



Modtager(e):
Biocover A/S
Att. Morten Toft

Notat

Vurdering af emission af drivhusgas (GHG) fra gødningsudlægningssystemet SyreN+

Resume

Effekten af gylleforsuring og udskiftning af mineralsk gødninger fra AN to NH_4^+ på ammoniak- og drivhusgas- (GHG) emission er blevet vurderet med gødningsudlægningssystemet SyreN+ for hvedeafgrøder under danske og standard europæiske forhold. SyreN+ reducerer både ammoniakemissionen og emissionen af GHG (drivhusgasser). Emissionens omfang afhænger af den aktuelle situation og især af kvælstofgødningsniveauet. Under den aktuelle dansk miljølovningen kan der opnås en maksimal reduktion i emissionen af GHG på 0,028-0,133 mio. tons $\text{kg CO}_2\text{-eq./ha}$ under de givne forhold. Den større effekt skyldes primært en reduceret ammoniak-emission og reduceret udvaskning. Under europæiske forhold er den potentielle effekt større, op til to gange effekten af den danske vurdering. Her skyldes den større effekt også reduceret udvaskning.

Dato: 21. juni 2013
Sagsnr.:
Ref:

Side 1/11

Beskrivelse af gødningsudlægningssystemet

SyreN+ er et udlægningssystem til flydende gødning med slæbende slanger, hvor den flydende gødning forsuers med H_2SO_4 under udlægning på marken. SyreN+ er en videreudvikling af SyreN. SyreN versionen forsuorer kun den flydende gødning, mens SyreN+ er en videre udvikling, hvor flydende NH_3 fra en dunk i gylleudlægningsudstyret kan tilsættes til den slæbende slange under udlægning for at optimere kvælstofudlægningsmængden efter den aktuelle afgrødes behov.

En beskrivelse af systemet kan ses på <http://www.biocover.dk/>

Basisudlægningssystemet (SyreN) er blevet testet for ammoniakemission i en VERA-test, hvor der blev observeret en nedsættelse på 49 % af ammoniakemissionen ([SyreN VERA test](#)). Det antages, at SyreN+ vil have same potentiale for reduktion af ammoniakemission.



SyreN systemet med slæbende slanger er blevet godkendt som en BAT (best available technology - bedste til rådighed værende teknologi) teknologi i Danmark. Anvendelsesmetoden med slæbeslangesystemet er blevet godkendt som erstatning for indsprøjtning af dyregødning i voksende afgrøder, hvor injektion ellers er påbudt for at mindske ammoniakemissionen.

Side 2/11

Baggrund

EUs nitratdirektiv (http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html) eller andre nationale regler begrænser mængden af kvælstof i animalsk gødning i nitratfølsomme zoner til 170 kg N/ha i dyregødning. Denne mængde kvælstof i dyregødning er i mange tilfælde ikke tilstrækkelig til optimal planteavl, og der sker ofte en anden udlægning med kunstgødning. Ved denne anden udlægning anvendes normalt ammoniumnitrat (AN).

Fordelene ved SyreN+ så vidt angår GHG-emission er blandt andet:

- Brændstofbesparelse fordi det i mange tilfælde er tilstrækkelig med en enkelt udlægning
 - AN kan erstattes med NH_4^+ der har en lavere GHG-emission i produktionsfasen
 - Forsuringen af gødningen med H_2SO_4 sænker ammoniak-emissionen i luften og dermed indirekte emission af GHG
 - Den reducerede ammoniak-emission øger det plantetilgængelige kvælstof, der er i gødningen, som enten kan øge plantens optagelse eller udlægningsmængden kan mindskes til det planlagte plantetilgængelige kvælstofniveau.
 - Hvis udlægningsmængden sænkes, er en sekundær effekt at udvaskningen af kvælstof mindskes. Det vil også mindske N_2O emissionen fra udvasket kvælstof.
- Når dyregødning udlægges til grænserne i henhold til nitrat-direktivet eller anden national lovgivning, vil der være et overskud af fosfor i forhold til plantens behov. SyreN+ systemet har derfor mulighed for at nedsætte gødningsudlægningsmængden til afgrødens behov for fosfor og øge kvælstofudlægningen (NH_3), således at det optimale behov for afgrøden opretholdes i samme udlægningskørsel.

SyreN er blevet testet ved forskellige forsøg i Danmark i 2010-2012.

I officielle danske forsøg i vinterhvede blev der opnået øget høst (tørstof) og proteinydelse sammenlignet med ikke-forsuret udlægning med slæbende slanger (forsøg nr. 070101010 – hvede i 2010 og forsøg nr. 070101111 hvede n 2011). I vinterhvede er der observeret en gennemsnitlig stigning i høstudbyttet på 4,5 Hkg kerne pr. ha.

I græs klippet til ensilage har man fundet en stigning i udbyttet og proteinindholdet (forsøg nr. 030101010 klippet græs i 2010, 030221212-001 klippet græs i 2012).

I et forsøg med grøn majs (forsøg nr. 030181111 majs i 2011), hvor forsuret gødning med SyreN åblev indsprøjtet (ikke systemet med slæbende slanger) og sammenlignet med andre gødningsindsprøjtningssystemer, blev der ikke fundet nogen forskel i høstudbyttet. På basis af dette konkluderes det, at det øgede høst- og proteinudbytte i de forsurede forsøg har relation til den lavere ammoniak-emission, hvilket giver en højere tilgængelighed af kvælstof for afgrøderne.



Endvidere har Biocover A/S fremlagt dokumentation fra markmålinger i hvede, vinterbyg og raps, hvor udbyttedata fra de aktuelle marker blev undersøgt med og uden forsuret gylle. Resultaterne derfra kan variere fra ingen ændringer i høstudbyttet til øget udbytte. Disse resultater er ikke inkluderet i beregningerne.

Metodik

Side 3/11

Der er beregnet to forskellige effektestimater. Et for vinterhvede under danske forhold og et for vinterhvede dyrket under gennemsnitlige europæiske forhold.

For danske forhold anvendes GHG-data fra de danske GHG-opgørelser (Nielsen et al. 2012). For europæiske forhold anvendes grunddata fra EMEP/EEA guidebook (EMEP 2013) og IPCC (2006) Tier 1 metodik.

GHG-data fra produktionen af mineralsk gødning er stillet til rådighed af Fertilizer Europe (Frank Brentrup, YARA, pers. communication).

Udbytteestimer for danske forhold er fra officielle danske forsøg, der er udført af Videncentret for landbrug (www.vfl.dk). Beskrivelse af forsøgene kan findes her: [Landsforsøgene](#).

Iht. Knudsen (2013) anses udskiftningen af AN med NH_4^+ at ville mindske udvaskningen med 2,5 kg N/ha. Det er inkluderet i 3, 4, og 5.

Gyllen forsures til en pH på 6,0 med indsprøjtning af 4 liter H_2SO_4 pr. tons gylle. I VERA testen blev der opnået 49% reduktion af ammoniak med 1,5 liter H_2SO_4 pr. ton gylle, hvilket gav en pH på 6,4. I henhold til data leveret af Biocover A/S er 4 liter pr. ton nok til at give en pH på 6,0. Det antages, at en pH på 6,0 har 75% reduktion i the ammoniak-emissionen (af TAN, Total ammoniak-kvælstof) sammenlignet med standardmetoden med sløbende slanger i voksende afgrøder.

De referencedata, der er anvendt til emissionsestimerne fremgår af bilaget.

Der er fem forskellige estimater for henholdsvis danske og europæiske forhold.

1. Standard metodik: Gylleudlægning med sløbende slange med maksimum gødningsudlægningsmængde og med supplerende ammoniumnitrat (AN) i mineralsk gødning til maksimal udlægningsmængde
2. SyreN udlægning med sløbende slange uden korrektion for at den forsurede gylle øger det kvælstof, der er tilgængelig i jorden for planteproduktion og med same mængde supplerende AN udlægning i standard-scenariet
3. SyreN+ udlægningsmetodik, hvor AN er blevet erstattet med NH_4^+ .
4. SyreN+ udlægningsmetodik, hvor NH_4^+ udlægningsmængden er nedsat til samme plante-TAN tilgængelig i jorden med normal udlægning med sløbende slange (metode 1). Det nedsætter NH_4^+ udlægning sammenlignet med metode (3)
5. SyreN+ udlægningsmetodik, hvor udlægningsmængden er justeret til plantens behov for fosfor til vinterhvede (22 kg P/ha/år) i overensstemmelse med P-indholdet i flydende gødning (kilde: [the Danish Normative values](#)) og justeret til samme TAN tilgængelig i jorden som metode 1. Her er der en lavere gylleudlægningsmængde, fordi der er et overskud af P i gødningen med en udlægningsmængde på 170 kg



N/ha. Så vidt angår GHG-emission er der her en øget emission fra brændstofforbrug fordi den totale mængde gylle, skal køres over en længere distance.

Resultater

For danske forhold

Side 4/11

I Tabel 1 is angives estimerne for gennemsnitlige danske forhold.

Tabel 1. Emissionsestimater for danske forhold.

Vinterhvede, pr. ha	1	2	3	4	5	
	Standard	Slæbende slange og AN SyreN	Ingen ændringer i mineralsk gødning SyreN+	Optimeret mineralsk gødning til standard Ingen ændringer i mineralsk gødning. AN erstattet med NH4+ SyreN+	Optimeret mineralsk gødning til standard Reduktion af NH4 til N ud-lægnings-mængde. SyreN+	Optimeret ammonium tilsætning til optimalt P niveau SyreN+
N udlægningsmængde (norm), kg/ha	159	159	159	159	159	
P (norm), kg/ha	22	22	22	22	22	
Kvæggylle, kg total N	170	170	170	170	141	
Kvæggylle, kg P	26,6	26,6	26,6	26,6	22,0	
TAN, %	60%	60%	60%	60%	60%	
TAN, kg/ha	102	102	102	102	84	
Udnyttelse, %	70%	70%	70%	70%	70%	
N mineralsk gødning, kg AN/ha	40	40				
N mineralsk gødning som NH4+/ha				40	40,8	
Ammoniak-emission, % af TAN	27,2%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%	
Ammoniak-emission gylle, kg NH3-N/ha	27,7	6,9	9,7	8,3	8,5	
Ammoniak-emission gødning, kg NH3-N/ha	0,36	0,36	0,00	0,00	0,00	
Ammoniak-emission total, kg NH3-N/ha	28,10	7,30	9,66	8,31	8,52	
N tilgængelig i jord, kg/ha	1309	151,7	149,3	130,9	130,9	
N udlagt, kg/ha	210	210	210	190,2	181,6	
Mindsket udvaskning pga. skifte fra AN til NH4, kg N/ha	0	0	2,5	2,5	2,5	
Øget udbytte, kg kerne/ha	0	450,0	450,0	0	0	
Øget udbytte, kg halm/ha		270,0	270,0			
Øget udbytte, kg N/ha	0	18,9	18,9	0	0	
Rodzoneudvaskning, kg N/ha	69,3	69,3	66,8	60,3	57,4	
Vandløb udvaskning, kg N/ha	33,3	33,3	32,1	28,9	27,6	
Åmundinger udvaskning, kg N/ha	24,8	24,8	23,9	21,5	20,5	
GHG emission, mark						
Direkte emission, kg N2O/ha	3,3	3,3	3,3	3,0	2,9	
Direkte emission, kg CO2-eq/ha	983,4	98,4	983,4	890,7	85,5	
Indirekte, ammoniak, kg N2O/ha	0,44	0,11	0,15	0,13	0,13	
Indirekte, ammoniak, kg CO2-eq/ha	131,6	34,2	45,2	38,9	39,9	
Indirekte, udvaskning, kg N2O/ha	0,50	0,50	0,48	0,44	0,41	
Indirekte, udvaskning, kg CO2-eq/ha	149,1	149,1	143,7	129,6	123,6	
Transport/udlægning						
Gødningsudlægning, 1 udlagt, kg CO2/ha	4,5	4,5				
Gylleudlægning, 1 udlagt, kg CO2/ha	20,2	20,2	20,2	20,2	24,3	
Kalkning						
Ændret emission, kg CO2/ha	0	98,0	98,0	98,0	81,2	



Produktion	Fra mineralsk gødningsproduktion, kg CO ₂ -eq/ha (Yara Sluiskil)	129,6	129,6	107,6	54,3	109,8
	Fra mineralsk gødningsproduktion, kg CO ₂ -eq/ha (europæisk gennemsnit)	170,8	170,8	121,6	61,4	124,0
	Produktion fra mineralsk gødning, kg CO ₂ -eq/kg P ha. sparet					-6,2
Total emission	kg CO ₂ -eq/ha	1459,6	1460,2	141,1	1238,8	1237,4
Øget kerneudbytte	kg CO ₂ -eq/ha		1122	1122		
Total emission inkl. ændring i udbytte	kg CO ₂ -eq/ha	1459,6	686,0	637,9	1238,8	1237,4
Reduktion sammenlignet med standard	kg CO ₂ -eq/ha		773,6	821,6	220,7	222,2
Relativ emission: standard = 100	CO ₂ -eq excl. bio-erstatning	100	100	97	85	85
Relativ emission: standard = 100	CO ₂ -eq incl. bio-erstatning	100	47	44	85	85

Det samlede GHG emissionsestimat for standard udlægningsmetoden er 1,459 kg CO₂-eq./ha. Denne mængde inkluderer kun kunstgødning, gødningsudlægning og de relaterede GHG-emissioner og ikke markforberedelse, såning og høst. Det kan derfor som sådan ikke sammenlignes med en gennemsnitligt samlet CO₂-belastning for hvededyrking. Den samlede CO₂-belastning for hvededyrking, er i flere undersøgelser estimeret til at være ca. 2000-2500 kg CO₂-eq./ha (Se fx. Hillier et al. 2009).

Andelen af den samlede CO₂-belastning fra mineralske gødninger er lavt i tabel 1 sammenlignet med internationale undersøgelser, hvor der kun er anvendte mineralske undersøgelser. Det er fordi afgrøden primært gødes med dyregødning.

Under danske forhold ses en stigning i afgrødeudbyttet. Det er meget sandsynligt på grund af de stramme danske gødningsregler, hvor den tilladte udlægningsmængde er 10-20% under det økonomisk optimum. I disse tilfælde øger forsuring af gyllen kvælstoftilgængeligheden for planterne, hvilket så giver et højere udbytte. Denne effekt indgår ikke i det europæiske estimat (Tabel 5).

SyreN+ udlægningssystemet gør det muligt at skifte fra anvendelse af AN til det billigere NH₃. Forskellen i GHG-emission i produktionsfaciliteterne er 0,55 kg CO₂-eq/kg N for de optimerede fabrikker og 1,23 kg CO₂-eq/kg N for de gennemsnitlige europæiske fabrikker. På grund af de lave udlægningsmængder i Danmark med bare en ekstra udlægning af 40-50 kg N/ha i mineralsk gødning er effekten på den samlede GHG-emission begrænset, hvis der ikke sker en korrektion af plantetilgængelighed. I så tilfælde vil et øget udbytte kunne opnås. Hvis det øgede udbytte tages i betragtning vil SyreN eller SyreN+ systemet reducere GHG-emissionen med ca. 800 kg CO₂-eq./ha sammenlignet med standardscenariet med slæbende slange. Udover GHG-effekten reduceres ammoniakemissionen med ca. 20 kg N/ha (scenarie 2 og 3).

Hvis den øgede biotilgængelighed af kvælstof anvendes til at reducere det samlede gødningsniveau (scenarie 4 og 5), forventes ingen stigning i udbyttet. I disse tilfælde forventes en lignende reduktion på 20 kg ammoniak/ha. På grund af den lavere kvælstofudlægningsmængde forudses reduceret udvaskning. Alt i alt vil dette mindske GHG-emissionen med ca. 220 kg CO₂-eq./ha eller 15% lavere end standardscenariet. Hvis det sammenlignes med det generelle GHG-belastning for hvede, reducerer SyreN+ systemet CO₂-belastningen med ca. 10% pr. ha, hvor referencesituationen er slæbende slange på voksende afgrøder.



Scenarie 5 er optimeret til plantebehovet for fosfor (P). Hvis der udlægges 170 kg gylle, vil der ske en overgødsning med P på 20%, og udlægningsmængden er derfor reduceret til 141 kg N i gylle/ha kombineret med et øget NH₃ udlægning. Den samlede effekt på GHG-emissionen er som vist i Scenarie 4, en reduktion i GHG-emissionen med 220 kg CO₂-eq./ha.

Side 6/11

Den samlede effekt på den nationale GHG-balance ved indførelse af SyreN+ systemet afhænger af gylletilgængeligheden, fremtidige regler om N-udlægningsmængden for systemet, og det areal, der behandles med slæbende slange på voksende afgrøder.

I tabel 2 vises den estimerede totale mængde kvælstof i 2011 i Danmark i forskellige typer gylle i tons N. Cirka 75% af kvælstoffet i kvæggylle håndteres som væske og for svin håndteres 97% kvælstof som væske.

Tabel 2. Totalt kvælstof i forskellige typer animalsk gødning i 2011.

Kilde: De danske GHG-opgørelser

	Flydende	Fast gødning	Strøelse	Total
Kreaturer	75,290	1,887	21,974	99,151
Svin	86,768	277	1,772	88,817
Fjerkræ	159	1,468	5,489	7,116
Andret	9,893	7	3,160	13,060
Sum	172,110	3,638	32,396	208,144

I tabel 3 vises den andel af flydende gødning fra kvæg og svin, der blev udlagt i voksende afgrøder i 2011. Det er kendt, at indsprøjtning i voksende afgrøder kan beskadige afgrøden og også har ekstra brændstofomkostninger. Indføringen af SyreN og SyreN+ kan derfor sættes i stedet for indsprøjtning i disse afgrøder. Det maksimale potentiale ved anvendelse af SyreN og SyreN+ anslås at være 598,000 hektarer.

Tabel 3. Procent flydende gødning udlagt i voksende afgrøder (korn og græs) og potentielt areal. Kilde: De danske GHG-opgørelser

	Svinegylle	Kvæggylle
Indsprøjtet i voksende afgrøder	7	18
Slæbende slange i voksende afgrøder	61	22
Total, procent	68	40
Max. udlægningsmængde (danske regler), kg N/ha	140	170
Potentielle hektarer	421.000	177.000

Hvis scenarie 2 og 3, hvis der ikke gennemføres en reduktion af N-udlægningsmængden, forventes ingen eller kun en meget begrænset reduktion af GHG-emissionen. I scenarie 3, hvor AN erstattes af NH₄⁺ anslås en reduktion på 37 kg CO₂-eq./ha. Det giver en samlet reduktion på 0,028 mio. ton CO₂-eq./år, hvis det fulde potentiale udnyttes, og hvis inputdataene er repræsentative for alle afgrøder. Hvis gødskningsniveauet er



reduceret, er det samlede potentiale for en reduktion i GHG-emissionen på 0,133 mio. ton CO₂-eq./år.

Hvis der tages hensyn det øgede afgrødeudbytte i scenarie 2 og 3, er den samlede reduktion/binding 0,46-0,49 mio. tons CO₂-eq./år.

Side 7/11

For europæiske forhold

I tabel 4 vises resultaterne for standard europæiske EF faktorer. For vinterhvede anslås et kvælstofgødningsniveau på 240 kg N/ha. På grund af den relativt høje udlægningsmængde af kvælstof forventes et øget høstudbytte ikke. I henhold til EMEP/EEA guidebook fordampes 55% af TAN og forsuring af gødningen giver derfor en høj reduktion i ammoniak-emission på 41 kg NH₃-N/ha i scenarie 2 sammenlignet med referencescenariet. I scenarie 3, 4 og 5 er ammoniak-emissionen højere end i 2. Det er fordi ammoniakken udlægges i mineralsk form med SyreN+, hvilket resulterer i en højere ammoniak-emission. Udvaskningen er afhængig af lokale forhold og er særdeles vanskelig at vurdere. Den er anslået til, at der er udlagt 30% N uanset kvælstofkilden.

Den samlede GHG-emission uden grundlæggende jordbehandling er blevet anslået til 2.298 kg CO₂-eq./ha. Hvis AN erstattes med NH₄⁺, er en sandsynlig reduktion i GHG-emissionen 216 kg CO₂-eq./ha (scenarie 2).

På grund af det høje gødskningsniveau kombineret med forsuring, er der en høj risiko for overgødsning, og det sandsynlige resultat er, at landmændene nedsætter udlægningsmængden til plantens behov, og scenarie 4 er mere sandsynlig. I det tilfælde kan der opnås en reduktion i GHG-emissionen på cirka 500 kg CO₂-eq./ha. En høj andel af dette stammer fra en reduktion i udvasket kvælstof, som også vil være en sidegevinst for miljøet.

Den samlede reduktion i CO₂-belastningen for en hvedeafgrøde under standardforhold kunne være så høj som 20%, men en mere sandsynlig procentsats er 10-15 %, da standardparametrene ofte reflekteres i et konservativt estimat, og at estimatet for den samlede CO₂-belastning på ca. 2.000 kg CO₂-eq./ha by Hillier et al. (2009) reflekteres i et betydeligt lavere kvælstofinput.

Vinterhvede, pr. ha	1	2	3	4	5
				Optimeret mineralsk gødning til standard niveau, reduktion af NH ₄ til N ca. mængde. SyreN+	Optimeret ammoniumtilsætning til optimalt P-niveau SyreN+
	Slæbende slange og AN standard	Ingen ændringer i mineralsk gødning, SyreN	Ingen ændringer i mineralsk gødning, AN erstattet med NH ₄ ⁺ SyreN+		
N udlægningsmængde (norm), kg/ha	240	240	240	240	240
P (norm), kg/ha	22	22	22	22	22
Kvæggylle, kg total N	170	170	170	170	141
Kvæggylle, kg P	26,6	26,6	26,6	26,6	22,0
TAN, %	50%	50%	50%	50%	50%
TAN, kg/ha	85	85	85	85	70
Udnyttelse, %	70%	70%	70%	70%	70%



	N mineralsk gødning, kg AN/ha	121	121			
	N mineralsk gødning som NH4+/ha			121	84,7	99,3
	Ammoniak-emission, % of TAN	55,0%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%
	Ammoniak-emission gylle, kg NH3-N/ha	46,8	5,8	14,0	11,5	11,5
	Ammoniak-emission gødning, kg NH3-N/ha	1,09	1,09	0,00	0,00	0,00
	Ammoniak-emission total, kg NH3-N/ha	47,84	6,87	14,01	11,54	11,54
	N tilgængelig i jord, kg/ha	158,2	199,1	192,0	158,2	158,2
	N udlagt, kg/ha	291	291	291	254,7	240,1
	Udvaskning, kg N/ha	87,3	87,3	87,3	76,4	72,0
GHG emission, mark	Direkte emission, kg N2O/ha	4,6	4,6	4,6	4,0	3,8
	Direkte emission, kg CO2-eq/ha	1362,7	1362,7	1362,7	1192,7	1124,5
	Indirekte, ammoniak, kg N2O/ha	0,75	0,11	0,22	0,18	0,18
	Indirekte, ammoniak, kg CO2-eq/ha	224,0	32,2	65,6	54,0	54,0
	Indirekte, udvaskning, kg N2O/ha	0,57	0,57	0,56	0,50	0,47
	Indirekte, udvaskning, kg CO2-eq/ha	170,1	170,1	167,7	148,5	140,6
Transport/udlægning	Gødningsudlægning, 1 udlagt kg CO2/ha	4,5	4,5			
	Gylleudlægning, 1 udlagt kg CO2/ha	20,2	20,2	20,2	20,2	24,3
Kalkning	Ændret emission, kg CO2/ha	0	98,0	98,0	98,0	81,2
Produktion	Fra mineralsk gødningsprodukt, kg CO2-eq/ha (Yara Sluiskil)	392,0	392,0	325,5	227,8	267,1
	Fra mineralsk gødningsprodukt, kg CO2-eq/ha (europæisk gennemsnit)	516,7	516,7	367,8	257,5	301,9
	Fra mineralsk gødningsprodukt, kg CO2-eq/kg P ha, sparet					-6,2
Total emission	kg CO2-eq/ha	2298,2	2204,4	2082,0	1771,0	1720,4
Reduktion sammenlignet med standard	kg CO2-eq/ha		93,8	216,2	527,2	577,8
Relativ emission: standard = 100	CO2-eq excl. bio-erstatning	100	96	91	77	75

Konklusioner

At forsure gylle og erstatte AN med NH₃ i SyreN+ gødningsudlægningssystemet er blevet estimeret til at reducere både emissionen af ammoniak og GHG for hvedeproduktion. Den estimerede effekt varierer og er meget afhængig af lokale regler, lokal gødningsudlægningmetoder og lokale jordforhold. Under de aktuelle danske miljøregler kan der opnås en maksimal reduktion i GHG-emission på 0,028-0,133 mio. ton kg CO₂-eq./ha under givne forhold. Den større effekt skyldes primært en reduceret ammoniak-emission og reduceret udvaskning. Under europæiske forhold er den potentielle effekt større, op til dobbelt så stor effekt som i det danske estimat. Her er der også større effekt på grund af reduceret udvaskning.



Bilag:

Referencedata, der er anvendt til emissionsestimater

Anvendte referenceværdier		
Kvælstof- og fosfornorm, Danmark	Hvede: 159 kg N/ha, 22 kg P/ha Forårsbyg: 119 kg N/ha, 22 kg P/ha Klippet græs: 240 kg N/ha, 32 kg P/ha	Vejledning om gødskning og harmoniregler, 1. august 2012-31. juli 2013, NaturErhvervsstyrelsen. ^{side 9/11}
Kvælstof- og fosfornorm, Europa	Hvede: 240 kg N/ha, 22 kg P/ha	
Kvæggylle	Max. udlægningsmængde: 170 kg N/ha TAN: 60% N i gødning fra malkekvæg: 129.3 kg N ab lager/år P i gødning: 20.2 kg P ab lager/år Udnyttelsesmængde af N i gødning: 70% Kg N/ton gylle: 5.33	Vejledning om gødskning og harmoniregler, 1. August 2012-31. July 2013, NaturErhvervsstyrelsen. http://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/Normaltal_2012_august_ny_2012.pdf
Ammoniak-emission fra AN	0.9% af udlagt N	EMEP/EEA guidebook
Ammoniak-emission fra gylle-udlægning, standard værdi	28.6% af TAN for danske forhold, 55% af TAN for europæiske forhold	The Danish GHG emission inventories for Agriculture and EMEP/EEA guidebook
Ammoniak-emission fra SyreN/SyreN+	75 % reduktion sammenlignet med standardværdi = 6,8% %	VERA-test og www.alfam.dk
Indirekte N ₂ O emission, fraktion af kvælstof udvasket fra rodzonen	0,330, fraktion af udlagt N og 0,3 for europæiske forhold (IPCC Tier 1)	De danske GHG emissionsopgørelser for landbruget. Gennemsnitlig fraktion 2002-2011 og IPCC (2006)
Indirekte N ₂ O emission, fraktion af udlagt kvælstof udvasket til afvandrings-områder	0,158, fraktion af udlagt N og 0,3 for europæiske forhold (IPCC Tier 1)	De danske GHG emissionsopgørelser for landbruget. Gennemsnitlig fraktion 2002-2011 og IPCC (2006)
Indirekte N ₂ O emission, fraktion af udlagt kvælstof, udvasket til åmunder	0,118, fraktion af udlagt N og 0,3 for europæiske forhold (IPCC Tier 1)	De danske GHG emissionsopgørelser for landbruget. Gennemsnitlig fraktion 2002-2011 og IPCC (2006)
Nedsat udvaskning pga. omlægning fra AN til NHH+	2,5 kg N/ha	Knudsen, L., 2013, Betydning af skift fra nitratholdig til ammoniumholdig gødning på kvælstofudvaskningen Note fra Videncenter for Landbrug.



Stilk/kerne-forhold	0,6	De danske GHG emissionsopgørelser for landbrug.
N ₂ O emissions-faktorer	0,01 kg N ₂ O-N/kg N	IPCC 2006 Guidelines: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html
GWP	N ₂ O: 298	http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html <small>Side 10/11</small>
CO ₂ emission fra AN produktion	Yara produktionssted, Sluiskil: 3,24 kg CO ₂ /kg N Europæisk gennemsnit: 4.27 kg CO ₂ /kg N	Fertilizer Europe
CO ₂ emission fra NH ₄ ⁺ produktion	Yara produktionssted, Sluiskil: 2,69 kg CO ₂ /kg N Europæisk gennemsnit: 3.04 kg CO ₂ /kg N	Fertilizer Europe
CO ₂ -emission fra fosfor- produktion	1,35 kg CO ₂ /kg P	Fertilizer Europe, kun emission fra fabriken
Brændstofforbrug til gylle-udlægning	7,6 l/ha	Håndbog til Driftsplanlægning 2009, Landbrugsforlaget, ISBN: 978-87-91566-24-0
Brændstofforbrug til udlægning af mineralisk gødning	1,7 l/ha	Håndbog til Driftsplanlægning 2009, Landbrugsforlaget, ISBN: 978-87-91566-24-0
CO ₂ i diesel	2,654 kg CO ₂ /liter diesel	De danske GHG emissionsopgørelser (www.dce.au.dk)
H ₂ SO ₄ , molvægt	98,079 g/mol	
CaCO ₃ , molvægt	100,0875 g/mol	
H ₂ SO ₄ , koncentration	93%	
H ₂ SO ₄ , vægtfylde	1,84 kg/liter	
H ₂ SO ₄ , udlægningsmængde	4 liter/tons slurry	



Referencer

EMEP 2009, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009,

www.eea.europa.eu/.../emep-eea-emission-inventory-guidebook-200...

Side 11/11

IPCC 2006, Eggeston, S., et al. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

Hillier, J., Haves, C.M Squire, G., Hilton, A., Wale, S. and Smith, P. 2009, 2009, The carbon footprints of food crop production, *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7:2, 107-118. <http://dx.doi.org/10.3763/ijas.2009.0419>
