Environ.* 52, 103-110.

Montforts, M. *m.fl.* 1999. A guide to risk assessment of veterinary medicinal products used in animal husbandry. ERAVMIS: Environmental Risk Assessment of Veterinary Medicines in Slurry.

Morrison, E. 2006. Kartlegging av nokre tungmetall i ulike matvarer. Saksnr 05/21717, Mattilsynet

NORM/NORM-VET, NORM/NORM-VET 2009. Usage of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in Norway. Tromsø/Oslo 2010. ISSN:1502-2307 (print)/1890-9965 (electronic).

Paulsrud, B., Wien, A. & Nedland, K.T. 1997. Miljøgifter i norsk kompost og husdyrgjødsel. SFT-rapport 97/26, 47 s.

Plantedirektoratet 2009. Veiledning om økologisk jordbruksproduksjon. Version nr 3.0 af 14-09-2009. www.netpublikationer.dk/FVM/978-87-7083-584-8/index.htm

Recycled Organics Unit. 2004. Persistent Herbicides Risk Management Program: Research Report and Recommended Action Plan. Recycled Organics Unit, internet publication: www.recycledorganics.com

Salomon, E., Malgeryd, J., Bergström, J. & Tersmeden, M. 2006. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns. JTI-rapport Lantbruk & Industri 000. ISSN 1401-4963

Sassman, S.A. & Lee, L.S. 2005. Sorption of three tetracyclines by several soils: assessing the role of pH and cation exchange. *Environ. Sci. Technol.* 39, 7452-7459.

Serikstad, G.L. 2011. Kobber som plantevernmiddel i økologisk frukt- og bær dyrking. Bioforsk Rapport Vol 6, nr 108

Soil Association. 2010. Herbicide contaminated manure threat continues.

www.soilassociation.org/News/NewsItem/tabid/91/smId/463/ArticleID/410/reftab/57/t/Herbicide-contaminated-manure-threat-continues-/Default.aspx

SFT 1996. Avløpsslam og miljøgifter. SFT publikasjonsnr. TA-1296

SVARM, 2010. Swedish Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring. ISSN 1650-6332, <http://www.sva.se/upload/pdf/Tj%C3%A4nster%20och%20produkter/Trycksaker/Svarm2010.pdf>.

Thiele-Bruhn, S. & Dirk, P. 2007. Photodegradation of pharmaceutical antibiotics on slurry and soil surfaces. Landbauforschung Völkenrode 1, 13-23.

Wang, L. 2010. Mattilsynet, pers med. (e-post, 17.09.2010)

Washington State University 2011. Bioassay Test for Auxinic Herbicide Residues in Compost: protocol for Gardeners in Washington State, Extension March 8, 2011

Winker, M., Clemens, J., Reich, M., Gulyas, H. & Otterpohl, R. 2010. Ryegrass uptake of carbamazepine and ibuprofen applied by urine fertilization. Sci. Tot. Environ. 408, 1902-1908.

Wu, C., Spongberg, A.L., Witter, J.D., Fang, M. & Czajkowski, K.P. 2010a. Uptake of pharmaceutical and personal care products by soybean plants from soils applied with biosolids and irrigated with contaminated water. Environ. Sci. Technol. 44, 6157-6161.

Wu, Y., Chen, D.-H. & Kookana, R. 2010b. Aqueous Photodegradation of Selected Antibiotics under Different Conditions. International Conference on Biology, Environment and Chemistry. IACSIT Press, Singapore.

Xian-Gang, H., Yi, L., Qi-xing, Z. & Lin, X. 2008. Determination of thirteen antibiotics residues in manure by solid phase extraction and high performance liquid chromatography. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 36(9), 1162-1166.

Yang, J.-F., Ying, G.-G., Zhou, L.-J., Liu, S. & Zhao, J.-L. 2009. Dissipation of oxytetracycline in soils under different redox conditions. Environ. Pollut. 157, 2704-2709.

Zhao, L., Dong, Y.H. & Wang, H. 2010. Residues of veterinary antibiotics in manures from feedlot livestock in eight provinces of China. Sci. Total Environ. 408, 1069-1075.

Øgaard, A.F., Grønsten, H.A., Sveistrup, T.E., Bøen, A., Kværnø, S.H. & Haraldsen, T.K. 2008. Potensielle miljøeffekter av å tilføre avløpsslam til jordbruksarealer. Resultater fra to feltforsøk i korn, 1.forsøksår 2007. Bioforsk Rapport, 3 (59), 43 s.

Økologisk Landsforening, 2011. Strategi for udfasning af konventionel husdyrgødning og halm i Økologisk landbrugsproduktion.

www.okologi.dk/landmand/fagomraader/oekologisk-planteavl/goedning-og-halm/strategi-for-udfasning-af-konventionel-halm-og-goedning.aspx 18/10/11

Østensvik, Ø. November 2008. Personlig meddelelse. Norges Veterinærhøgskole.

Aarstad, P.A., Bjørlo, B. & Gundersen, G.I. 2009. Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2008. Rapporter 2009/52. Oslo-Kongsvinger, www.ssb.no

10. Vedlegg

10.1 Samletabell for tungmetallinnhold i ulike husdyrgjødselprøver

Tall fra Amundsen & Grønlund (1997a)							
Husdyrgjødsel	Kadmium	Bly	Kvikksølv	Nikkel	Sink	Kobber	Krom
Storfe, middel	0,2	1,7		3,1	195	30,6	1,9
Storfe, Jæren	0,39	5,6		3,1	356	50,8	1,6
Sau, middel	0,2	1,6		5,1	228	28,9	3,7
Gris, Akershus	0,29	2,2		3,7	568	62,8	2,7
Tall fra Daugstad m.fl. 2012							
Fjørfe	0,16	1,044		3,4	343	62	1,53
Min-maks	0,07-0,31	0,76-1,4		1,8-5,6	140-760	28-128	0,25-3,61
Gris	0,27			4,93	637	95	3,25
Min-maks	0,12-0,69			3,4-7	250-1542	47-185	1,3-5,2
Sau	0,16				600	34	0,942
Min-maks	0,09-0,23				250-850	17-48	0,91-0,97
Storfe	0,13			4,31	184	39	1,083
Min-maks	0,08-0,2			4,3	140-220	27-67	0,95-1,2
Tall fra Amlinger m.fl. 2004							
Bløtgjødsel, storfe, øko.	0,11	0,75		2,5	156	32	1,8
Bløtgjødsel, storfe, konv	0,13	0,92		3,6	190	49	2,3
Bløtgjødsel, gris, konv.	0,17	0,95		3,2	635	178	4,1
Fastgjødelse, storfe, øko.	0,13	1,02		3,5	148	29	3,8
Fastgjødelse, storfe, konv.	0,16	0,69		3	174	31	2,8
Fastgjødelse gris, konv.	0,32	1,17		4,4	791	130	7
Tall fra Salomon m.fl. 2006							
Bur, fast gjødelse (3)	0,23	2,1	0,008	4,33	410	40	5,63
Bur, bløt-gjødsel (18)	0,19	2,75	0,007	4,18	409	49,1	4,96
Bur, gylle(4)	0,39	2,42	0,007	4,3	523	73,3	6,08
Frittgående, fast gj.(16)	0,22	2,11	0,008	4,39	417	54,7	5,89
Frittgående, bløtgj.(11)	0,19	2,72	0,007	4,15	377	47,5	5,63
Frittgående, gylle (8)	0,22	4,09	0,013	5,16	431	61,5	6,05
Økologisk, fast gj. (5)	0,18	3,3	0,015	5,1	376	50,6	6,8
Økologisk, bløtgj. (2)	0,12	2,55	0,01	4,8	350	49	5,6
Økologisk, gylle (1)	0,04	2,6	0,014	5,9	420	49	6,7
Tall fra Haraldsen m.fl. (2011)							
Pelletert hønsegjødsel (komm.)	0,4				388	63,5	
Kompostert hønsegjødsel (komm.)	0,9				751-819	108-140	
Binadan (kommersiell)	0,27	0,58	< 0,01	5,7	482	144	3,5
Norsk naturgjødelse (komm.) Analyse fra Eurofins	0,16	0,57	0,002	5,3	430	78	3,9

