

Information til brug ved kvalitative interviews i RECONCILE projektet

Recirkulering til økologisk jordbrug – forbruger accept og miljø og sundhedsmæssig forsvarlighed

Den økologiske produktion i Danmark dækker ca 10% af landbrugsarealet i dag, og der er et klart ønske om at øge andelen, både drevet af efterspørgsel fra markedet, og fra det politiske system. En af de største barrierer for omstilling af produktionen er hvordan den skal forsynes med næringsstoffer til gødning af afgrøder.

De økologiske landmænd ønsker at ophøre med brug af husdyrgødning fra konventionelle bedrifter og samtidig udvide produktionen.

Hidtil har de økologiske landmænd kunnet aftage husdyrgødning (f.eks. kvæg og svinegylle) fra de konventionelle landmænd gennem naboaftaler. Det har imidlertid voldt kvaler at der var så klar en afhængighed af det konventionelle jordbrug, og helt tilbage i 2008 besluttede de økologiske landmænd at brugen af konventionel husdyrgødning og halm skulle ophøre i 2021. Efterfølgende måtte de erkende at det var for vanskeligt at klare sig selv, og i den mellemliggende tid er der blevet arbejdet med andre løsninger. Her er det særligt interessant at recirkulere fra det omgivende samfund.

Recirkulering har været central i den økologiske tænknings DNA siden begyndelsen, hvor Sir Albert Howard i 1930'erne formulerede 'The Law of Return', som understregede vigtigheden af at udnytte tilgængelige affaldsmaterialer til at opbygge og vedligeholde jordens frugtbarhed og humus indhold. Her slog Howard kraftigt til lyd for genbrug af alle organiske affaldsmaterialer, herunder biogødning fra spildevand og aske fra organiske materialer. Der har så været en lang årrække hvor der siden slutningen af 1960'erne har været en stærk modvilje mod at tage organiske affaldsmaterialer fra byer og industrier, fordi de blev set som potentielt forurenede. Derfor er der i dag en række regler for hvad man må gøde med i økologisk jordbrug, som vanskeliggør recirkulering, og spørgsmålet er om disse regler skal opretholdes eller videreudvikles. I løbet af de seneste 30-40 år er der i mellemtiden sket store forbedringer i kvaliteten af det affald der kommer fra byer og industrierne i Danmark, pga de skærpede miljølove.

Så spørgsmålet er om vi skal vi recirkulere, vel vidende at vores affalds og sidestrømme indeholder små mængder uønskede stoffer, fx mikroplastik, tungmetaller og medicinrester – eller skal vi bortskaffe / forbrænde alt for en sikkerheds skyld, vel vidende at det på lang sigt er uholdbart.

Hvad vi ved i dag om jord til bord

Vi ved allerede i dag, at jorden hjælper os med at håndtere smitstoffer, og mange andre uønskede stoffer, fx medicinrester og tungmetaller, når vi bringer husdyrgødning og restprodukter ud på jorden efter de gældende regler. Du vil kunne læse mere om dette i den vedlagte populærvidenskabelige rapport: 'En vurdering af indholdsstoffer i gylle fra kvæg, svin og biogødning fra spildevand'.

Smitstoffer neutraliseres af jorden

Selvom vi langt fra forstår alt hvad der sker i vores landbrugsjord, er det klart at den gør os meget store tjenester. Når det kommer til smitstoffer kan vi se at de hurtigt neutraliseres når husdyrgødning eller andet affald der indeholder smitstoffer bringes ned i jorden fx gennem pløjning. Det kan være fordi smitstofferne ikke kan overleve den konkurrence der er mellem organismer i jorden, eller bliver bytte for små dyr der spiser dem. Vi kan også se at multiresistente organismer bliver ganske stærkt kontrolleret af landbrugsjorden. I andre dele af verden, hvor der ikke er så godt styr på håndtering og udbringning af affald sker det at det havner i søer, floder og havmiljøet, hvor det giver smittefare.

Medicinrester i jord er ikke et problem

Der udbringes medicinrester med husdyrgødning og biogødning fra spildevandsslam. De bliver nedbrudt eller bundet stærkt til jorden, og optages kun i meget ringe grad af planter. De analyser der er lavet vurderer at det ikke udgør et problem for dyr og menneskers sundhed.

Tungmetaller tilbageføres i meget ringe grad til fødevarer

Der udbringes også tungmetaller, som findes overalt i miljøet. Mængderne af tungmetaller er faldet meget i samfundets affaldsstrømme, og der er samtidigt sket en stærk reduktion i mængderne der udledes til atmosfæren, som siden lander på afgrøder og jord. Når tungmetaller tilføres til vores landbrugsjord bliver de bundet til jorden, og efterhånden bliver de mindre og mindre opløselige. Derfor optages de i meget ringe grad i afgrøderne, som siden bliver til vores fødevarer.

Ideen med projektet

Ideen med projektet er at undersøge om recirkulering er en farbar vej for at videreudvikle økologisk jordbrug. Dette gøres både ved at spørge til dine (forbrugerens) holdninger til recirkulering fra byerne og de industrier der forarbejder organiske naturprodukter. Desuden undersøges om der er problemer med indhold af tungmetaller og mikroplastik ved anvendelse af gødninger fra byerne (komposteret husholdningsaffald, biogødning fra spildevand, og urin fra mennesker).



En vurdering af indholdsstoffer i gylle fra kvæg, svin og biogødning fra spildevand

Jakob Magid

Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet

ISBN: 978-87-996274-5-5

Forord

Denne vurdering er en sammenskrivning af en rapport, som er udarbejdet af forskere fra Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet (Kathrine Eggert Pedersen, Kristian Koefoed Brandt, Nina Cedergreen og Jakob Magid) og DTU-FOOD (Max Hansen). [Læs rapporten 'Assessment of risks related to agricultural use of sewage sludge, pig and cattle slurry' her.](#)

Miljøstyrelsen har sammen med forskerne bidraget til at fastlægge forskningsspørgsmål. Arbejdet er støttet af Miljø- og Landbrugsministeriet, samt delvist af GUDP projektet NUTHY (Nutrients for Higher Organic Crop Yields).

Det Økologiske Erhvervsteam, nedsat af Miljø- og fødevarerministeren, anbefalede i 2017 under overskriften 'Økologien som eksperimentarium for udvikling af den cirkulære bioøkonomi' at økologerne skal have mulighed for at anvende næringsstoffer fra behandlet spildevand.

Forudsætningen for fremtidig anvendelse af næringsstoffer fra behandlet spildevand i økologisk jordbrug er at kvalitets-kriterier kan overholdes, forklares og forstås af forbrugere. Et skridt på vejen var udarbejdelsen af rapporten, som denne vurdering sammenfatter. Rapporten giver et overblik over risikofaktorer for mennesker og jordmiljøet ved gødsning med kvæg og svinegylle, samt biogødning fra spildevand. Følgende stofgrupper indgik i vurderingen:

Antibiotika resistensgener, metaller, chlorophenyl, dioxiner, furaner, halogenerede alifatiske hydrocarboner (HAH), lineære alkylbenzenesulfonater (LAS), polyaromatiske hydrocarboner (PAH), polybromerede diphenyl æthre (PBDE), polychlorerede biphenyl (PCB), poly- og perfluorinerede alkylerede substanser (PFAS), phenoler, phosphat-triester, phtalater, polychlorinerede naphthalener (PCN), polychlorerede alkaner (PCA), triclosan, triclocarban, veterinær- og human medicin rester samt østrogener.

Erhvervsteamet forudså at Danmark, afhængigt af rapportens udkomme, kunne vælge at arbejde for at EU's økologiregler kan udvides, og muliggøre recirkulering af næringsstoffer fra behandlet spildevand og andre mulige acceptable afledte produkter.

Biogødning

'Biogødning' er en oversættelse af det amerikanske 'biosolids', der bruges for behandlet spildevandsslam. I Danmark er det gængs at spildevandsslam behandles gennem biogasproduktion som reducerer mængden af smittefarlige mikroorganismer, og efterfølgende afvandes til et tørstofindhold over 20%. Der er også andre behandlingsformer, som f.eks. kompostering. Råt uhygiejniseret spildevandsslam må ikke udbringes på landbrugsjord.

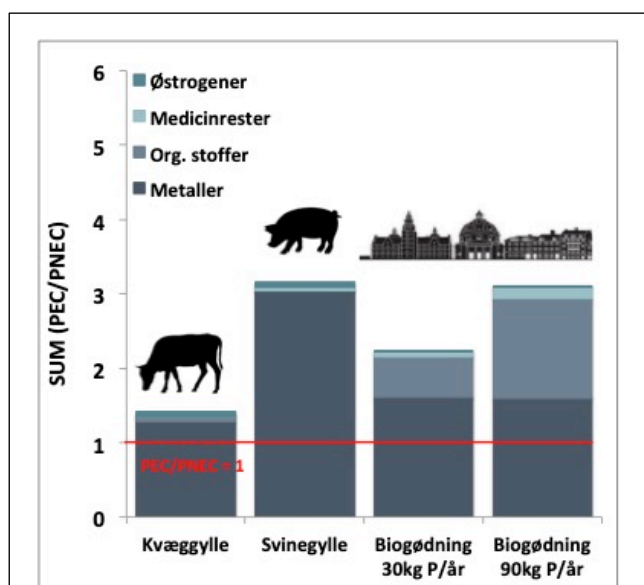
Sammenfatning

På basis af den indsamlede viden vurderes det at landbrugsmæssig anvendelse af biogødning fra spildevand ikke medfører større risiko for miljø, dyr og mennesker end brug af gylle fra svin og kvæg. Hvad angår antibiotika resistens er det under danske forhold sandsynligt at spredning fra gødning via jord til mennesker udgør en langt mindre risiko end f.eks. internationale rejser.

Vi har vurderet risikofaktorer for mennesker, og her er det tungmetallerne som er bedst forstået, og særligt cadmium er vigtig i dansk sammenhæng. Det forekommer meget relevant at undersøge om cadmium indholdet i vores fødevarer som forventet er faldende, som følge af de stærke reduktioner i atmosfæriske udledninger der er sket i de seneste årtier. Dette skulle på sigt påvirke indholdet i jord og afgrøder.

Det anses for usandsynligt at overførsel af medicinrester fra husdyrgødning til afgrøder er et problem for menneskers sundhed, og det vurderes med sikkerhed at medicinrester i biogødning ikke bør føre til bekymring.

Den kvantitative risikovurdering for jordmiljøet (se figuren nedenfor) viste, at der kan være en potentiel risiko ved gentagende anvendelse over 100 år af husdyrgødning og biogødning fra spildevand. Svinegylle udgør en større kronisk risiko grundet dens indhold af især zink og kobber. Af samme grund blev reglerne for brug af Cu ændret i februar 2019, så der nu udbringes 25% mindre. Dertil udfases brugen af medicinsk zink ifølge SEGES senest juni 2022.



Sammenvejning alle forureningers effekt på jordmiljøet efter 100 år + 6 måneders anvendelse. De 6 måneder giver tid til biologisk nedbrydning af en del af den organiske forurening. Den røde stiplede line angiver det niveau, hvor der ikke kan forventes effekt på jordmiljøet. Metal koncentrationerne i gyllen er beregnet efter den regulering som træder i kraft fra 2022.

Modeller fortæller ikke hele 'SANDHEDEN'

Risiko for jordmiljøet er vurderet ved anvendelse af Det Europæiske Kemi Agenturs (ECHA's) guideline for bestemmelse af økotoksicitet i jord. Den er i udgangspunktet meget forsigtig, og har dermed en tendens til at overvurdere risiko.

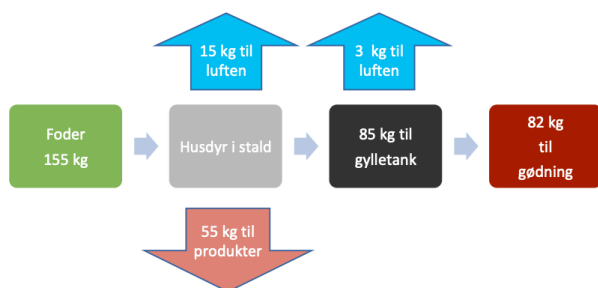
Der tages ikke højde for fjernelse af metaller med afgrøder og at der under danske forhold vil ske en udvaskning af kobber og zink hvorfor ophobningen bliver lavere. Der tages heller ikke højde for at der i danske jorde overvejende er pH forhold tæt på neutralt pH – som bevirker at metallerne bliver hårdt bundet til jorden og derfor er af begrænset biologisk tilgængelighed.

Evalueringen af biogødning fra spildevand viste potentiel toksicitet af phtalater og triclocarban. Virkningen er dog sandsynligvis overvurderet, da der mangler toksicitetsmålinger for jord og mangler danske koncentrationsmålinger. Der kunne med fordel laves en nærmere undersøgelse af dette.

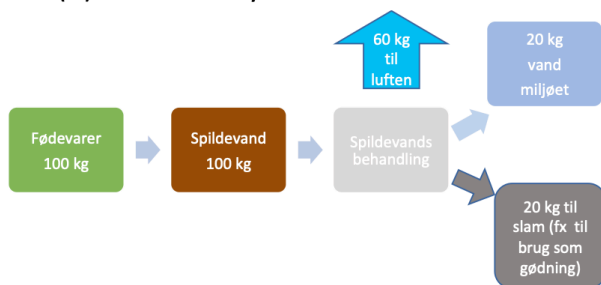
Ressourcernes gødningsværdi

Som det illustreres i figuren nedenfor er vores husdyrproduktions systemer generelt veludviklede med hensyn til at bevare næringsstoffer til recirkulering. Af 155 kg N som findes i foder indgår 55 kg til animalske produkter (kød, mælk mm), hvilket efterlader 100 kg til rest. Heraf går 82 kg til gødning. Atmosfærisk tab af kvælstof (N) før udbringning vil uundgåeligt forekomme, om end der arbejdes på at mindske disse. Heroverfor er det tydeligt at vores spildevandssystemer ikke er udviklet med henblik på recirkulering. De 100 kg N som mennesker udskiller til spildevandet resulterer i 20 kg N til gødning. Det er fordi spildevandsrensningen er udviklet med henblik på at mindske belastningen af det omgivende vandmiljø og samtidig være økonomisk rentabel. I de senere år er spildevandsrensningen blevet videreudviklet så navnlig fosfor (P) tilbageholdes, for at kontrollere bl.a. alger i vandmiljøet. Dette muliggør en vis recirkulering.

Kvælstof (N) i husdyr systemet



Kvælstof (N) i menneske systemet



Sammenlignet med den gødning der kan fås fra spildevand vil næringsstof sammensætningen i gyllen fra husdyr være tættere på balanceret i forhold til planter, mens slammet vil have alt for meget P sammenholdt med N og kalium (K). Derfor kan først og fremmest planters behov for P dækkes ved brug af biogødning fra spildevand. Kvælstof findes primært i organisk form, hvor mindre end halvdelen bliver tilgængeligt og optages i planter i det første år efter udbringning. Kalium, magnesium, og til dels calcium og en række mikro-næringsstoffer udledes sammen med andre vandopløselige stoffer fra rensningsanlægget. Det betyder at biogødningen først og fremmest indeholder mindre opløseligt stof, og at indholdet af kvindelige kønshormoner (østrogener) og en række medicinrester er meget lavt*.

Risikovurdering af biogødning og gylle

Risikoen for mennesker blev vurderet på baggrund af den nyeste litteratur om metaller, veterinær- og human medicinrester og udbredelsen af antibiotikaresistens. Disse anses for at udgøre de væsentligste risici når det kommer til jordbrugsmæssig anvendelse af gylle og biogødning.

For jordmiljøet blev der foretaget en kvantitativ vurdering af hvor høje jordkoncentrationer (predicted environmental concentration, PEC) der kan forefindes af de enkelte stoffer umiddelbart efter den maksimale (lovlige) årlig udbringning af 30 kg P/ha i kvæggylle og biogødning, 37 kg P/ha i svinegylle, eller udbringning af 90 kg P/ha i biogødning hvert 3^{die} år. Jordkoncentrationerne blev estimeret over en anvendelse i op til 100 år.

Koncentrationen i jorden blev så sammenholdt med den højeste koncentration der vurderes *ikke at have effekt* på biologien i jorden (predicted environmental concentration, PNEC), sådan at man kan få en værdi for den relative risiko af hvert enkelt stof (PEC/PNEC). Disse risikoværdier blev så lagt sammen, så man kan

* Det hævdes ofte at spildevandsslam er fyldt med medicin og kvindelige kønshormoner. Dette er ikke korrekt.

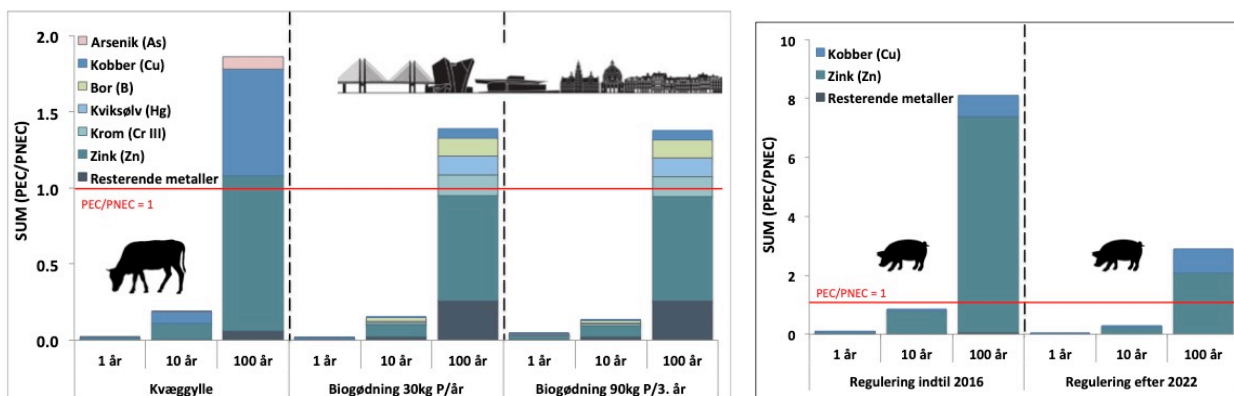
Da mange af disse stoffer er vandopløselige, vil de for en stor del blive udvasket fra slamfraktionen og forblive i vandet der udledes til vandmiljøet.

vurdere den samlede risiko, samt se hvilke stoffer der bidrager mest til den samlede risiko. Når den samlede værdi er mindre end 1, vurderes der at være en acceptabel lav risiko. For en del stoffer var der ringe viden om deres faktiske giftighed i jord. Man må derfor tage udgangspunkt i viden om stoffernes giftighed overfor vandlevende organismer, eller i beregninger baseret på lignende kemiske stoffers giftighed. Da disse estimeringer af giftighed er meget usikre, anlægges man en konservativ tilgang og dividerer den koncentration, der vurderes ikke at have en virkning med en sikkerhedsfaktor på op til 1000. Dermed anlægges der en meget forsigtig (konservativ) bedømmelse af stoffer, som der findes lidt viden om.

Metaller

Metaller kan akkumulere i jord, gennem brug af gødning, men også fra atmosfærisk tilførsel. De kan kun fjernes fra jorden gennem udvaskning eller planteoptag, og fortjener særlig opmærksomhed fordi de til forskel fra organiske stoffer er ikke-nedbrydelige og derfor kan forårsage langvarig (kronisk) toksicitet. Mennesker bliver primært påvirket af metaller gennem fødeindtag. Nogle metaller er nødvendige at indtage i passende mængder, mens andre er direkte skadelige f.eks. cadmium (Cd) og bly (Pb). Cd er det stof der er størst fokus på i vores del af verden, da det optages lettere i planter end andre farlige tungmetaller. Man kan begrænse planternes optagelse af Cd ved at holde jordens pH tæt på neutral gennem kalkning, da Cd og de fleste andre tungmetaller er næsten uopløselige i dette pH område.

I et norsk studie af risiko overfor mennesker udsat for metaller gennem deres mad, blev det vurderet at 100 års anvendelse af biogødning ville forøge indtaget af Cd med mindre end 5%, hvilket blev anset som acceptabelt. Et nyere studie peger dog på at Cd-koncentrationerne i jordmiljøet sandsynligvis er på vej til at falde, som følge af stærkt faldende atmosfæriske udledninger i de sidste årtier. Som følge af renere produktion, og særligt som følge af forbedret røg-rensning er de atmosfæriske udledninger af Cd og Pb reduceret med henholdsvis 80% og 95% siden 60'erne.



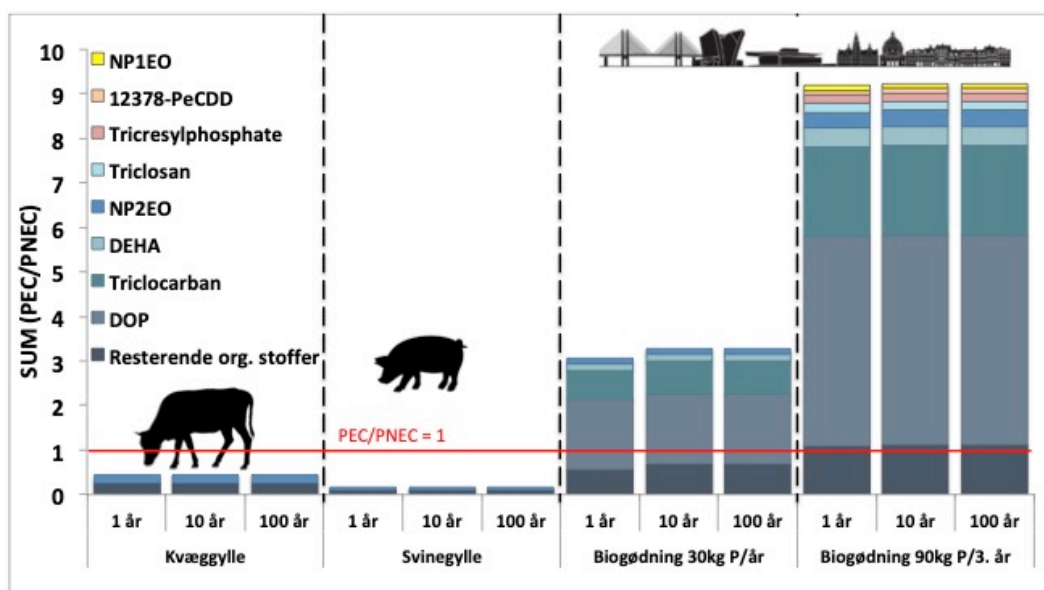
Kvantitativ vurdering af metallers risiko i jordmiljøet ved forskellig tildeling af biogødning og gylle målt som summen af risikoværdierne af de enkelte metaller. Risikoværdierne er ratioen mellem de forventede koncentrationer i miljøet direkte efter udbringning (PEC) og den højeste koncentration, der vurderes ikke at have en effekt på jordmiljøet (PNEC). Den røde stiplede linje angiver det niveau, hvor under risikoen for jordmiljøet vurderes acceptabel. Værdier højere end den røde linje betyder ikke nødvendigvis at risikoen er stor, men kan også være et udtryk for, at der er manglende information omkring stoffernes giftighed overfor jordmiljøet.

Vurderingen af tungmetallernes virkning på jordmiljøet faldt sådan ud at kvæggylle og biogødning efter 100 års anvendelse næsten ingen risiko havde (værdier mellem 1-2), mens svinegylle lå en hel del højere (omkring 8) og derfor muligvis kan påvirke jordmiljøet efter 100 års anvendelse. For kvæg og svine-gylle er det især kobber og zink der er udslagsgivende. Disse har i en årrække været anvendt som fodertilskud for at modvirke

diarre[†]. En ny regulering af indholdet af kobber trådte i kraft i februar 2019 og medførte en reduktion på 25%. Med hensyn til zink i svinefoder er en udfasning undervejs som forventes at træde i kraft senest juni 2022. Disse ændringer forventes ifølge SEGES at sænke indholdet kobber og zink i foder, og dermed også i gyllen, således at risikoen ved brug af svinegylle mindskes til en værdi på omkring 3.

Organiske forureninger

Organiske forureninger i biogødning er generelt velundersøgte når man tager den internationale litteratur i betragtning. Risikoen for mennesker ved indtag af fødevarer dyrket i jord som har modtaget biogødning anses for at være minimal, grundet et ubetydeligt planteoptag af disse stoffer. Andre eksponeringsveje i miljøet har sandsynligvis langt større betydning end fødeindtaget for disse stoffer. For jordmiljøet, som udsættes for disse stoffer ved udbringning ser billedet ud som vist nedenfor.



Kvantitativ vurdering af organiske stoffers risiko i jordmiljøet ved forskellig tildeling af biogødning og gylle målt som summen af risikoværdierne af de enkelte organiske stoffer. Risikoværdierne er ratioen mellem de forventede koncentrationer i miljøet direkte efter udbringning (PEC) og den højeste koncentration, der vurderes *ikke* at have en effekt på jordmiljøet (PNEC). Den røde stiplede line angiver det niveau, hvor under risikoen for jordmiljøet vurderes acceptabel.

Den viden der findes om organiske forureninger i dansk spildevand er ret omfattende. For enkelte stoffer har vi måttet inddrage værdier fra andre lande, og anlægge en meget forsigtig tilgang i analysen, hvilket medfører at risikoen let kan være overvurderet. Det ses at kvæg og svinegylle ligger under risikotærsklen hvad angår organiske forureninger, mens biogødningen ligger over – uanset om der udbringes 30 kg årligt eller 90 kg hvert tredje år. Det er vigtigt at fremhæve at vurderingen vedrører tiden umiddelbart efter udbringningstidspunktet – og at der næsten ingen forskel ses på 1 års anvendelse og 100 års anvendelse. Dette er fordi virkningen af de organiske forureninger aftager når de nedbrydes, hvad en del af dem gør ret hurtigt. Bemærk at en stor del af virkningen fra biogødning tilskrives phtalater (i særdeleshed DOP og DEHA) og triclocarban (ca. 80%). Der er betydelig usikkerhed om hvordan de egentlig påvirker biologien i jorden, og der er derfor anvendt en sikkerhedsfaktor på 1000 (dvs. det antages at effekten er tusinde gange større end de værdier man har kunnet finde fra vandlevende organismer). Mere viden om disse stoffers virkning på jordmiljøet ville kunne give en mere præcis risikovurdering

[†] EU regler vil stoppe anvendelsen af medicinsk zink i svineproduktionen i 2022, og stramme reglerne for brug af kobber i foder til smågrise.

Østrogener

Som det blev antydnet i indledningen er der stor forskel på forekomsten af østrogener i gylle fra svin og kvæg sammenlignet med biogødning. Østrogener udskilles i betydelige mængder fra diende søer og mælkeproducerende køer, mens østrogener der udskilles af mennesker kun i ringe grad tilbageholdes i spildevandsslammet. Det der ikke nedbrydes under rensningen bliver for en stor del udledt til vandmiljøet. Samlet set vurderes østrogenerne i gylle fra kvæg og svin dog at ligge under risikotærsklen for jordens biologiske system.

Der er ikke foretaget en vurdering af østrogenernes mulige påvirkning af mennesker gennem evt. optag via planter.

Veterinær - og human medicinrester

Det europæiske medicinagentur kræver en risikovurdering i forbindelse med godkendelse af ny medicin i Europa, men udskillelse og efterfølgende optagelse af medicinrester i afgrøder indgår ikke i denne vurdering. Der er meget få forsøg på at vurdere risici for forbrugere grundet optagelse af veterinær medicin i afgrøder, men de der foreligger indikerer lav risiko.

Et norsk studie vurderede alle 1414 aktive human medicinske substanser på markedet. Af disse blev kun 14 vurderet at ligge over en afskæringsgrænse på 100 eller 10 mikrogram per kg jord efter udbringning af spildevandsslam. Der blev foretaget en risikovurdering af disse i et scenarie hvor børn antoges dagligt at spise 0,2 g jord iblandet spildevandsslam, og det blev anset for usandsynligt at dette ville give anledning til risiko for børnenes helbred.

Der er ikke tilstrækkelig viden til at konkludere om risikoen for forbrugere i forbindelse med overførsel af veterinær medicin fra kvæg- og svinogylle til afgrøder. Der er derimod tilstrækkelig viden til at konkludere, at medicinrester overført fra biogødning fra spildevand ikke giver anledning til bekymring.

Antibiotika resistensgener

For det første er det vigtigt at gøre sig klart at antibiotika og antibiotikaresistente mikroorganismer er en del af jordens naturlige økosystem. Selv hvis man går ud i de mest øde naturområder langt væk fra menneskelig beboelse og aktivitet, vil man finde antibiotika producerende og antibiotikaresistente organismer i jord. Mange af de typer af antibiotika som bruges til human eller veterinærmedicinsk behandling er oprindeligt isoleret fra jordlevende mikroorganismer. Når det så er sagt, så anses overførsel af antibiotika-resistens til sygdomsfremkaldende bakterier fra bakterier, som ikke selv giver anledning til smittefare, for en reel risiko.

Der er klare beviser på at hyppigheden af antibiotika resistensgener i jord er øget siden ca. 1940, hvor man begyndte at bruge antibiotika. Man har også kunnet se en sammenhæng mellem de resistensgener der fremkommer i behandlingsmiljøet (fx på sygehuse, i stalde) og dem der findes i jord. Der er lavet en del studier af forskellige kilder til den øgede opbygning af resistensgener i jord, men der er ikke foretaget systematiske studier af den relative betydning forskellige kilder har. Selvom der endnu er tale om spredt viden, er der dog ingen tvivl om at både husdyrgødning og biogødning fra slam udgør kilder til opbygning af resistens. Dette kan ske enten ved simpel deponering af resistente bakterier, der indeholder resistensgener, eller også ved, at de organiske gødninger indeholder antibiotika rester eller andre stoffer, der giver resistente bakterier i jord en konkurrencemæssig fordel. Brug af antibiotika er den vigtigste årsag til opbygning af resistente bakterier i dyr og mennesker, men brug af medicinsk zink og kobber til husdyr kan også være en vigtig faktor. Disse metaller regulerer tarmfloraen hos svin og kvæg, men mikroorganismernes genetiske forsvarssystemer mod kobber og zink aktiveres også, hvilket fører til en øget forekomst af metal resistente bakterier. Når metalresistensgenerne aktiveres kan der samtidigt ske en aktivering af antibiotikaresistens

gener. Denne proces kaldes co-selektion. Derfor kan kobber og zink føre til øgning af antibiotikaresistens i tarmfloraen, og der kan ske en øgning af resistensen i jorden.

Der mangler endnu en hel del viden, før man kan lave en egentlig risikovurdering for menneskers og dyrs helbred i forhold til antibiotika resistente mikroorganismer, men der er ingen tvivl om, at måden man omgås med såvel antibiotika og restprodukter, der indeholder resistensgener og resistente organismer, har betydning. I Danmark er der en stærk regulering af hvornår og hvordan der udbringes gødning. F.eks. nedbringes biogødning i jord senest 6 timer efter udbringning, og det samme sker som hovedregel med gylle – med mindre særlige forhold gør sig gældende. Alene dette sikrer en effektiv barriere mod spredning. I andre dele af verden forholder det sig helt anderledes ureguleret, og nogle steder (f.eks. i Asien eller USA) findes 'gyllelaguner', som ind imellem forårsager udslip til vandmiljøet. Et studie, der fornyligt blev publiceret i Nature Microbiology, dokumenterede udledning af resistente organismer i kinesiske floder og langt ud i havet omkring Kina.

Der er almindelig enighed om at international rejseaktivitet, særligt til Asien, Afrika og Latinamerika, er en meget væsentlig kilde til smitte af mennesker med antibiotikaresistente bakterier. Et dansk studie publiceret i Nature Scientific Reports undersøgte latrinen i 18 internationale fly som ankom til Kastrup lufthavn. Der fandtes højere hyppighed af resistens, inklusive kritisk vigtig resistens, i fly fra Sydasiens sammenlignet med Nordamerika.

Der er meget få danske studier, der har udforsket virkningen af husdyrgødning og biogødning på antibiotikaresistens. Et studie udnyttede KU's langvarige forsøg med restprodukter. Det viste at der umiddelbart efter udbringning af kvægmøg, biogødning og kompost af husholdnings affald kunne isoleres flere dyrkbare resistente *Pseudomonas spp* fra jorden, sammenlignet med jord som ikke havde modtaget nogen form for gødning i en årrække. Efter 9 uger var der dog ingen forskel mellem de behandlede og den ubehandlede jord. Der blev også lavet forsøg med en særlig variant af *Pseudomonas putida*, som var specielt god til at optage resistensgener fra andre bakterier. Overførsel af resistens kunne kun påvises en uge efter udbringning af restprodukter.

Selvom dette og andre forsøg viser et hastigt henfald af gener, som kan overføres, og resistente organismer, som kan isoleres og dyrkes fra jord, kan man ikke udelukke, at der kan ske en overførsel og smitte. Det tyder dog på at jorden er rigtig god til at dæmpe disse effekter.

Et studie fra Tyskland fortjener særlig omtale. Der blev lavet en omfattende sammenligning af resistensen af tre bakterier isoleret fra spildevandsslam og svinegylle (*E. coli*, *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*). Der indgik 111 rensningsanlæg og 305 svinebedrifter fra Bayern i studiet. Der var størst resistens i svinebesætninger for de fleste afprøvede antibiotikaformer, og navnlig størst hyppighed af multi-resistens (dvs. resistens mod tre eller flere former for antibiotika). Det blev konkluderet at resistensmønstret fra spildevandsrensningsanlæggene svarede til det, man ville forvente i en rask befolkning.

Selvom der ikke er foretaget mange sammenlignende studier, og slet ingen danske studier, er det overvejende sandsynligt, at en lignende forskel ville vise sig mellem dansk svinegylle og biogødning. På baggrund af en lang række studier kan det konkluderes, at biogødning fra spildevand ikke udgør en større risiko end gylle fra svin og kvæg.

Mangler i vores nuværende viden, og hvordan vi bedst kan håndtere disse

Den videnskabelige rapport der ligger til grund for denne vurdering har afdækket nogle mangler i vores viden, som kunne være relevante at arbejde videre med. Generelt foreligger der meget omfattende undersøgelser af indholdsstoffer i spildevand, mens der er begrænset viden om medicinrester i husdyrgødning, da der historisk set har været mere fokus på spildevand som et problem og husdyrgødning som ressource. Der er betydende mangler i den eksisterende viden om antibiotikaresistens og dens udvikling i miljøet, men mængden af ny viden om resistens i miljøet øges hastigt i disse år.

Den kvantitative vurdering af risikoen for jordmiljøet måtte for en stor del baseres på en ekstrapolering af viden om toksicitet i vandmiljøet, kombineret med nogle antagelser om virkning og tilgængelighed i jord, hvilket medfører stor usikkerhed – særligt for en del organiske stoffer. Derfor har der også indgået sikkerhedsfaktorer som kan have resulteret i en betydelig overvurdering af risikoen forbundet med disse. F.eks. har stofferne di-n-octylphthalate (DOP) og triclocarban (TCC) bidraget med størstedelen af den estimerede toksicitet, og her har der været anvendt en sikkerhedsfaktor på 1000 (dvs. 1000 gange større toksicitet end den umiddelbare beregning tyder på). Man kan komme denne usikkerhed til livs ved at lave en nærmere undersøgelse af stoffernes virkning på 3 eller flere niveauer i fødekæder i jord.

Uagtet at der ligger meget omfattende international viden om forekomsten af stoffer i spildevandet, vil det være betryggende at følge med i hvordan de spiller sammen og virker på jord miljøet og de afgrøder der dyrkes på jorden. En mulighed for yderligere udforskning og forsikring mod utilsigtede virkninger kan være at benytte et eksisterende langvarigt forsøg CRUCIAL[‡], udviklet på Københavns universitet. I CRUCIAL har en række restprodukter været anvendt i en årrække og anvendes fortsat i høje doser. Der er allerede foretaget en række studier på CRUCIAL som har bidraget til den videnskabelige litteratur.

Konklusion

På basis af den indsamlede viden vurderes det at landbrugsmæssig anvendelse af biogødning fra spildevand ikke medfører større risiko for miljø, dyr og mennesker end brug af gylle fra svin og kvæg.

Det forekommer meget relevant at undersøge om Cd indholdet i vores fødevarer som forventet er faldende, som følge af de stærke reduktioner i atmosfæriske udledninger der er sket i de seneste årtier. Dette skulle på sigt påvirke indholdet i jord og afgrøder.

Det anses for usandsynligt at overførsel af medicinrester fra husdyrgødning til afgrøder er et problem for menneskers sundhed, og det vurderes med sikkerhed at medicinrester i biogødning ikke bør føre til bekymring.

Den kvantitative risikovurdering for jordmiljøet viste, at der kan være en potentiel risiko ved gentagende anvendelse over 100 år af husdyrgødning og biogødning fra spildevand i alle scenarier. Svinegylle udgør en større kronisk risiko grundet dens indhold af zink og kobber.

Evalueringen af biogødning fra spildevand viste potentiel toksicitet af phtalater og triclocarban. Det er dog meget usikre konklusioner der kan drages her, da der mangler toksicitets målinger og til dels danske koncentrationsmålinger. Der kunne med fordel laves en nærmere undersøgelse af dette.

[‡] [Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle - Investigations through Agronomic Long-term experiments](#)

Arbejdsgange (herunder overholdelse af regler) i forbindelse med udbringning af biogødning fra spildevand

- En godkendt prøvetager udtager repræsentativ (-e) prøve (-r) fra renseanlægget.
- Prøven fremsendes til – og analyseres af et akkrediteret laboratorie
- Hvis produktet overholder alle grænseværdier – og har en næringsstofværdi, kan den benyttes som gødning
- Der udarbejdes en deklaration på baggrund af analysen. Deklarationen skal desuden indeholde retningslinjer for brug af gødningen jf. gældende lovgivning
- Der skal indgås en kontrakt med en landmand, som er interesseret i at modtage gødningen. Mængden aftales, således at landmanden kan overholde bedriftens kvælstof- og fosfornormer
- I forbindelse med kontraktindgåelsen skal udspretningsarealerne indtegnes på et kort, ligesom kommende afgrøde skal oplyses
- Kontrakt, kort og deklaration fremsendes til modtagerkommune til ”godkendelse”, hvilket skal ske inden 8 dage
- Accept fra kommune
- Kontrol af udspretningsstidspunkt
- Vognmand kører restproduktet til udspretningsarealet
- Maskinstation/landmand udspreder produktet evt. efterfulgt af en indarbejdelse i jorden.
- Stabiliseret spildevandsslam skal indarbejdes i jorden indenfor 6 timer. Hvis slammet er kontrolleret hygiejniseret, er der ikke et krav om indarbejdelse i jorden.
- På arealer, hvor der tilføres spildevandsslam, må der indtil 1 år efter tilførsel kun dyrkes korn- eller frøafgrøder til modenhed samt græs eller lignende til industriel fremstilling af tørfoder. Endvidere må der ikke dyrkes fortærbare afgrøder. Der må f.eks. ikke dyrkes kartofler, græs og majs til ensilage samt foder eller sukkerroer.
- Virksomheden oplyser Landbrugsstyrelsen om hvilken mængde inkl. kvælstof, der er leveret til landmanden.
- Landmanden indarbejder restproduktet i sin gødningsplan/-regnskab