

Juni 2015

**BGORJs kommentarer til Miljøstyrelsens rapport:  
Miljøprojekt nr. 1661, 2015 ”Bæredygtig udnyttelse af fosfor fra spildevand”**

Generelle kommentarer:

- I rapporten tages der udgangspunkt i, at biotilgængeligt P er bedre – og dermed mere værd – end fosfor på andre former. Dette begrundes ikke, og dokumenteres ikke med agro-faglige argumenter. I rapporten refereres der i anden sammenhæng (som den eneste gang) til et indlæg afholdt af Gitte Rubæk, forsker ved Århus Universitet med speciale i fosfor i jord. I hendes indlæg viser hun resultater af fosforoptag fra forskellige benyttede fosforkilder forud for rajgræs. Undersøgelsen viser, at fosfor – uanset kilde – optages lige godt. Der er en tendens til, at biogødning fældet med jern giver det bedste optag. Dette begrundes således ikke, at biotilgængelig P er bedre end andre P-kilder. Der er god grund til at jagte nye teknologier til at rense vores spildevand – men begrundelsen skal ikke være, at mere fosfor skal over på en biotilgængelig form.
- I rapporten defineres det, at biotilgængelighed er, når fosfor er tilgængelig for planter indenfor 1 år efter udspreddning – med henvisning til, at det er det, landmanden har brug for til hans gødningsplan. Dette er nyt for os og ikke en definition, der er en kendt størrelse i agrokredse. Dette skyldes, at fosfor er et meget kompliceret næringsstof, som i jorden (og uden for laboratorier og reagensglas) er meget vanskelig at forudsæ effekten af, da det bl.a. påvirkes af jordens pH og sammensætning (herunder indhold af jern og aluminium), vand- og luftindhold, mikrobielle aktivitet, afgrøden, sortens rodudvikling mm. Alt udbragt fosfor bindes i løbet af kort tid meget hårdt til jorden. Derfor udnyttes kun omkring 15% af det vandopløselige fosfor i handelsgødning i udspreddningsåret – resten stammer fra jordpuljen. Ved tilførsel af fosfor indstiller der sig – uanset fosforkilde – lynhurtig en ligevægt mellem det opløste fosfor (ca. 100 g/ha), det tilgængelige fosfor (10-100 kg/ha) og det stabile fosfor (over 1000 kg/ha) i jorden. Derfor er det en udbredt og kendt viden, at med fosfor gøder man jordpuljen – ikke afgrøden. Vi stiller os derfor skeptisk overfor, hvorvidt den anvendte definition er relevant.
- Stor fokus på fosfor – hvilket også er naturligt i en rapport om fosfor i spildevand. Dog vigtigt, at alle ressourcer også indgår i de overordnede betragtninger f.eks. kvælstof, kalium, magnesium, mikronæringsstoffer og ikke mindst kulstof.
- Rapporten har flere svagheder i forhold til fosfor og dens dynamik i jord. På dette område har Danmark en lang række eksperter. Det kan således undre, at Professor Lars Stoumann Jensen (Københavns Universitet), Landskonsulent Leif Knudsen (SEGES) og Lektor Gitte Rubæk (Århus Universitet) ikke er mere fremtrædende i litteraturlisten.
- Ordet struvit benyttes 144 gange på de 114 sider ☺

Side	Placering	Udsagn i Miljøstyrelsens rapport	Kommentar
7	2. afsnit	...for at foretage langsigtede investeringer, der i højere grad sikrer udnyttelsen af fosfor.	I dag udnyttes 100% af den fosfor, der udbringes på landbrugsjord. Der er ikke noget, der går til spildevand. Landbrugsløsningen er en kendt og sikker løsning på håndtering af biogødning.

7	3. afsnit	Udover denne fosforrecirkulering er der en signifikant import af handelsgødning, som delvist vil kunne substitueres af fosfor leveret af vandselskaberne	Ikke korrekt. Landbrugsløsningen sikrer, at 100% af alt fosfor i biogødningen recirkuleres til landbrugsjorden. Det er således ikke muligt at reducere importen af fosfor yderligere – med mindre en endnu større andel af biogødningen bliver anvendt i landbruget.
7	5. afsnit	Teknologiudviklingen målrettes efter at adskille fosforressourcen fra slammet og dermed producere fosfor på en form, der er nemmere at håndtere i praksis	Der er ingen grund til at isolere fosforen fra den resterende del af slammet – det bliver allerede genanvendt. Der er i landbruget en lang tradition for at anvende organisk gødning som gødningskilde, og derfor er der stor kendskab til og erfaring med at håndtere denne type gødning. En adskillelse vil ikke gøre håndteringen nemmere – snarere mere besværlig.
7	5. afsnit	(Teknologier, red.) kan give grundlag for en indtægt til vandselskabet	Isoleret set er det muligt, at en lille delstrøm kan generere en indtægt. Det er dog afgørende, at man ser på den samlede økonomi for en teknologi – herunder investeringer, løbende drift, afsætning af alle delfraktioner mv.
7	5. afsnit	Igennem dette udviklingsarbejde er det bl.a. konstateret, at tilgængeligheden af fosfor, der er kemisk bundet til jern eller aluminium, er lav	Ikke korrekt. En påstand, der ikke bliver dokumenteret i rapporten. Gitte Rubæk, Lektor ved Århus Universitet med speciale i fosfor i jord, viser i sit indlæg, (som der er refereret til andetsteds i rapporten, Rubæk 2013), at der IKKE er forskel i optaget af fosfor fra forskellige fosforkilder, hvilket bekræftes af flere internationale studier. Der er i hendes forsøg en tendens til, at biogødning fældet med jern giver et HØJERE optag af fosfor. Biogødning fældet med aluminium ligger ligeledes over gennemsnittet
7	6. afsnit	målrette vandselskabernes teknologivalg og investeringer med henblik på at producere fosforprodukter med ønsket om: En øget biotilgængelighed af fosfor	En øget biotilgængelighed er ikke et mål, der kan stå alene. Der skal således ikke for en hver pris målrettet arbejdes hen i mod en højere biotilgængelighed.

		og dermed en umiddelbar større udnyttelseeffektivitet	
8	2. afsnit	Kun få vandselskaber har i dag fokus på at tilpasse fosfortilgængeligheden i spildevandsslammet til den valgte udnyttelse af fosforproduktet efterfølgende, ligesom slambekendtgørelsen ikke differentierer mellem forskellige former for fosfor i slammet, eksempelvis som hhv. vandopløseligt, citratopløseligt eller hårdt bundet fosfor. Årsagen hertil vurderes at være manglende konkret viden på området; manglende viden om fosforudnyttelsen i jorden samt manglende analysemetoder til at differentiere mellem de forskellige typer af fosfor.	Der er en god grund til, at hverken vandselskaber eller lovgivningen har deres primære fokus på fosfortilgængeligheden. Behovet er meget lille, og det er ikke vandselskabernes opgave at fokusere på dette. Dygtige forskere arbejder målrettet mod at opnå ny viden på området, som vi alle kan få glæde af. Indtil da bør vi alle undlade at konkludere, at den ene form for fosfor er bedre end den anden, og på baggrund af en for hurtig konklusion kaste sig ud i dyre og usikre investeringer.
11	3. afsnit	Aluminium- og jernfosfat er stort set uopløseligt i vand og har dermed lille nytteeffekt som gødningsprodukt uden videre efterbehandling (MST, 2013).	Det er korrekt, at det fremgår af MST 2013, at jern og aluminium er svært opløseligt i vand, men det er ikke det samme som at det på denne form har en lille nytteeffekt. MST 2013 refererer til afgrødeforsøg, hvor jernfosfat er tilgængelig for afgrøderne. Det er således ikke korrekt at skrive, at der er en lille nytteeffekt af fosfor bundet med jern og aluminium. I MST 2013 antages det, at alt fosfor er tilgængelig, hvis tidshorisonten er 100 år.
11	4. afsnit	Struvit produktet er ikke vandopløseligt, men frigiver fosfor i løbet af en ca. 9 måneders periode	At fosfor frigives er ikke det samme, som at det er plantetilgængelig eller optages. Kun ca. 15% af fosfor i handelsgødning optages i udspretningsåret – resten indgår i jordens fosforligevægte enten i den tilgængelige eller i den bundne pulje. En lang række faktorer styrer disse ligevægte. Efter 9 måneder vil der formentlig kun i begrænset omfang være forskel på, hvilken form fosfor tilføres.
13	4. afsnit	1. Denne teknologitype (Struvit, red) kan såle-	At trække struvit ud af biogødningen for at lade den resterende del

		<p>des ikke anvendes som en komplet fosfornyttiggørelsesstrategi uden kombination med én af følgende løsninger: Landbrugsanvendelse eller forbrænding af restslammet.</p> <p>Begge teknologityper giver mulighed for udnyttelse af de resterende ca. 70 % fosfor fra spildevandet.</p>	<p>tilgå landbrugsjord virker kun logisk, hvis struvitsalget og evt. procesoptimeringer kan modsvare merudgiften til anlægget og den løbende drift.</p> <p>Der findes ikke en kendt teknologi i storskala, der kan trække fosfor ud af slammaske. Hvis anvendelsen af struvitteknologien medfører, at restslammet ikke kan tilgå landbrugsjord, har man således tabt 70% af fosforet i biogødningen</p>
13	6. afsnit	Hvis fosfor bliver ekstraheret fra slammasken efter slamforbrænding, vil fosforressourcen kunne blive udnyttet som erstatning for handelsgødning	Dette er kun tilfældet, hvis "udgangsslammet" ikke var egnet til at tilgå landbrugsjord. Hvis "udgangsslammet" kunne tilgå landbrugsjord erstatter det ikke handelsgødning, da det allerede erstatter fosfor, når det udbringes direkte.
14	1. afsnit	Handelsgødningsforbruget kan på sigt erstattes med genvundet fosfor fra fosforholdige affaldsprodukter, såsom restfødevarer og grønt affald, benmel, gylle og spildevandsslam	Fosfor i gylle og spildevandsslam udnyttes allerede i dag i høj grad, og kan således ikke erstatte handelsgødning.
14	Figur 3	Søjle for Landbrugets fosforforbrug	Bør være landbrugets fosforbehov
15	6. afsnit	De retningsgivende gødningsnormer for fosfor til hovedafgrøderne er til sammenligning 18-24 kg P/ha/år, se evt. Tabel 6.	Græs, vinterraps og majs er i særdeleshed hovedafgrøder, hvorfor intervallet bør være 15 – 45 kg P/ha
16	1. og 2. afsnit	Beskrivelse af skepsis overfor brug af biogødning på landbrugsjord. Der refereres til Arla-gården og Danva.	<p>Det virker meget unuanceret. Der er således ikke refereret til, at der i den danske lovgivning ikke er taget forbehold over for brug af biogødning. Miljøstyrelsen har således stor tillid til, at de gældende love og regler er med til at sikre, at biogødning ikke udgør en risiko. Det ville have klædt rapporten at følgende citater fra Miljøstyrelsens hjemmeside havde indgået i rapporten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Spildevandsslam indeholder næringsstoffer og organisk materiale, som ud-</i></li> </ul>

			<p><i>nyttes ved genanvendelsen på landbrugsjord og dermed spares ressourcer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Krav i Affald til jord-bekendtgørelsen sikrer, at spildevandsslam uden risiko for miljø og sundhed kan genanvendes på landbrugsjord, herunder også områder med særlige drikkevandsinteresser.</i></li> <li>• <i>Genanvendelse af spildevandsslam på landbrugsjord giver god samfundsøkonomi</i></li> </ul>
16	3. afsnit	Med den nuværende markeds-situation bliver slammet udbragt på landbrugsjord mod betaling af landmanden for modtagelsen	Ikke helt korrekt. I visse områder af landet modtager landmanden ikke betaling for at modtage biogødning – og betalingen har været nedadgående de seneste år.
16	3. afsnit	Scherl	Sckerl ☺
16	6. afsnit	Beregneren (HedeDanmarks næringsstoffberegner) medregner de sparede udgifter til spredning af handelsgødning, men indregner dog ikke udgifterne til spredning af slam	Tingene bliver blandet sammen! Den beregner, der refererer til, er et hjælpværktøj, som landmanden kan benytte for at få en ide om, hvor mange næringsstoffer, der modtages pr. hektar og hvilken værdi, de udgør. Det er IKKE et værktøj, der kan benyttes af en vandforsyning for at beregne udgiften til håndtering af deres biogødning. Det er således uden for landmandens interesse at en fragt til ham fra forsynings-selskabet indgår i næringsstoffberegningen. Det er en udgift forsynings-selskabet/formidleren afholder.
17	2. afsnit	Hvis gødningsværdiberegneren fra [www.spildevandsslam.dk] anvendes, vil den samme slammængde give landmanden en "sparet udgift" til handelsgødning på ca. 1.300 kr./ha.	I de 1.300 kr indgår der en sparet kørsel for landmanden – den har intet med næringsstoffværdien at gøre.
17	3. afsnit	Set fra dette økonomiske paradoks, vurderes det, at slammet ved den direkte landbrugsan-	Virker umiddelbart som en meget subjektiv vurdering. Vi mærker en øget tillid og øget efterspørgsel ef-

		<p>vendelse i Danmark forsat betragtes som et affaldsprodukt og ikke som en positiv ressource. Årsagen til dette er givetvis de nævnte begrænsninger i forhold til dyrkningen af jorden, der følger med anvendelsen af spildevandsslam, samt en generel skepsis vedr. slammets indhold af mikroforureninger, der periodvist sår tvivl omkring værdien af at udbringe fosforholdigt spildevandsslam som erstatning for mineralsk gødning</p>	<p>ter biogødning fra landbruget – herunder også økologer, og kan ikke genkende den beskrevne skepsis.</p>
19	2. afsnit	<p>I denne sammenhæng er det eksempelvis vigtigt, at lerede jorde generelt har en lavere fosfor absorptionskapacitet sammenholdt med morænejorde, og kortsigtet viser norske undersøgelser (Krogstedt et al, 2005), at fosforoptaget i afgrøderne er højere i de lerede jorde, mens eftervirkningseffekten kan være højere i morænejorde</p>	<p>I Danmark er Morænejorde ofte det samme som gode, frugtbare lerjorde, der er dannet under istiden. Det kan derfor være lidt svært at vurdere, hvad der menes med denne opdeling mellem lerjorde og morænejorde.</p>
19	3. afsnit	<p>Et overskud af jern og aluminium i jorden vil kunne sænke biotilgængeligheden af det anvendte gødningsprodukt.</p>	<p>Der findes vel et sted mellem 10 og 100 tons jern og aluminium pr hektar i rodtybden, så man kan vidst roligt forvente, at der er et overskud af jern og aluminium i jorden i forhold til fosfor. Dette forhold vil således påvirke alle fosforgødninger – uanset kilde.</p>
19	4. afsnit	<p>Gødningsmæssigt er kemisk fældet fosfor, tilført med spildevandsslam, tungt opløseligt, og mindre tilgængeligt på kort sigt, uanset om der bruges jern eller aluminium ved fældning på renseanlæggene, men på lidt længere sigt kan dette fosfor formentlig også indgå i jordens fosforpulje på lige fod med andet gødningsfosfor</p>	<p>Det bør der lægges mere vægt på. Det var det udgangspunkt, der indgik i tidligere udarbejdet LCA-analyse for Biogødning.</p>
20	3. afsnit	<p>Dette skyldes, at en reduceret masse af organisk kulstof i slammet efter udrådningen po-</p>	<p>Men koncentrationen pr. kg næringsstof er den samme, hvis ikke der fjernes næringsstoffer.</p>

		tentielt kan give en øget koncentration af tungmetaller og organiske miljøfremmede stoffer i overskudsslammet	
20	5. afsnit	<p>2. T1) Anlæg &lt;20.000 PE uden udrådning. Direkte udbringning af slutfvandet slam</p> <p>3. T2) Anlæg 20.000-100.000 PE uden udrådning. Direkte udbringning af slutfvandet slam</p> <p>4. T3) Anlæg 20.000-100.000 PE inkl. udrådning. Forbrænding af udrådnets slutfvandet slam</p> <p>T4) Anlæg &gt;100.000 PE inkl. udrådning. Forbrænding af udrådnets slutfvandet slam</p>	Det kan synes underligt, at der i de 4 modeltyper ikke findes en variation med udrådning og direkte udbringning på mark.
21	Figur 7	Den høje værdi af Nikkel i handelsgødning	Den høje værdi af Nikkel(?) under. Kan ikke umiddelbart genfinde den i de oplyste kilder.
23	4. afsnit	Når slammet udbringes på landbrugsjorden, er det fordelagtigt med et så højt fosforindhold som muligt i slammet, da der derved bliver udbragt en samlet mindre mængde af tungmetaller og miljøfremmede stoffer via fosforgødningen, der doseres pr. ha i forhold til fosforindholdet.	Det afgørende må være koncentrationen af uønskede stoffer – og ikke fosforindholdet. Biogødning kan også doseres efter kvælstofindhold og/eller tørstofmængde.
25	4. afsnit	Der er ikke data til at foretage en analyse af prisfølsomheden på handelsgødningsfosfor alene, da gødningen sælges sammen med N (kvælstof) og tildels også K (kalium)	Fosfor kan sagtens købes rent i handelsgødning – enten som Superfosfat eller Trippelfosfat.
29	1. afsnit	Figur 13 og Figur 14 viser, at det er en stor andel (ca. 50 %) af de østdanske jorde (Sjælland og Fyn), der har et fosfortal, der ligger under 4, hvor det anbefalede niveau er 2-4.	Ca. 50% ligger under 2.
30	Tabel 5	Høstudbytte opgivet i tons tør-	Hvilke afgrøder? Høstudbytter på

		stof/ha	op til 177 tons tørstof/ha er helt, helt urealistiske!
32	2. afsnit	I tillæg kommer, at råfosfat udvindes i lande og egne, hvor urolige samfundsforhold kan medføre ustabile leverencer og påvirke prisen på handelsgødning i opadgående retning. Dette taler for en videreudvikling af teknologier til genanvendelse af de fosforkilder, vi har idag	Vi udnytter allerede langt størstedelen af vores fosfor fra biogødning.
32	4. afsnit	Slam udgør i dag en meget lille andel af den samlede fosfor gødningstilførsel, < 3%, og der er et potentiale for at udnytte en større del af spildevandets indhold	Potentialet ligger alene i at udnytte den del, som i dag bliver brændt. De resterende 77% udnyttes i dag allerede fuldt ud.
34	1. afsnit	på et samfundsøkonomisk grundlag og også til at vurdere niveauet for et evt. tilskud til recirkulering af slam i det omfang, det anses som vigtigt at tilskynde til en øget substituering af mineralsk gødning med gødning fra slam	Det sker allerede ved brug af landbrugsløsningen.
34	4. afsnit	Da der hverken er regnet på andre omkostninger eller gevinster ved udbringningen, giver beregningen ikke et fuldt billede af de velfærdsøkonomiske konsekvenser ved udbringning af forskellige gødningstyper	Vigtigt at huske denne forudsætning, når der konkluderes i rapporten.
35	1. afsnit	På grund af det højere indhold af Cd i slam angivet i mg Cd / kg P sammenlignet med mineralsk gødning	Dette er langt fra sikkert. Grænseværdien for Cd er i biogødning 100 mg/kg P, mens den i handelsgødning er 110 mg/kg P. Den højeste grænseværdi findes således i handelsgødning. En undersøgelse udarbejdet af Århus Universitet fra 2009 viste, at 23% af gødningserne oversteg grænseværdien.
36	Tabel 9	Total P i slam pr år, tons pr. år	Det ser forkert ud, at der i de 4 modelanlæg produceres mellem 16.000 og 81.000 tons P årligt, når den samlede mængde i Danmark anslås til at være omkring 5.000 tons.



39	Figur 16	Opløst fosfor = fosfor ekstrahe- ret fra slammaske	Som det fremgår af lærebøgerne om fosfor i jord, så findes der hø- jest 100 g opløst fosfor pr. hektar. Det er derfor ukorrekt at skrive, at fosfor fra slammaske findes på op- løst form. På grund af den kompli- cerede jordbundskemi, vil udbragt vandopløselig fosfor inden for ganske kort tid (dage) indstille sig i en ny ligevægt med tilgængelig fosfor og svært tilgængelig fosfor. Få dage efter udspredning vil der således ikke være mere opløst fosfor tilstede end før udspre- ding.
39	3. afsnit	Resultaterne fra den sammen- lignende LCA er særlig følsom over for antagelserne vedr. bio- tilgængeligheden af fosfor i slutproduktet	Vigtigt at huske denne forudsæt- ning, når der konkluderes i rappor- ten. Mange af antagelserne er med udgangspunkt i, at biotilgæn- geligheden er afgørende for plan- teoptagelsen.
42	2. afsnit	Det afgørende for teknologier- nes miljømæssige præstation er således: 1. mængden af input kemikalier og emissionen ved deres pro- duktion, samt 2. fosfor biotilgængeligheden i slutslammet, som er afgørende for, hvor stor en mængde mine- ralsk gødning (og dertilhørende emissioner), der substitueres.	Det er meget uheldig at tillægge biotilgængeligheden en så stor rol- le, når den ikke har det i praksis ingen landmænd efterspørger bio- tilgængelighed, da de som andre i branchen gøder efter et lige- vægtsprincip. Dette er nødvendigt med fosfor, da man her gøder jor- den og ikke afgrøden. Der er såle- des ingen sammenhæng mellem biotilgængelighed og den mængde fosfor, det substituerer. Denne forudsætning er således grund- læggende forkert.
44	2. afsnit	Forbruget af jernklorid er størst på de tre anlægstyper T1k, T2k og T3k, hvilket medfører en la- vere substitution af handels- gødning ved udbringning af fos- forberiget slam på landbrugsjord sammenholdt med de øvrige scenarier, fordi den jernbundne fosformængde antages som utilgængelig indenfor 1 år.	Der er ingen sammenhæng mel- lem forbrug af jernklorid og substi- tution af fosfor i handelsgødning. Det giver ingen mening af opstille en teoretisk grænse for hvad der er tilgængelig i et år efter udbring- ning. Alt fosfor – uanset kilde – bliver utilgængelig kort tid efter udspredding.
44	3. afsnit	Sammenfattende er produktio- nen af biotilgængeligt fosfor	Der er ingen sammenhæng mel- lem biotilgængelighed og substitu-

		samt biogas bestemmende for størrelsen af den undgåede procesemission ved substitution af handelsgødning med recirkulation af N og P fra slam udbragt på landbrugsjord hhv. fossil energiproduktion.	tion af handelsgødning
44	4. afsnit	Den plantebiotilgængelige fraktion af fosfor er afgørende for gødningseffektiviteten	Påstand, som ikke er dokumenteret i rapporten. I praksis har det ingen betydning.
45	Hele siden		Svært at vurdere, om det er struvitdelen isoleret set, eller om der er taget hensyn til, at den resterende slammængde også skal håndteres.
50	5. afsnit	Resultaterne viser, at biotilgængeligheden af fosfor i slutslammet er af afgørende betydning for substitutionen af mineralisk gødningsproduktion og de dertil hørende procesemissioner	Konklusion på en tvivlsom forudsætning. I praksis har det ingen betydning.
50	6. afsnit	En nærmere vurdering af plantetilgængeligheden af fosforprodukterne i relation til definitionen af genanvendelse af fosfor og de forskellige teknologitypers produktkvalitet synes anbefalesværdigt.	Rigtig god ide – og indtil da bør der ikke drages forhastede og i værste fald forkerte konklusioner
50	7. afsnit	Problemstillingen med kvaliteten af slutslammet er ikke undersøgt nærmere i dette projekt, der baserer vurderingerne på, at restslammet kan udbringes på landbrugsjord, ligesom det producerede struvit kan udbringes på landbrugsjord. Dette kan evt. ske efter sammenblanding af de to produkter inden udbringning	Hvad er ideen med struvitteknologien, hvis man overvejer at blande det i biogødningen efterfølgende??
53	3. afsnit	Til brug for den operative vejledning er tilgængeligheden af fosfor vurderet som direkte bestemt af den valgte teknologi til fosforfjernelse og er defineret alene til brug for vejledningens benchmarking af fosforrecirkuleringseffektivitet. Den tidshorisont, der benyttes til vurderin-	Vigtigt, at man kun har vurderet, at tilgængeligheden afhænger af behandling/teknologi. Gødningsplaner, fosfor og 1 årig tidshorisont iver ikke mening, da der kun udnyttes omkring 15% af det fosfor, der tildeles i handelsgødning. Landmænd gøder jorden med fosfor – ikke afgrøden, hvor-

		gen af tilgængeligheden, vil have afgørende betydning for resultatet. Til vejledningens SPRi er det valgt at arbejde med en tidshorisont på 1 år, idet dette beskriver tidshorisonten for gødningsplanerne for bl.a. landmanden og fortolkes som den tidshorisont, der er i bedst overensstemmelse med den værdi, fosforproduktet vil have for at blive indtænkt som en kommerciel positiv ressource rent økonomisk set	ved tidshorisonten er mindre vigtig.
54	Tabel 11	100% tilgængelig i løbet af et år.	Kilde for data?? Fosfor bindes lynhurtigt til jorden, og er således i meget ringe grad tilgængelig. Det giver i ringe grad mening at tale om tilgængelighed i et år.
58	2. afsnit	En spildevandsrensning med ren kemisk fosforjernelse vil i dette eksempel altid være ringest betragtet ud fra ressourceeffektiviteten, idet biotilgængeligheden af den del af fosforen, der er kemisk fældet med jern eller aluminium er defineret som 0% i løbet af et år i denne vejledning	Der mangler dokumentation for, at værdien er 0%
59	2. afsnit	Størrelsesordenen for SPRi værdien ligger for de danske renseanlæg og deres opbygningsprincipper på et sted mellem 50-90 %. Dette betyder, at mellem 50 og 90 % af råspildevandets fosforindhold er tilbageholdt og umiddelbart tilgængeligt for efterfølgende genanvendelse i landbruget.	Alt fosfor tilgår jordpuljen og er således tilgængelig for plantevækst.
60	1. afsnit	når det tilsigtes at have mest muligt af spildevandets fosforindhold tilgængeligt til udnyttelse i landbruget i løbet af et år efter udspreddning	Det er urealistisk at gå ud fra, at fosfor er tilgængelig i udspreddningsåret.
67	1. afsnit	betragtes fosfor alene som genanvendt, hvis det tilføres jorden	Fosfor bindes lynhurtigt til jorden, og er således i meget ringe grad

		på en umiddelbar biotilgængelig form, vurderet med en tidshorizont på et år	tilgængelig. Det giver i ringe grad mening at tale om tilgængelighed i et år.
70	2. afsnit	Det vælges derfor i denne vejledning at bedømme slamaske teknologien til at have et maksimalt substitutionspotentiale på 95 %, der er opnået med en nyudviklet proces af NORD.	I afsnittet før er det beskrevet, at substitutionspotentialet (hvis det da ellers er relevant) er 60-95%. I de videre beregninger vælges der så at arbejde videre med det højeste tal.
71	1. afsnit	Struvit indeholder 28 % P; 5 % N; 10 % Mg og 0 % K	På side 72 fremgår det, at Struvit indeholder 12-13% P. Hvad er korrekt – og hvilket tal indgår i beregningerne?
71	2. afsnit	Frigivelsen af N og P fra struvit er langsom, og udnyttelsen af fosfor er vist at være højere end fra konventionel handelsgødning.	Dokumentation for dette?
72	5. afsnit	<p>5. Fosfor i spildevandsslam på landbrugsjord</p> <p>6. Produktværdi: -250 DKK/t produkt</p> <p>7. Fosforindhold: 0,7-0,9 % (pr. kg produkt ved 22 % TS)</p> <p>Fosfor værdi: -27 - (-35) DKK/kg P</p>	<p>Det er helt forkert isoleret set at finde fosforprisen ved at tage håndteringsprisen for biogødningen og belaste fosforen med det. Håndteringsprisen indbefatter jo også administration, lagring, kørsel, spredning mv.</p> <p>I de øvrige fosforkilder – eksemplificeret med struvit – er der jo heller ikke indregnet investeringer og drift samt udgiften til håndtering af den resterende mængde slam. Tallene er derfor på ingen måde sammenlignelige.</p>
72	8. afsnit	Fosfor fra spildevandsslam, der anvendes til udbringning på landbrugsjord, er den eneste af strategierne til nyttiggørelse af fosfor fra spildevandsslam, der har en negativ markedspris og vil således være en genanvendelsesstrategi uden potentiale for en tilbagebetalingstid for vandselskabet	Det er forkert alene at fokusere på fosfor – det centrale må være hvad den samlede pris for håndtering af biogødning er. Miljøstyrelsens LCA analyse for anvendelse af spildevandsslam fra 2013 viser klart, at landbrugsløsninger klart er de billigste løsninger – ofte flere tusinde kroner billigere pr tons tørstof, når etableringsomkostninger og driften indregnes.
73	3. afsnit	For slamaskestrategien er de anlægs- og driftsudgifter, der er forbundet med ekstrahering af fosfor fra slamasken samt ind-	Det er jo her, alle udgifterne ligger, og derfor forkert, at disse udgifter ikke indgår i det samlede regnestykke. Herved fremkommer et

		tjeningsmuligheder på fosforproduktet ikke medtaget i vurderingen	forkert billede.
73	9. afsnit	(Slamforbrænding incl. deponi, red) Behandlingsprisen i normalområdet inkl. varmesalg og afgifter udgør ca. 2.100 DKK/t TS. Uden salg af varme ligger behandlingsprisen på ca. 2.300 DKK/t TS	Miljøstyrelsens LCA analyse for anvendelse af spildevandsslam fra 2013 angiver en pris på knap 4.000 kr/tons ts både ved deponi og ved askeudvinding. Stor forskel i de to tal.
73	12. afsnit	Landbrugs løsningen inkl. struvitproduktion ca. 1.000-1.250 DKK/t TS	Svært at forestille sig, at indførelse af en dyr, teknologisk behandling samt den løbende drift skal gøre håndteringen af biogødningen billigere end den simple landbrugs løsning (1.400 kr/tons ts)
74	2. afsnit	Med denne prisudvikling er det principielt muligt, at et salg af fosfor kan finansiere slamhåndteringen allerede om ca. 7-14 år – alt afhængig af struvitkvaliteten og markedsudviklingen for denne gødningstype.	Stigende gødningspriser vil også favorisere de øvrige håndteringsløsninger i gunstig retning – ikke kun struvitløsningen.
74	3. afsnit	Såfremt kravværdierne kan overholdes, vil det med et lave fosforindhold i slammet være muligt at tilføre mere slam pr. ha og dermed være muligt at tilføre mere organisk stof, kvælstof og kalium (N og K) med slamudbringelsen, hvilket kan være fordelagtigt på nogle jorde	Ikke nødvendigvis korrekt, da loftet for kvælstof (170 kg N/ha) ofte er styrende for doseringen.
74	5. afsnit	Landbrugsorganisationerne varslede tilbage i 1990'erne boykot mod udbringning af kommunalt slam på landbrugsarealer	Det er over 20 år siden – der er sket meget siden, og landbruget er i dag positiv overfor alternative gødningskilder.
74	6. afsnit	For nogle år siden, blev der med meget kort varsel lukket for modtagelsen af spildevandsslam hos en væsentlig aftager af slam til fremstilling af sandblæsningsmiddel	Dette har intet med en sikker og stabil afsætning via en kendt landbrugs løsning.
75	1. afsnit	Vi har set, at Danmarks største mejeri stiller krav om, at der ikke må være anvendt slam til dyrkning af råvarer i forhold til deres	Der er intet i lovgivningen, der hindrer biogødning forud for foder. Da det primært er rene planteavlere, der modtager biogødning, har

		produktion, hvilket begrænser anvendelsesmulighederne i nogle områder. Desuden må der i økologiske produkter ikke anvendes slam på marker til dyrkning af råvarer.	Arlas udmelding ingen praktisk betydning. Økologerne overvejer at modtage restprodukter – på sigt også biogødning
75	2. afsnit	Det er hidtil ikke dokumenteret, at der er en årsag-effekt sammenhæng mellem udbringning af spildevandsslam og forurening af grundvand, men nogle kommuner fravælger landbrugs-løsningen begrundet med et forsigtighedsprincip.	Lad os holde os til fakta: MST skriver på deres hjemmeside: <i>Krav i Affald til jord-bekendtgørelsen sikrer, at spildevandsslam uden risiko for miljø og sundhed kan genanvendes på landbrugsjord, herunder også områder med særlige drikkevandsinteresser.</i> Så kan det da vist ikke siges mere præcist.
75	3. afsnit	Afsætning af fosfor via landbrugs-løsningen er tilknyttet den risiko, der er forbundet med afsætning af slammet til landbruget	Det er vist ikke en særlig objektiv tilgang til emnet
75	4. afsnit	8. Prisen på afsætningen til landbruget reguleres ikke af markedsværdien på fosfor, men på basis af spildevandsslammets status som affald	Det er ikke korrekt. Stigende gødningspriser vil med landbrugs-løsningen også medføre faldende håndteringspriser, da det er et licitationsmarked.
76	4. afsnit	Når der skal vurderes mellem slutdisponeringsmulighederne: Landbrugsanvendelse og slamforbrænding, indgår overvejelser om miljø, økonomi og forsyningssikkerhed. Denne operationelle vejledning vurderer, at fosforen ikke nødvendigvis skal være afgørende for valg af strategi	Det er nemlig helt korrekt!
76	5. afsnit	Hvorvidt det er en fordel for det enkelte vandselskab – på egen hånd eller i fællesskab med andre vandselskaber – at producere og sælge fosfat vil for nogle være et økonomisk betinget valg, hvor det for andre vandselskaber er den miljømæssige profil og ønsket om bæredygtig-	Det er ikke et spørgsmål om enten/eller. Landbrugs-løsningen giver både god økonomi og en optimal udnyttelse af fosfor/bæredygtighed.

		hed, der er udslagsgivende.	
78	5. afsnit	Rapporten diskuterer, ud fra opløseligheden af jern- og aluminiumsbundet fosfor, at det kan være tvivlsomt, om fosfor, der er kemisk bundet med de traditionelle fædningsmidler, kan indgå i jordens aktive fosforpulje indenfor en kortere tidshorisont, hvilket kan være medvirkede årsag til, at fosfor fra spildevandsslam generelt betragtes som affald.	Biogødning betragtes i landbruget ikke som affald men som gødning. Som med alle andre gødningstyper ved man, at fosforvirkningen strækker sig over en (lang) årrække.
80	7. afsnit	Resultaterne viser, at biotilgængeligheden af fosfor i slutslammet har afgørende betydning for substitutionen af mineralisk gødningsproduktion	Dokumentation? Nogle teoretiske beregninger med en række tvivlsomme forudsætninger kommer frem til dette – men det er ikke hvad vi genfinder i praksis. Lad de agrofaglige eksperter komme på banen.
81	9. afsnit	En investering i fosforgenvinding fra rejeftvand i form af struvitproduktion kan generelt anbefales undersøgt for de større renseanlæg	Objektiv vurdering?
83	8. afsnit	Hvis de danske vandselskaber vil have del i den (forventelige) fremtidige stigning på markedsprisen af råfosfat, vil landbrugs-løsningen derfor ikke være det umiddelbare valg.	Objektiv vurdering?

Der er flere gange, hvor ovenstående bliver gentaget – der er ikke udarbejdet kommentarer til alle gentagne udtalelser.

18. maj 2015

### Notat udarbejdet af BGORJ

Følgende problemstillinger, knyttet til anvendelsen af biogødning, bør evt. inddrages i et kommende udredningsarbejde initieret af Miljøstyrelsen.

- **Hvilken tidshorisont skal man benytte, når man skal vurdere, hvorvidt fosfor virker?**

Det vides fra forsøg, forskning og praksis, at det udbragte fosfor – uanset kilde – kun i begrænset omfang optages og udnyttes i udspretningsåret. Tidshorisonten for, om fosfor bliver udnyttet eller ej er således særdeles afgørende for, hvilket effekt forskellige fosforkilder tillægges. Københavns Universitet undersøger sammen med DTU-Miljø i IRMAR-projektet både de agronomiske og de miljømæssige aspekter, men det vil være centralt at få fastsat reelle substitutionsrater. Herved kan der arbejdes hen i mod en anbefaling af en standardiseret og optimal tidshorisont, der bunder i agronomiske og faglige forhold.

- **Har tilsætning af Jern og Aluminium på rensningsanlægget betydning for fosfors tilgængelighed?**

Jorden indeholder naturligt store mængder Jern (Fe) og Aluminium (Al), hvor en stor del ofte er hårdt bundet og dermed ikke kemisk aktiv. Der argumenteres ofte for, at fosfor i Biogødning er mindre tilgængeligt pga. tilsætningen af jern eller aluminium på rensningsanlæggene. Har denne tilsætning en betydning for fosfors tilgængelighed ved udbringning af Biogødning? Spørgsmålet er relevant, når jorden i forvejen indeholder store mængder Jern og Aluminium, som hurtigt kommer i kontakt med fosfor i forbindelse med udbringningen og indarbejdningen i jorden?

- **Hvilket værdi har et tons tilført biogødning, når alle faktorer indregnes?**

Der er stor fokus på effekten og værdien af fosfor i Biogødning. Der er en lang række andre næringsstoffer og strukturforbedrende egenskaber, som har betydning i forbindelse med at tilbageføre Biogødning til landbrugsjord. Disse ressourcer mistes, hvis Biogødningen forbrændes og alene fosforen udnyttes af asken. Det kunne være interessant at få kvantificeret hvilke mikro- og makronæringsstoffer, der er i Biogødning, hvilken effekt/værdi, de har og endelig få en mere detaljeret beskrivelse af effekten/værdien af at få tilført organisk materiale til jorden. Alternativt kunne der laves en standardisering af hvilke faktorer, der fremadrettet som standard bør inddrages, når værdien af Biogødning til forskellige formål skal vurderes.

- **Hvilke fosforressourcer er der i Danmark – og hvor stor en andel udnyttes i dag?**

Der synes at være en forvirring om hvilke fosforkilder, der er i Danmark, hvilke der benyttes i landbruget og hvilke mængder handelsgødning der kan erstattes af fosfor fra "nye" kilder eller fosfor udvundet industrielt fra restprodukter. Det vil være formålstjeneligt at få fastlagt disse mængder.



- **Hvad er den "rigtige" økonomi i forskellige løsninger, når "alt" tages med?**  
Hvis der skal beregnes økonomi på forskellige løsninger, er det vigtigt, at man får hele værdikæden med. Der synes at være en lidt forskellig tilgang til disse beregninger. Det ville være anbefalelig, hvis der fremadrettet kunne laves beregninger ud fra kendte, aktuelle standardbetingelser.
- **Hvad siger en litteraturgennemgang af gødningsforsøg med forskellige fosforkilder?**  
Der er udført en række laboratorie- og markforsøg for at sammenligne gødningseffekten af forskellige fosforgødninger. Det kunne være interessant at få samlet disse forsøgsresultater for at se, om der er en entydig konklusion på, hvorvidt effekten af fosforkilder er den samme – eller om man kunne se en tendens til, at visse typer fosforgødning medførte et laveret fosforoptag i udspretningsåret – og evt. de efterfølgende år. I forbindelse med en litteraturgennemgang kunne der samtidigt sammenlignes gødningernes interaktion med forskellige jordfaktorer såsom effekt på pH, tekstur, organisk stof mv.