

Vurdering af kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved ændrede udbringningsperioder for fast husdyrgødning

Rådgivningsnotat fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Af Peter Sørensen, Ingrid K. Thomsen, Elly Møller Hansen

Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Fagfællebedømmer: Iris Vogeler, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Datablad

Titel:	Vurdering af kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved ændrede udbringningsperioder for fast husdyrgødning
Forfattere:	Seniorforsker Peter Sørensen, seniorforsker Ingrid Thomsen, seniorforsker Elly Møller Hansen. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
Fagfællebedømmelse:	Seniorforsker Iris Vogeler. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
Centerenh. kvalitetssikring:	Specialkonsulent Lene Hegelund, DCA Centerenheden
Rekvirent:	Departementet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	09.12.2020 / 15.02.2021
Journalnummer:	2020-0192803
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM) og Aarhus Universitet under ID 3.30 "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2024".
Ekstern kommentering:	FVM har kommenteret på et udkast til dette notat. Kommentarakket kan findes via dette LINK .
Eksterne bidrag:	Bilag 1 er et notat fra SEGES. Data fra Bilag 1 indgår i besvarelsen som bl.a. beskrevet i Baggrund.
Kommentarer til besvarelse:	Notatet præsenterer resultater, som ved notatets udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Citeres som:	Sørensen, P., Thomsen, I.K., Hansen, E.M. 2021. Vurdering af kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved ændrede udbringningsperioder for fast husdyrgødning. 15 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret 15.02.2021.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/

Baggrund

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM) har 9. december 2020 fremsendt en bestilling til DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet (AU), vedrørende udvaskningsmæssige konsekvenser ved ændring af udbringningsperioder for fast husdyrgødning. I bestillingen oplyses, at FVM arbejder med at vurdere, i hvilket omfang en ændring af udbringningsreglerne for fast husdyrgødning vil være miljømæssigt fordelagtigt både i forhold til kvælstofudvaskning og ammoniakemission og andre forhold. Formålet med bestillingen oplyses at være at få vurderet de kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved ændret udbringningsperioder for fast gødning.

FVM beder AU om at vurdere tre scenarier (Scenarie 2-4) i forhold til gældende regler (Scenarie 1). I Scenarie 2 har FVM taget udgangspunkt i de regelændringer, der er beskrevet af Sørensen et al. (2020) i N-virkemiddelkataloget fra 2020. I Scenarierne 3 og 4 justeres disse regelændringer yderligere. Scenarierne 1-4 er beskrevet af FVM som følger:

Scenarie 1. Som reference for vurdering af Scenarie 2-4 benyttes de eksisterende regler for udbringning af fast gødning:

"I perioden fra 15. november til 1. februar må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald" med tilhørende undtagelse.

"I perioden fra høst til 20. oktober må der kun udbringes fast husdyrgødning og fast affald til arealer, hvor der er afgrøder den følgende vinter".

"Der må dog udbringes fast husdyrgødning og fast affald i perioden fra høst til etablering af grøngødning på arealer omfattet af stk. 3, nr. 3. (med gul sennep, oliæræddike eller gul sennep og oliæræddike forud for sukkerroer, hvor der er indgået kontrakt med en sukkerfabrik om afsætning af sukkerroerne.)"

"Efterafgrøder må tidligst nedpløjes, nedvisnes eller på anden måde destrueres den 20. oktober i planperioden. Efterafgrøder sået som udlæg i majs må dog tidligst nedpløjes, nedvisnes eller på anden måde destrueres den 1. marts i planperioden."

"Husdyrgødning og afgasset vegetabilsk biomasse, der udbringes på arealer uden etablerede afgrøder til høst, skal nedbringes hurtigst muligt og inden 4 timer [...]."

Scenarie 2. Der ønskes en vurdering af de kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser af opdeling efter jordtype (JB), således at følgende hovedregler vurderes:

JB 1-4: I perioden fra høst til **1. februar** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps i perioden mellem høst og frem til 1. september.

JB 5-6 og JB 10-11: I perioden fra høst til **1. december** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps i perioden mellem høst og frem til 1. september.

JB 7-9: I perioden fra høst til **1. november** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps i perioden mellem høst og frem til 1. september.

Scenarie 3. Der ønskes en vurdering af de kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved mulighed for udbringning af fast husdyrgødning og fast affald før etablering af græs og vinterraps **samt vintersæd og grøngødning:**

JB 1-4: I perioden fra høst til **1. februar** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **1. september**.

JB 5-6 og JB 10-11: I perioden fra høst til **1. december** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **1. september**.

JB 7-9: I perioden fra høst til **1. november** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **1. september**.

Scenarie 4. Der ønskes en vurdering af de kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ved at forlænge udbringningsperioden til **7. september**.

JB 1-4: I perioden fra høst til **1. februar** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **7. september**.

JB 5-6 og JB 10-11: I perioden fra høst til **1. december** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **7. september**.

JB 7-9: I perioden fra høst til **1. november** må der ikke udbringes fast husdyrgødning og fast affald. Dog må der udbringes fast husdyrgødning og fast affald forud for såning af græs og vinterraps samt vintersæd og grøngødning i perioden mellem høst og frem til **7. september**.

FVM oplyser i bestillingen, at SEGES har opstillet et typesædskifte for hver af brugstyperne kvæg og fjerkræ (Bilag 1). For Scenarie 1-4 har SEGES desuden vurderet udbringningstidspunkternes indflydelse på den tidlige fordeling af husdyrgødningen samt beregnet, hvor mange tons fast gødning, der totalt anvendes på forskellige tidspunkter på de to brugstyper. FVM ønsker, at besvarelsen så vidt muligt inkluderer, hvorledes de kvælstofudvaskningsmæssige konsekvenser ændrer sig for de to typesædskifter ved implementering af Scenarierne 2-4 i forhold til Scenarie 1. Ifølge FVM kan det forudsættes, at den samlede udbragte gødningsmængde er ens for alle scenarierne.

FVM har i forbindelse med en kommenteringsrunde endvidere ønsket beregninger for et alternativt sædskifte på fjerkræbedrifter bestående af: vinterraps, vinterhvede, vinterhvede, vårbyg, vårbyg, vinterbyg.

Besvarelse

Indledning

I N-virkemiddelkataloget 2020 (Sørensen et al., 2020) er effekten af forbud mod udbringning af fast husdyrgødning vurderet. Denne vurdering svarer til Scenarie 2 i bestillingen. I N-virkemiddelkataloget var der imidlertid ikke indregnet effekter af forbud mod efterårsudbringning af andre typer organisk gødning, såsom spildevandslam og kategorien "andre typer af anden organisk gødning". I det følgende er der indregnet en effekt af alle typer af fast organisk gødning.

I Scenarie 1 er grøngødning antaget at bestå af arealer med gul sennep, olieræddike eller gul sennep og olieræddike forud for sukkerroer, hvor der er indgået kontrakt med en sukkerfabrik om afsætning af sukkerroerne. Det antages derfor, at grøngødning i Scenarierne 3-4 er defineret tilsvarende.

Betydning af udbringningstidspunkt for fast husdyrgødning

Antallet af undersøgelser af nitratudvaskning ved tilførsel af husdyrgødning om efteråret er stærkt begrænset, og derfor er de beregnede effekter vurderet på basis af nogle få lysimeterforsøg med efterårstilført husdyrgødning, kombineret med resultater fra en række forsøg, hvor der er målt gødningsvirkning efter tilførsel af husdyrgødning om efteråret (Petersen & Sørensen, 2008). Det antages, at størstedelen af en manglende gødningsvirkning ved tilførsel om efteråret skyldes nitratudvaskning. Thomsen (2005) fandt en ekstra udvaskning svarende til ammoniumindholdet i fast gødning efter tilførsel af fast gødning om efteråret forud for vårbyg på JB4. Ved udbringning af staldgødning i slutningen af december fandt Thomsen (2005) dog ikke højere udvaskning end efter tilførsel det følgende forår. Hansen et al. (2004) fandt derimod (på JB5 i et nedbørsrigt klima), at fast husdyrgødning skulle udbringes om foråret, hvis gødningskvælstoffet skulle udnyttes optimalt. Sørensen & Rubæk (2012) fandt ekstra udvaskning i forhold til forårstilførsel svarende til indholdet af ammonium-N i tre typer fast gødning tilført dagen før såning af vinterhvede, både målt på JB4 og JB7 jord (ved såning ca. 20. september). Så vidt vides er der ikke tilsvarende danske forsøg på grovsandet jord, men effekterne må her forventes mindst lige så store.

Ovenstående resultater viser, at hvis fast husdyrgødning udbringes om efteråret, er der stor risiko for udvaskning, hvis der ikke efterfølgende dyrkes en afgrøde, som effektivt kan optage det plantetilgængelige kvælstof fra husdyrgødningen.

Betydning af såtidspunkt for vinterkorn

I forskningsprojektet VIRKN er undersøgt effekter af såtidspunkt for vintersæd (vinterhvede på Flakkebjerg og vinterrug på Foulum) på bl.a. kvælstofoptag i afgrøden om efteråret. I gennemsnit er der i forsøget fundet ca. 10 kg N/ha ekstra optaget i overjordisk afgrødebiomasse efter tidlig såning i forhold til såning til

normal tid (Vogeler et al., 2021). Det forventes, at yderligere en mindre mængde ekstra kvælstof er blevet optaget i rødderne. Disse undersøgelser viser desuden, at vintersæd har et mindre potentiale for at optage kvælstof om efteråret end efterafgrøder (Vogeler et al., 2021). Dette kom især til udtryk i 2018 på Flakkebjerg, hvor der blev efterladt en større mængde mineralsk kvælstof i jorden efter høst, som den tidligt såede vinterhvede kun kunne udnytte i begrænset omfang, idet den optog mindre end 10 kg N/ha i overjordisk afgrøde. Til sammenligning optog olieræddike som efterafgrøde efter vårbyg ca. 90 kg N/ha i overjordisk biomasse samme år.

Ved udbringning af fjerkrægødning og andre typer organisk gødning forventes en lidt højere kvælstofoptagelse og en lidt lavere udvaskning fra tidligt sået vinterkorn i forhold til vinterkorn sået til normal tid. Vi har ikke kendskab til udvaskningsforsøg, hvor der er tilført kvælstofgødning om efteråret til tidligt sået vinterkorn, og en vurdering af effekten heraf må derfor bero på ovennævnte forsøg med tidlig såning uden efterårstilførsel af gødning. Det vurderes, at tidligt sået vinterhvede, der tilføres fast husdyrgødning om efteråret før såning, kun vil være i stand til at optage 5-10 kg N/ha ekstra af dette i rod + top. Tidligt sået vinterrug forventes at have en lidt højere kapacitet for ekstra kvælstofoptag i forbindelse med gødsning om efteråret.

Vurdering af gødningsudbringning i Scenarie 1-4

I beregningerne er der, som ønsket af FVM, taget udgangspunkt i SEGES' vurdering af, hvor stor en andel af fast husdyrgødning, der forventes udbragt på forskellige tidspunkter på kvæg- og fjerkræbrug under Scenarie 1-4 (Bilag 1). For organiske gødninger, som ikke indgik i N-virkemiddelkataloget (spildvandslam mm.), er antaget samme udbringningspraksis som benyttes på fjerkræbrug, idet bedrifter, der anvender disse gødninger, forventes at være planteavlsbrug med samme typer afgrøder som på fjerkræbrug.

SEGES har vurderet, at udbringning af al fast gødning på kvægbrug med sandjord (JB 1-4) sker om foråret i marts-april med de nuværende regler (Sædskifte 1, scenarie 1 i Bilag 1). Det betyder, at et forbud mod udbringning af fast gødning om efteråret ikke har betydning på disse brug. Endvidere vurderer SEGES, at kvægbrug på lerjord (JB 5-6 og JB 7-9) under de nuværende regler udbringer al fast gødning i begyndelsen af november (Sædskifte 1, scenarie 1 i Bilag 1). En ændring af kravene til udbringning efter 1. november for JB 7-9 og 1. december for JB 5-6 vil således kun have lille betydning for udbringningstidspunktet på kvægbrug. Kvægbrug indgår derfor ikke i de videre beregninger.

For fjerkræbrug har SEGES vurderet, at 60 % af al fast gødning udbringes til vinterhvede om efteråret med de nuværende regler (Scenarie 1), uanset jordtype (Sædskifte 2 i Bilag 1). Ved et forbud mod udbringning om efteråret (Scenarie 2) forventes 50 % af den faste gødning udbragt til vinterhvede om foråret og den resterende gødning udbragt til vinterraps før såning om efteråret og til vårsæd om foråret (dog dec-jan for JB5-6 og nov-dec for JB7-9).

Hvis udbringning før 1. september tillades før såning af vinterkorn og grøngødning (Scenarie 3) forventer SEGES 10 % af gødningen udbragt i august før 1. års vinterhvede på fjerkræbrug (Sædskitte 2 i Bilag 1). Hvis udbringning tillades før såning af vinterkorn og grøngødning før 7. september (Scenarie 4) forventes 50 % af gødningen udbragt i august og september til vinterkorn på fjerkræbrug.

Ifølge beregninger fra SEGES tilføres i gennemsnit 5-13 tons gødning per ha til vinterhvede. Dette dækker over forskellige gødningstyper med varierende kvælstofkoncentration. Her skønnes, at der gennemsnitligt tilføres omtrent samme mængde fast gødning per ha til både vintersæd og vårsæd. Specielt for fjerkrægødning gælder, at det har en høj koncentration af kvælstof og fosfor på gennemsnitligt 26 kg N/ton og 11 kg P/tons (Kristensen, 2007). Det antages derfor, at der af fjerkrægødning gennemsnitligt tilføres 5 tons per ha svarende til 130 kg N/ha og 55 kg P/ha til vintersæd (ved generelt fosforloft på 35 kg P/ha). Det er her antaget, at tidlig gødningstilførsel kombineret med tidlig såning af vinterkorn kan medføre en reduktion i kvælstofudvaskningen svarende til ca. 5 % af N i gødningen. Reduktionen bygger på antagelsen om ekstra optag på 5-10 kg N/ha ved tilførsel af fast husdyrgødning om efteråret før såning, samt tilførselen af 130 kg N/ha ved brug af fjerkrægødning.

Ved beregning af effekten af ændret udbringning af spildevandsslam er der regnet med samme effekt på tiltagens indflydelse på udbringningspraksis som for fjerkrægødning, idet slam typisk udbringes til planteavlsbedrifter med en afgrødesammensætning lignende fjerkræbedrifter. Dette er i god overensstemmelse med en vurdering fra en distributør af slam, der vurderer, at ca. 50 % af det udbragte slam tilføres før såning af vinterhvede (Erik Olesen, personlig meddelelse). Spildevandsslam har en relativ høj kvælstoftilgængelighed, og i Landsforsøg gennemført i 1990'erne er der fundet en gennemsnitlig første års kvælstofvirkning på 15 % ved udbringning om efteråret til vintersæd mod en kvælstofvirkning på 30-35 % ved udbringning om foråret (Pedersen, 1999). Forskellen i N udnyttelse mellem tilførsel efterår og forår tilskrives især forskelle i udvaskning. I nogle forsøg med spildevandsslam opnås dog en kvælstofvirkning på 50 % ved tilførsel om foråret (Sørensen, 2020a). Det vurderes på denne baggrund, at der gennemsnitligt vil være en øget udvaskning svarende til 20 % af total-N ved tilførsel af spildevandsslam til vinterkorn om efteråret. For kategorien "fast gødning" (inklusive "anden husdyrgødning" og "øvrige organiske gødninger") er antaget, at 10 % i dag udbringes om efteråret, og det er antaget, at 25 % af kvælstofindholdet er let tilgængeligt og vil medføre ekstra kvælstofudvaskning ved efterårstilførsel, svarende til effekter fundet af Sørensen & Rubæk (2012). Kategorien "andre typer af anden organisk gødning" er ligeledes antaget at have 25 % let tilgængeligt kvælstof men antages udbragt på samme tidspunkter som fjerkrægødning. Det forventes, at denne kategori bl.a. inkluderer organisk affald fra fødevarerproduktion og industri.

Udvaskningsberegninger for Scenarie 1-4

På baggrund af SEGES vurdering af udbringning af gødning i Scenarie 1-4 (Bilag 1) er der i Tabel 1 vist beregninger af reduktionen i kvælstofudvaskning i Scenarie 2-4 i forhold til Scenarie 1. De forventede mængder af de forskellige typer fast gødning i Tabel 1 er baseret på udtræk af gødningsregnskaber fra

2016-17 (AU, ikke publiceret). Ændringen i tilførsel om efteråret er baseret på Bilag 1, mens effekt af tilførsel af gødning forår frem for efterår er baseret på Sørensen et al. (2020). Med hensyn til tilførsel af husdyrgødning til grøngødning på fjerkræbrug (Scenarie 3-4) vurderes, at disse brug kun i meget begrænset omfang dyrker sukkerroer og derfor ikke har grøngødning, der falder ind under definitionen af grøngødning i Scenarie 1. Endvidere vurderes en lav effekt på udvaskning af moderate mængder fast organisk gødning tilført til grøngødning forud for roer, tilsvarende effekten ved tilførsel til vinterraps (Sørensen et al., 2020). Effektberegning af tilførsel af husdyrgødning til grøngødning er derfor udeladt i det følgende.

Tabel 1. Mængder af fast organisk gødning (data fra gødningsregnskaber 2016-17 uddraget af AU, 2020), forventede ændringer i kvælstoftilførsel fra efterår til forår (Bilag 1), udvaskningsreducerende effekt ved tilførsel forår frem for efterår (Sørensen et al., 2020) samt reduktion i kvælstofudvaskning ved Scenarie 2-4 i forhold til nuværende regler (Scenarie 1). Effekt af tilførsel af husdyrgødning til grøngødning er udeladt (se teksten ovenfor).

Gødningstype	Mængde af gødningstype i alt	Andel flyttet fra efterår til forår a)	Andel til tidligt sået vintersæd b)	Tons N flyttet til forår c)	Tons N til tidligt sået vintersæd d)	Effekt af tilførsel forår fremfor efterår	Effekt af tidlig såning	Reduktion i N udvaskning e)
	tons N/år	% af mængde	% af mængde	tons N/år	tons N/år	% af total N	% af total N	tons N/år
Scenarie 2 (forbud mod udbringning før 1.feb/1.dec/1.nov)								
Fast fjerkrægødning	7800	60	0	4680	0	40	-	1872
Fast gødning (inklusive "anden husdyrgødning og øvrig org gødn")	19319	10	0	1932	0	25	-	483
Dybstrøelse (eksklusiv fjerkræ)	17761	0	0	0	0	15	-	0
Spildevandsslam	2880	60	0	1728	0	20	-	346
"Andre typer af anden organisk gødning"	1552	60	0	931	0	25	-	233
Reduktion i N udvaskning, i alt								2933
Scenarie 3 (som #2 dog tilladt udbringning før etablering af vintersæd og grøngødning sået før 1. sept)								
Fast fjerkrægødning	7800	50	10	3900	780	40	5	1599
Fast gødning (inklusive "anden husdyrgødning og øvrig org gødn")	19319	10	0	1932	0	25	5	483
Dybstrøelse (eksklusiv fjerkræ)	17761	0	0	0	0	15	-	0
Spildevandsslam	2880	50	10	1440	288	20	5	302
"Andre typer af anden organisk gødning"	1552	50	10	776	155	25	5	202
Reduktion i N udvaskning, i alt								2586
Scenarie 4 (som #2 dog tilladt udbringning før etablering af vintersæd og grøngødning sået før 7. sept)								
Fast fjerkrægødning	7800	10	50	780	3900	40	5	507
Fast gødning (inklusive "anden husdyrgødning og øvrig org gødn")	19319	5	5	966	966	25	5	290
Dybstrøelse (eksklusiv fjerkræ)	17761	0	0	0	0	15	-	0
Spildevandsslam	2880	10	50	288	1440	20	5	130
"Andre typer af anden organisk gødning"	1552	10	50	155	776	25	5	78
Reduktion i N udvaskning, i alt								1004

a) Andel af gødning der flyttes fra efterår til forår, baseret på Bilag 1 for fast fjerkrægødning og egen vurdering for øvrige gødningstyper; b) Andel af gødning der vil blive udbragt til tidligt sået vinterkorn; c) Mængde total N flyttet fra efterår til forår; d) Mængde total N givet til tidligt sået vinterkorn; e) Den samlede reduktion i N udvaskning som følge af ændret udbringningstidspunkt.

Den samlede effekt af Scenarie 2 er beregnet til en årlig reduktion i kvælstofudvaskningen fra rodzonen på 2.933 tons N (Tabel 1). Dette er betydeligt højere end beregnet i kvælstofvirkemiddelkataloget 2020 (Sørensen et al., 2020). Forskellen skyldes især SEGES forventning om, at en betydelig større mængde fjerkrægødning vil blive udbragt senere i forhold til nuværende praksis. Endvidere skyldes den større effekt i forhold til Sørensen et al. (2020), at der er indregnet en effekt af spildevandsslam, samt "andre typer af anden organisk gødning".

Scenarie 3 vil i forhold til nugældende Scenarie 1 reducere den årlige kvælstofudvaskning med 2.586 tons N, mens reduktionen ved Scenarie 4 er 1.004 tons N (Tabel 1).

Udvaskningsberegning for alternativt sædskifte

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har i høringsvar endvidere ønsket beregninger for et alternativt sædskifte på fjerkræbedrifter bestående af: vinterraps, vinterhvede, vinterhvede, vårbyg, vårbyg, vinterbyg. Hvis det i et sådan sædskifte med en andel af vårsæd på 1/3 antages, at 20 % af gødningen udbringes til vinterraps, 40 % til vinterhvede og 40 % til vårbyg, vil der i Scenarie 2 blive flyttet 40 % af gødningen til en forårsudbringning. Dette vil reducere effekten af Scenarie 2 med 624 tons N/år i forhold til Tabel 1, hvilket svarer til en reduktion på 2.309 tons N i Scenarie 2.

Hvis der tilsvarende for Scenarie 3 sker en ændring til forårstilførsel for 30 % af gødningen i stedet for de 50 % i Tabel 1, vil det reducere effekten af Scenarie 3 med 640 tons N/år svarende til en effekt af Scenarie 3 på 1.946 tons N. Scenarie 4 forventes med det alternative sædskifte omtrent uændret i forhold til Tabel 1.

Supplerende kommentarer

De gennemførte beregninger er som ønsket i bestillingen baseret på dels antagelsen om, at den samlede udbragte gødningsmængde er ens for alle scenarierne, dels vurderingerne fra SEGES omkring gødningsudbringning i de forskellige scenarier. AU har ikke grundlag for at gennemføre en vurdering af gødningsudbringning, men det skønnes, at det er realistisk, at der udbringes 40-60 % af al fjerkrægødning til vintersæd. Det vurderes usikkert, om en ændret tidsfrist for udbringning og såning fra 1/9 til 7/9 vil have så stor en effekt som angivet af SEGES i Bilag 1, sædskifte 2, scenarie 4.

I forbindelse med Scenarie 3-4 fra SEGES har vi antaget, at både udbringning og såning skal finde sted før de angivne tidsfrister. Dette er ikke klart formuleret i Bilag 1 fra SEGES. Vedrørende anvendelse af "grøngødning" i Scenarie 3-4, er det i denne besvarelse antaget, at det alene dækker en definition, hvor grøngødningen skal dyrkes forud for sukkerroer.

I beregningerne af effekt på udvaskning er der ikke taget hensyn til, om stramningerne medfører øget nedbringning til vårsæd eller udbringning på vintersæd om foråret. Dette har betydning for ammoniaktabet og vil derfor også påvirke udvaskningen. Ammoniaktab reducerer udvaskningen fra udbringningsarealet, men til gengæld afsættes en del af ammoniakken på andre arealer, hvor den kan udvaskes. Sørensen (2020b) har vurderet nettoeffekten af ammoniaktab på udvaskning fra rodzonen til at være ca. 10 %. Et øget ammoniaktab medfører således en reduktion i kvælstofudvaskningen svarende til 10 % af den fordampede ammoniak. Til gengæld vurderer Sørensen (2020b), at ca. 17 % af det fordampede ammoniak afsættes direkte til danske havarealer. Der sker således samlet set en betydelig større påvirkning af havmiljøet med kvælstof under forhold med højt ammoniaktab.

Effekten af en ændret udbringningspraksis, der påvirker ammoniakemissionen, er således kompleks. Derfor er der ikke indregnet effekter heraf i Tabel 1.

Referencer

- Hansen, E.M., Thomsen, I.K., Hansen, M.N. 2004. Optimizing farmyard manure utilization by varying the application time and tillage strategy. *Soil use and Management* 20, 173-177.
- Kristensen, I.S. 2007. Gennemsnitlige husdyrgødningsprøver 1997-2005 fra landsforsøg. Aarhus Universitet. https://web04.agro.au.dk/FarmN_djf/dokumentation/Gns_husdyrgodning_1997_2005_landsforsog.pdf
- Pedersen, C.Å. 1999. Oversigt over Landsforsøgene 1999. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl. Side 230.
- Petersen, J., Sørensen, P. 2008. Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning – Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF Rapport Markbrug nr 138. 111 pp.
- Sørensen, P. 2020a. Udnyttelseskrav på forskellige typer af slam. Notat fra DCA. 1. December 2020. https://pure.au.dk/portal/files/201922603/Udnyttelseskrav_p_forskellige_typer_af_slam_0112_2020.pdf
- Sørensen, P. 2020b. Redegørelse for sideeffekter af ammoniakreducerende virkemidler i forbindelse med NEC-udvalgsarbejdet – Udbringning. Notat fra DCA. 13. maj 2020. https://pure.au.dk/portal/files/187610701/Sideeffekter_ved_krav_om_forsuring_af_gylle_i_DK_f_begrensning_af_ammoniakemission_13052020.pdf
- Sørensen, P., Kudsk, P., Bruus, M., Strandberg, B., Rubæk, G.H., Hutchings, N. J., Jacobsen, B.H. 2020. 9 måneders opbevaringskapacitet af husdyrgødning og ændringer i forbud mod udbringning af husdyrgødning om efteråret. I: Eriksen, J., Thomsen, I.K., Hoffmann, C.C., Hasler, B., Jacobsen, B.H. (redaktører) 2020,. Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. DCA rapport nr. 174, s. 242-255. <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf> DCA rapport nr 174
- Sørensen, P., Rubæk, G.H. 2012. Leaching of nitrate and phosphorus after autumn and spring application of separated solid manures to winter wheat. *Soil Use and Management* 28, 1-11.
- Thomsen, I.K. 2005. Crop N utilization and leaching losses as affected by time and method of application of farmyard manure. *European Journal of Agronomy* 22, 1-9.
- Vogeler, I., Jensen J.L., Thomsen, I.K., Labouriau, R., Hansen, E.M. 2021. Fertiliser N rates interact with sowing time and catch crops in cereals and affect yield and nitrate leaching. *European Journal of Agronomy* 124, 126244. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126244>

Bilag 1. Notat fra SEGES

Typesædskifter i forbindelse med efterårsudbringning af fast gødning og dybstrøelse

December 2020: Version 2 med eksempler på mængdefordeling i sædskiftet

Sædskifte 1. Eksempel på afgrøde og tidspunkt for anvendelse af fast gødning og dybstrøelse på **kvægbrug**. De anførte procentandele er andelen af gødningsmængden, der udbringes til den pågældende afgrødetype i sædskiftet.

Sædskifte	1. Nuværende regler Generel regel: - Lukkeperiode: 15/11-1/2 Uden afgrøde kommende vinter: - Lukkeperiode: Høst-20/10+15/11-1/2			2. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs og raps før 1/9			3. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs, raps, <u>vintersæd og grøngødning</u> før 1/9			4. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs, raps, vintersæd og grøngødning <u>før 7/9</u>		
	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9
Majs m. efterafgrøde	April 45%	Beg. nov. 45%	Beg. nov. 45%	April 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%	April 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%	April 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%
Majs m. efterafgrøde												
Vårbyg m. udlæg	Marts 45%	Beg. nov. 45%	Beg. nov. 45%	Marts 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%	Marts 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%	Marts 45%	Dec.-jan. 45%	Nov. 45%
Kløvergræs, 1. år	Marts 10%	Beg. nov. 10%	Beg. nov. 10%	Marts 10%	Dec.-jan. 10%	Nov. 10%	Marts 10%	Dec.-jan. 10%	Nov. 10%	Marts 10%	Dec.-jan. 10%	Nov. 10%
Kløvergræs, 2. år												
Fordeling i alt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sædskiye 2. Eksempel på afgrøde og tidspunkt for anvendelse af fast gødning og dybstrøelse på **fjerkræbrug**. De anførte procentandele er andelen af gødningsmængden, der udbringes til den pågældende afgrødetype i sædsiyet.

Sædskiye	1. Nuværende regler Generel regel: - Lukkeperiode: 15/11-1/2 Uden afgrøde kommende vinter: - Lukkeperiode: Høst-20/10+15/11-1/2			2. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs og raps før 1/9			3. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs, raps, <u>vintersæd og grøngødning</u> før 1/9			4. Frist skubbes til hhv. 1/2, 1/12 og 1/11 (hhv. JB 1-4, 5,6 og 7-9). Dog undtaget før såning af græs, raps, vintersæd og grøngødning <u>før 7/9</u>		
	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9
Vinterraps	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%	August 10%
Vinterhvede, 1. år	Sept. 30%	Sept. 30%	Sept. 30%	Marts ¹⁾ 25%	Marts ¹⁾ 25%	Marts ¹⁾ 25%	August ²⁾ 10%	August ²⁾ 10%	August ²⁾ 10%	Sept. 20%	Sept. 20%	Sept. 20%
Vinterhvede, 2. år	Sept. 30%	Sept. 30%	Sept. 30%	Marts ¹⁾ 25%	Marts ¹⁾ 25%	Marts ¹⁾ 25%	Marts ¹⁾ 40%	Marts ¹⁾ 40%	Marts ¹⁾ 40%	Sept. 30%	Sept. 30%	Sept. 30%
Vårbyg	Marts 30%	Beg. nov. 30%	Beg. nov. 30%	Marts 40%	Dec.-jan. 40%	Nov. 40%	Marts 40%	Dec.-jan. 40%	Nov. 40%	Marts 40%	Dec.-jan. 40%	Nov. 40%
Vinterbyg												
Fordeling i alt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

¹⁾ Ovenpå den voksende afgrøde om foråret.

²⁾ I nogle tilfælde vil en del af fjerkrægødningen kunne udbringes til tidligt sået førsteårshvede i august. Gælder især på bedrifter, som anvender tidlig såning som alternativ til efterafgrøder.

Mængderne i MarkOnline dækker ikke hele husdyrgødningsmængden i Danmark, men jeg har vægtet mængderne op, så de passer med de mængder på landsplan, som vi kan trække ud af Gødnings- og Husdyrindberetningen, hvor den samlede mængde dybstrøelse og fast gødning er ca. 4 mio. ton. Jeg har puljet alle typer af fast gødning og dybstrøelse fra alle husdyrarter.

Ton, gennemsnit, 2016-2020, vægtet til GHI-niveau

	Jan.	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	I alt
Silomajs	284	22.386	167.833	868.151	236.546	10.893	6.477	245	382	2.137	33.331	2.251	1.350
Vårbyg	2.609	29.405	304.784	553.469	51.692	7.189	7.997	1.210	3.712	4.530	44.219	3.298	1.014
Vinterhvede	131	10.225	30.579	29.650	4.570	770	1.653	7.874	162.317	28.167	4.417	269	280
Vinterraps	26	2.260	3.731	4.050	214	394	652	43.907	16.476	1.701	265	0	73
I alt	3.051	64.276	506.926	1.455.320	293.022	19.246	16.779	53.236	182.887	36.536	82.231	5.819	2.719

Ton dybstrøelse og fast gødning pr. ha, gennemsnit 2016-2020

	Jan.	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Silomajs	22	17	15	13	11	9	11	10	6	19	26	27
Vårbyg	11	13	13	12	11	10	9	8	10	14	15	14
Vinterhvede	8	6	7	6	7	5	7	10	11	13	13	9
Vinterraps	15	8	5	6	15	29	11	10	10	9	9	

Venlig hilsen

Torkild Birkmose

Landskonsulent, Gødskning
 Plante- & MiljøInnovation
 Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
 SEGES