

LANDSFORSØGENE 2022

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Fonden for **økologisk landbrug**

Kartoffelafgiftsfonden

Frøafgiftsfonden



LANDSFORSØGENE 2022

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

LANDSFORSØGENE 2022 er samlet og udarbejdet af SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.

Udgivet

December 2022

Trykkeri

Stibo Complete

Udgiver

SEGES Innovation P/S

Planter & Miljø

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8740 5000

E info@seges.dk

Omslag

Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation. Billedet viser måling af emission af ammoniak i forbindelse med udbringning af gylle til græs.

Køb

Bogen kan købes i SEGES Netbutik: www.netbutikken.seges.dk.

Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på www.landbrugsinfo.dk/oversigten.

Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inkl. side-tal. F.eks. „Kilde: Landsforsøgene 2022, tabel xx, side yy.“

ISBN 978-87-93051-11-9

ISSN 0900-5293

Konklusion på forsøg med supplerende kaliumtilførsel til kløvergræs

Som udgangspunkt dækker normal tilførsel af husdyrgødning kaliumbehovet til slætgræs. Der kan være behov for supplerende kaliumtilførsel når:

- > Kaliumtallet er under 5
- > Kaliumindholdet i afgrøden er under 2,0 procent
- > Kaliumtilførslen med husdyrgødning er mindre end 150 kg kalium pr. ha

Det er ikke muligt at øge kaliumindholdet i jorden ved gødskning, da græs har en luksusoptagelse af kalium.

i første slæt er små og ikke signifikante. Som sum af alle fire slæt opnås merudbytter mellem 3 og 6 afgrødeenheder pr. ha. I forsøgene med højt kaliumindhold stiger kaliumindholdet også ved kaliumtilførsel i foråret, da græsmarksplanter har et luksusoptag af kalium, men der opnås ikke merudbytte for supplerende kaliumtilførsel – hverken i første eller sum af alle fire slæt.

Der er ved forsøgenes afslutning udtaget jordprøver for hver behandling. Som det fremgår af tabel 16, er kaliumtallet ved forsøgets afslutning det samme, uanset om der ikke er tilført supplerende kalium, eller om der er suppleret med 150-200 kg kalium pr. ha. Dette bekræfter, at græsmarksplanter har en luksusoptagelse af kalium, og det derfor ikke er muligt at øge kaliumindholdet betydeligt, når græsset og dermed kalium bortføres ved høst.

Forsøgene er hermed afsluttet.

Teknik til udbringning af afgasset gylle og kvæggylle til græs

- > **MARTIN NØRREGARD HANSEN** OG **TORBEN SPANGGAARD FRANDSEN**, SEGES INNOVATION

Afgasset gylle er velegnet til græs, men udbringning af afgasset gylle i græsmarker kræver typisk nedfældning, da forsuring af gyllen ofte kræver en så stor mængde svovlsyre, at teknologien er urentabel. Det er undersøgt, om der kan være andre alternativer til udbringning af kvæggylle og afgasset gylle til græs. Med støtte fra Promilleafgiftsfonden er der gennemført to forsøg til bestemmelse af udbytteeffekter ved udbringning af henholdsvis kvæg-

gylle og afgasset gylle til græs ved nedfældning, slangeudlægning med forsuring og slæbesko (Bomech) med og uden forsuring. Udbytteforsøgene har været suppleret af emissionsmålinger finansieret af biogasbranchen i foråret samt efter anden slæt for at undersøge, hvordan de forskellige udbringningsmetoder påvirker ammoniakfordampningen.

Forsøgene

Der har i 2022 været anlagt to forsøg i 1. års græsmarker med meget få eller ingen kløver og eventuel kløver har været bortsprøjet, før forsøgenes anlæggelse. Afgrøden kan derfor betragtes som rent græs. Begge forsøg er anlagt på JB 4 og vandet med 30 mm. Forsøgene er blevet grundgødet med kalium og svovl. I forsøgene sammenlignes udbytteeffekter og kvælstofudnyttelse af henholdsvis kvæggylle, afgasset gylle samt separeret afgasset gylle udbragt til græs med forskellige udbringningsteknologier. Forsøgene har været gennemført med fire slæt. Forsøgsbehandlinger og resultater fremgår af tabel 17.

Led 1 til 4 har været gødet med handelsgødning som reference til beregning af udnyttelsesgraden af kvælstof i husdyrgødningen (værdital). Der har været tilsat svovlsyre til henholdsvis kvæggylle og afgasset gylle i henhold til de lovpligtige doseringer på henholdsvis 1,7 og 6,0 l svovlsyre pr. ton. Derudover er der afprøvet en mindre dosering på 2,5 l svovlsyre pr. ton afgasset gylle i kombination med slæbesko eller slæbeslanger for at undersøge, om en mindre mængde syre kunne være tilstrækkelig. Analyseverdier og mængder af gylle til de enkelte slæt fremgår af tabel 17.

Der har været udtaget vejledende gylleanalyser cirka 14 dage før udbringning til beregning af mængden af gylle, der skal udbringes for at nå de tilstræbte 60 kg ammonium kvælstof pr. ha til hvert slæt. De reelle udbragte mængder afviger især til andet slæt, hvor der i led 5-8 og 9-12 er udbragt henholdsvis 95 og 74 kg ammonium kvælstof pr. ha. Der har været anvendt kvæggylle fra malkekøer og afgasset gylle og separeret afgasset gylle fra et biogasanlæg med højt input af dybstrøelse.

I gennemsnit af forsøgene er der høstet 49 afgrødeenheder pr. ha med et relativt lavt proteinindhold i det ugødgede led. Stigende mængder kvælstof i handelsgødning giver en stor N-respons på cirka 23 foderenheder pr. kg kvælstof pr. ha og det økonomisk optimale kvælstofni-

TABEL 17. N-mængde og teknik til udbringning af afgasset, separeret afgasset og rågylle til græs til slæt. tredje forsøgsår

N-mængde og udbringningsteknik til græs	Gylletype	Kg N pr. ha							
		Handels-gødning	NH ₄ -N i gylle	Handels-gødning	NH ₄ -N i gylle	Handels-gødning	NH ₄ -N i gylle	Handels-gødning	Mineralsk kvælstof i alt
		1. slæt		2. slæt		3. slæt		4. slæt	
2022. 2 forsøg									
1. 0 N									
2. 210 N		50		50		50		60	210
3. 310 N		100		80		70		60	310
4. 360 N		120		100		80		60	360
5. 3 x nedfældning	Kvæggylle		68		95		65	60	288
6. 3 x slæbesko (Bomech)	Kvæggylle		68		95		65	60	288
7. 3 x slæbesko + 1,7 l syre	Kvæggylle		68		95		65	60	288
8. 3 x slæbeslange + 1,7 l syre	Kvæggylle		68		95		65	60	288
9. 3 x nedfældning	Afgasset gylle		58		74		56	60	248
10. 3 x slæbeslange + 6,0 l syre	Afgasset gylle		58		74		56	60	248
11. 3 x slæbesko + 2,5 l syre	Afgasset gylle		58		74		56	60	248
12. 3 x slæbeslange + 2,5 l syre	Afgasset gylle		58		74		56	60	248
13. 3 x slæbeslange	Sep. afg. gylle		56		46		49	60	211

Gylldata	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof, pct.	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	Udbragt NH ₄ -N, kg pr. ha	P, kg pr. ton	K, kg pr. ton	Værdital				
								Ned-fælder	Slæbe-sko	Slæbesko + syre ¹⁾	Slæbe-slange + syre ¹⁾	Slæbe-slange + 6,0 l syre
Kvæggylle, før 1. slæt	30	16,1	4,0	2,3	68	0,7	3,3	35	32	41	48	-
Kvæggylle, før 2. slæt	38	12,1	4,4	2,5	95	0,8	4,0	32	26	24	28	-
Kvæggylle, før 3. slæt	30	9,6	4,0	2,2	65	0,8	3,2	38	31	33	37	-
Gennemsnit					229			35	30	33	38	
Afgasset gylle, før 1. slæt	28	3,9	3,4	2,1	58	0,7	3,8	46	-	61	45	55
Afgasset gylle, før 2. slæt	29	7,0	4,6	2,6	74	0,9	5,2	39	-	43	43	54
Afgasset gylle, før 3. slæt	31	4,7	3,3	1,8	56	0,6	4,8	41	-	43	39	64
Gennemsnit					188			42		49	42	58
Sep. afg. gylle, før 1. slæt	19	5,5	4,7	3,0	56	0,8	5,2	-	-	-	46	-
Sep. afg. gylle, før 2. slæt	19	4,8	4,2	2,5	46	0,6	5,3	-	-	-	35	-
Sep. afg. gylle, før 3. slæt	21	3,9	3,5	2,3	49	0,6	3,8	-	-	-	24	-
Gennemsnit					151						35	

Gylldata	pH, gylle-analyse	pH målt ved udbringning					Temperatur, gylle	Temperatur, jord
		Ned-fælder	Slæbe-sko	Slæbe-sko + syre ¹⁾	Slæbe-slange + syre ¹⁾	Slæbe-slange + 6,0 l syre		
Kvæggylle, før 1. slæt	7,1	7,5	7,5	6,5	6,5	-	9,6	3,4
Kvæggylle, før 2. slæt	6,9	7,8	7,8	6,9	6,7	-	17,0	12,6
Kvæggylle, før 3. slæt	6,9	8,1	8,1	7,5	7,3	-	21,2	16,2
Gennemsnit	7,0	7,8	7,8	7,0	6,8			
Afgasset gylle, før 1. slæt	7,6	7,5	-	6,4	6,4	1,9	7,4	3,4
Afgasset gylle, før 2. slæt	7,5	7,9	-	7,2	7,2	5,8	25,3	12,6
Afgasset gylle, før 3. slæt	7,6	8,4	-	6,4	6,4	4,9	22,3	16,2
Gennemsnit	7,6	7,9	-	6,7	6,7	4,2		
Sep. afg. gylle, før 1. slæt	7,8	-	-	-	7,9	-	3,8	3,4
Sep. afg. gylle, før 2. slæt	7,7	-	-	-	7,9	-	16,0	12,6
Sep. afg. gylle, før 3. slæt	7,6	-	-	-	8,4	-	18,8	16,2
Gennemsnit	7,7				8,1			

¹⁾ Sovlsyre. Tilsat 1,7 l pr. ton kvæggylle, 2,5 l pr. ton til afgasset gylle og 0 l pr. ton til sep. afg. gylle.

veau i forsøgene er henholdsvis 282 og 258 kg kvælstof pr. ha.

Ved udbringning af kvæggylle er der ikke signifikant udbytteforskel mellem udbringningsteknikkerne, men det

største udbytte opnås ved forsuring kombineret med udbringning med slæbesko eller slæbeslange, mens det mindste udbytte opnås ved udbringning med slæbesko uden forsuring. Se tabel 18.

TABEL 18. Resultater for teknik til udbringning af afgasset og rågylle til græs til slæt. Tredje forsøgsår. (S20)

N-mængde og udbringningsteknik til græs	Gylletype	Mineralsk kvælstof i alt, kg pr. ha	Gram pr. kg tørstof			FK NDF	FK org. stof	NEL ^{20*} MJ pr. kg TS	Udbytte og merudbytte pr. ha.		
			rå- protein	sukker	NDF				hkg rå- protein	hkg tørstof	a.e.
2022. 2 forsøg											
1. 0 N		0	112	218	435	75,1	80,3	6,30	6,5	58,2	49,3 d
2. 210 N		210	119	205	447	73,3	79,0	6,23	7,5	59,8	49,5 b
3. 310 N		310	139	169	479	73,3	77,8	6,25	12,3	77,0	64,3 a
4. 360 N		360	160	148	481	72,6	77,2	6,26	14,7	74,9	62,8 a
5. 3 x nedfældning	Kvæggylle	288	118	197	463	76,0	79,4	6,26	5,6	44,2	36,9 c
6. 3 x slæbesko (Bomech)	Kvæggylle	288	115	202	460	75,1	79,2	6,23	4,8	40,8	33,6 c
7. 3 x slæbesko + 1,7 l syre	Kvæggylle	288	115	202	461	76,1	79,5	6,25	5,8	48,9	40,7 bc
8. 3 x slæbeslange + 1,7 l syre	Kvæggylle	288	120	185	471	75,5	78,9	6,22	6,5	49,8	41,1 bc
9. 3 x nedfældning	Afgasset gylle	248	108	214	460	76,3	79,8	6,25	5,0	47,8	39,8 bc
10. 3 x slæbeslange + 6,0 l syre	Afgasset gylle	248	120	195	466	76,1	79,4	6,26	7,2	56,5	47,3 b
11. 3 x slæbesko + 2,5 l syre	Afgasset gylle	248	114	201	466	75,2	79,0	6,20	6,2	53,0	43,4 bc
12. 3 x slæbeslange + 2,5 l syre	Afgasset gylle	248	112	207	465	75,7	79,4	6,24	5,7	51,8	43,1 bc
13. 3 x slæbeslange	Sep. afg. gylle	211	100	228	455	77,4	80,5	6,29	3,6	43,1	36,3 c
LSD									0,8	7,1	5,9

Ved udbringning af afgasset gylle er der heller ikke signifikant udbytteforskel mellem udbringningsteknikkerne. Slangeudlægning kombineret med forsuring med 6,0 l syre giver det største udbytte. Udlægning med slæbesko af afgasset gylle forsuret med 2,5 l svovlsyre pr. ton giver et lidt større udbytte end nedfældning, mens det mindste udbytte opnås ved nedfældning. I led 13, hvor der er udbragt separeret afgasset gylle, er der desværre udbragt en mindre kvælstofmængde end ved de øvrige behandlinger, hvorfor udbyttet er lidt mindre, men udnyttelsesgraden af gyllens kvælstof er også lavere end i slangeudlagt afgasset gylle forsuret med 2,5 l syre pr. ton. Se tabel 17.

Udnyttelsesgraden af husdyrgødningens kvælstof er udtrykt som værdital i tabel 17. Det gennemsnitligt højeste værdital for kvæggylle er opnået ved udbringning med slæbeslanger kombineret med forsuring med 1,7 l svovlsyre pr. ton. Værditallet er generelt højest ved udbringning før første slæt. For afgasset gylle er værditallet 4-16 procentpoint højere end kvæggylle og højest ved forsuring med 6,0 l svovlsyre pr. ton. Værditallet er det samme eller højere ved forsuring med 2,5 l svovlsyre pr. ton sammenlignet med nedfældning. For slangeudlagt separeret afgasset gylle er værditallet på niveau med slangeudlagt forsuret kvæggylle med 1,7 l svovlsyre pr. ton eller afgasset gylle med 2,5 l svovlsyre pr. ton. Årsagen til de forholdsvis lave værdital kan være, at tørstofindholdet i den separerede afgassede gylle ved forårsudbringningen var 5,5 procent og dermed faktisk højere end i den afgassede gylle kombineret med et højere pH. Ved de senere

udbringninger er tørstofindholdet i den separerede gylle reduceret til 4,8 og 3,9 procent. Tørstofindholdet er således højere end det lovpligtige krav på 3,6 procent tørstof for at kunne slangeudlægge gyllen uden nedfældning eller forsuring.

Ammoniakfordampning ved udbringning af afgasset gylle i græs

Der er målt ammoniaktab fra den udbragte gylle med et system bestående af tolv dynamiske kamre (vindtunneller) og onlinemålinger med et Cavity Ring Down Spectroscopy instrument (G2103 NH3 Gas Concentration Analyzer, Picarro, Santa Clara, CA). Målingerne er udført af Teknologisk Institut. Der er målt ammoniakudledning i fire døgn efter udbringning af gylle i et af forsøgene. Der er foretaget ammoniakmålinger i 3 ud af 4 gentagelser for hhv. led 9, 10, 11 og 13 (se tabel 17 for beskrivelse af behandlinger i hvert led). Leddene er randomiserede indenfor hver gentagelsesblok. Ammoniakmålinger er foretaget i to kampagner – én i forbindelse med gylleudbringning i foråret før 1. slæt og én før 3. slæt. Den første kampagne er karakteriseret ved kolde forhold, mens den anden kampagne er karakteriseret ved tørre og varme forhold. Afgasset kvæggylle er udbragt med slæbesko, med og uden forsuring og nedfældning med dobbeltdisk nedfælder som reference. Nedfældningen er foretaget i 3-4 cm dybde, men da der kun blev udbragt 28-31 ton pr. ha kunne rillerne, som nedfælderens laver i jorden, netop rumme gyllen. Til forsuring er der brugt henholdsvis 2,5 og de lovpligtige 6,0 liter koncentreret svovlsyre pr. ton gylle. Resultaterne fremgår af tabel 19.



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SEGES INNOVATION

For at kunne måle ammoniakfordampningen bankes en metalramme i jorden for at undgå luftindtrængning ved jordoverfladen, når kammeret placeres over rammen, og der efterfølgende måles ammoniakkoncentration i luftstrømmen.

Ammoniakemissionen fra gylle udbragt før første slæt er højest ved slangeudlagt separeret afgasset gylle, men er ikke signifikant højere end fra afgasset gylle forsuret med 2,5 l svovlsyre pr. ton udlagt med slæbesko eller afgasset gylle, der er nedfældet. Ammoniakemissionen er væsentlig lavere ved slangeudlagt afgasset gylle forsuret med 6,0 l pr. ton – også lavere end nedfældning.

TABEL 19. Ammoniaktab ved forskellig udbringningsteknik

Ammoniaktab og udbringningsteknik	Gylletype	Ammoniaktab, pct. af tilført N ¹⁾	
		forår	sommer
2022. 1 forsøg			
Nedfælder	Afgasset gylle	18 ab	33 b
Slæbeslange + 6,0 l syre	Afgasset gylle	6 a	4 a
Slæbesko + 2,5 l syre	Afgasset gylle	22 ab	36 b
Slæbeslange	Separeret afgasset øvle	36 b	37 b

¹⁾ Gennemsnitlig relativ kumulativ (72 timer) ammoniaktab efter udbringning.

Før tredje slæt er rangeringen af udbringningsteknikkerne den samme, således at slangeudlagt afgasset gylle forsuret med 6,0 l svovlsyre giver den signifikant laveste ammoniakemission. Den er signifikant lavere end nedfældning, der i øvrigt har samme emission som afgasset gylle forsuret med 2,5 l svovlsyre pr. ton udlagt med slæbesko og slangeudlagt separeret afgasset gylle.



FOTO: TORBEN S. FRANSEN, SEGES INNOVATION

Dronebillede af forsøgsopstillingen med målevognen i midten med luftindtag fra begge sider af forsøget og de fire målekamre i tre gentagelser.