

Notat om estimat af generel faktor for merudvaskning af kvælstof ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 15. juli 2015

Gitte Blicher-Mathiesen
Jonas Rolighed

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Miljøstyrelsen/Nikolaj Ludvigsen
Antal sider: 27 sider

Faglig kommentering:
Peter Sørensen, DCA
Kvalitetssikring, centret:
Poul Nordemann Jensen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tlf.: 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

Indledning	3
Faktor for merudvaskning fra husdyrgødning	3
Effekt af efterafgrøder	8
Referencer	9
Bilag 1	11
Bilag 2	16

Indledning

Til brug for en generel regulering af husdyrbrug har Miljøstyrelsen ud fra eksisterende viden bedt om at få estimeret en faktor for, hvor stor en andel af ikke udnyttet kvælstof i husdyrgødning, der udvaskes på kort sigt (5-10 år) samt en størrelsesorden på middel (ca. 30 år) og lang tidshorisont jf. Den gode bestilling (Bilag 1).

Der søges en faktor som kan benyttes på landsniveau set i lyset af, at udvaskningseffekten af efterafgrøder også beregnes på landsniveau.

Faktor for merudvaskning fra husdyrgødning

Mer-udvaskning fra husdyrgødning skyldes primært, at husdyrgødningen indeholder kvælstof, der er bundet på organisk form, samt at mineralisering af organisk bundet kvælstof bl.a. sker efterår og vinter, hvor afgrødernes kvælstofoptagelse er lav, og hvor mineraliseret kvælstof kan udvaskes ved overskud af nedbør.

I forbindelse med godkendelse af husdyrbrug indgår kvantificering af merudvaskningen af kvælstof fra rodzonen, der forekommer ved at anvende husdyrgødning, frem for at anvende handelsgødning.

Udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning er primært knyttet til husdyrgødningens indhold af uorganisk kvælstof (tabel 1). Den gennemsnitlige andel af uorganisk kvælstof varierer fra 66 % i svinegylle til knap 20 % i dybstrøelse, når der er korrigeret for ammoniaktab ved udbringning. Krav til udnyttelse af husdyrgødning indeholder derfor også et krav, om at udnytte uorganisk kvælstof fra mineralisering af det organisk bundne kvælstof. Dette bidrag omfatter både førstearsvirkning samt en eftervirkning, der bidrager i årene umiddelbart herefter. Petersen og Sørensen (2008) viste, at de gældende udnyttelseskrav for kvæg- og svinegylle passer med den opnåelige gødningsvirkning, når der også inkluderes en eftervirkning nået efter ca. 10 år. Før 2003 var krav til udnyttelse af N i husdyrgødning opdelt i et krav for en førstearsvirkning samt en eftervirkning på 10 % for gylle og andet husdyrgødning samt 15 % for dybstrøelse (Plantedirektoratet, 2001).

Tabel 1. Husdyrgødnings indhold af organisk og uorganisk N samt andel af uorganisk N, der fordampes som ammoniak ved udbringning af husdyrgødning, delvis efter Husdyrreguleringsudvalget (2010)

	Fraktioner i 100 kg N i husdyrgødning, 1DE=100 kg N ab lager			Krav til udnyttelse (%)
	Organisk N	Uorganisk N (efter NH ₃ -fordampning)	NH ₃ fordampning Udbringning ¹	
Svinegylle	26	66	8	75
Kvæggylle	40	51	8	70
Fast gødning	65	29		
Ajle	10	81	8	65
Dybstrøelse	75	19	7	45
Anden husdyrgødning	45	46	9	65

¹ Fra emission opgørelser for 2013, Mette Hjort Mikkelsen pers. Kom.

Tabel 2. Kvælstofoverskud og merudvaskning fra rodzonen på kort (5-10 år) og langt (200 år) sigt ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning. Data er sammenstillet på baggrund af notater og modelberegninger beskrevet i Planteavlsorientering, Ip80070 (kopi fra Lemming, 2011, se Bilag 2)

	Forøgelse af overskud af kvælstof (kg N pr. ha pr. DE)		Merudvaskning, kort sigt (kg N pr. ha pr. DE)		Merudvaskning, lang sigt (kg N pr. ha pr. DE)	
	Sandjord	Lerjord	Sandjord	Lerjord	Sandjord	Lerjord
Svinegylle	25	25	5	4	10	7
Kvæggylle	30	30	7	6	14	10
Dybstrøelse, svin	55	55	14	11	27	22
Dybstrøelse, kvæg						
Fast staldgødning, svin	35	35	11	8	20	15
Fast staldgødning, kvæg						
Ajle	35	35	1	0	1	1
Fjerkrægødning, frisk	30	30	5	4	10	7

Merudvaskning af ikke-udnyttet kvælstof kan være vanskelig at opgøre korrekt, idet den ikke-udnyttede del af husdyrgødningen også omfatter fordampning af ammoniak ved udbringning af husdyrgødning samt eventuel denitrifikation knyttet til tilførsel af husdyrgødning. Endvidere sker der også en mineralisering af det organiske kvælstof i det første år efter tilførslen. Der er derfor ikke lighedstegn mellem husdyrgødningens indhold af organisk bundet kvælstof og ikke-udnyttet kvælstof. Desuden vil der forekomme forskelle i den høstede mængde kvælstof imellem regioner og bedrifter som betyder at merudvaskningen vil variere imellem disse elementer.

Modelberegninger med FASSET har vist, at merudvaskning både afhænger af sædskifte, jordtyper og klima. F.eks. er der mere end en faktor to forskel på udvaskning fra lerjord med lav nedbør og udvaskning fra sandjord med høj nedbør jf. tabel 6, 7 og 9 i Lemming (2011). Størrelse for merudvaskning afhænger bl.a. også af sædskifte, hvor andel af efterafgrøder i sædskiftet har betydning for, hvor meget af efteråret mineraliseret nitrat udvaskes. Også regler for senere jordbearbejdning giver et lavere udvaskningsniveau. Merudvaskning vil derfor være en variable størrelse over de senere år, fordi der er øget krav til dyrkning af efterafgrøder og krav om senere jordbearbejdning. Der er dog pt ikke et anvendelig datagrundlag til at vurdere ændringer i merudvaskning som følge af disse øgede krav. Niveauet for merudvaskning af husdyrgødning er imidlertid også afhængig af den tidshorisont, merudvaskningen vurderes for (Petersen et al., 2005).

Waagepetersen (2003) vurderede i slutrevalueringen af VMPII, at 40-50 % af den organiske del af husdyrgødningen vil udvaskes. Samme størrelsesorden på 42-45 % blev beregnet med FASSET for den andel af N indlejret i humus, der udvaskes (Berntsen et al., 2004). Samme faktor, at 45 % af den organiske del af husdyrgødning udvaskes, blev anvendt i et notat til Husdyrreguleringsudvalget (2010). Fælles for ovennævnte anvendelser er, at merudvaskningen er vurderet som den langsigtede merudvaskning på omkring 200 år.

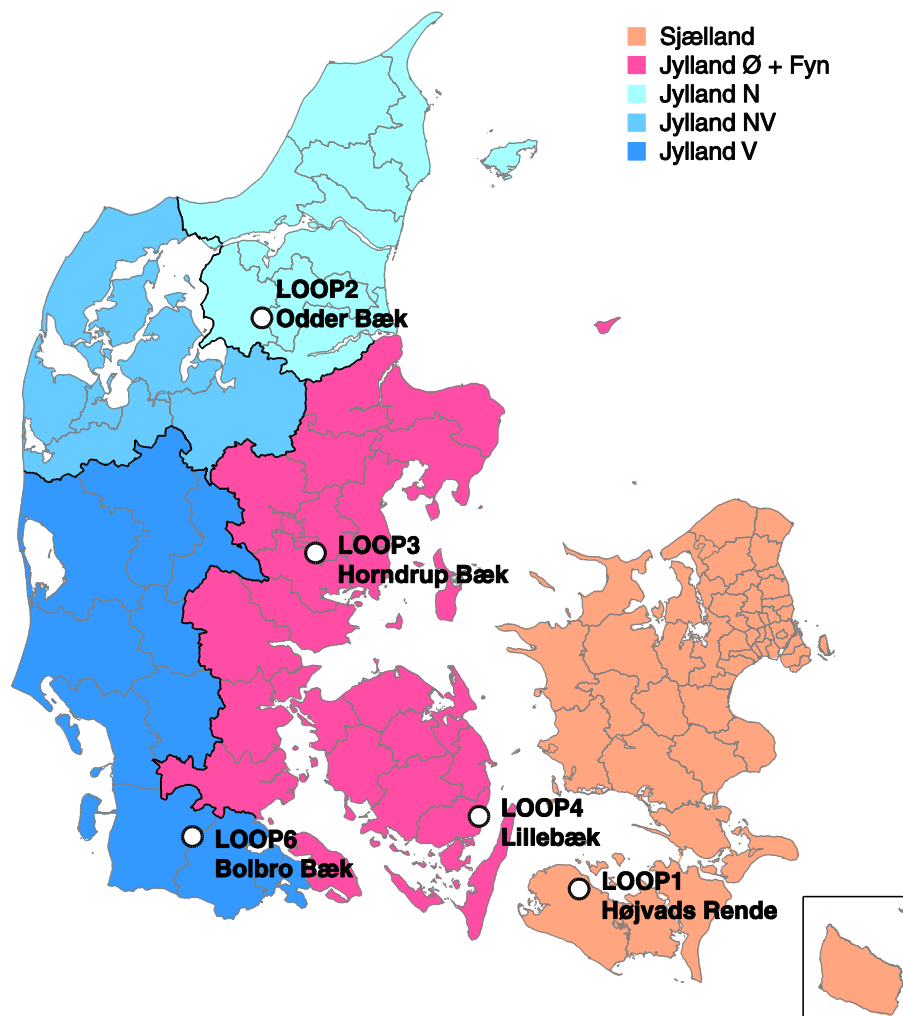
Videncenter for Landbrug har i planteavlsorientering (Lemming, 2011) sammenstillet tilgængelig viden, som udgør enkelte målinger og modelberegninger for både den kortsigtede (5-10 år) og langsigtede (200 år) merudvaskning ved anvendelse af husdyrgødning. Resultatet af samstillingen er angivet som de typiske værdier for merudvaskning i tabel 2.

Tabel 3. Vægtet forbrug af husdyrgødning på sand og ler ud fra gødningsregnskaber og indberetning til Enkeltbetalingsordning i 2013.

	Sand (%)	Ler (%)	Humus (%)	Areal (1000 ha)	Husdyrgødning (kg N/ha)	Husdyrgødning (1.000 tons N)	
						sand+humus	ler
Sjælland	5	92	3	580	34	1.578	18.142
Østjylland og Fyn	26	70	4	741	72	16.006	37.346
Nordjylland	80	10	10	414	99	36.887	4.099
Nordvestjylland	62	33	5	322	106	22.868	11.264
Vestjylland	76	18	6	624	107	54.750	12.018
						132.089	82.869
Vægt for forbrug af husdyrgødning på jordtyper						0,614	0,386

Til brug for en general regulering af husdyrbrug ønsker Miljøstyrelsen ud fra eksisterende viden at få estimeret en generel faktor for, hvor stor en andel af ikke-udnyttet husdyrgødning, der udvaskes på kort sigt (5-10 år) og lang (200 år) sigt. Faktor for merudvaskning af ikke-udnyttet kvælstof i husdyrgødning skal leveres med en meget kort tidsfrist. Derfor finder vi, at data i tabel 2 fra Lemming (2011) er anvendelige til at estimere den ønskede faktor for merudvaskning.

Figur 1. Regioner i Danmark, der er anvendt til at opgøre forbruget af husdyrgødning på ler og sand/humus.



Tabel 4. Merudvaskning af kvælstof fra rodzonen ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning, gennemsnit for ler og sand samt faktor (pct.) af ikke-udnyttet N i husdyrgødning, der giver merudvaskning på kort (5-10 år) og langt (200 år) sigt. Øget udvaskning som følge af ammoniakfordampning ved udbringning af husdyrgødning er estimeret til ca. 3,3 kg N pr. DE (Lemming 2011), og er ikke indeholdt i merudvaskningen.

Gødningstype	Vægtning	Krav	ikke	Merudvaskning				Faktor			
								Tidshorisont i år			
				Faktor	udnyttelse	udnyttet	5-10	200	5-10	200	Faktor
(se tabel 5)	(kg N pr. DE)	(kg N pr. DE)	(kg N pr. DE)	(kg N pr. DE)	(%)	(%)					
Svinegylle	0,387	75	25	4,6	8,8	18,4	35,2				
Kvæggylle	0,367	70	30	6,6	12,5	22,0	41,7				
Dybstrøelse, svin	0,131	45	55	12,8	25,1	23,3	45,6				
Dybstrøelse, kvæg											
Fast staldgødning, svin	0,115	65	35	9,6	18,1	27,4	51,7				
Fast staldgødning, kvæg											
Ajle											
Fjerkrægødning, frisk			70	30	4,6	8,8	15,3	29,3			
Vægtet ift. gødningstyper			68	32	7,0	13,4	21,9	41,9			

Forbruget af husdyrgødning er dog ikke ligelig fordelt mellem ler og sand, idet der er mere sandjord i Jylland (figur 1, tabel 3). Forbruget af husdyrgødning er derfor vægtet i forhold til forbruget på henholdsvis sand/humus og ler, og giver herfor en faktor på henholdsvis 0,61 og 0,39 for de to klasser af jordtyper (tabel 3).

Den gennemsnitlige merudvaskning for ler og sand fra tabel 2 er vægtet ift. forbruget af husdyrgødning på de to jordtyper og relateret til den andel af kvælstof i husdyrgødningen, der ikke er udnyttet jf. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler (NaturErhvervstyrelsen 2014) (tabel 4).

Den kortsigtede og langsigtede merudvaskning af kvælstof fra rodzonen udgør gennemsnitlig henholdsvis 22 og 42 % af den ikke udnyttede husdyrgødning, når merudvaskningen bliver vægtet ift. anvendelsen af de forskellige gødningstyper (tabel 4 og 5). Faktoren for den kortsigtede udvaskning varierer mellem 15 og 27 % af den ikke-udnyttede kvælstof i husdyrgødning afhængig af gødningstype, mens den tilsvarende langsigtede merudvaskning udgør mellem 29 og 52 % (tabel 4).

Lav andel af merudvaskning findes for gylle, der har et højt krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning, og høj merudvaskning findes for dybstrøelse og fastgødning, der har et lavere krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning.

Udnyttelseskravet til ajle er fastsat efter et gennemsnit for fast gødning og ajle. Derfor kan ajle ikke ses isoleret. I vægningen af gødningstyperne er det antaget at blandet gylle består ligeligt af henholdsvis svinegylle og kvæggylle. Da der ikke er data for merudvaskning af minkgylle er denne gødningsstype sat ind under svinegylle.

Sørensen (2015) har estimeret merudvaskning for svinegylle og kvæggylle (tabel 6). Udvasningen er heri estimeret ved at anvende en faktor for udvaskning af tilført uorganisk kvælstof på 12 og 22 % for henholdsvis ler (JB6) med lav nedbør og for sand (JB3) med høj nedbør. Begge responser er be-

Tabel 5. Fordeling af kvælstof i gødningstyper baseret på landmændenes indberetning af gødningsregnskaber i 2013 og inddeling i grupper, hvor der er data for merudvaskning.

Husdyrgødningstyper	Tons N	(%)	Anvendt fordeling
Svinegylle			38,8
Svinegylle	49.186	23.0	
½ Blandet gylle	28.160	13.2	
Minkgylle	5.359	2.5	
Fjerkrægylle	24	0.0	
Væske Forarbejdet	148	0.1	
Kvæggylle			36,6
Kvæggylle	50.532	23.6	
½ Blandet gylle	56.319	13.2	
Fast gødning			11,5
Blandet gødning	15.176	7.1	
Fast Gødning	829	0.4	
Ajle	942	0.4	
Afgasset Biomasse	6.681	3.1	
Forarbejdet Husdyrgødning	1.037	0.5	
Anden Husdyrgødning	0	0.0	
Dybstrøelse	27.965	13.1	13,1
Forbrugt husdyrgødning	214.101		100

regnet med N-LES4. Det dobbelte af disse faktorer er anvendt som udvaskningsfaktor for det organiske kvælstof i husdyrgødning, der ikke er mineraliseret 1 år efter tilførslen. Merudvaskning for svinegylle bliver her 5,1 og 9,7 kg N/DE for en tidshorisont på 10 år henholdsvis for ler og sand, mens de tilsvarende tal udgør 6,2 og 11,8 kg N/DE for en tidshorisont på 50 år (tabel 6). Mer-udvaskning for kvæggylle bliver her 7,8 og 14,8 kg N/DE for en tidshorisont på 10 år henholdsvis for ler og sand, mens de tilsvarende tal udgør 9,9 og 18,9 kg N/DE for en tidshorisont på 50 år. De beregnede tal for merudvaskning i Sørensen (2015) ligger lidt højere end de sammenstillede tal i tabel 2. Medvirkende til den højere og lavere udvaskning beregnet for henholdsvis sandjord og lerjord af Sørensen (2015) er, at beregningen er baseret på, at der er høj nedbør på sandjord og omvendt på lerjord, mens der i sammenstillingen fra Lemming (2011) er taget udgangspunkt i middelnedbør på både sandjord og lerjord. En anden medvirkende årsag kan være, at Sørensen (2015) har brugt N-LES4 modellen, hvor Lemming (2011) har brugt N-LES3 modellen, og N-LES3 modellen beregner en højere marginaludvaskning fra mineralsk kvælstof end N-LES4 modellen. Endvidere beregner Sørensen (2015), at udvaskningsfaktoren for organisk bundet kvælstof i husdyrgødning er lige så høj som for mineralsk kvælstof i tilførselsåret, hvor N-LES3 anvendt i Lemming (2011) beregner lavere kortsigtet udvaskning fra organisk bundet kvælstof.

Table 6. N-udvaskning ved forskellige gødningstyper for ler med lav nedbør og sand med høj nedbør (kg N/ha). Der er tilført 100 kg total N (1 DE) med husdyrgødning og suppleret med handelsgødning til norm i 2014/15. Data fra Sørensen (2015).

Med nuværende udnyttelseskrav	Ler (jb 6), lav nedbør			Sand (jb 3), høj nedbør		
	1 år*	10 år	50 år	1 år*	10 år	50 år
100% handelsgødning, Sædskifte planteavl/svin	42,6	42,6	42,6	71,7	71,7	71,7
100% handelsgødning, Sædskifte kvæg	42,4	42,4	42,4	77,2	77,2	77,2
100% svinegylle	45,7	47,7	48,8	77,5	81,4	83,4
100% kvæggylle	46,1	50,2	52,4	84,2	92,0	96,1
Merudvaskning fra husdyrgødning (kg N/DE)						
100% svinegylle	3,1	5,1	6,2	5,8	9,7	11,8
100% kvæggylle	3,7	7,8	9,9	7,0	14,8	18,9

*For handelsgødning og uorganisk N i husdyrgødning er der indregnet 5 års eftervirkning af gødning, som det sker i N-LES4.

Det skal understreges, at ovennævnte estimerede faktor kan være behæftet med en væsentlig usikkerhed – en usikkerhed som formentlig kan reduceres ved at gennemføre supplerende modelberegninger.

Effekt af efterafgrøder

Efterafgrøder anvendes ofte til at modvirke en øget udvaskning ved at anvende husdyrgødning. I de nuværende regler skal der dyrkes efterafgrøder på 14 og 10 pct. af efterafgrødegrundlaget for husdyrbrug, der har mere eller mindre end 0,8 DE/ha. Efterafgrøders udvaskningsreducerende effekt er vurderet således at den gennemsnitlig udvaskningsreducerede effekt i rodzonen udgør 35 og 23 kg N/ha/ år på husdyrbrug med henholdsvis over og under 0,8 DE/ha (Hansen et al., 2014) (tabel 7). Effekten er vurderet til at være 2-4 kg N/ha/år mindre end tidligere vurderet i Hansen og Thomsen (2013), idet effekten nu er vurderet ift., at afgrøder uden efterafgrøder skal jordbearbejdes senere end tidligere, henholdsvis efter 1. november på lerjord og efter 1. februar på sandjord.

Table 7. Efterafgrøderes udvaskningsreducerende effekt i rodzonen (kg N ha år) ved dyrkning af efterafgrøder på lerjord (JB5-7) og sandjord (JB1-4) efter vårbyg. Værdier i parentes er estimeret. Det er forudsat, at efterafgrøder på lerjord pløjes sent efterår og efterafgrøder på sandjord pløjes i det tidlige forår. Effekt af efterafgrøder på humusjord samt svær til meget svær ler og silt indgår ikke i estimatet (Hansen et al., 2014).

Afgørde/pløjetid	Under 0,8 DE/ha				Over 0,8 DE/ha ²			
	Ler ¹		Sand		Ler		Sand	
	Efterår	Forår	Efterår	Forår	Efterår	Forår	Efterår	Forår
Vårbyg	12	22	23	32	(24)	(34)	36	45
Gns. vårbyg	17		28		(29)		41	
	23				(35)			

¹ For sand- og lerjorde i et nedbørsfattigt område kan der visse år være meget lav afstrømning og dermed lavere effekt af efterafgrøder end her angivet (se diskussionen nedenfor).

² det er usikkert om effekten kan opnås for alle typer bedrifter over 0,8 DE/ha

Som før nævnt afhænger merudvaskning ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning af sædskifte, jordtyper og klima. For eksempel vil øget anvendelse af efterafgrøder og senere jordbehandling give en mindre merudvaskning end ved mindre andel af disse virkemidler. I dag har vi ikke målinger eller modelberegninger, der med nuværende landbrugspraksis angiver merudvaskning ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning.

En meget lille del af husdyrgødning anvendes på bedrifter uden harmoniareal mens lang den største del, 87 % anvendes på brug over 0,8 DE ha⁻¹ (tabel 8).

Tabel 8. Fordeling af husdyrgødning på brug over og under 0,8 DE ha⁻¹ (harmoniareal) fra gødningsregnskaberne 2013.

	Husdyrgødning (1000 tons N)	Fordeling (%)
Igen harmoniareal	0,2	0
Over 0,8 DE ha ⁻¹	186,8	87,3
Under 0,8 DE ha ⁻¹	27,1	12,7

Effekten af efterafgrøder i N-LES3 og N-LES4 er primært estimeret ift. bar jord om efteråret, mens der i dag i højere grad vokser spildkorn og vinterkorn. Siden efteråret 2014 kan vinterhvede anvendes som et alternativ til efterafgrøder. Siden 2011 er der krav til et senere pløjetidspunkt end tidligere. Disse faktorer var der ikke måledata for ved estimering af NLES3 og NLES4.

Konklusion

I forbindelse med godkendelse af husdyrbrug er det central at kende hvor stor merudvaskning af kvælstof i husdyrgødning udgør i forhold til udvaskning fra kvælstof i handelsgødning. Ud fra udredninger, modelberegninger og enkelte forsøg og undersøgelser er der beregnet en gennemsnitlig kortsigtet (5-10 år) udvaskningsfaktor for "ikke-udnyttet N" i husdyrgødning på 22 % og en langsigtet udvaskningsfaktor (200 år) på 42 %. Det skal bemærkes, at disse gennemsnitlige udvaskningsfaktorer dækker over en betydelig variation afhængig af sædskifte, gødningstype, jordtype og nedbørsforhold.

Referencer

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

Hansen, E.M., Thomsen, I.K., Rubæk, G.H., Kudsk, P., Jørgensen, L.N., Schelde, K., Olesen, J.E., Strandberg, M.T., Jacobsen, B.H. (2014). Efterafgrøder. I: Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering Jørgen Eriksen, Poul Nordemann Jensen og Brian H. Jacobsen (redaktører). Nationalt center for Fødevarer og Landbrug, DCA rapport nr. 052. Aarhus Universitet

Hansen, E.M. & Thomsen, I.K. (2013). Baggrundsnotat 1. Efterafgrøder. I: Børgesen, C.D., Jensen, P.N., Blicher-Mathiesen, G. og Schelde, K. (Red.) Udviklingen i kvælstofudvaskning og næringsstofoverskud fra dansk landbrug for perioden 2007-2011. DCA rapport nr. 31. Aarhus Universitet.

Husdyrreguleringsudvalget (2010): Status for miljøeffekten af husdyrregulering og anden arealregulering. 11. november 2010.

NaturErhvervstyrelsen (2014). Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2014 til 31. juli 2015. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 165 sider.

Lemming (2011). Merudvaskning fra rodzonen ved at anvende husdyrgødning frem for anvendelse af handelsgødning. Planteavlsorientering nr. 55. 14 sider.

Petersen, B.M., Berntsen, J. & Jørgensen, U., (2005): Vurdering af et værktøj til VVM-screening, set i relation til hvad der sker med kvælstof tilført jorden med husdyrgødning. VVM-screeningsrapport. 27 sider.

Petersen, J. & Sørensen, S. (2008). Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning - Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF markbrug nr. 13. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Aarhus Universitet. 11 sider.

Plantedirektoratet (2001). Vejledning og skemaer: mark- og gødningsplan, gødningsregnskab, plantedække, harmoniregler 2001/02. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 85 sider.

Sørensen, P. (2015). Kvælstofudvaskning og øget gødningsvirkning ved anvendelse af afgasset biomasse. (Udkast til DCA rapport).

Sørensen, P. & Vinther, F.P. (2015). Opdatering af fagligt grundlag for udnyttelsesprocenter for husdyrgødning. Notat til NaturErhvervstyrelsen. 3 sider.

Waagepetersen, J. (2003). Notat om merudvaskning ved tilførsel af organisk N til jorden. Vurdering til slutevaluering af VMPII.

Bilag 1

Den gode Bestilling af forskningsbaseret myndighedsrådgivning

Som led i udvikling af det gode samarbejde mellem parterne er det hensigten, at FVM's medarbejdere anvender nedenstående skema og medsender det ved konkrete bestillinger hos DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, som varetager myndighedsbetjeningen på jordbrugs- og fødevarerområdet ved Aarhus Universitet.

Bemærk venligst tjeklisten i punkt 13, som er udarbejdet med henblik på at understøtte effektive arbejdsprocesser, give arbejdsglæde og høj kvalitet i resultaterne.

1. Bestillingens titel:

Generel faktor for mer-udvaskning af kvælstof ved at anvende husdyrgødning frem for handelsgødning

2. Hvem bestiller hvornår, til hvornår og til hvem?

- Departementet
- NaturErhvervstyrelsen
- Fødevarestyrelsen

X Miljøstyrelsen, Miljøministeriet

Dato for bestilling: 14.04. 2015

Navn på kontaktperson i Miljøstyrelsen: Nikolaj Ludvigsen

E-mail: nilud@mst.dk

Tlf.: 72544130

Tidsfrist for levering: den 01.05. 2015

Svar sendes til (husk evt. cc): Nikolaj Ludvigsen (cc Hans Kjær hkj@mst.dk, Lidde Bagge Jensen lidbj@mst.dk)

3. Opgavetype

Det er vigtigt for DCE's interne håndtering af opgaven, at dette punkt udfyldes.

- Ny akut opgave, der ikke er beskrevet i Bilag 2 til aftalen for 2014
- "Bilag 2 – opgave" med ID-nummer:

4. Temaområde (kun relevant for nye opgaver, der ikke er beskrevet i Aftalens Bilag 2)

FVM skønner af denne nye opgave hører under følgende tema/ temaer (de 13 tema-områder findes kort beskrevet i punkt 14):

- 1.1 Bæredygtig husdyrproduktion (BH)
- 1.2 Bæredygtig planteproduktion (BP)
- 1.3 Bæredygtig teknologiudvikling og teknologivurdering (BT)
- 1.4 Bioøkonomi, bioenergi og landdistriktsudvikling (BL)
- 1.5 Ressourceeffektivitet (RE)

- 2.1 Fødevarereproduktion og dyrkningsjorden (FJ)
- 2.2 Fødevarereproduktion og bioressourcer (FB)
- 2.3 Fødevarereproduktion, landskab, natur og biodiversitet (FN)
- 2.4 Fødevarereproduktion, hjælpestoffer og miljø (FM)
- 2.5 Fødevarereproduktion, klima og drivhusgasser (FD)
- 3.1 Fødevarere kvalitet (KV)
- 3.2 Forbrugeradfærd og -præferencer for fødevarer (AD)
- 3.3 Mad- og måltidsvaners betydning for sundheden (MA)

5. Hvad bestilles?

- Forventingsafstemning vedrørende denne nye opgave
- Et notat til brug for drøftelse i embedsværket
- Et fagligt bidrag til beslutningsoplæg, svar til Folketinget m.m.
- Deltagelse i møde
- Deltagelse i arbejdsgruppe, f.eks. ifm. lovforberedende arbejde
- Andet:

6. Hvad er baggrunden for bestillingen – hvorfor og til brug for hvad?

Beskrives kortfattet – 10–15 linjer – idet det er vigtigt at kende baggrunden/konteksten for bestillingen for at AU/DCA's svar bliver anvendeligt for FVM

Til brug for en general regulering af husdyrbrug ønsker Miljøstyrelsen ud fra eksisterende viden at få estimeret en generel faktor for, hvor stor en andel af ikke udnyttet organisk N fra husdyrgødning, der udvaskes på kort sigt (5-10 år).

7. Detaljeret beskrivelse af problemstillingen:

Det er meget vigtigt, at bestillingen er præcis og entydig for at de bidragende forskere kan levere et svar, der kan anvendes; evt. kan man bede om en forventningsafstemning forud for bestilling m.h.p. at klarlægge hvad AU/DCA vil kunne levere svar på, se punkt 5.

Til brug for en general regulering af husdyrbrug ønsker Miljøstyrelsen ud fra eksisterende viden at få estimeret en generel faktor for, hvor stor en andel af ikke udnyttet organisk N fra husdyrgødning, der udvaskes på kort sigt (5-10 år). samt en størrelsesorden på middel (ca. 30 år) og lang tidshorisont.

Der søges en faktor som kan benyttes på landsniveau set i lyset af at effekten på efterafgrøder også er på landsniveau.

Der udarbejdes et notat som sammenstiller tilgængelig viden. Notatet kommenteres af DCA.

8. Dimensionering og form af besvarelse

- Kort faktisk svar
- Kort notat kun med allervigtigste litteraturhenvisninger - ca. sidetal:
- Grundig faglig redegørelse, gerne med fyldige litteraturhenvisninger fra ind- og udland
 - Redegørelsen ønskes på dansk
 - Redegørelsen ønskes på engelsk
 - AU/DCA kan vælge, om man ønsker at skrive på dansk eller engelsk

9. Evt. andre relevante oplysninger, som kan have relevans for AU/DCA's opgaveløsning:

Klik her for at angive tekst.

10. Hvis der anmodes om bemærkninger til et større dokument, skal det her anføres, hvilke afsnit eller sider, der er særligt relevante for modtageren eller som der særligt ønskes bemærkninger til:

Klik her for at angive tekst.

11. Proces

- Eventuelle milepæle med angivelse af tidsfrist
- Oplysning om eventuelle/forventelige mødedatoer
- Er andre institutioner inddraget i opgaven
 - hvis ja – hvilke:
 - hvis ja – om hvad:

Det er vigtigt ved denne bestilling, at besvarelsen behandles fortroligt, til den er blevet behandlet i den ministerielle beslutningsproces. AU/DCA bedes derfor ikke udlevere den ikke-offentliggjorte besvarelse til personer udenfor FVM og AU/DCA eller - såfremt andre er involveret jf. ovenstående - da kun til de, der specifikt er involveret, og kun i det omfang disse har behov herfor. I sidstnævnte tilfælde skal DCA kræve samme fortrolighed af modtageren, som DCA selv er underlagt.

-

12. Offentliggørelse af rådgivningssvar på AU/DCA's hjemmeside

Bestilte rådgivningsopgaver skal som hovedregel offentliggøres så hurtigt som muligt, og det tilstræbes, at der ved opgavens igangsættelse laves en præcis aftale om offentliggørelse.

I henhold til de retningslinjer, der er vedtaget i aftalen med FVM (Afsnit 4.4), offentliggør AU/ DCA sine rådgivningssvar på hjemmesiden: <http://dca.au.dk/myndigheder/>

Nedenfor anføres evt. særlige forhold omkring offentliggørelse af svar på denne bestilling:

- Kan offentliggøres på hjemmeside samtidig med, at svar afsendes til FVM
- Kan offentliggøres 10 arbejdsdage efter afgivelse af svar
- Kan offentliggøres en måned efter afgivelse af svar
- Kan offentliggøres den

- En eksakt dato for offentliggørelse kan ikke gives
- Svaret kan ikke offentliggøres af ganske særlige hensyn, som er anført herunder

Bemærk at i de tilfælde, hvor DCA ikke kan offentliggøre svaret, vil der inden igangsættelse af opgaven blive foretaget en vurdering af, om DCA kan påtage sig opgaven

Begrundelse:

Klik her for at angive tekst.

13. Vigtigt: Tjekliste til brug ved bestilling:

- ✓ Husk at bestillingen skal være præcis og entydig for at de bidragende forskere kan levere et svar, der kan anvendes efterfølgende – det kan være en god ide at lade kolleger læse bestillingen, inden den sendes for at være sikker på, at den forstås af andre.
- ✓ Hvis det er vanskeligt at udforme en præcis bestilling, kan bestiller bede om, at der foretages en forventningsafstemning inden fremsendelse m.h.p. at klarlægge, hvad AU/ DCA vil være i stand til at levere svar på.
 - ✓ Bestillingen sendes altid til AU/ DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Postboks 50, 8830 Tjele, e-mail: dca@au.dk.
- ✓ Det anføres i bestillingen, hvem svaret skal sendes til, og om der skal sendes cc til personer eller kontorpostkasser.
- ✓ Alle svar sendes i kopi til Center for Innovation: innovation@naturerhverv.dk.
- ✓ Tidsfrister, omtrentligt omfang og særlige ønsker til formidling aftales mellem bestiller og koordinator.
- ✓ *Bemærk: Henvendelser til enkeltmedarbejdere er i følge Aftalen med AU/DCA ikke sikret besvarelse.*
- ✓ Hastebestillinger følges altid umiddelbart op pr. telefon (hvis koordinator ikke er på arbejde, vil der være forslag i auto-reply til hvem, der kan kontaktes), så FVM medarbejderen sikrer sig, at den bliver håndteret så hurtigt som muligt. Hvis det ikke allerede er klart, hvad grunden er til en ekstraordinær kort frist, må det oplyses. Det fremmer motivationen i alle led.
- ✓ Den opfølgende dialog og uddybning af opgaven kan ske mellem bestiller og den eller de forskere ved AU/ DCA, der forestår besvarelse.
- ✓ Husk at skrive afsenders telefonnummer og evt. en opfordring til at tage kontakt med henblik på afstemning af forventninger og uddybende spørgsmål.
- ✓ Husk god e-mailpraksis. Sæt kun de modtagere og cc'er på, der virkelig har brug for at se bestillingen.
- ✓ Meld meget gerne tilbage, når notatet/ svaret er modtaget/ brugt. Dette tjener flere formål: Dels er det vigtigt for AU/ DCA at erfare, om form, omfang mv. har været tilfredsstillende, så der kan ske en stadig udvikling i kvalitet af den forskningsbaserede rådgivning. Dels er det vigtigt for evt. opfølgende rådgivning på området, at DCA får at vide, hvordan svaret har indgået i det videre arbejde i FVM.
- ✓ Hvis svaret giver anledning til uddybende spørgsmål eller evt. yderligere analyser, bedes bestiller henvende sig til en af DCA's koordinatore for myndighedsrådgivning for at aftale nærmere procedure. Navne, e-mails og telefonnumre på DCA's koordinatore:
 - ❖ Susanne Elmholt (Susanne.Elmholt@agrsci.dk , tlf. 871 57685),
 - ❖ Karl Tolstrup (Karl.Tolstrup@agrsci.dk , 871 51265),
 - og Klaus Horsted (Klaus.Horsted@agrsci.dk , 871 57975).

14. Myndighedsrådgivning på tretten temaområder

DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug leverer forskningsbaseret myndighedsbetjening på tretten temaområder, der er fordelt på de tre elementer af Fødevareministeriets mission. Ved bestilling af rådgivningsopgaver beder AU/ DCA om, at kontaktpersonen i FVM skønner, hvilket eller hvilke temaer, man mener opgaven kan henføres til. Til hjælp herfor er der nedenfor anført de korte beskrivelser af forskningen inden for de 13 områder. Beskrivelserne stammer fra Aftalens Bilag 1b.

Element 1: Udviklings- og vækstorienteret fødevarerhverv

1.1 Bæredygtig husdyrproduktion (BH)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes behov for at kunne gennemføre en ansvarlig og bæredygtig husdyrproduktion, der tilgodeser landmandens, erhvervenes og samfundets ønske om god dyrevelfærd og –sundhed, forebyggelse af zoonoser, minimering af restkoncentrationer af medicin og forekomst af resistens over for antibiotika under hensyntagen til produktionsøkonomi, ressourceeffektivitet og produktivitet samt minimering af næringsstoffoverskud, uønskede stoffer, emissioner og lugt.

1.2 Bæredygtig planteproduktion (BP)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes behov for at kunne gennemføre en effektiv og ansvarlig planteproduktion, under hensyntagen til produktionsøkonomi, ressourceeffektivitet, produktkvalitet og produktivitet samt understøtte samfundets ønsker om et rigt og varieret kulturlandskab, øget biodiversitet samt minimering af påvirkning af miljøet med næringsstoffer, emissioner og pesticider.

1.3 Bæredygtig teknologiudvikling og teknologivurdering (BT)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes behov for automatisering og udvikling af nye miljø- og ressourceoptimerende teknologier, med tilhørende managementsystemer, herunder bio- og nanoteknologier, samt myndighedernes behov for en systematisk vurdering af disse i forhold til deres potentielle bidrag til erhvervenes samfundsmæssige udfordringer og effekt. Udvikling af ny teknologi bygger på en procesforståelse i hele værdikæden med ansvarlighed og respekt for samspillet mellem teknik, biologi og etik i relation til f.eks. ressourceforbrug, klima og miljø, fødevareresikkerhed og -kvalitet, husdyrsundhed samt -velfærd.

1.4 Bioøkonomi, bioenergi og landdistriktsudvikling (BL)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og samfundets behov for udvikling og afprøvning af nye bæredygtige forretningsområder og –modeller, forsyningskæder, værdikæder, produktionsprocesser og teknologier, der fremmer en bæredygtig og ressourceeffektiv erhvervsmæssig anvendelse af biologisk materiale og fremmer erhvervsudvikling, beskæftigelse og udvikling i landdistrikter.

1.5 Ressourceeffektivitet (RE)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes behov for at kunne fremme ressourceeffektiviteten i hele produktionsprocessen og forsyningskæden, herunder dokumentere kritiske punkter i den enkelte proces eller led i forsyningskæden med optimeringspotentiale.

Element 2: Ansvarlig forvaltning af naturressourcer

2.1 Fødevarerproduktion og dyrkningsjorden (FJ)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og samfundets behov for at dyrkningsjordens frugtbarhed, kvalitet og funktion til stadighed opretholdes eller forbedres til opfyldelse af nuværende og fremtidige anvendelser og funktioner.

2.2 Fødevarerproduktion og bioressourcer (FB)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og samfundets behov for at de biologiske ressourcer, der ligger til grund for fødevarerproduktionen, til stadighed opretholdes og udvikles til gavn for den nuværende og fremtidige anvendelse.

2.3 Fødevarerproduktion, landskab, natur og biodiversitet (FN)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og samfundets behov for opretholdelse og beskyttelse af landskabelige værdier, naturværdier samt biodiversitet på især arealer med landbrugsmæssig anvendelse.

2.4 Fødevarerproduktion, hjælpepestoffer og miljø (FM)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og samfundets behov for viden om og dokumentation af fødevarerproduktionens påvirkning af miljøet, risiko, spredning og effekt af anvendelsen af hjælpepestoffer samt dannelse, risiko, spredning og effekt af naturligt forekommende stoffer, herunder toksiner og hormonforstyrrende stoffer.

2.5 Fødevarerproduktion, klima og drivhusgasser (FD)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og myndighedernes behov for viden om og dokumentation af fødevarerproduktionens emission af drivhusgasser, øvrige klimapåvirkninger samt betydningen af klimaændringerne for den fremtidige teknologianvendelse og produktion.

Element 3: Fødevareresikkerhed, forbrugernes valgmuligheder og sunde kostvaner

3.1 Fødevarer kvalitet (KV)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og myndighedernes behov for dokumentation og vurdering af fødevarers egnethed til videre forarbejdning, sensorisk og sundhedsmæssig kvalitet, herunder indflydelse af de primære produktionsforhold, processering, emballering og lagring.

3.2 Forbrugeradfærd og -præferencer for fødevarer (AD)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes og myndighedernes behov for viden om udviklingen i forbrugertrends, -adfærd, og -præferencer m.v. som grundlag for bl.a. grøn omstilling af produktionen, produktdifferentiering og produktudvikling, samt myndighedernes behov for viden om forbrugernes adfærd og præferencer for fødevarer og forbrugernes opfattelse af diverse former for sundhedsformidling (f.eks. mærkning) og interventioner.

3.3 Mad- og måltidsvaners betydning for sundheden (MA)

Forskningen skal modsvare fødevarerhvervenes behov for viden om efterspørgsel og afsætningsmuligheder for sunde, ernæringsrigtige fødevarer med som samtidig opfylder forbrugernes krav til sensorisk og kulinarisk kvalitet samt myndighedernes behov for viden om fødevarer, herunder fødevarernes næringsstæthed i relation til sundhed samt mad- og måltidsvaners betydning for befolkningens ernærings- og sundhedstilstand.

Bilag 2

Merudvaskning fra rodzonen ved anvendelse af husdyrgødning frem for handelsgødning. Planteavslorientering nr. 055. af Camilla Lemming, 2011

Blandt andet i forbindelse med godkendelse af husdyrbrug diskuteres det, hvor stor merudvaskning af kvælstof det giver ved tilførsel af husdyrgødning i forhold til handelsgødning. I denne artikel er gengivet resultater fra diverse nyere udredninger, modelberegninger samt egentlige forsøg og undersøgelser. Merudvaskningen er angivet ved både kortsigtede og langsigtede betragtninger. Desuden er der foretaget en sammenligning af kvælstofudvaskningen fra henholdsvis svinebrug og kvægbrug i forhold til planteavlsbrug. Det viser sig, at merudvaskningen for gylle på kort sigt (50 år) er omkring 4-7 kg N pr. ha pr. DE pr. år, mens den på lang sigt (200 år) formodes at være omkring 7-14 kg N pr. ha pr. DE pr. år. Der kan dog være en stor variation baseret på faktorer som jordtype, klima og sædskifte. Udover merudvaskningen fra den udbragte husdyrgødning vil kvælstofdepositionen som følge af ammoniakfordampning fra stalde, lagre og udbringning give anledning til en ekstra merudvaskning på omkring 3,3 kg N pr. DE.

1. Sammendrag

Den primære årsag til, at udvaskningen er større ved anvendelse af husdyrgødning er, at en del af kvælstof i husdyrgødning er bundet på organisk form, og at mineraliseringen heraf også sker i efterårs- og vinterperioden, hvor kvælstofoptagelsen i afgrøderne er lav, og hvor det mineraliserede kvælstof derfor kan udvaskes. I modsætning til tidligere, skyldes merudvaskningen kun i begrænset omfang udbringning om efteråret, manglende indregning af kvælstofeffekten eller dårlig fordeling af gødning. Fordampning af ammoniak fra stalde, lagre og udbringning af husdyrgødning giver anledning til en øget deposition af kvælstof, som også vil bidrage til en øget udvaskning. Den egentlige husdyrgødningsrelaterede udvaskning er derfor højere end den udvaskning, der kun stammer fra udbringningen af husdyrgødningen på marken. Den ekstra udvaskning, som skyldes kvælstofdeposition som følge af ammoniakfordampning fra husdyrgødningen kan beregnes til 3,3 kg N pr. DE. De angivelser for merudvaskningen fra husdyrgødning, der er fremstillet i denne artikel, er eksklusiv denne mængde.

Merudvaskningen af kvælstof ved anvendelse af husdyrgødning i forhold til handelsgødning vil afhænge af typen af husdyrgødning, jordtypen, nedbøren og sædskiftet. Merudvaskningen er større på sandjord end på lerjord, og den stiger med øget nedbør. Sædskifter med stor andel af bevoksning om efteråret og stor kvælstofoptagelse (f.eks. efterafgrøder), giver mindre merudvaskning end et sædskifte med lav kvælstofoptagelse om efteråret.

Merudvaskningen af kvælstof ved anvendelse af husdyrgødning i forhold til handelsgødning vil være større på lang sigt (100-200 år) end på kort sigt (5-10 år). Det skyldes, at det varer mange år, inden jorden kommer i ligevægt med hensyn til kvælstofindholdet i jordpuljen, hvis man skifter fra tilførsel af handelsgødning til tilførsel af husdyrgødning.

Generelt er der god overensstemmelse mellem merudvaskningen af kvælstof ved anvendelse af husdyrgødning frem for handelsgødning fundet i forsøg, resultater af modelberegninger og angivelser i udredningsrapporter. Merudvaskningen på lang sigt er ikke belyst forsøgsmæssigt, og angivelserne hviler alene på modelberegninger. Relevansen af angivelse af merudvaskningen i en 200 års tidshorisont er dog meget tvivlsom, fordi landbrugsdriften vil have ændret sig mange gange i perioden. Desuden bygger forskellen på en "alt andet lige" situation. Hvis planteavlerne f.eks. forsøger at nå et højere indhold af organisk stof i jorden ved nedmuldning af planterester mv., kan det resultere i en større udvaskning end antaget i modelberegningerne.

I tabel 1 er angivet typiske forøgelse af udvaskningen ved anvendelse af husdyrgødning frem for handelsgødning.

Tabel 1. Kvælstofoverskud, samt kortsigtet (5-10 år) og langsigtet (200 år) merudvaskning fra rodzonen ved tildeling af husdyrgødning i forhold til tildeling af handelsgødning. Forøgelsen af kvælstofoverskud er angivet på baggrund af de gældende udnyttelseskrav. Merudvaskning på kort og lang sigt er angivet på baggrund af de senere refererede undersøgelser.

	Forøgelse af overskud af kvælstof (kg N pr. ha pr. DE)		Merudvaskning, kort sigt (kg N pr. ha pr. DE)		Merudvaskning, lang sigt (kg N pr. ha pr. DE)	
	Sandjord	Lerjord	Sandjord	Lerjord	Sandjord	Lerjord
Svinegylle	25	25	5	4	10	7
Kvæggylle	30	30	7	6	14	10
Dybstrøelse, svin	55	55	14	11	27	22
Dybstrøelse, kvæg						
Fast staldgødning, svin	35	35	11	8	20	15
Fast staldgødning, kvæg						
Ajle	35	35	1	0	1	1
Fjerkrægødning, frisk	30	30	5	4	10	7

Forøgelsen af kvælstofoverskuddet er beregnet ud fra, at der i praksis opnås de nu lovpligtige udnyttelsesprocenter: svinegylle 75 pct., kvæggylle 70 pct., fast staldgødning + ajle 65 pct., dybstrøelse 45 pct., fjerkrægylle 70 pct. I angivelserne er der ikke taget højde for, at de nuværende krav til efterafgrøder er større på husdyrbrug end på planteavlbrug. Dette vil udligne en del af forskellen.

tabel 2 er opstillet en oversigt over de merudvaskninger fra svinegylle og kvæggylle, som er fundet i de senere beskrevne undersøgelser.

Tabel 2. Oversigt over merudvaskning (kort sigt) ved tildeling af svinegylle og kvæggylle i forhold til tildeling af handelsgødning. Lavet på baggrund af de senere beskrevne modelberegninger og forsøg.

Svinegylle			Kvæggylle		
Kilde	Merudvaskning (kg N pr. ha pr. DE)		Kilde	Merudvaskning (kg N pr. ha pr. DE)	
	Sandjord	Lerjord		Sandjord	Lerjord
<i>Modelberegninger</i>			<i>Modelberegninger</i>		
N-les3	5	4	N-les3	6,5	5,5
Kalundborgforsøg, DAISY	5,7		Schou et al. (2007)	7,6	5,1
Schou et al. (2007)/Peter- sen et al. (2005) (50-årigt sigte)	5,3	3,3			
<i>Forsøg</i>			<i>Forsøg</i>		
Kalundborgforsøg, målt	2,8		Sørensen & Birkmose (2002)	5	
Thomsen et al. (1993), med høj N- tildeling		7	Thomsen et al. (1993), med høj N-tildeling		7

I tabel 3 er merudvaskningen vist med udgangspunkt i brugstyperne, hvilket vil sige merudvaskningen fra henholdsvis typiske svinebrug og typiske kvægbrug i forhold til typiske planteavlbrug. I sammenligningen er der udover gødningstypeforskellen også inkluderet forskelle i dyretætheder og sædskifter. I tabellen er både vist merudvaskningen, når man indregner den geografiske placering af brugstyperne med forskellige nedbørsmængder og jordtyper, og hvis alle brugstyper havde samme klima og jordtype. Kvægbrug er typisk placeret i nedbørsrige sandede egne af landet og giver anledning til en udvaskning, der er omkring 38 kg N pr. ha højere end fra planteavlbrug typisk placeret i tørre og mere lerede egne. Merudvaskningen fra svinebrug er sat til 17

kg N pr. ha. Hvis man fjerner den forskel, der skyldes klima- og jordbundsforhold, bliver merudvaskningen omkring 4 og 6 kg N pr. ha for henholdsvis svinebrug og kvægbrug.

Tabel 3. Merudvaskning (kort sigt) fra svinebrug og kvægbrug i forhold til planteavlbrug - dvs. ved typiske dyretætheder og sædskifter for brugstypen.

	Merudvaskning i forhold til planteavlbrug (kg N pr. ha)	
	Ved typiske klima- og jordbundsforhold for de forskellige brugstyper ¹⁾	Ved middel klima og gennemsnit af sandjord og lerjord ²⁾
Svinebrug	17	4
Kvægbrug	38	6

¹⁾ Vurdering ud fra opgørelse i landovervågningsoplande samt beregninger med N-Les3-modellen (se tabel 8 og tabel 10).

²⁾ På baggrund af beregninger med N-les3-modellen (se tabel 8).

2. Udvaskning fra husdyrgødning angivet i udredningsrapporter

2.1 Schou et al. (2007)

I en virkemiddelrapport lavet af DMU (Schou et al. 2007) angives samme merudvaskninger for svinegylle, som beskrevet for 50-årigt sigte i tabel 9. Derudover er der angivet merudvaskninger for kvæggylle, som ligger 1,2-2,7 kg N pr. ha højere end fra svinegylle. Den gennemsnitlige gylle-relaterede udvaskning vurderes i rapporten at være 4 kg N pr. ha for Danmark i gennemsnit ved det aktuelle husdyrtryk på 0,9 DE. pr. ha. Dette skal ses i forhold til en udvaskning uden husdyrgødning på i alt 57 kg kvælstof pr. ha.

2.2 Husdyrreguleringsudvalget (2010)

I et notat af Husdyrreguleringsudvalget (2010) opgøres også husdyrgødningens bidrag til udvaskningen. Her angiver man, at 45 pct. af det organiske kvælstofindhold i husdyrgødning udvaskes over et langt sigte, mens 33 pct. af det uorganiske kvælstofindhold i både husdyrgødning og handelsgødning udvaskes. På baggrund af det typiske indhold af organisk N og uorganisk N har man beregnet merudvaskningen ved anvendelse af forskellige typer af husdyrgødning. Opgørelsen og merudvaskninger fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Opgørelse til beregning af langsigtet merudvaskning ved anvendelse af forskellige typer af husdyrgødning fra Husdyrreguleringsudvalget (2010). Indholdet af organisk N stammer fra "Håndbog i Plantedyrkning". Alle angivelser er i kg N pr. 100 kg kvælstof i husdyrgødning.

	Fraktioner i 100 kg N i husdyrgødning		N i handelsgødning til erstatning (=udnyttelseskrav)	Udvaskning v. husdyrgødning	Udvaskning v. handelsgødning	Merudvaskning ved husdyrgødning
	Organisk N	Uorganisk N (efter NH ₃ -fordampning)				
Svinegylle	26	66	75	33,3	24,8	9,1
Kvæggylle	40	51	70	34,9	23,3	12,3
Fast gødning	65	29	65	38,7	21,7	17,7
Ajle	10	81	65	31,3	21,7	1,0
Dybstrøelse	75	19	45	39,9	15,0	25,3
Anden husdyrgødning	45	46	65	35,5	21,7	14,1

Normalt angives kun udvaskningen af kvælstof, der direkte tilføres jorden gennem gødningen. Men der vil også være en mere indirekte udvaskning fra husdyrhold, idet der fordampes ammoniak fra stalde, lager og under udbringning, som senere afsættes på jorden og bidrager til kvælstofudvaskningen. I notatet af Husdyrreguleringsudvalget (2010), er denne udvaskning opgjort til ca. 7.000 tons N for hele landet. Denne mængde er fremkommet ud fra en samlet kvælstofdeposition

på 61.000 tons, hvoraf 28 pct. er vurderet at stamme fra dansk husdyrproduktion, og en udvaskningsrate på 40 pct. af det afsatte N. I 2009 var der ifølge Danmarks Statistik 2,1 mio. dyreenheder i Danmark. Dermed bliver udvaskningen, som skyldes ammoniakdeposition fra husdyrproduktionen, omkring 3,3 kg N pr. DE, hvis man regner med husdyrreguleringsudvalgets samlede opgørelse på 7.000 tons N.

3. Udvasning fra husdyrgødning på kort og lang sigt baseret på modelberegninger

3.1 Udvasning på kort sigt på baggrund af beregninger i N-les3

Ved hjælp af N-LES3-modellen er beregnet den kortsigtede (10-30 år) merudvasning fra rodzonen ved tilførsel af henholdsvis svinegylle (1,4 DE pr. ha) og kvæggylle (1,7 DE pr. ha). Beregningerne er lavet for sandjord (JB1) og lerjord (JB6) og for henholdsvis tørt klima (Skælskør), middel klima (Brovst) og vådt klima (Billund). Til grundlag for beregningerne ligger et sædskifte domineret af vinterhvede og vårbyg, og udregningerne er lavet for henholdsvis 0 pct. efterafgrøde og 20 pct. efterafgrøder. N-tilførsler i de tre forskellige gylle-scenarier, der ligger til grund for beregningen af merudvasningen, fremgår af tabel 5. De beregnede merudvasning for svinegylle-scenariet og kvæggylle-scenariet fremgår af henholdsvis tabel 6 og tabel 7.

Tabel 5. Gennemsnitlige N-tilførsler fra henholdsvis gylle og handelsgødning i de tre forskellige scenarier, der ligger til grund for beregningen af merudvasningen fra gylle. Der er regnet med udnyttelsesprocenter på 70 og 75. for henholdsvis kvæggylle og svinegylle. De viste N-tilførsler gælder for sædskiftet uden efterafgrøder. For sædskiftet med efterafgrøder ligger tilførslen af handelsgødning gennemsnitligt 5 kg N lavere pr. ha.

	Ingen gylle-scenarie		Svinegylle-scenarie		Kvæggylle-scenarie	
	Gylle (kg total-N pr. ha)	Handelsgødning (kg N pr. ha)	Gylle (kg total-N pr. ha)	Handelsgødning (kg N pr. ha)	Gylle (kg total-N pr. ha)	Handelsgødning (kg N pr. ha)
Lerjord	-	142	133	42	170	23
Sandjord	-	134	133	34	170	11

Tabel 6. Merudvasning fra rodzonen ved tilførsel af svinegylle, angivet både som kg pr. ha ved 1,4 DE og som kg pr. ha pr. DE. På henholdsvis lerjord (JB6) og sandjord (JB1) og for tre klimaer med forskellige nedbørsmængder.

	Merudvasning fra rodzonen (kg N/ha)						Merudvasning fra rodzonen (kg N/ha/DE)					
	Lerjord			Sandjord			Lerjord			Sandjord		
	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt
Sædskifte uden efterafgrøde	5	6	7	5	8	10	4	4	5	4	6	7
Sædskifte med 20 % efterafgrøde	3	5	6	4	6	8	2	4	4	3	4	6

Tabel 7. Merudvasning fra rodzonen ved tilførsel af kvæggylle, angivet både som kg pr. ha ved 1,7 DE og som kg pr. ha pr. DE. Henholdsvis på lerjord (JB6) og sandjord (JB1) samt for tre forskellige klimaer med forskellige nedbørsmængder.

	Merudvasning fra rodzonen (kg N/ha)						Merudvasning fra rodzonen (kg N/ha/DE)					
	Lerjord			Sandjord			Lerjord			Sandjord		
	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt
Sædskifte uden efterafgrøde	7	10	12	8	12	16	4	6	7	5	7	9
Sædskifte med 20 % efterafgrøde	5	8	10	7	10	13	3	5	6	4	6	8

Ovenstående beregninger er lavet for samme sædskifte for de tre scenarier (henholdsvis ingen gylle, svinegylle og kvæggylle) for udelukkende at regne på den udvasning, der skyldes gyllen. Imidlertid kunne man også være interesseret i forskellene i den udvasning, som brugstyperne

planteavlsbrug, svinebrug og kvægbrug giver anledning til. Derfor er der i tabel 8 vist udvaskningsberegninger lavet med N-Les3, hvor der er anvendt typiske sædskifter for de forskellige brugstyper.

Tabel 8. Sammenligning af udvaskningen fra rodzonen på forskellige brugstyper beregnet ved hjælp af N-les3 for lerjord (JB6) og sandjord (JB1) samt for tre forskellige klimaer. For planteavlsbrug og svinebrug er der regnet på et sædskifte bestående af primært vinterhvede og byg og med 10 pct. efterafgrøder. For kvægbrug er der regnet med et sædskifte bestående af primært majs og kløvergræs og med 8 pct. efterafgrøder.

	Antal DE/ha	Udvaskning fra rodzonen (kg N/ha)					
		Lerjord			Sandjord		
		Tørt	Middel	Vådt	Tørt	Middel	Vådt
Planteavlsbrug	0	31	44	57	41	60	75
Svinebrug	1,4	33	48	59	45	63	78
Kvægbrug	1,7	35	50	62	48	66	81

3.2 Udvasning på lang (200 år) og mellemlang (50 år) sigt ved FASSET-modelberegninger

Petersen et al. (2005) har ved hjælp af bedriftsmodellen FASSET beregnet forventet udvaskning efter henholdsvis 50 og 200 års tilførsel af husdyrgødning i forhold til en tilførsel af kun handelsgødning. Beregningerne er lavet for sandjord (JB3) og lerjord (JB6) og for henholdsvis tørt klima (Roskilde) og vådt klima (Jyndevad). Til grundlag for beregningerne ligger et sædskifte domineret af vinterhvede og vårbyg og med 10 pct. efterafgrøder. I scenariet uden gylletilførsel har den gennemsnitlige tilførsel af handelsgødning været 139 kg total-N pr. ha. I scenariet med gylletilførsel er der anvendt svinegylle med en udnyttelsesgrad på 75 pct. tilført i en gennemsnitlig mængde på 121 kg total-N pr. ha. Derudover er der tilført handelsgødning med gennemsnitligt 49 kg pr. ha. Dermed er der i scenariet med gylletilførsel en mertilførsel af total-N på 30 kg pr. ha i forhold til scenariet uden gylletilførsel.

I tabel 9 er vist den modelberegnete udvaskning fra rodzonen efter henholdsvis 50 og 200 år med gylletilførsel. Udvasningen er angivet både som pct. af den ekstra tilførsel af N, der sker med gylle, og som merudvasningen i kg pr. ha ved gennemsnitlige tilførsler, som beskrevet ovenfor.

Tabel 9. Modelberegnet udvaskning fra rodzonen efter hhv. 50 og 200 års tilførsel af svinegylle på to forskellige jordtyper og ved to forskellige klimatyper. Udvasning (pct. af ekstra N) er den andel af det ekstra N fra gyllen, der udvaskes efter hhv. 50 og 200 år. Merudvasning (kg/ha) er den ekstra udvasning, der sker i et scenarie med gylletilførsel i forhold til et scenarie uden gylletilførsel. Idet gylletilførslen har været 121 kg N pr. ha (svarende til 1,2 DE), er merudvasningen i kg N pr. DE beregnet ved division med 1,2. Udarbejdet på basis af resultater af Petersen et al. (2005).

Jordtype	Klima	Udvaskning (pct. af ekstra N)		Merudvasning (kg N/ha)		Merudvasning (kg N/ha pr. DE)	
		Efter 50 år	Efter 200 år	Efter 50 år	Efter 200 år	Efter 50 år	Efter 200 år
JB3	Tørt	19,0	37,9	5,7	11,5	4,8	9,6
	Vådt	22,8	41,9	6,9	12,7	5,8	10,6
JB6	Tørt	8,7	21,4	2,6	6,5	2,2	5,4
	Vådt	17,5	31,9	5,3	9,6	4,4	8,0

4. Udvasning baseret på målinger i NOVANA (Landovervågningsoplandene)

I landovervågningsoplandene i NOVANA-programmet er målt udvasning, og i tabel 10 og tabel 11 ses de målte udvasninger som gennemsnit for årene 2004/05-2008/09 fordelt på henholdsvis brugstype og dyretæthed. Desuden er angivet total N-tilførsler, høstet N, N-overskud samt afstrømningen. Af tabel 10 fremgår, at svinebrugene har givet en merudvasning på gennemsnitligt 16 kg N pr. ha pr. år i forhold til planteavlsbrugene, mens kvægbrugene har givet anledning til en større udvasning på 40 kg N pr. ha. Disse forskelle er ikke kun et udtryk for mer-

udvaskningen fra selve husdyrgødningen, idet især de geografiske placeringer af de forskellige typer brug har en stor betydning for udvaskningen. Kvægbrugene ligger typisk på sandjorde i nedbørsrige områder, mens planteavlbrugene typisk er placeret på mere lerede jorde med lavere nedbør. Dette har stor betydning for afstrømningen og dermed udvaskningen af kvælstof. Den større afstrømning på husdyrbrugene i forhold til planteavlbrugene fremgår også af tabel 10, og samme tendens gør sig gældende, når man kigger på betydningen af en øget dyretæthed – se tabel 11. Disse data fra Landovervågningsoplandene indgår i N-les3 modellen, men ved beregninger med N-LES-modellen korrigeres for den geografiske betydning, således at det bliver muligt at beregne den husdyrgødningsbetingede udvaskning.

Tabel 10. Total N-tilførsel, høstet N, N-overskud, afstrømning og N-udvaskning fra rodzonen i landovervågningsoplandene i årene 2004/ 05-2008/ 09. Fordelt på brugstype. Fra Grant et al. (2010).

Brugstype	Total N-tilførsel ¹⁾ (kg N pr. ha)	Høstet N (kg N pr. ha)	N-overskud (kg N pr. ha)	Afstrømning mm	N-udvaskning (kg N pr. ha)
Planteavlbrug	158	101	57	258	25
Svinebrug	194	104	90	342	41
Kvægbrug	282	175	107	364	65

¹⁾ N i handelsgødning, total-N i husdyrgødning, N-deposition og N-fiksering.

Tabel 11. Total N-tilførsel, høstet N, N-overskud, afstrømning og N-udvaskning fra rodzonen i landovervågningsoplandene i årene 2004/ 05-2008/ 09 fordelt på dyretæthed. Fra Grant et al. (2010).

Dyretæthed (DE pr. ha)	Total N-tilførsel ¹⁾ (kg N pr. ha)	Høstet N (kg N pr. ha)	N-overskud (kg N pr. ha)	Afstrømning mm	N-udvaskning (kg N pr. ha)
0	139	98	41	213	26
0-1	183	113	70	326	24
1-1,7	227	136	91	371	49
1,7-2,3	311	157	154	346	65

¹⁾ N i handelsgødning, total-N i husdyrgødning, N-deposition og N-fiksering.

5. Udvasning fra husdyrgødning målt i forsøg

5.1 Forsøg ved Kalundborg 1998-2007

I årene 1998-2007 blev gennemført et fastliggende forsøg på en lerblandet sandjord (JB4), hvor det blev belyst, hvordan svinegødning svarende til 1,4 DE/ ha på lang sigt påvirker nitratudvaskningen i forhold til tildeling af handelsgødning. Der blev afprøvet svinegødning fra forskellige staldsystemer: gylle, fast staldgødning + ajle og dybstrøelse. Udvasningen blev målt ved hjælp af keramiske sugeceller i 1 meters dybde.

I årene 2005-2007 blev der gødsket efter de gældende kvælstofnormer, og den supplerende mængde N i handelsgødning blev beregnet efter de gældende udnyttelseskrav til de pågældende gødninger. Således blev der tilført mere N i handelsgødning til forsøgsleddene med fast staldgødning + ajle og dybstrøelse end til forsøgsleddet med gylle. I årene 1998-2004 blev også gødsket efter gældende kvælstofnormer, men supplerende N i handelsgødning blev bestemt ud fra det gyllegødte forsøgsled, således at alle husdyrgødede forsøgsled fik tildelt samme mængde N i handelsgødning.

Resultaterne fra forsøget er vist i tabel 12. For de to perioder 1998-2004 og 2005-2007 er vist den gennemsnitlige kvælstoftilførsel, og den gennemsnitlige udvasningen over årene for de fire forskellige gødningstildelinger. Som det fremgår, har udvasningen i gennemsnit over årene 2005-2007 været 5 kg N pr. ha højere for gylle end for handelsgødning. For staldgødning + ajle har udvasningen været gennemsnitlig 10 kg højere og for dybstrøelse 6 kg højere end for handelsgødning. I årene 1998-2004 har merudvasningen fra gylle, staldgødning + ajle og dybstrøelse været henholdsvis 3, 19 og 17 kg N pr. ha i forhold til udvasningen fra handelsgødning.

Tabel 12. Nitratudvaskning (kg N pr. ha pr. år, som gennemsnit af månederne september til marts), samt gennemsnitlig total kvælstoftilførsel (kg N pr. ha pr. år) for de fire forskellige gødningstildelinger. Opdelt på årene 1998-2004 og 2005-2007.

	1998-2004		2005-2007	
	Tilført N (kg N pr. ha pr. år)	Nitratudvaskning (kg N pr. ha pr. år)	Tilført N (kg N pr. ha pr. år)	Nitratudvaskning (kg N pr. ha pr. år)
Gylle + N-25	202	47	205	43
Staldgødning + ajle + N-25	206	63	199	48
Dybstrøelse + N-25	181	61	192	44
N-25	159	44	152	38

Udover målingerne er der udført modelberegninger med DAISY-modellen af udvaskningen fra de gylletilførte led og de handelsgødede led. Disse gav en gennemsnitlig udvaskning over årene på 54 kg ved tilførslen af svinegylle+handelsgødning og 46 kg ved kun tilførsel af handelsgødning. Altså en forskel på 8 kg N pr. ha, og med 1,4 DE, bliver det 5,7 kg N pr. ha pr. DE.

Tabel 13. DAISY-modellerede kvælstofbalancer herunder udvaskning fra rodzonen for forsøgsled med svinegylle+handelsgødning og kun handelsgødning. Gennemsnit for årene 1998-2007 og et sædskifte bestående af primært vinterhvede og vinterbyg. Tilførslen af svinegylle svarer til 1,4 DE pr. ha. Resultater fra Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret og ALECTIA (2008).

	Tilførsel (kg N pr. ha)				Fraførsel (kg N pr. ha)						Puljeforskydning
	Gødning	Deposition	Så-sæd	Total N-input	NH ₃ -fordampning	Udvaskning	Denitrifikation	Høst	Registeret høst	Total N-output	
Svinegylle + handelsgødning	204	14	4	222	15	54	9	127	126	206	16
Handelsgødning	157	14	4	175	0	46	8	126	126	179	-4

5.2 Forsøg gennemført af Thomsen et al. (1993)

I perioden 1985/ 86 til 1988/ 89 blev der udført lysimeterforsøg i en grov sandblandet lerjord (JB5) på Askov forsøgsstation. I forsøgene blev der tilført enten handelsgødning eller gylle til henholdsvis et sædskifte bestående af vårbyg, græs, vinterhvede og sukkerroer, eller en ensidigt dyrket afgrøde bestående af vinterhvede, af byg med/ uden efterafgrøde eller af permanent græs. Der blev tildelt både kvæggylle og svinegylle i forsøget, og tildelingen skete efter ammoniumindholdet i gyllen på henholdsvis 57 og 71 pct. af total-N for kvæggylle og svinegylle. Til vårbyg og sukkerroer skete tildelingen af gylle om vinteren, til græs om foråret og til vinterhvede med halvdelen om vinteren og halvdelen om foråret. Udvasningsresultater fra forsøget er vist i

tabel 14. Som det fremgår, har udvaskningen fra rodzonen i de gylletilførte forsøgsled været større end fra dem, der kun har fået handelsgødning. Ved tilførsler svarende til anbefalingerne har udvaskningen været 17-20 kg N pr. ha større, når der er tildelt gylle. Denne merudvaskning skal dog ses i lyset af, at de gennemsnitlige tilførsler af gylle i forsøget har været væsentligt højere, end hvad der ville være muligt med de gældende harmonikrav for 2011, hvilket skyldes, at hele afgrødens kvælstofbehov er dækket af tilførsel af gylle. Svinegylle blev givet til ensidigt dyrket vårbyg og vinterhvede i en mængde på 155-211 kg total-N pr. ha. Kvæggylle blev givet til permanent græs og alle afgrøder i sædskifte i mængder svarende til mellem 193 og 526 kg total-N pr. ha. Som et groft gennemsnit har tildelingen ved de anbefalede mængder (1N) ligget på 250 kg total-N pr. svarende til ca. 2,5 DE pr. ha. Den målte merudvaskning ved tilførsel af gylle kan dermed omregnes til ca. 7 kg N pr. ha pr. DE.

Tabel 14. Nitratudvaskning fra rodzonen (kg N pr. ha) som gennemsnit over fire forsøgsår for enten et sædskifte bestående af vårbyg, græs, vinterhvede og sukkerroer eller for kontinuert dyrkede afgrøder. Tildeling 1N er tildeling svarende til anbefalinger, og 1,5N er 50 pct. over. Ved 1N-niveauet var kvælstoftildelingen på 110, 150, 300 og 200 kg N pr. ha (NH₄-N i gylle og total-N i handelsgødning) for henholdsvis vårbyg, vinterhvede, græs og sukkerroer. Resultater fra Thomsen et al. (1993).

	Handelsgødning		Gylle	
	1 N	1,5 N	1 N	1,5 N
Sædskifte	26	40	46	55
Vedvarende græs	12	26	30	35
Kontinuert dyrket hvede	39	40	45	70
Kontinuert dyrket byg m. efterafgrøde	13	26	30	35
Kontinuert dyrket byg u. efterafgrøde	41	40	62	72

5.3 Forsøg gennemført af Sørensen og Birkmose (2002)

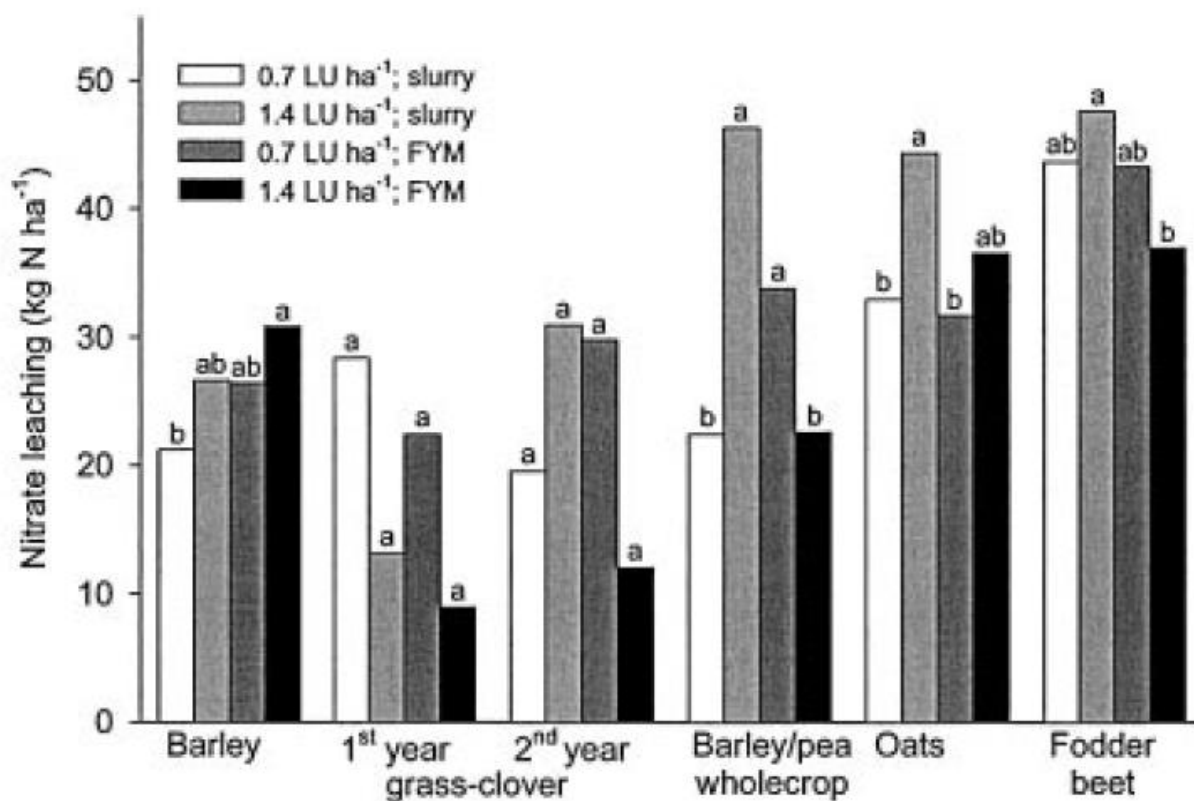
I forsøget blev der i en lerblandet sandjord (JB4) i lysimetre målt udvaskning efter tilførsel af handelsgødning med 100 kg N pr. ha og tre forskellige typer af gylle i mængder svarende til 100 kg NH₄-N pr. ha. Der blev anvendt henholdsvis kvæggylle, en blandingsgylle bestående af lige store mængde kvæg- og svinegylle iblandet industriaffald og en afgasset gylle, som var en afgasset variant af blandingsgyllen. Gyllen blev fordelt i et lag i 15 cm dybde, og der blev sået vårbyg umiddelbart derefter. Kvælstofudvaskningen fra rodzonen blev efterfølgende målt gennem et år, og resultaterne heraf er vist i tabel 15. Det fremgår, at udvaskningen har været signifikant lavere ved tilførsel af handelsgødning end ved tilførsel af kvæggylle. Merudvaskningen har været 15 kg N pr. ha - svarende til 8 kg N pr. ha pr. DE idet en tilførsel af 181 kg total-N svarer til 1,8 DE pr. ha. Blandingsgyllen har givet anledning til et meget lavt udbytte og en meget stor udvaskning, hvilket kan forklares med, at det organiske affald i gyllen medførte en betydelig immobilisering af gyllens kvælstof i jorden. Grundet det organiske affald kan blandingsgyllen i forsøget altså ikke sammenlignes med almindelig gylle. Den afgassede variant af blandingsgyllen gav næsten samme udbytte som handelsgødningen, men en lidt større udvaskning - svarende til 5 kg N pr. ha pr. DE.

Tabel 15. Tilført N, kerneudbytter og N-udvaskning efter tilførsel af handelsgødning og tre forskellige gylletyper. Resultater fra Sørensen og Birkmose (2002).

	Tilført N (kg N/ha)		Kerneudbytte (hkg/ha)	N-udvaskning (kg N/ha)
	Total-N	NH ₄ -N i gylle		
Afgasset gylle	146	100	44	82
Blandingsgylle	167	100	23	99
Kvæggylle	181	100	38	89
Handelsgødning	100	-	46	74
LSD	-	-	15	13

5.5 Forsøg gennemført af Eriksen et al. (2004)

Eriksen et al. (2004) målte udvaskningen fra rodzonen i et økologisk kvægbrugssædskifte ved tilførsel af enten kvæggylle eller dybstrøelse i mængder svarende til enten 0,7 DE eller 1,4 DE pr. ha. Generelt over hele sædskiftet kunne der ikke findes effekt på udvaskningen af hverken husdyrgødningstype eller -mængde. For de enkelte afgrøder kunne der i nogle tilfælde observeres signifikante forskelle. Udvasningsresultaterne fra forsøget fremgår af figur 1. Generelt blev der i forsøget anvendt en praksis/ management, som virkede minimerende for kvælstofudvaskningen, og dette har nok haft en væsentlig betydning for den manglende forskel mellem gødningsbehandlinger. Blandt andet var der vinterdække gennem stort set hele sædskiftet med undtagelse af vintrene mellem foderroer og byg, N-tilførsler var under afgrødernes optimum, og græsmarkerne i sædskiftet blev opløjet om foråret.



Figur 1. Nitratudvaskning fra rodzonen i forsøget gennemført af Eriksen et al. (2004). Gennemsnit over tre år. Søjler indenfor samme afgrøde med det samme bogstav er ikke signifikant forskellige. Figur fra Eriksen et al. (2004).

5.6 Udvasning fra fjerkrægylle på baggrund af forsøg gennemført af Bergström og Kirchmann (1999)

Bergström og Kirchmann (1999) har i lysimeterforsøg i Uppsala målt på kvælstofudvaskningen ved tilførsel af fjerkrægødning sammenlignet med tilførsel af handelsgødning. Fjerkrægødningen blev tilført enten som "frisk", "anaerobisk omsat" eller "aerobisk omsat". Forsøget blev udført over tre år 1992/ 93, 1993/ 94 og 1994/ 95. For forsøgsled med udelukkende tildeling af handelsgødning blev der i alle år tilført 100 kg N pr. ha. Forsøgsled med fjerkrægødning fik i første år maj 1992 tilført en fjerkrægødningsmængde svarende til 100 kg total-N pr. ha, mens der i de to næste år kun blev tildelt handelsgødning med 100 kg N pr. ha. Den anvendte fjerkrægødning var i udgangspunktet blevet tørret, og den "anaerobisk omsatte" og "aerobisk omsatte" blev derefter inkuberet i syv måneder ved en bestemt fugtighed i henholdsvis iltfrie og iltede beholdere. Alle gødninger blev tilført i foråret ved iblanding i de tre øverste centimeter af jorden, hvorved ammoniakfordampning blev minimeret. Jorden var en sandblandet lerjord, og der blev dyrket vårbyg på arealerne i alle tre år. Udvasningen blev målt hver uge med start fra maj 1992.

Udvasningsresultaterne fordelt på de tre år samt totalt over alle år er vist i tabel 16. Totalt over de tre år var der ingen signifikante forskelle mellem gødningsbehandlinger. Inden for de enkelte år, var der i 1992/ 93 en signifikant mindre udvasning fra den aerobisk omsatte fjerkrægødning end fra de øvrige behandlinger, og i det sidste år 1994/ 95 var udvasningen signifikant højere fra de omsatte fjerkrægødninger end fra arealer med kun handelsgødning.

Tabel 16. Kvælstofudvaskning fra rodzonen fra arealer med kun handelsgødning 100 kg N pr. ha. i alle år eller fjerkrægødning 100 kg total-N i fjerkrægødning i 1992/ 93 og 100 kg N i handelsgødning i de øvrige år. Resultater fra Bergström og Kirchmann (1999).

	Udvaskning af kvælstof (kg total-N pr. ha)			
	Handelsgødning	Fjerkrægødning (frisk)	Fjerkrægødning (anaerobisk omsat)	Fjerkrægødning (aerobisk omsat)
1992/93	33,1 a	33,6 a	25,7 a	16,6 b
1993/94	18,1 a	12,9 a	12,7 a	9,3 a
1994/95	76,6 b	92,7 ab	132 a	122 a
Total	128 a	139 a	170 a	148 a

Sammenlignes tildelingen af frisk fjerkrægødning med tildeling af handelsgødning er der en gennemsnitlig merudvaskning på 4 kg N pr. ha pr. år. For anaerobisk omsat fjerkrægødning er merudvaskningen 14 kg N pr. ha pr. år, mens den for aerobisk omsat fjerkrægødning er 5 kg pr. ha pr. år. Men som nævnt er forskellene totalt set ikke signifikante.

6. Litteratur

Bergström, L.F. og Kirchmann, H. (1999): Leaching of Total Nitrogen from Nitrogen-15-Labeled Poultry Manure and Inorganic Fertilizer. *Journal of Environmental Quality*, 28: 1283-1290.

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret og ALECTIA (2008): Modelberegnet nitratudvaskning i sugecelleforsøg ved Kalundborg.

Eriksen, J., Askegaard, M. og Kristensen, K. (2004): Nitrate leaching from an organic dairy crop rotation: the effects of manure type, nitrogen input and improved crop rotation.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G, Hansen, B. og Thorling, L. (2010): Landovervågningsoplande 2009. NOVANA. Faglig rapport fra DMU nr. 802.

Husdyrreguleringsudvalget (2010): Status for miljøeffekten af husdyrregulering og anden arealregulering. 11. november 2010.

Petersen, B.M., Berntsen, J. & Jørgensen, U., (2005): Vurdering af et værktøj til VVM-screening, set i relation til hvad der sker med kvælstof tilført jorden med husdyrgødning. VVM-screeningsrapport.

Schou, J.S., Kronvang, B., Birr-Pedersen, K., Jensen, P.L., Rubæk, G.H., Jørgensen, U og Jacobsen, B.H. (2007): Virkemidler til realisering af målene i EU's vandrammedirektiv. DMU rapport nr. 625.

Sørensen, P. og Birkmose, T. (2002): Kvælstofudvaskning efter gødskning med afgasset gylle. Danmarks JordbrugsForskning. Grøn Viden, Markbrug nr. 266.

Thomsen, I.K., Hansen, J.F., Kjellerup, V. og Christensen, B.T. (1993): Effects of cropping system and rates of nitrogen in animal slurry and mineral fertilizer on nitrate leaching from a sandy loam. *Soil Use and Management*, 9: 53-58.