

OVERSIGHT OVER LANDSFORSØGENE 2015



OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2015

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri





Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne



Se i øvrigt afsnittet Sponsorer og uvildighed.

Stigende mængder kvælstof

> LEIF KNUDSEN, SEGES

Forsøg med stigende mængder kvælstof

Forsøg med stigende mængder kvælstof anvendes til at fastlægge afgrødernes behov for kvælstof. I forbindelse med forsøgene udtages jordprøver til bestemmelse af tekstur og totalkvælstof og til bestemmelse af N-min.

Der er stor variation i kvælstofbehovet. Derfor skal man være forsigtig med at drage konklusioner om en afgrødes normale kvælstofbehov ud fra gennemsnitsresultater af forsøgsserier med mindre end cirka ti forsøg. Sidst i afsnittet er der i tabel 6 en oversigt over resultaterne af de seneste ti års forsøg med stigende kvælstofmængder i forskellige afgrøder, opdelt efter forfrugt og jordtype. Tabellen kan bruges som udgangspunkt for at forudsige kvælstofbehovet og udbyttekurven i den enkelte mark.

Alle forsøg med stigende mængder kvælstof i 2015 er etårige. Forsøgsarealet er derfor i årene forud gødet som den omgivende mark. Derfor kan resultaterne ikke bruges som udtryk for, hvad det på lang sigt koster at reducere kvælstofmængden.

I 2015 er bytteforholdet mellem korn og kvælstof 7,0 kg korn for at betale 1,0 kg kvælstof. Som gennemsnit af de seneste ti års priser ligger bytteforholdet mellem 5 og 6, men det har svinget meget i de senere år. Bytteforholdet er højt i 2015. Det påvirker det beregnede optimum i nedadgående retning.

Stor betydning af værdi af protein

Proteinindholdet i afgrøden påvirker dens værdi til foder. Jo lavere proteinindhold, jo mere skal der suppleres med fodermidler med højt proteinindhold som for eksempel sojaskrå. Værdien af proteinet afhænger af forholdet mellem prisen på korn og sojaskrå eller andre proteinrige fodermidler. SEGES har opstillet følgende beregningsformel for værdien af protein i korn:

Merpris pr. procentenhed protein (kr. pr. hkg hvede) = $-1,79 - \text{hvedepris} \times 0,027 + \text{sojaskråpris} \times 0,031$.

Prisen for hvede og sojaskrå er udtrykt i kr. pr. hkg. Gennemsnittet af de sidste 5 års priser på vinterhvede og sojaskrå giver en gennemsnitlig proteinpris på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein, men den kan svinge meget over tid. For brødhvede kan pristillægget for en højere proteinprocent blive højere.

Beregningerne af økonomisk optimale kvælstofmængder for korn er både foretaget med og uden korrektion for værdien af proteinindhold. Den anvendte værdi af protein er 3,50 kr. pr. procentenhed protein. Ved salg af foderkorn til grovvarerforretninger bliver prisen normalt ikke korrigeret for proteinindhold. Derimod kan det meget lave proteinniveau i dansk korn påvirke kornprisen generelt.

Normalt kvælstofbehov i vårbyg

Vårbyg med forfrugt korn

Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt korn er i årets ti forsøg bestemt til henholdsvis 133 og 156 kg kvælstof pr. ha uden og med korrektion af salgsprisen for proteinindhold, hvilket er på samme niveau som i årene forud.

Hovedparten af forsøgene er gennemført på lerjord, og i halvdelen af forsøgene er der tilført husdyrgødning i årene forud. Udbytte-niveauet har været særdeles højt. Det gælder både udbyttet i det ugødede led og merudbyttet for tilførsel af kvælstof (se figur 1). Ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde uden korrektion for proteinprocent er opnået et udbytte på 80,6 hkg med en proteinprocent på 10,2 procent. Den lovbestemte kvælstofnorm (ikke udbyttekorrigeret) er 16 kg kvælstof pr. ha lavere, hvilket vil reducere proteinprocenten til i gennemsnit 10,0 procent. Proteinprocenten ligger derfor indenfor det interval (9,5-10,5 procent), der resulterer i en optimal afregning i maltbyg, selvom proteinprocenten er lavere, end malterierne ønsker. Først ved tilførsel af 200 kg kvælstof pr. ha er maksimalgrænsen for proteinindholdet i maltbyg på 11,5 procent nået. Minimalkravet på

TABEL 1. Stigende mængder kvælstof til vårbyg i 2015 og i gennemsnit fra 2010 til 2014. (N1)

Vårbyg	2010-2014			2015					
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha ²⁾
Forfrugt korn									
Antal forsøg	23	23	23	10	10	10	10	10	10
Grundgødet	0	8,9	38,6	0	8,9	52	43,1		
40 N	0	8,8	13,4	0	8,8	73	18,0	14,5	15,0
80 N	0	9,4	21,9	0	9,4	92	28,3	22,0	23,8
120 N	1	10,0	27,7	1	10,1	106	34,2	25,1	28,6
160 N	2	10,8	29,8	2	10,8	117	35,9	24,1	29,3
200 N	3	11,5	30,2	3	11,5	126	36,9	22,3	29,3
LSD						7	6,5		
				2010-14		2015			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				40 (8-82)		65 (38-100)			
Optimal N-mængder, kg N pr. ha				136 (78-216)		133(76-182)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				30,1 (13,5-46,7)		37,5 (18,2-61,1)			
Proteinkorrigeret optimum				161 (81-240)		156 (93-208)			
Kvælstofnorm 2015 (ikke udb.korrigeret)				119 (99-142)		117 (106-137)			
Forfrugt sukkerroer									
Antal forsøg	13	13	13	3	3	3	3	3	3
Grundgødet	0	9,1	40,3	0	8,4	44	38,4		
40 N	0	9,0	17,0	0	7,8	58	16,6	13,1	12,5
80 N	1	9,4	28,9	0	8,6	86	34,9	28,7	29,3
120 N	2	10,4	35,7	0	9,1	96	39,0	29,9	31,7
160 N	3	11,0	37,9	0	10,5	117	43,7	31,8	37,0
200 N	3	11,6	37,0	1	11,0	125	44,7	30,1	36,6
LSD						10	8,3		
				2010-14		2015			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				54 (25-100)		64 (41-100)			
Optimal N-mængder, kg N pr. ha				138 (88-153)		147(134-157)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				37,9 (26,2-52,0)		42,8 (38,9-48,4)			
Proteinkorrigeret optimum				162 (123-240)		177(165-190)			
Kvælstofnorm 2015 (ikke udb.korrigeret)				107 (85-124)		97 (77-106)			
Forfrugt majs helsæd									
Antal forsøg	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Grundgødet	0	9,0	44,7	0	9,6	75	57,2		
40 N	0	8,6	12,5	0	9,6	84	7,7	4,2	5,0
80 N	0	9,1	22,8	0	10,1	97	13,0	6,7	8,7
120 N	0	9,7	26,4	0	10,9	113	19,2	10,2	14,2
160 N	1	11,1	32,1	0	11,5	132	27,3	15,5	21,5
200 N	2	11,8	33,6	0	11,8	139	29,0	14,4	21,5
LSD						21	11,1		
				2010-14		2015			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				56 (12-208)		28 (24-29)			
Optimal N-mængder, kg N pr. ha				132 (44-248)		181(95-240)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				25,7 (4,7-45,3)		32,2 (21,7-41,3)			
Proteinkorrigeret optimum				197 (468-238)		181(114-240)			
Kvælstofnorm 2015 (ikke udb.korrigeret)				98 (82-107)		109 (104-113)			

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

8,7 procent protein har kunnet overholdes også ved lave kvælstoftilførsler.

Det meget store udbytte i 2015 og de høje merudbytter for tilførsel af kvælstof afspejler de gode vækstbetingel-

ser for vårbyg i størstedelen af landet. Udnyttelsen af tilført kvælstof har i 2015 været betydeligt bedre end i årene forud. Ved tilførsel af kvælstof op til 160 kg pr. ha er optaget 40 procent af den tilførte mængde i kerne,

hvor der kun blev optaget 37 procent i de foregående år. Dertil er der en meroptagelse i halm.

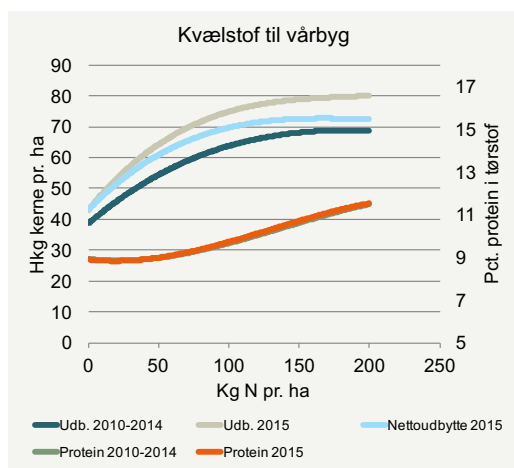
I foderbyg giver en højere proteinprocent en højere værdi af kornet. Derfor stiger den optimale kvælstofmængde fra 133 kg pr. ha, hvis der ikke regnes med en værdiforøgelse af kornet ved stigende proteinindhold, til 156 kg kvælstof pr. ha, hvis der indregnes en værdi af protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg. Nettomerudbyttet i tabel 1 viser tydeligt, at gevinsten ved kvælstoftilførsel er meget afhængig af, om der foretages en korrektion for protein.

Vårbyg med forfrugt sukkerroer

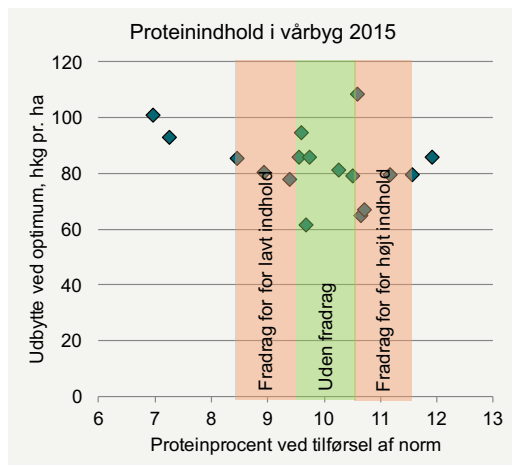
Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt sukkerroer er i tre forsøg på Sjælland og Lolland-Falster bestemt til henholdsvis 147 og 177 kg kvælstof pr. ha med og uden proteinkorrektion. Udbyttet i 2015 er særdeles høje og i gennemsnit 81,2 hkg pr. ha ved optimal kvælstoftilførsel. Proteinindholdet er meget lavt i 2015, selv om udnyttelsen af det tilførte kvælstof er høj.

Vårbyg med forfrugt majselsæd

I tre forsøg med vårbyg efter majselsæd er der bestemt en optimal kvælstofmængde på 181 kg kvælstof pr. ha. Kvælstofbehovet har således været meget højt, selv om forsøgene er gennemført på arealer med stor eftervirkning af husdyrgødning. Forsøgene er gennemført på JB 1 til 4. Der er opnået et stort udbytte på op til 86,2 hkg



FIGUR 1. Bruttoudbytte for stigende mængder kvælstof til vårbyg med forfrugt korn i 2015 og 2010 til 2014 samt proteinindhold.



FIGUR 2. Udbyttet ved optimal gødskning afbildet som funktion af proteinindholdet ved tilførsel af den lovæssige bestemte kvælstofnorm. Fradragsgrænserne for maltbyg er angivet i figuren.

pr. ha og en høj kvælstofoptagelse i det grundgødede forsøgsled, men også et meget højt merudbytte for tilførsel af kvælstof. Kvælstofudnyttelsen er relativt lav (marginaloptagelse i kerne på 35 procent), og det tyder på, at der kan være tabt kvælstof ud af rodzonen i det nedbørsrige forår på den grovsandede jord, hvor forsøgene er gennemført.

I figur 2 er udbyttet for de 17 forsøg i vårbyg afbildet mod proteinindholdet ved tilførsel af den lovpligtige kvælstofnorm i forsøget. Fem af forsøgene ligger inden for det interval, hvor der ikke sker fradrag i maltbygprisen. I henholdsvis to og fire forsøg er der fradrag i afregningsprisen, fordi proteinindholdet er for lavt eller for højt. Tre forsøg har så lave proteinindhold, at de vil blive kasseret som maltbyg. Samme gælder for tre forsøg som følge af for høje proteinindhold.

Kvælstof til vinterhvede

Kvælstofbehovet i vinterhvede med forfrugt korn har i 2015 været 192 kg pr. ha eller 216 kg pr. ha, henholdsvis uden og med korrektion for protein. Det er lidt højere end i årene forud. Tilsvarende gælder for forfrugten vinterraps, hvor der er bestemt et kvælstofbehov på 133 kg pr. ha eller 156 kg uden og med proteinkorrektion. Udbyttene i 2015 er meget højt.

I hovedparten af vinterhvedeforsøgene er kvælstoftildelingen sket ad to gange, og første gødningstilførsel på 50

TABEL 2. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede. (N2)

Vinterhvede	2010-14		2015					
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med protein-korr., hkg kerne pr. ha ²⁾
Forfrugt korn								
Antal forsøg	53	53	21	21	21	21	21	21
Grundgødet	8,5	39,5	0	7,9	52	43,8		
50 N	8,2	19,2	0	7,7	74	20,7	16,5	16,1
100 N	8,9	34,2	0	8,1	101	39,4	31,7	32,3
150 N	10,0	42,4	0	9,2	128	49,7	38,5	42,2
200 N	11,0	45,3	1	10,2	150	54,4	39,8	46,7
250 N	11,7	46,1	2	11,0	160	53,9	35,8	45,0
LSD					6	3,9		
				2010-2014	2015			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				38 (8-100)	36 (13-88)			
Opt. N-mængder, kg N pr. ha				180 (95-286)	192 (144-238)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				46,3 (18,7-73,2)	55,3 (37,9-78,3)			
Proteinindhold ved optimum, pct.				10,4 (8,6-13,0)	9,8 (9,1-10,9)			
Optimal N-mængde korr. for protein, kg N/ha				207 (118-300)	216 (154-300)			
Norm for 2015, ikke udbyttekorrigeret, kg N/ha				153 (126-180)	158 (136-175)			
Forfrugt vinterraps								
Antal forsøg	28	28	12	12	12	12	12	12
Grundgødet	8,5	50,2	1	8,2	61	49,9		
50 N	8,3	19,2	1	8,0	81	18,0	13,9	13,4
100 N	9,1	30,5	1	9,2	118	36,3	28,7	31,1
150 N	10,4	34,3	2	9,6	135	44,2	33,1	37,1
200 N	11,6	34,2	3	11,0	154	43,5	28,9	36,9
250 N	12,2	32,8	5	11,3	156	42,7	24,6	33,3
LSD					12	5,5		
				2010-2014	2015			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				33 (9-100)	31 (18-52)			
Opt. N-mængder, kg N pr. ha				137 (3-216)	170 (116-241)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				36,2 (0,7-53,6)	46,4 (27,2-61,3)			
Proteinindhold ved optimum, pct.				9,8 (7,6-11,2)	10,1 (8,7-10,9)			
Optimal N-mængde korr. for protein, kg N/ha				166 (34-256)	198 (142-283)			
Norm for 2015, ikke udbyttekorrigeret, kg N/ha				136 (115-166)	131 (118-152)			

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 4,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

kg kvælstof pr. ha er sket medio marts, mens resten er udbragt medio april. I 2014 og 2015 har LandboNord ekstraordinært gennemført et stort antal forsøg. I 2014 gennemførte de 20 forsøg og i 2015 19 ud af 41 forsøg i alt. Det betyder, at Nordjylland er stærkt overrepræsenteret i 2014 og 2015, hvorfor sammenligning med tidligere års forsøg skal ske med forsigtighed. Resultaterne fremgår af tabel 2, figur 3 og figur 4.

Vinterhvede med forfrugt korn

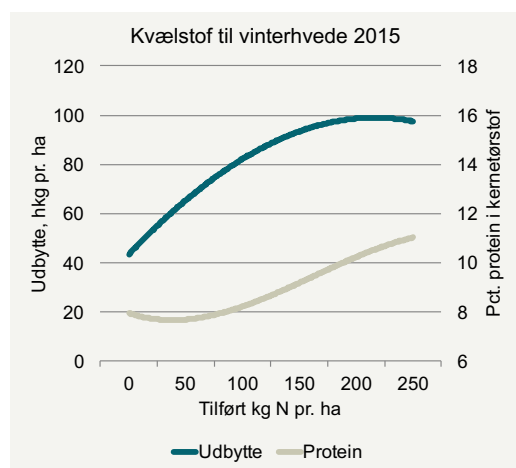
En større andel af forsøgene er i 2014 og i 2015 gennemført på JB 1 til 4 end i tidligere år. Hovedparten af forsøgene er tildelt svinegylle i de foregående fem år.

Ved de høje kvælstofniveauer er der registreret lejesæd i en del af forsøgene. I nogle af enkeltforsøgene har der

været kraftig lejesæd. Det har påvirket udbytterne og reduceret den optimale kvælstofmængde.

Udbyttet ved tilførsel af optimal kvælstofmængde er 99,1 hkg pr. ha, hvilket er 13,3 hkg mere end i årene forud. Det skyldes en kombination af, at udbyttet i det grundgødede led er højt og et stort udslag for kvælstoftilførsel. Proteinindholdet i kernerne er meget lavt i 2015 og meget påvirket af kvælstoftilførslen.

Op til en kvælstoftilførsel på 200 kg kvælstof pr. ha har marginaloptagelsen i kerne i 2015 været 50 procent af det tilførte kvælstof mod kun 45 procent i årene forud. Kvælstofudnyttelsen har derfor været usædvanlig god i 2015. Udover kvælstofoptagelsen i kerne kommer en optagelse af kvælstof i halm, der normalt udgør om-



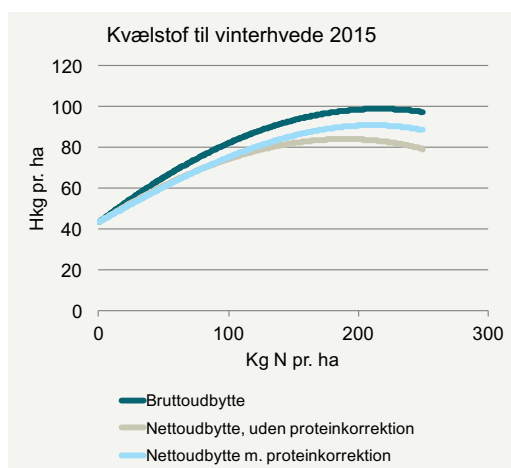
FIGUR 3. Udbytte samt proteinindhold i kerne i vinterhvede med forfrugt korn og vinterraps i 2015.

kring 20 procent af optagelsen i kerne. Derfor har den samlede marginaloptagelse i 2015 været 60 procent af det tilførte kvælstof. I det grundgødede led er målt en kvælstofoptagelse på 52 kg kvælstof pr. ha, som jorden har stillet til rådighed primært ved omsætning af planterester. Denne kvælstofmængde stammer indirekte fra den del af tidligere års handelsgødning, som ikke blev udnyttet i tilførselsåret.

Med et kvalitetstillæg på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein op til 12,0 procent protein stiger den optimale kvælstofmængde i 2015 fra 192 kg kvælstof pr. ha uden korrektion for protein til 216 kg kvælstof pr. ha. En høj proteinpris påvirker den økonomisk optimale kvælstofmængde meget, og det økonomiske resultat er betydeligt mere påvirket af kvælstoftilførslen ved korrektion for protein end uden proteinkorrektion.

Vinterhvede efter vinterraps

Halvdelen af forsøgene med forfrugt vinterraps er gennemført på JB 1-4, og hovedparten af forsøgene er tilført husdyrgødning i årene forud. Udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 96,5 hkg pr. ha, hvilket er 8,1 hkg mere end i årene forud. Der er bestemt en optimal kvælstofmængde på 170 og 198 kg kvælstof pr. ha henholdsvis uden og med korrektion af afregningsprisen for proteinindhold. Kvælstofbehovet varierer fra 116 til 241 kg kvælstof pr. ha mellem enkeltforsøgene (uden korrektion for proteinindholdet). Kvælstofbehovet har været betydeligt større end i årene forud.



FIGUR 4. Udbytte og nettoudbytte med og uden korrektion for protein i vinterhvede med forfrugt korn i 2015.

Der er registreret meget lejesæd i forsøgene ved høst. Lejesæd er tillige bedømt ved skridning, hvor der ikke blev observeret lejesæd. En opdeling af forsøgene efter såtidspunkt viser, at lejesæd optræder kraftigere i de tidligt såede forsøg (se tabel 3). I de tidligt såede forsøg er der kraftigt lejesæd ved tilførsel af 200 eller 250 kg kvælstof

TABEL 3. Betydning af såtidspunkt for kvælstof til vinterhvede med forfrugt raps. (N2)

Vinterhvede	Såning før 8. september			Såning 8. september eller senere		
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
Forfrugt vinterraps						
Antal forsøg	7	7	7	5	5	5
Grundgødet	2	8,4	49,0	0	8	51,2
50 N	1	8,2	18,0	0	8	18,0
100 N	2	9,2	34,0	0	9	39,6
150 N	3	10,0	40,7	0	9	49,1
200 N	6	11,3	36,9	0	11	52,7
250 N	7	11,4	33,6	1	11	55,4
			2015	2015		
N-min i rodzonen, kg N pr. ha			32	30		
Optimal N-mængder, kg N pr. ha			149	198		
Merudb. ved opt., hkg pr. ha			39,8	56,0		
Proteinindhold ved optimum, pct.			9,9	10,0		
Optimal N korr. for protein, kg N/ha			174	230		
Norm for 2015, ikke udbyttekor., kg N/ha			137	146		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

pr. ha, mens der i senere såede forsøg stort set ikke har optrådt lejesæd. Dette afspejler sig i udbytte og kvælstofrespons. I forsøgene med lejesæd er der ikke merudbytter for tilførsel af kvælstof over 150 kg pr. ha, og derefter er der en direkte udbyttenedgang. I de senere såede forsøg, er der udslag for kvælstof helt op til 250 kg kvælstof pr. ha. Den økonomisk optimale kvælstofmængde er i tidligt såede forsøg 149 kg kvælstof pr. ha og i de senere såede forsøg 198 kg kvælstof pr. ha uden proteinkorrektion. I ét af de tidligt såede forsøg optrådte lejesæd i alle forsøgsled ved høst. Det kan skyldes angreb af knækkefodsyge.

Vinterhvede efter bælgssæd, kartofler og andre forfrugter

Der er gennemført tre forsøg med bælgssæd som forfrugt. Resultatet fremgår af tabel 4. To forsøg er gennemført med markært og ét forsøg med hestebønner som forfrugt. Forsøgene er gennemført på JB 4-7. Der har ikke været væsentlig forskel på kvælstofbehov efter hestebønner i forhold til markært. Der er opnået et særdeles stort merudbytte for tilførsel af kvælstof. Forsøgene med kartofler som forfrugt er gennemført på JB 1-4. Også her er opnået et særdeles stort merudbytte for kvælstof, og kvælstofbehovet har været højt.

Der er desuden gennemført ét forsøg med majshelsæd som forfrugt på JB 1. Selvom der er tilført betydelige mængder husdyrgødning i årene forud, er der bestemt

et kvælstofbehov på 191 kg kvælstof pr. ha. Tilsvarende er der i ét forsøg med alm. rajgræs til frø som forfrugt bestemt et kvælstofbehov på 202 kg pr. ha uden korrektion for proteinindhold. I dette forsøg har udbytteneiveauet ved optimum været over 110 hkg pr. ha. I ét forsøg med spinat som forfrugt på JB 3 er der bestemt et kvælstofbehov på 185 kg pr. ha uden proteinkorrektion.

I figur 5 er vist nettomerudbyttet for at øge kvælstoftilførslen med 50 kg kvælstof pr. ha fra 150 til 200 kg pr. ha for hvert af de 42 gennemførte enkeltforsøg i 2015. Nettomerudbyttet er beregnet med en korrektion af afregningsprisen på 3,50 kr. pr. procentenhed protein.

Der er en meget stor variation mellem forsøgene i merudbyttet for ekstra tilførsel af 50 kg kvælstof pr. ha også indenfor de enkelte forfrugter. Store negative merudbytter er ofte forbundet med kraftig lejesæd.

Kvælstof til vinterbyg

I to forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterbyg er bestemt et kvælstofbehov på 159 kg kvælstof pr. ha og 174 kg kvælstof pr. ha henholdsvis uden og med korrektion af afregningsprisen for proteinindhold, se tabel 5. Forsøgene er gennemført på JB 1-4 på kvægejordomme med stor eftervirkning af kvælstof i husdyrgødning. Derfor er udbyttet i det grundgødte led højt. Trods dette er der opnået meget store merudbytter for tilførsel af kvælstof.

Andre forsøg med stigende mængder kvælstof

Der er gennemført ét forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterrug på JB 6 (Se Tabelbilaget, tabel N4). Udbyttet i forsøget har været op til 102 hkg pr. ha. Kvælstofbehovet er bestemt til 154 kg kvælstof pr. ha. Der er registreret et betydelig udbyttetab ved at udsætte kvælstofildelingen.

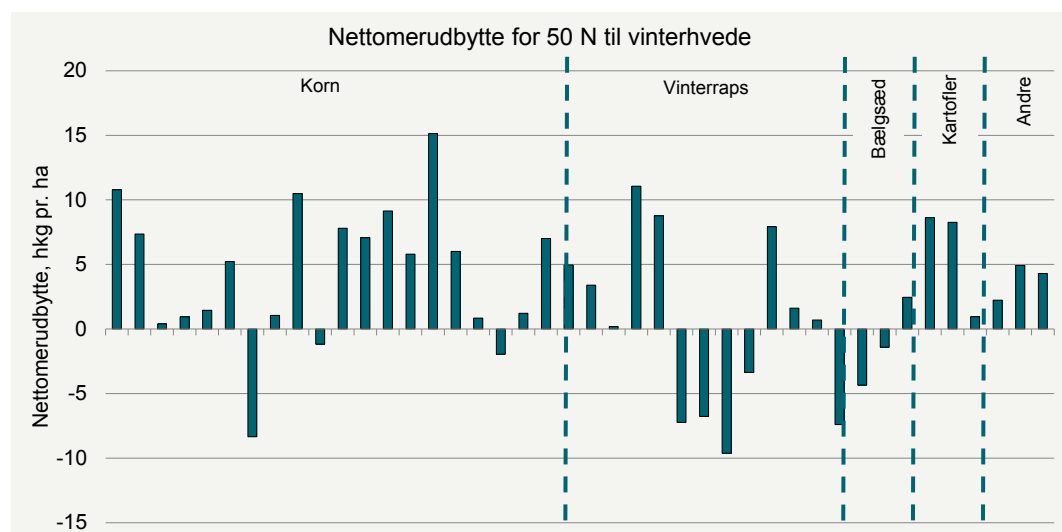
Desuden er der gennemført forsøg med stigende mængder kvælstof til majshelsæd, græs, kartofler, frøgræs, energipil med videre. Resultaterne fremgår af de respektive afsnit.

Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof

I tabel 6 ses et sammendrag af flere års forsøg med kvælstof til forskellige afgrøder. Beregningen af den optimale kvælstofmængde er foretaget med og uden korrektion for protein i de afgrøder, hvor det er relevant. Med en

TABEL 4. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede med forfrugt bælgssæd og kartofler. (N2)

Vinterhvede	Forfrugt bælgssæd		Forfrugt kartofler	
	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>				
<i>Antal forsøg</i>	3	3	3	3
Grundgødet	6,7	38,3	8,0	32,1
50 N	6,7	20,8	7,5	20,3
100 N	7,3	50,7	7,5	45,1
150 N	9,6	62,6	8,4	57,6
200 N	10,8	61,5	9,7	63,1
250 N	11,5	57,2	10,8	62,8
LSD		7,4		11,0
		2015		2015
N-min, kg N/ha		24		15
Optimum, kg N/ha		178		196
Merudbytte, hkg/ha		64,8		64,8
Protein, pct.		9,5		9,2
Prot.korr.opt., kg N/ha		196		218
Gns. norm for 2015, kg N/ha		140		148



FIGUR 5. Nettomerudbytte (med proteinkorrektion) for at øge kvælstoftilførslen fra 150 til 200 kg pr. ha for 42 enkeltforsøg i 2015 opdelt efter forfrugt.

proteinpris på 3,50 kr. pr. procentenhed protein har proteinkorrekturen stor betydning.

For afgrøder, hvor der er tilstrækkeligt mange forsøg, er der anvendt de seneste ti års forsøg, mens der for andre afgrøder er anvendt forsøg fra en længere årrække.

Hvor der er tilstrækkeligt mange forsøg, er de opdelt efter forfrugt, jordtype og tilførsel af husdyrgødning til

forsøgsarealet de foregående år. Der er ikke tilført husdyrgødning til forsøgsafgrøden, bortset fra vinterraps, hvor der kan være tilført en vis mængde om efteråret.

Jordtypen har stor indflydelse på udbyttet, men i langt mindre grad på kvælstofbehovet. Det skyldes, at det generelt større udbytte på lerjorde modsvarer af et mindre kvælstoftab og dermed højere N-min indhold i jorden ved begyndende vækst om foråret. Generelt er kvælstof

TABEL 5. Stigende mængder kvælstof til vinterbyg. (N3)

Vinterbyg	2010-14		2015					
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Nettomerudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha ²⁾
<i>Forfrugt korn</i>								
<i>Antal forsøg</i>	14	14	2	2	2	2	2	2
Grundgødet	9,8	26,3	0	9,7	64	48,2	-	-
50 N	9,4	22,3	0	9,1	81	17,5	13,3	12,1
100 N	10,1	37,2	0	9,0	102	35,9	28,2	26,2
150 N	11,3	44,3	1	10,2	126	43,0	31,8	33,1
200 N	12,3	46,5	2	10,6	136	46,3	31,6	34,1
LSD					25	14,8		
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>								
				24 (8-36)		20		
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>								
				162 (96-201)		159 (142-175)		
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>								
				45,5 (33,9-57,2)		45,5 (33,9-57,2)		
<i>Gns. proteinindhold ved optimum</i>								
				11,2 (9,7-13,1)		10,0 (9,4-10,6)		
<i>Gns. optimal N-mængde korr. for protein</i>								
				189 (128-246)		174 (158-191)		
<i>Gns. norm for 2015, ikke udbyttekorrigeret</i>								
				140 (125-173)		115 (113-117)		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

TABEL 6. Optimale kvælstofmængder med og uden hensyntagen til proteinindholdet.

Afgrode	Forfrugt	Periode for forsøg	JB nr.	Husdyr-gødning i sæd-skiftet	Antal forsøg	N-min, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha						Øko-nomisk optimalt udbytte, hkg pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel uden proteinkor-rektion, kg N pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel med prote-inkorrektion, kg N pr. ha
							Handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	40	80	120	160	200			
Vårbyg	Korn	2006-2015	1-4	Nej	10	22	37,7	12,4	21,2	26,4	27,9	28,1	66,2	137	182
Vårbyg	Korn	2006-2015	1-4	Ja	27	38	34,7	11,0	17,6	20,0	19,7	18,8	54,8	101	135
Vårbyg	Korn	2006-2015	5-6	Nej	12	44	37,2	13,5	20,6	25,8	27,3	28,6	65,3	128	166
Vårbyg	Korn	2006-2015	5-6	Ja	15	59	39,2	15,7	24,4	29,4	30,8	31,0	70,6	127	159
Vårbyg	Korn	2006-2015	7-9	Nej	9	53	37,8	13,6	25,3	31,1	35,4	36,0	73,3	150	167
Vårbyg	Sukkerroer	2006-2015	5-6	Nej	10	59	35,0	15,3	26,5	31,8	33,0	33,1	68,1	125	147
Vårbyg	Sukkerroer	2006-2015	7-9	Nej	8	47	38,7	16,5	28,5	34,4	36,9	37,0	75,4	138	166
Vårbyg	Kartofler	2000-2015	1-4	Nej	14	27	25,8	14,9	23,7	28,8	31,6	31,5	59,7	132	167
Vårbyg	Kløvergræs	2000-2015	1-4	Nej	12	48	50,7	1,5	0,6	0,3	-1,7	-	53,3	24	44
Havre	Korn	2000-2014	1-4	Ja/nej	11	42	29,9	11,7	18,3	20,3	20,4	-	50,7	99	-
Havre	Korn	2000-2014	1-4	Ja/nej	7	38	41,9	12,4	20,4	25,2	26,3	-	67,7	109	-
Vinterrug	Korn	2006-2015	Alle	Ja/nej	8	29	36,9	22,2	38,1	45,6	46,6	50,4	85,8	141	176
							Handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	50	100	150	200	250			
Vinterhvede	Korn	2006-2015	1-4	Nej	16	31	34,5	18,8	37,0	45,4	45,9	45,1	82,7	167	202
Vinterhvede	Korn	2006-2015	1-4	Ja	13	38	41,4	15,3	26,6	30,4	31,7	31,1	73,0	144	175
Vinterhvede	Korn	2006-2015	5-6	Nej	48	42	44,2	21,4	37,5	46,2	50,1	50,5	95,1	185	213
Vinterhvede	Korn	2006-2015	5-6	Ja	11	38	43,5	20,1	34,2	42,1	46,1	48,3	90,4	178	227
Vinterhvede	Korn	2006-2015	7-9	Nej	30	41	44,4	18,8	35,5	45,3	49,4	51,0	94,6	191	215
Vinterhvede	Raps	2006-2015	1-4	Ja/nej	22	24	46,9	18,0	30,4	34,0	31,4	29,0	81,4	127	156
Vinterhvede	Raps	2006-2015	5-9	Nej	26	46	55,4	20,2	34,6	40,6	43,0	43,8	99,1	167	199
Vinterhvede	Bælgsæd	2001-2015	1-4	Ja/nej	7	40	36,7	22,8	42,7	51,2	51,3	52,0	90,9	173	203
Vinterhvede	Bælgsæd	2001-2015	5-9	Ja/nej	10	45	58,8	18,3	33,3	41,4	43,8	43,8	104,4	176	202
Vinterbyg	Korn	2006-2015	1-4	Ja	12	30	33,0	19,5	33,3	38,0	38,4		72,4	142	176
Vinterbyg	Korn	2006-2015	5-6	Ja/nej	8	41	26,0	21,3	37,4	44,9	49,6		75,2	174	208
Triticale	Alle	1999-2015	1-9	Nej	12	26	18,9	11,3	21,0	24,9	26,2	26,8	44,5	144	173
Vinterraps ¹⁾	Alle	2006-2015	1-4	Ja/Nej	7	39	28,8	5,7	9,1	12,0	13,4	15,2	42,5	174	
Vinterraps ¹⁾	Alle	2006-2015	5-9		9	25	24,9	8,8	14,9	19,2	21,6	22,8	47,2	198	
							Udb. og merudb., kg frø pr. ha						Kg frø pr. ha		
							0	40	80	120	160	200			
Alm. rajgræs ²⁾	Alle	1999-2001	1-9	Ja/nej	16		537	291	528	674	730	721	1.211	149	
							0	20	40	60					
Rødsvingel ^{2), 3)}	Alle	1999-2001	1-9	Ja/nej	19		1.040	86	137	181					
							100	130	160	190					
Engrapgræs ²⁾	Alle	2005-2008	1-9	Ja/nej	10		1.129	110	140	113					
							Udb. og merudb., hkg sukker pr. ha						Hkg sukker pr. ha		
Sukkerroer ²⁾	Alle		4-7	Ja/nej	12		97,5	23,4	31,9	34,4	33,2	130		92	
							Udb. og merudb., hkg knolde pr. ha						Hkg knolde pr. ha		
							0	50	100	150	200	250			
Kartofler ²⁾	Alle	1997-2002	1-4	Ja/nej	15	30	347	72	121	154	176	191	554	232	
							Udbytte og merudb., afgrødeenh. pr. ha						Afgrode-enh. pr. ha		
							0	50	100	150	200	250			
Majshelsæd ⁴⁾	Alle	2005-2014	1-4	Ja	22	42	110,7	8,5	13,2	13,7	13,2	15,1	125,7		121
Majshelsæd ⁴⁾	Alle	2005-2014	5-9	Ja	5	68	126,6	10,4	10,9	14,9	18,5	13,9	142,9		137

¹⁾ Vinterraps: Efterårstilførsel af kvælstof ikke medregnet.
²⁾ Kopi fra Oversigt over Landsforsøgene 2013.
³⁾ Rødsvingel er tildelt ca. 60 kg kvælstof pr. ha om efteråret.
⁴⁾ Inklusive 20 kg N pr. ha i startgødning. Proteinkorrektion foretaget med 2,64 kr. pr. procentenhed protein.

behovet mindre i forsøg, hvor der er tilført husdyrgødning i årene forud. Der kan også iagttages en forfrugtsvirkning af bredbladede afgrøder, bortset fra kartofler. Især forfrugtsvirkningen af kløvergræs er betydelig.

Mange års forsøg med stigende mængder kvælstof har vist, at behovet varierer meget fra mark til mark. De vigtigste faktorer ved fastsættelsen af kvælstofbehovet er forfrugten, dyrkningshistorien inklusiv tilførslen af husdyrgødning i de tidligere år, udbyttelniveauet og jordtypen. En mere præcis fastsættelse af kvælstofbehovet kan ske ud fra en bestemmelse af jordens N-min indhold i det tidlige forår. Desuden kan forskellige plantesensorer give en indikation af behovet i den enkelte mark. I 2015 er afprøvet en såkaldt Greenseeker sensor. Se næste side.

Prisrelationernes betydning for den optimale kvælstofmængde

I de senere år har prisen på både kvælstof, korn og protein svinget meget. Forholdet mellem kornpris og kvælstofpris påvirker den optimale kvælstofmængde, men prisen på protein kan være endnu mere afgørende.

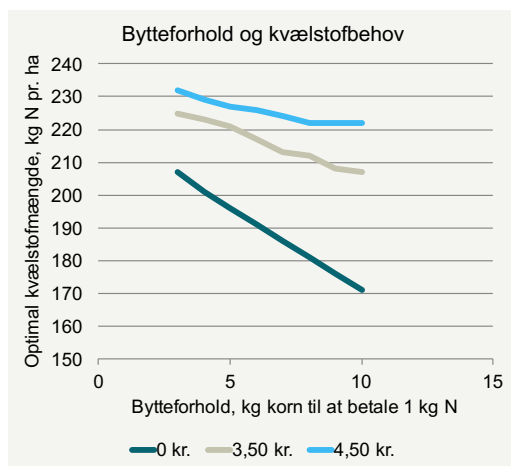
Hvis prisrelationerne ændres, så der skal avles 1 kg korn mere for at betale 1 kg kvælstof, falder den økonomisk optimale kvælstofmængde med cirka 5 kg kvælstof pr. ha, hvis afregningsprisen ikke korrigeres for proteinindhold.

Hvis protein har en værdi svarende til 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg, stiger den optimale kvælstofmængde med ca. 25 kg kvælstof pr. ha, hvis der skal 6 kg korn til at betale for ét kg kvælstof. Jo højere prisen på protein er, jo mindre betyder bytteforholdet mellem kvælstof og korn for den optimale kvælstofmængde, fordi protein i højere grad bliver bestemmende for kvælstofbehovet.

Betydningen af bytteforholdet mellem vinterhvede og kvælstof for den optimale kvælstofmængde kan ses i figur 6.

Stor undergødskning

Landbruget har siden 1994 maksimalt måttet tilføre den kvælstofmængde, der fremgår af de årlige kvælstofnormer i bekendtgørelsen fra NaturErhvervstyrelsen. Siden 1999 har denne kvælstofnorm ligget 10 procent eller mere under den økonomisk optimale kvælstofmængde.



FIGUR 6. Betydningen af bytteforholdet (antal kg korn til at betale 1,0 kg kvælstof) for den optimale kvælstofmængde i vinterhvede, beregnet ud fra 66 forsøg med forfrugt korn i perioden 2011 til 2015. Udbyttelniveauet er 90 hkg pr. ha.

På grund af stigende udbytter, korrektioner for værdien af protein til foder med videre ligger de lovpligtige kvælstofnormer i 2015 cirka 20 procent under de økonomisk optimale kvælstofmængder, forudsat at man må korrigere normen til udbyttelniveauet på ejendommen.

Udgangspunktet for kvælstofnormerne er hovedsageligt resultater af Landsforsøgene, der danner udgangspunkt for fastsættelse af de økonomisk optimale kvælstofmængder. NaturErhvervstyrelsen foretager derefter en reduktion til det politiske fastsatte niveau.

I tabel 7 ses en sammenligning af forsøgene med de kvælstofnormer, der er gældende for høståret 2015. For hvert forsøg er beregnet NaturErhvervstyrelsens kvælstofnorm ud fra jordtype, forfrugt, kvælstofprognose, eftervirkning af husdyrgødning og efterafgrøder. Tilsvarende er normudbyttet beregnet for det enkelte forsøg ud fra jordtype og forfrugt.

Normen er for vårbyg for forsøgene 2011 til 2015 beregnet til 112 kg kvælstof pr. ha, der er den kvælstofmængde, som landmanden måtte tilføre i gennemsnit til forsøgene, hvis der ikke korrigeres for udbyttelniveau. Denne mængde er cirka 21 og 30 procent under den økonomisk optimale kvælstofmængde i forsøgene henholdsvis uden og med korrektion for værdien af protein. Den store undergødskning ved anvendelse af normerne skyldes

TABEL 7. De økonomiske optimale kvælstofmængder i forsøg, sammenlignet med NaturErhvervstyrelsens normer, beregnet for hvert enkelt forsøg.

Afgrøde	Periode	Antal forsøg	Udbytte, hkg pr. ha	Optimal N uden proteinkorr., kg N pr. ha	Optimal N med proteinkorr., kg N pr. ha	Norm uden korrektion for udbytte for 2014/2015, kg N pr. ha	Normud-bytter, hkg pr. ha
Vårbyg	2015	17	83,0	147	167	113	57,1
	2011-2015	58	76,7	139	157	114	59,1
Vinterhvede	2015	42	98,2	185	209	150	76,9
	2011-2015	124	90,1	169	197	145	77,0

blandt andet, at normudbyttet er betydeligt mindre end udbytterne, opnået i forsøgene. Undergødskning i vårbyg er i 2015 på samme niveau som i årene forud, mens undergødskningen i vinterhvede er større i 2015.

Kvælstofprognose og kvælstofbehov

> **HANS SPELLING ØSTERGAARD OG LEIF KNUDSEN,**
SEGES

Kan sensormålinger anvendes til at bestemme kvælstofbehovet i vinterhvede?

I 26 forsøg i 2014 og 9 forsøg i 2015 er der en god sammenhæng mellem målinger med en optisk sensor og udbyttet i forsøgsled uden kvælstofgødning, men sammenhængen er ikke helt den samme i de to år. Målinger i de kommende år skal vise, om sammenhængen er så generel, at den kan anvendes til at udvikle et system til at bestemme den økonomiske optimale kvælstofmængde i en mark baseret på sensormålinger i maj måned.

Der er en betydelig variation i kvælstofbehovet fra mark til mark og fra år til år. Erfaring viser, at variationen kun delvist kan beskrives ud fra kendskab til jordtype, forfrugt, dyrkningshistorie med videre. Derfor er der behov for at undersøge, om målinger i den enkelte mark kan anvendes til at bestemme kvælstofbehovet. Der er udviklet billige plantesensorer, og formålet med undersøgelsen er at undersøge, om informationen fra plantesensorerne kan forbedre forudsigelsen af kvælstofbehovet i den enkelte mark.

Data fra 102 kvælstofforsøg gennemført i årene 2010 til 2014 viser, at der kan opstilles to sammenhænge:

1. Optimum (ikke korrigeret for proteinprocent) i marken = $2,7 \times \text{merudbytte (hkg pr. ha)} + 51$, $R^2 = 0,70$ og

2. Optimum (korrigeret for proteinprocent) i marken = $2,5 \times \text{merudbytte (hkg pr. ha)} + 81$, $R^2 = 0,58$.

Sensormålingerne tænkes anvendt på denne måde:

A. Markens udbytte uden kvælstofgødning bestemmes med en plantesensor i maj måned mindst 2-3 uger efter sidste gødningsudbringning i en eller flere striber i marken uden kvælstofgødning.

B. Markens udbyttepotentiale bestemmes ud fra det gennemsnitlige registrerede udbytte i marken.

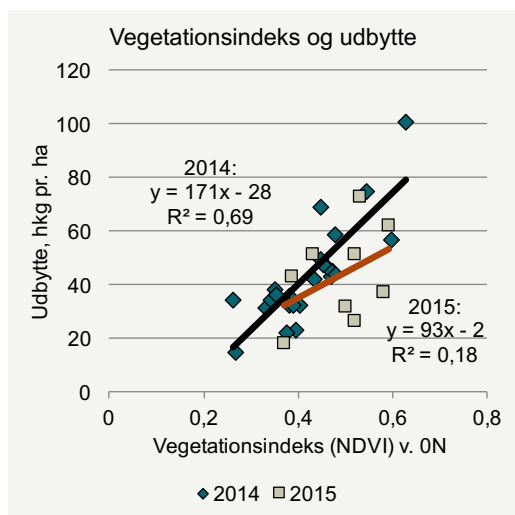
C. Merudbyttet i marken bestemmes som forskellen mellem udbyttet uden kvælstofgødning og udbyttepotentialet i marken.

D. Den optimale kvælstofmængde i marken bestemmes med ligning 1 eller 2 vist ovenfor.

E. Behovet for tilførsel af ekstra kvælstof er forskellen mellem den optimale kvælstofmængde bestemt ovenfor og den kvælstofmængde, der allerede er bragt ud.

Anvendelse af plantesensorer som beskrevet ovenfor forudsætter, at sammenhængen mellem sensormålinger og udbyttet uden kvælstofgødning er rimelig konstant fra år til år, og målingerne vist nedenfor har til formål at klarlægge, om denne sammenhæng er generel.

Fastsættelse af kvælstofbehovet på grundlag af sensormålinger er afprøvet i 26 kvælstofforsøg i 2014 og 9 kvælstofforsøg i 2015. Afgrødens biomasse bestemmes med en optisk sensor (Greenseeker) midt i maj, 2-3 uger efter anden gødningsudbringning. Herved måles afgrødens kvælstofforsyning sent i sæsonen, men samtidig så tidligt, at der kan opnås fuld udbytteeffekt af en eventuel ekstra kvælstoftilførsel.



FIGUR 7. Sammenhæng mellem sensormålinger (NDVI) og udbyttet ved høst i forsøgsled uden kvælstofgødskning i 26 forsøg i 2014 og 9 forsøg i 2015 og i gennemsnit af alle forsøgene i de to år. Sensormålingerne er gennemført i maj 2-3 uger efter anden gødningsudbringning.

Resultaterne af målingerne i 2014 og 2015 viser en god sammenhæng mellem sensormålinger og udbyttet i forsøgsledet uden kvælstofgødning, men også at sammenhængen ikke er den samme i 2014 og 2015.

Figur 7 viser sammenhængen mellem sensormålinger i maj og udbytte ved høst i forsøgsled uden kvælstofgødning.

De forskellige kurveforløb i figur 7 viser, at kvælstofbehovet beregnes forskelligt afhængig af hvilken kurve, der anvendes. Det økonomiske udbytte i marken er større, når sammenhængen mellem sensormåling og udbytte baseres på resultaterne fra både 2014 og 2015, end når sammenhængen baseret på de enkelte år anvendes.

I gennemsnit af forsøgene er det økonomiske udbytte større, når der gødskes efter normerne end ved at anvende sensormålinger, men anvendelse af sensormålingerne ved fastsættelse af kvælstofbehovet mindsker de største økonomiske tab.

Videreførelse af målingerne i de kommende år skal vise, hvor generel sammenhængen mellem sensormålinger og udbyttet uden kvælstofgødning er. Baseret på to års forsøgsresultater kan den økonomisk optimale kvælstofmængde bestemmes som vist i eksemplet.

Eksempel på beregning af kvælstofbehovet ud fra sensormålinger:

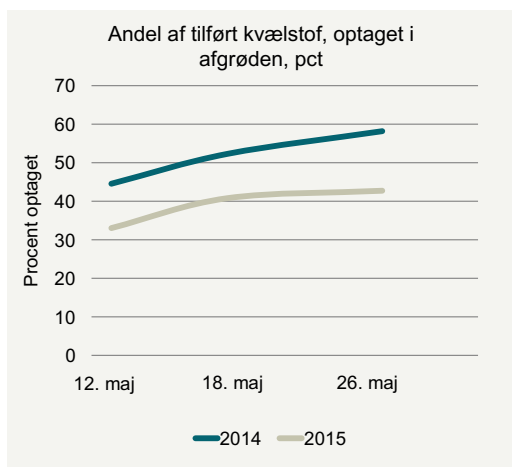
- > Landmanden anlægger en eller flere striber i marken, som ikke tilføres kvælstofgødning.
- > I striben uden kvælstofgødning måles vegetationsindekset (NDVI) midt i maj med en optisk sensor til 0,6. På grundlag af den generelle sammenhæng (alle forsøg i 2014 og 2015), vist i figur 7, vurderes udbyttet uden kvælstofgødskning til 65 hkg pr. ha.
- > På grundlag af kendskab til marken vurderes udbyttepotentialet til 100 hkg pr. ha, og den økonomisk optimale kvælstofmængde uden korrektion for værdi af protein beregnes til (ligning 1 ovenfor) $2,7 \times (100 - 65) + 51 = 146$ kg kvælstof pr. ha. Restbehovet er da forskellen mellem 146 kg kvælstof pr. ha og den kvælstofmængde, der allerede er tilført den øvrige del af marken.

Forsøgene fortsættes.

Målinger med Yara N-Sensor viser kvælstofoptagelsen gennem vækstsæsonen

I 2014 og 2015 er der målt med Yara N-Sensor flere gange i vækstsæsonen i seks kvælstofforsøg i vinterhvede. Målingerne viser kvælstofoptagelsen fra jordens reserver og fra kvælstofgødning gennem foråret ved forskellig kvælstofgødskning. Målingerne viser, at udnyttelsen af tilført kvælstofgødning i april og maj var bedre i 2014 end i 2015. En vurdering af marginaloptagelsen af kvælstof ved høst tyder på, at den dårligere kvælstofudnyttelse i foråret 2015 helt eller delvist er opvejet af en større kvælstofoptagelse i juni 2015.

I samarbejde med Yara Danmark A/S er der gennem foråret 2014 og 2015 gennemført målinger af kvælstofoptagelsen i seks forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede. Målingerne er begge år gennemført i tre forsøg i både LandboNord i Nordjylland og DLS på Sjælland og er gennemført med jævne mellemrum i perioden fra midt i marts til sidst i maj. Der er målt i forsøgsled, der er tilført fra 0 til 250 kg kvælstof pr. ha. Målingerne viser, hvor meget af tilført kvælstofgødning der er optaget i afgrøden på forskellige tidspunkter, og hvor meget kvælstof der optages fra jordens egne reserver. Målinger gennem flere år skal vise, om forskelle fra år



FIGUR 8. Resultater af målinger med Yara N-Sensor i forsøg med stigende mængder kvælstof. Figuren viser resultater af målinger i forsøgsleddet tilført 200 kg N pr. ha i gennemsnit af tre forsøg i Nordjylland og tre forsøg på Sjælland i 2014 og 2015. Målingerne er gennemført i maj måned. Sensormålingerne er omregnet til kvælstofoptagelse i kg kvælstof pr. ha med en model, der er udviklet af Yara Danmark A/S. Se Tabelbilaget, tabel N2.

til år kan anvendes til at justere kvælstoftilførslen i den aktuelle vækstsæson.

Gennemsnit af målingerne i forsøgsled tilført 200 kg kvælstof pr. ha i tre forsøg på to lokaliteter i 2014 og 2015 er vist på figur 8. Kvælstofoptagelsen gennem maj måned i 2014 steg fra 45 til 58 procent af den tilførte kvælstofmængde, mens den i 2015 stiger fra 33 til 43 procent. Udnyttelsen af kvælstofgødning i maj har altså været 12-15 procentenheder lavere i 2015 end i 2014. Den ringere kvælstofudnyttelse i 2015 hænger sammen med vejrforholdene. I hele april og maj måned var temperaturen betydeligt lavere i 2015 end i 2014.

Kvælstofindholdet i kerne ved høst viser, at marginaloptagelsen af kvælstof ved 200 kg kvælstof pr. ha kun er en anelse (1,3 procentenheder) mindre i 2015 end i 2014. Den ringere kvælstofudnyttelse i april og maj i 2015 er således helt eller delvist opvejet af en større kvælstofoptagelse i juni.

Kvælstofprognosen 2015

Kvælstofprognosen for 2015 viser, at kvælstofbehovet er større end normalt på alle jordtyper undtagen grovsandet jord i hele landet. I 2015 er der ikke grundlag for at foretage en områdeopdeling af prognosen. Konsekven-

TABEL 8. Kvælstofprognosen 2015. Afvigelser fra det normale behov for tilførsel af kvælstof, kg N pr. ha.

Område	Grovsand	Finsand	Lerjord
	JB 1 og 3	JB 2 og 4	JB over 4
Hele landet	0	+5	+10

en af kvælstofprognosen er en forøgelse af kvælstofkvoten på knap 10.000 tons for hele landet svarende til 3,9 kg kvælstof pr. ha landbrugsareal.

Kvælstofprognosen 2015 bygger på forskellen mellem resultaterne af N-min målinger på 144 punkter i Kvadratnettet, fordelt over hele landet, gennemført i februar 2015, og gennemsnittet af tilsvarende målinger i perioden 2004-2014. Resultaterne af N-min målinger er suppleret med modelberegninger. Kvælstofprognosen 2015 er vist i tabel 8.

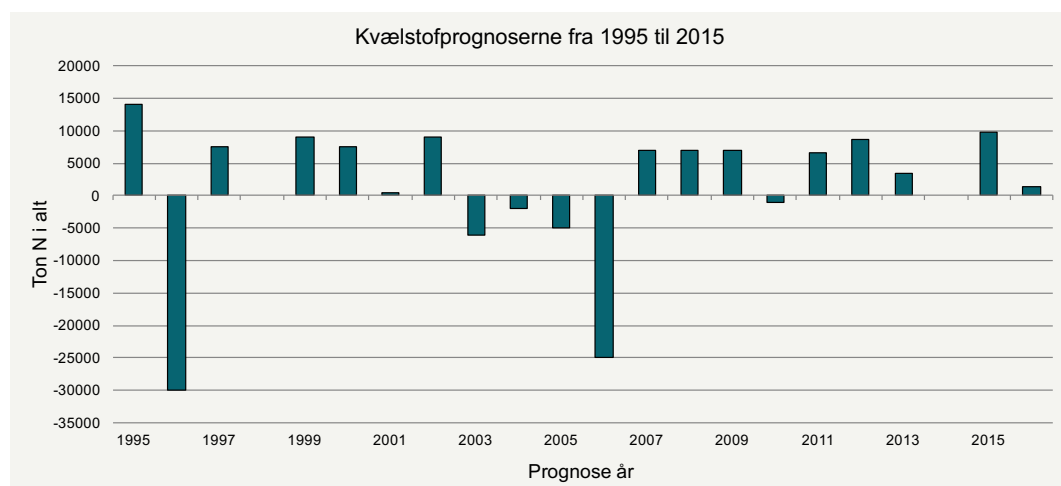
Kvælstofprognoserne fra 1995 til 2015

Kvælstofprognoserne fra 1995 til 2015 er vist i figur 9. Over en periode på 21 år er der 13 år med en positiv kvælstofprognose (større kvælstofbehov end „normalt“), seks år med en negativ prognose (mindre kvælstofbehov end „normalt“) og to år med en neutral prognose („normalt“ kvælstofbehov). Kvælstofprognoserne er i gennemsnit over årene meget tæt på 0. I gennemsnit af alle 21 år har prognosen angivet et samlet merbehov på i alt cirka 1.330 ton kvælstof pr. år på i alt 1,9 mio. ha. Til sammenligning er den årlige tilførsel af kvælstof i handels- og husdyrgødning i Danmark cirka 410.000 ton.

Protein som indikator for kvælstofbehov i vinterhvede

Det er tidligere, på baggrund af landsforsøg med stigen- de mængder kvælstof til vinterhvede, vist, at proteinindholdet i den høstede kerne kan bruges til at vurdere, om vinterhveden har været tilstrækkelig forsynet med kvælstof. Det er en information, der kan bruges fremadrettet til at justere kvælstoftildelingen til de enkelte marker.

I figur 10 og 11 er sammenhængen mellem henholdsvis merudbytte og nettomerudbytte efter proteinkorrektion ved kvælstofmængder fra 150 til 200 kg kvælstof pr. ha vist som funktion af proteinindholdet ved tilførsel af 150 kg kvælstof pr. ha. Forsøgsgrundlaget er 51 forsøg med vinterhvede med forfrugt korn i perioden 2011-2015, hvor der ikke er registreret væsentlige problemer



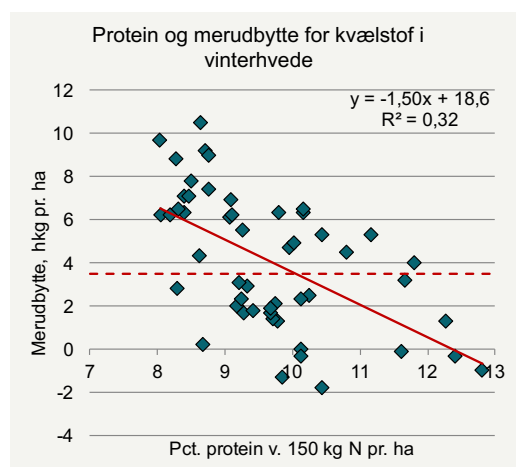
FIGUR 9. Kvælstofprognoserne fra 1995 til 2015 på landsplan.

med lejesæd ved høst. Der er udeladt to afvigende forsøg. Der er fundet en stærk signifikant sammenhæng, hvor merudbyttet for tilførsel af ekstra 50 kg kvælstof pr. ha aftager ved stigende proteinindhold i kerne, men med en betydelig spredning. Sammenhængen er uafhængig af udbyttens niveauet.

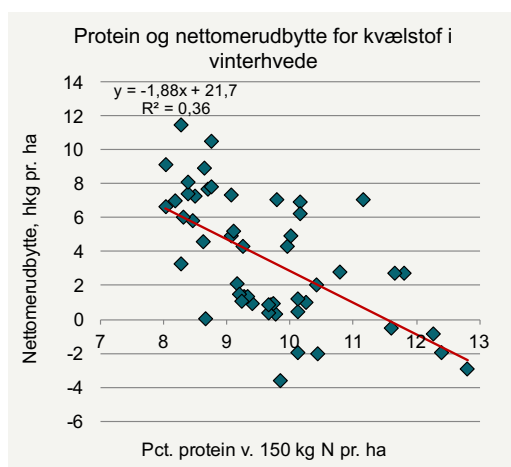
I figur 10 er vist merudbyttet som funktion af proteinprocenten. Hvis der ikke opnås tillæg i afregning ved højere proteinprocent, skal der opnås et merudbytte på 3,5 hkg pr. ha for at betale omkostningen til ekstra kvælstof. Hvis den registrerede proteinprocent ved tilførsel af 150 kg

kvælstof pr. ha er under 9,0 procent, er der stor sandsynlighed for, at en ekstra kvælstoftildeling på 50 kg ville have været rentabel. Til gengæld, hvis proteinprocenten er over 11,0 procent ville den næppe være rentabel.

I figur 11 er tilsvarende vist nettomerudbyttet med en korrektion af afregningsprisen for proteinindhold. Tilførsel af 50 kg kvælstof ekstra udover 150 kg kvælstof pr. ha har i gennemsnit forøget proteinprocenten 1,1 procentenhed. Ved det gennemsnitlige udbytte på 91 hkg pr. ha i forsøgene, er dette alene næsten nok til at betale for den ekstra kvælstofmængde. Af figuren ses, at hvis



FIGUR 10. Sammenhæng mellem merudbytte for at gå fra en tilførsel på 150 til 200 kg kvælstof pr. ha og proteinprocenten i kerne baseret på 51 forsøg i vinterhvede med forfrugt korn 2011-2015.



FIGUR 11. Sammenhæng mellem nettomerudbytte for at gå fra en tilførsel på 150 til 200 kg kvælstof pr. ha og proteinprocenten i kerne baseret på 51 forsøg i vinterhvede med forfrugt korn 2011-2015.

STRATEGI

Ved at registrere proteinprocenten i de enkelte vinterhvedemarker ved høst kan det vurderes, om kvælstoftildelingen har været passende i forhold til det rentable niveau. Det gælder kun, hvis der ikke har været betydelig lejesæd i marken.

Hvis kornet opfodres eller sælges med en korrektion i afregningsprisen for proteinindhold vil:

- > Et registreret proteinindhold på under 9,0 procent vil med stor sandsynlighed betyde, at der kunne være opnået en nettogevinst for tilførsel af ekstra kvælstof svarende til et merudbytte på 5-10 hkg pr. ha.
- > Et registreret proteinindhold på mellem 9,0-11,0 procent sandsynligvis betyde, at nettogevinsten ved ekstra kvælstoftilførsel har været under 6,0 hkg pr. ha men rentabel.
- > Et registreret proteinindhold på over 11,0 procent sandsynligvis vil betyde, at der ikke havde været en gevinst ved at tilføre ekstra kvælstof.

Hvis kornet sælges uden korrektion af afregningsprisen for protein vil:

- > Et registreret proteinindhold på under 9,0 procent betyde, at der med stor sandsynlighed kunne være opnået et rentabelt merudbytte for ekstra tildeling af kvælstof.
- > Et registreret proteinindhold på mellem 9,0-10,0 procent betyde, at der sandsynligvis vil kunne opnås et rentabelt merudbytte.
- > Et registreret proteinindhold på over 10,0 procent betyde, at der sandsynligvis ikke eller kun havde været en beskedent gevinst ved at tilføre ekstra kvælstof.

der opnås en merpris for protein svarende til 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg, så kunne der være opnået store nettomerudbytter for ekstra 50 kg kvælstof pr. ha, hvis der er registreret en proteinprocent på 9,0 procent ved tilførsel af 150 kg kvælstof pr. ha. Selv ved en registreret proteinprocent på 11,0 procent ville der med stor sandsynlighed kunne opnås et rentabelt merudbytte for tilførsel af 50 kg kvælstof ekstra.

Gødningstyper og gødningsstrategier

> **TORKILD BIRKMOSE OG LEIF KNUDSEN, SEGES**

Samme effekt af ammoniumnitrat og amidbaserede gødninger tilsat Agrotain

I 2015 har afprøvning i vinterhvede i fire forsøg af en DanGødning NS 24-6 tilsat Agrotain og en Nexen NS 38-8 også tilsat Agrotain, vist samme effekt som af en fast NS 27-4 ammoniumnitratgødning.

Formålet med at tilsætte Agrotain, der er en inhibitor af nBTPT-typen, til gødninger er at forsinke omdannelse af amidkvælstof til ammoniumkvælstof og på denne måde reducere ammoniakfordampningen. 31 procentenheder ud af de 38 procent kvælstof i Nexen NS 38-8 er på amidform og derfor udsat for risiko for ammoniakfordampning ved overfladeudbringning.

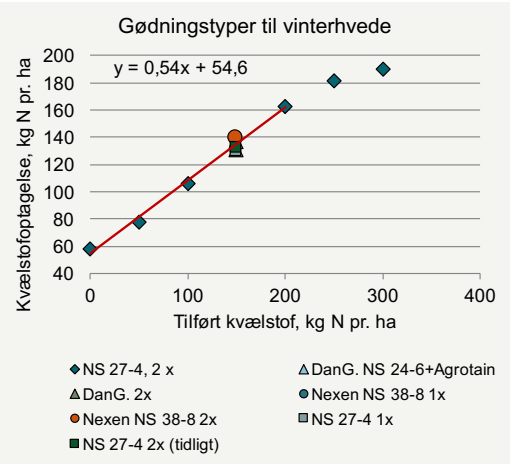
Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 9. I led 1-7 er der tilført fra 0 til 300 kg kvælstof pr. ha i en fast NS 27-4, hvoraf de første 50 kg kvælstof er tildelt medio marts og resten medio april. I led 8-12 er afprøvet 150 kg kvælstof pr. ha i flydende DanGødning NS 24-6, i en fast Nexen NS 38-8 og i fast NS 27-4. Alle tre gødninger er afprøvet ved en tildeling på én gang medio marts og ved en deling, hvor 100 kg kvælstof pr. ha er tildelt medio marts og resten medio april. Begrundelsen for en større tildeling af amidholdige gødninger tidligt er, at gødningsvirkningen er lidt langsommere, fordi der først skal ske en omdannelse fra amid til ammonium, og den tilsatte Agrotain forsinke denne omdannelse.

Der er opnået en god kvælstofrespons i alle forsøg. Udbyttet stiger op til en tildeling på 200 kg kvælstof pr. ha, mens optagelse af kvælstof i kerne stiger helt op til en tilførsel på 300 kg kvælstof pr. ha. Der er ikke signifikante forskelle i udbytte eller kvælstofoptagelse i kerne mellem gødningstyper eller tilførselstidspunkter. Med en fast NS 27-4 gødning ses et fald i kvælstofoptagelse jo større en andel af kvælstofmængden, der tilføres tidligt. For DanGødning NS 24-6 har effekten været bedst ved tilførsel på én gang tidligt, mens det omvendte er tilfældet ved fast Nexen NS 38-8.

I figur 12 til vinterhvede ses, at kvælstofoptagelse er en lineær funktion af tildelingen op til en kvælstoftilførsel

TABEL 9. Gødningstyper til vinterhvede. (N5)

Vinterhvede	Medio marts	Medio april	Antal udbringninger	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
2015. 4 forsøg						
1. Ingen N	0	0	-	7,1	58	54,7
2. NS 27-4	50	0	1	7,0	78	20,5
3. NS 27-4	50	50	2	7,3	106	42,3
4. NS 27-4	50	100	2	8,5	139	54,7
5. NS 27-4	50	150	2	9,5	163	60,4
6. NS 27-4	50	200	2	10,5	182	61,2
7. NS 27-4	50	250	2	11,3	190	58,3
8. DanG. NS 24-6+Agrotain	150	0	1	8,3	137	56,0
9. DanG. NS 24-6+Agrotain	100	50	2	8,1	131	53,3
10. Nexen NS 38-8+Agrotain	150	0	1	8,1	132	54,1
11. Nexen NS 38-8+Agrotain	100	50	2	8,4	139	56,7
12. NS 27-4	150	0	1	8,0	130	53,3
13. NS 27-4	100	50	2	8,2	133	53,3
LSD					12	5,2



FIGUR 12. Kvælstofoptagelse i vinterhvede ved tilførsel af stigende mængder kvælstof og ved forskellige gødningstyper. 4 forsøg 2015. De afprøvede gødninger har stort set samme kvælstofoptagelse som referencegødningen NS 27-4.

på 200 kg pr. ha, hvorefter meroptagelsen aftager. Det fremgår tillige af figuren, at de forskellige gødningstyper har resulteret i samme kvælstofoptagelse.

Fosfor og kalium til vinterraps

I samarbejde med Yara Danmark er der gennemført to forsøg i vinterraps for at undersøge, om tilførsel af fosfor, kalium og mikronæringsstoffer om efteråret og om foråret kan øge høstudbyttet. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 10. Der har ikke været udslag for hverken tilførsel af fosfor, kalium eller mikronæringsstoffer i nogen af forsøgene. Der er udtaget planteprovér både efterår og forår, men heller ikke koncentrationen af næ-

ringsstoffer i bladene er påvirket af forsøgsbehandlingen. I det ene forsøg har fosfor- og kaliumtallene været lave til middel (henholdsvis 2,0 og 8,6). Det andet forsøg er gennemført på et areal med relativt høje fosfor- og kaliumtal (henholdsvis 6,6 og 13,3). På et sådant areal vil man normalt ikke forvente effekt af tilførsel af fosfor og kalium til vinterraps. Tidligere års forsøg har vist, at på arealer med lave kaliumtal kan man forvente en effekt af kaliumtilførsel om efteråret.

CULTAN-gødskning til proteinindholdet i vinterhvede

I Tyskland har man gennem en årrække anvendt punktnedfældet ammoniumgødning til blandt andet vinterhvede. Metoden kaldes CULTAN (Controlled uptake long term ammonium nutrition). Fordelen ved metoden er, at kvælstoffet tilføres som rent ammonium, hvilket skulle øge udbyttet og reducere nitratudvaskningen, og da gødningen frigives langsomt, kan den udbringes relativt tidligt og på én gang. I systemer med reduceret jordbearbejdning har metoden desuden den fordel, at gødningen placeres i jorden under overfladelaget, som har et højt indhold af organisk stof. Derved reduceres immobiliseringen af kvælstof i perioden efter udbringning i forhold til bredspredning og overfladeudbringning.

I 2015 er der gennemført tre landsforsøg i vinterhvede på arealer med pløjefri dyrkning, hvor punktnedfældning er sket med lånt tysk forsøgsudstyr. Punktnedfældet ammoniumsulfat er sammenlignet med punktnedfældet DanGødning og bredspredt NS 27-4 ved henholdsvis 140 og 200 kg N pr. ha. Gødningen er udbragt på én gang midt i marts. Se tabel 11.

TABEL 10. Gødningstyper til vinterraps efterår og forår. (N6)

Vinterraps	Kg pr. ha				Planteanalyser, ppm i tørstof								Udb. og merudb., hkg frø std. kvalitet
	N	P	K	S	St. 15, efterår				St. 39, forår				
					N	P	K	S	N	P	K	S	
2015. 2 forsøg													
1. Yara Bela Sulfan NS 24-6 før såning	42			11	6,22	0,87	4,46	0,53	5,52	0,64	2,37	0,38	55,9
Yara Bela Sulfan NS 24-6 forår ved beg. vækst	76			20									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	76			20									0,0
2. Yara Bela Sulfan NS 24-6 før såning	42			11	5,96	0,76	4,36	0,5	5,65	0,67	2,41	0,48	-1,8
Yara Mila Raps NPK 17-5-10 forår ved beg. vækst	122	33	72	29									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	30			8									0,0
3. Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 før såning	42	12	25	10	6,32	0,8	3,95	0,5	5,47	0,61	2,33	0,45	-1,1
Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 forår ved beg. vækst	80	22	47	19									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	72			19									0,0
4. Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 før såning	42	11	25	10	6,28	0,86	4,51	0,52	5,45	0,64	2,42	0,45	-2,9
Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 forår ved beg. vækst	122	33	72	29									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	30			8									0,0
5. Yara Bela Sulfan NS 24-6 før såning	42			11	5,95	0,79	4,55	0,48	5,53	0,61	2,35	0,44	-0,3
1,5 l Yara Vita Brassitrel i st. 12-15													0,0
Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 forår ved beg. vækst	122	33	72	29									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	30			8									0,0
3 l Yara Vita Brassitrel først i april													0,0
6. Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 før såning	42	11	25	10	5,94	0,74	4,92	0,5	5,18	0,64	2,57	0,45	-0,8
Kaliumchlorid før såning			49										0,0
Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 forår ved beg. vækst	80	22	47	19									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	72			19									0,0
7. NPKS 17-5-10 før såning	42	12	25	10	6,08	0,8	4,38	0,48	5,25	0,61	2,35	0,42	-0,9
Kaliumchlorid før såning			49										0,0
Yara Mila Raps NPKS 17-5-10 forår ved beg. vækst	80	22	47	19									0,0
Yara Bela Sulfan NS 24-6 først i april	72			19									0,0
Kaliumchlorid først i april			49										0,0
LSD													ns

TABEL 11. Cultan-gødskning i vinterhvede. (N7)

Vinterhvede	Udbringningsmetode	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg kerne pr. ha
2015. 3 forsøg					
1. 60+20 N i NS 27-4	Bredspredt	0	8,1	125	103,7
2. 60+80 N i NS 27-4	Bredspredt	1	8,7	154	118,5
3. 60+140 N i NS 27-4	Bredspredt	2	10,9	196	120,5
4. 140 N i ammoniumsulfatopl. NS 8-9	CULTAN	1	10,6	191	121,1
5. 200 N i ammoniumsulfatopl. NS 8-9	CULTAN	1	11,4	197	115,8
6. 140 N i DanGødning 24-0-0-6	CULTAN	0	8,9	154	116,3
7. 200 N i DanGødning 24-0-0-6	CULTAN	0	9,3	162	117,2
8. 140 N i NS 27-4	Bredspredt	0	8,9	163	122,6
9. 200 N i NS 27-4	Bredspredt	1	9,6	167	117,1
LSD				15	7,7

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

I gennemsnit af de tre forsøg har der kun været små og ikke signifikante forskelle i kerneudbytterne mellem de tre gødningstyper og udbringningsmetoder. I ét af de tre forsøg har der imidlertid ved begge kvælstofniveauer været et signifikant højere kerneudbytte ved at punktnedfælde ammoniumsulfat end ved at anvende DanGødning eller NS 27-4.

Punktnedfældning af ammoniumsulfat har resulteret i et meget højt indhold af protein i kernerne. Kvælstofudbyttet er derfor signifikant højere ved anvendelse af ammoniumsulfat end ved anvendelse af de øvrige gødningstyper.



FOTO: ANDREA SCHIEMANN, AGROTECH

Ved udbringning af flydende gødning med CULTAN-udstyr punktnedfældes gødningen i 5-10 cm dybde med ca. 20 cm mellem punkterne.

Forsøgene tyder på, at punktnedfældning af ammoniumgødning til vinterhvede har en positiv effekt på især proteinindholdet i vinterhvede.

Forsøgene fortsætter i 2016.

God effekt af placering af flydende gødning til vårbyg

I samarbejde med DanGødning er der gennemført to forsøg i vårbyg for at undersøge effekten af forskellige gødningstyper og udbringningsmetoder til vårbyg. Det har blandt andet været formålet at undersøge, om den velkendte effekt af placering af fast gødning også gælder for flydende gødning. Gødningen er enten placeret samtidig med såning eller udsprøjtet eller bredspredt før såning. Kerneudbytterne i begge forsøg er relativt lave, hvilket kan skyldes, at forsøgene er sået sent (29. april). Se tabel 12.

I begge forsøg er der signifikant større effekt af DanGødning end af NPK-gødning, og forskellen har været størst, når gødningen har været placeret.



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SEGES

I to forsøg har der været god effekt af at placere flydende gødning til vårbyg.

Der har ikke været effekt af placering af NPK-gødning. Placering af DanGødning er afprøvet ved to kvælstofniveauer og med to gødningstyper. Ved 80 kg kvælstof pr. ha er der opnået signifikant merudbytte for placering i tre ud af fire sammenligninger. Ved 120 kg kvælstof pr. ha er der ikke opnået merudbytte for placering. Det kan skyldes, at der kun har været ringe respons for tilførsel af kvælstof udover 80 kg kvælstof pr. ha.

TABEL 12. Placering af flydende gødning til vårbyg. (N8)

Vårbyg	Udbringnings- metode	Grund- gødet, kg PK 0-4-21	Kg pr. ha i alt				Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg kerne pr. ha
			N	P	K	S				
2015. 2 forsøg										
1. DanGødning 24-0-0-6	Placeret	500	80	20	105	57	0	9,9	67	49,5
2. DanGødning 24-0-0-6	Placeret	500	120	20	105	67	0	10,2	71	50,8
3. DanGødning 24-0-0-6 + Ureaseinhibitor	Placeret	500	80	20	105	57	0	9,5	60	46,5
4. DanGødning 24-0-0-6	Udsprøjtet	500	80	20	105	57	0	9,5	59	45,7
5. DanGødning 24-0-0-6	Udsprøjtet	500	120	20	105	67	0	10,5	70	49,4
6. DanGødning 15-2-6-2	Placeret	250	80	20	85	30	0	9,8	66	49,2
7. DanGødning 15-2-6-2	Udsprøjtet	250	80	20	85	30	0	9,7	59	44,8
8. NPK 21-3-10	Bredspredt	250	80	21	90	31	0	9,2	53	42,6
9. NPK 21-3-10	Placeret	250	80	21	90	31	0	9,1	52	42,4
LSD									9	4,9

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

Placering af 80 kg kvælstof pr. ha i DanGødning er afprøvet med og uden tilsætning af ureaseinhibitoren Agrotain. I det ene forsøg har tilsætning af ureaseinhibitor resulteret i et signifikant fald i kerneudbyttet. Årsagen kan være, at ureaseinhibitoren har bibeholdt en del af kvælstoffet på amidform så længe, at vårbyggen ikke har kunnet udnytte det optimalt.

Placering er sket i gødninger med og uden fosfor og kalium. Placering af fosfor og kalium har ikke øget høstudbyttet, og det er derfor sandsynligt, at placeringseffekten i forsøgene alene kan tilskrives placering af kvælstof.

Gødning i udsæd virker lige så godt som placering af gødning i vårbyg

Gennem de senere år har der været stigende interesse for iblanding af gødning i udsæden af vårbyg for på den måde at opnå en let og billig placeringseffekt, men der har været en vis tilbageholdenhed i praksis på grund af risikoen for skade under fremspiring. Risikoen er størst, hvis der iblandes urea eller svovlsur ammoniak, som især under tørre forhold kan omdannes til frit ammoniak i

jorden, og ammoniak er stærkt skadelig for de spirende kerner.

I 2014 blev der iværksat en forsøgsserie for at afdække potentiale og risiko ved iblanding af gødning i udsæden. Forsøgene er gentaget i 2015, og resultaterne ses i tabel 13.

I gennemsnit af de tre forsøg er der kun små forskelle i høstudbytte mellem udbringningsmetoderne. I to ud af de i alt ni sammenligninger af bredspredning og placering er der imidlertid signifikant merudbytte for placering. I én ud af ni sammenligninger af bredspredning og iblanding er der signifikant merudbytte for iblanding.

Det ene af de tre forsøg skiller sig ud ved, at der er en uforklarlig, men signifikant negativ effekt af placering af NS-gødning og en ligeledes uforklarlig negativ effekt af at tilføre fosfor og kalium. I de to øvrige forsøg er der signifikante merudbytter for udbringning af både fosfor og kalium.

TABEL 13. Gødning i udsæd og placering af gødning til vårbyg. (N9)

Vårbyg	Udbringningsmetode for kvælstof	Kg. pr. ha i alt				Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
		N	P	K	S				
2015. 3 forsøg									
1. 120 kg N i NS 27-4	Bredspredt	120	0	0	16	0	9,1	83	67,1
2. 60+60 kg N i NS 27-4	Bredspredt + placeret	120	0	0	16	0	8,9	82	0,6
3. 60+60 kg N i NS 27-4	Bredspredt + iblandet udsæd	120	0	0	16	0	8,8	82	1,4
4. 120 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt	120	17	57	10	0	8,9	84	1,8
5. 60+60 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt + placeret	120	18	58	10	0	8,7	83	3,1
6. 60+60 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt + iblandet udsæd	120	18	58	10	0	8,8	87	5,6
7. 120 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt	120	0	0	137	0	9,0	84	1,6
8. 60+60 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt + placeret	120	0	0	137	0	9,0	83	0,3
9. 60+60 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt + iblandet udsæd	120	0	0	137	0	8,8	83	2,3
10. 60+60 kg N i NS 27-4 + PK ²⁾	Bredspredt + placeret	120	17	57	16	0	8,9	84	2,4
11. 102 kg N i NS 27-4 + 18 kg N i DAP ³⁾	Bredspredt + placeret	120	20	0	14	0	9,0	84	1,4
LSD								ns	ns
2014-2015. 6 forsøg									
1. 120 kg N i NS 27-4	Bredspredt	120	0	0	16	0	9,7	87	65,7
2. 60+60 kg N i NS 27-4	Bredspredt + placeret	120	0	0	16	0	9,6	87	1,3
3. 60+60 kg N i NS 27-4	Bredspredt + iblandet udsæd	120	0	0	16	0	9,6	87	1,3
4. 120 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt	120	17	57	10	0	9,6	89	2,3
5. 60+60 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt + placeret	120	18	58	10	0	9,4	90	4,3
6. 60+60 kg N i NPK 21-3-10 m. S	Bredspredt + iblandet udsæd	120	18	58	10	0	9,3	90	4,7
7. 120 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt	120	0	0	137	0	9,6	87	1,3
8. 60+60 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt + placeret	120	0	0	137	0	9,5	87	1,6
9. 60+60 kg N i Svovlsur ammoniak 21	Bredspredt + iblandet udsæd	120	0	0	137	0	9,5	88	2,0
10. 60+60 kg N i NS 27-4 + PK ²⁾	Bredspredt + placeret	120	17	57	16	0	9,4	88	2,7
11. 102 kg N i NS 27-4 + 18 kg N i DAP ³⁾	Bredspredt + placeret	120	20	0	14	0	9,6	88	1,6
LSD								ns	ns

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
²⁾ 17 kg P og 57 kg K er bredspredt i henholdsvis tripelsuperfosfat og kaliumchlorid.
³⁾ 20 kg P er placeret i diammoniumfosfat.

To års forsøg tyder på, at iblanding af en del af gødningen i form af ammoniumnitrat eller svovlsur ammoniak i udsæden har en effekt, som er sammenlignelig med placering, og at iblanding tilsyneladende ikke forøger risikoen for skade under fremspiring.

Forsøgene fortsætter i 2016.

Der er fundet effekt af mikronæringsstoffer til vinterhvede

I de senere år har der været stigende interesse for at tilføre mikronæringsstoffer til vinterhvede især på plantevlsbrug uden tilførsel af husdyrgødning og med høje udbyttene niveauer. Tidligere forsøg tyder på, at de danske landbrugsjorder er så velforsynede med mikronæringsstoffer, at der generelt ikke er et behov for tilførsel.

I 2014 blev der iværksat en forsøgsserie for at afdække behovet for mikronæringsstoffer i vinterhvede. Resultaterne viste overraskende høje og signifikante merudbytter for tilførsel af flere forskellige mikronæringsstoffer på trods af, at jord- og planteanalyser ikke tydede på, at der skulle have været næringsstofmangel. Se Oversigt over Landsforsøgene, 2014, s. 243. En mulig forklaring på

merudbytterne kunne være, at tilførsel af mikronæringsstoffer har haft en vis bekæmpende effekt på bladsvampe som for eksempel Septoria på trods af, at forsøgene var behandlet med fungicider.

I 2015 er forsøgene fortsat, og de er gennemført som to faktorforsøg, idet alle behandlinger med mikronæringsstoffer er gennemført med og uden behandling mod svampesygdomme. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 14.

Mikronæringsstofferne er udsprøjt ad én eller to gange i stadium 32 og 45. Der er udtaget planteprøver til analyse for koncentrationen af næringsstoffer umiddelbart før begge behandlinger. Ved begge analysetidspunkter var indholdet af både magnesium og bor under de anbefalede normalværdier. Hverken tilførsel af YaraVita Gramitrel, som indeholder magnesium, eller BioCrop Opti XL, som indeholder både magnesium og bor, har øget indholdet af disse næringsstoffer.

I vækstsæsonen er der tre gange bedømt angreb af bladsvampe. Generelt har der kun været lave angreb af bladsvampe uanset, om der er svampebehandlet med

TABEL 14. Mikronæringsstoffer til vinterhvede. (N10)

Vinterhvede	Planteanalyser							Septoria, pct. dækning, st. 71	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha		Udbytte, hkg kerne pr. ha				
	Med sygdomsbekæmpelse ¹⁾ , udtaget før 2. behandling									Med sygdoms- be- kæmp- else ¹⁾	Uden sygdoms- be- kæmp- else	Med sygdoms- be- kæmp- else ¹⁾	Uden sygdoms- be- kæmp- else	Med sygdoms- be- kæmp- else ¹⁾	Uden sygdoms- be- kæmp- else	
	Mn, ppm i TS	B, ppm i TS	Fe, ppm i TS	Mo, ppm i TS	Zn, ppm i TS	Mg, pct. i TS	Cu, ppm i TS									
2015. 3 forsøg																
1. Ingen mikronæringsstoffer	32	3,8	81	0,64	17	0,13	5,5	11	16	9,1	9,2	142	131	104,9	95,1	
2. 2 l YaraVita Gramitrel ^{2) 3)}								9	16	9,1	9,2	143	129	105,1	94,2	
3. 2+1 l YaraVita Gramitrel ⁴⁾	30	3,6	83	0,64	17	0,12	5,5	10	15	9,1	9,2	144	131	105,9	95,7	
4. 50 kg N	35	4,0	89	0,64	18	0,13	6,0	10	15	10,2	10,4	169	151	111,3	97,6	
5. 50 kg N + 2 l YaraVita Gramitrel ²⁾								10	16	10,1	10,3	168	152	111,3	98,7	
6. 50 kg N + 2+1 l YaraVita Gramitrel ⁴⁾	33	3,8	93	0,72	21	0,13	5,9	11	15	9,7	9,9	157	146	108,6	99,1	
7. 2+1 kg Mangansulfat ⁴⁾	30	3,5	76	0,64	16	0,12	5,1	11	16	9,2	9,2	147	129	107,1	94,2	
8. 0,2+0,1 kg Kobberoxychlorid 40 ⁴⁾	30	3,5	80	0,71	15	0,12	5,1	10	17	9,0	9,1	141	129	104,2	95,1	
9. 0,4+0,2 kg Zinksulfat ⁴⁾	31	3,6	77	0,67	17	0,12	5,3	10	16	9,1	9,3	142	132	104,6	94,7	
10. 3+3 l BioCrop Opti XL ^{4) 5)}								10	16	9,2	9,5	143	134	104,2	94,3	
11. 5+5 l BioCrop Opti XL ⁴⁾	29	3,5	73	0,59	16	0,12	5,4	11	13	9,2	9,4	145	137	105,7	98,0	
Normalværdier	25-100	5-10	25-100	0,1-0,5	15-70	0,15-0,3	5-10									
LSD 1												11	10	3,7	ns	
LSD 2												4		2,1		
LSD 12												ns		ns		

¹⁾ 0,3 l Proline EC 250 i st. 32, 0,75 l Viverda + 0,75 l Ultimate S i st. 37-39 og 0,2 l Proline EC 250 + 0,25 l Rubric i st. 55-61

²⁾ Udbragt i st. 32

³⁾ YaraVita Gramitrel indeholder N, Mg, Mn, Cu og Zn

⁴⁾ Udbragt i st. 32 og i st. 45

⁵⁾ BioCrop Opti XL indeholder N, S, Mg, Mn, Cu, Zn, B, Fe og Mo

fungicider eller ej. Dog har der været et betydeligt angreb af Septoria ved den sene vurdering i stadium 71, og vurderingen af angrebet har været størst, hvor der ikke er svampebehandlet.

Behandling med fungicider tre gange har øget udbyttet signifikant med cirka 10 hkg pr. ha næsten uafhængigt af tilførslen af mikronæringsstoffer. I forsøgsled 11, hvor der er tilført 5+5 liter BioCrop Opti XL pr. ha, er merudbyttet for fungicidbehandling dog signifikant lavere end for de øvrige forsøgsbehandlinger.

I forsøgsled 4-6 er forsøgsbehandlingerne i forsøgsled 1-3 gentaget ved et kvælstofniveau, som er 50 kg kvælstof højere pr. ha. Merudbyttet for kvælstof har været lidt større, hvor der er svampebehandlet, hvilket viser, at kvælstofudnyttelsen har været størst, hvor afgrøden er holdt fri for bladsvampe.

I gennemsnit af de tre forsøg er der ikke signifikant effekt på udbytterne af de tilførte mikronæringsstoffer. Det gælder uanset, om der er svampebehandlet eller ej. Imidlertid er der høstet et signifikant højere udbytte for tilførsel af 2+1 liter YaraVita Gramitrel pr. ha i ét forsøg og et signifikant højere udbytte for tilførsel af 5+5 liter BioCrop Opti XL pr. ha i et andet forsøg. I dette forsøg er vurderingen af angrebet af Septoria i stadium 71 lavere, hvor der er tilført 5+5 l BioCrop Opti XL pr. ha, end hvor der ikke er. Merudbyttet optræder alene, hvor der ikke er svampebehandlet. Det tyder på, at tilførsel af mikronæringsstoffer i disse tilfælde har haft en reducerende effekt på angreb af Septoria.

Forsøgene fortsætter i 2016.

Coatning af udsæd virker mod manganmangel i vinterbyg

På trods af, at jorden normalt indeholder store mængder mangan, kan der især i vinterbyg optræde meget kraftig manganmangel. Årsagen er, at jorden ikke kan frigive tilstrækkelig mangan på plantetilgængelig form for eksempel på grund af et højt reaktionstal eller for løs jord. På visse arealer kan manganmangel være særdeles tabsvoldende, og derfor er der stor interesse for at afdække metoder, som kan afhjælpe manglen. Coatning af udsæden med mangan er én måde at afhjælpe manglen på.

I 2015 er der gennemført tre forsøg med coatning af udsæden med to forskellige manganmidler. Cillus er af-

prøvet ved én dosering, mens ViGard er afprøvet ved tre forskellige doseringer. ViGard er et nyt produkt på krydstalform, som udover mangan indeholder fosfor og små mængder andre mikronæringsstoffer.

Forsøgene er anlagt på arealer, hvor der er stor risiko for kraftig manganmangel om efteråret. Alligevel har der i to af de tre forsøg kun været registreret en let manganmangel, og der har kun været en meget beskedent effekt af at tilføre mangan. Årsagen kan være, at forsøgene er sået relativt sent (15. til 29. september), og manganmangel optræder erfaringsvis kraftigst i tidligt sået vinterbyg. I tabel 15 er forsøget med den kraftigste manganmangel derfor også vist særskilt.

I det ene forsøg med den kraftigste manganmangel har coatning med ViGard resulteret i et signifikant merudbytte, mens coatning med Cillus ikke har resulteret i et signifikant merudbytte. Der er opnået et signifikant merudbytte på cirka 3 hkg pr. ha ved at tilføre 2x2 kg mangansulfat pr. ha om efteråret, uanset om udsæden er coatet med mangan eller ej.

Forsøget er suppleret med forsøgsled, hvor der er placeret svovlsur ammoniak og placeret ViGard gødning ved såning. Der har været en signifikant effekt af placering af svovlsur ammoniak, mens der ikke har været signifikant effekt af at coate gødningen med ViGard.

Coatning har således effekt mod manganmangel, men erstatter ikke udsprøjtning af mangan på arealer, som er disponeret for manganmangel.

Husdyrgødning

> **ANNETTE V. VESTERGAARD**, SEGES

Merudbytte for markforsuring af gylle til vinterhvede på gennemsnitligt 1,4 hkg kerne

Ved sænkning af gyllens pH-værdi forbliver en større del af gyllens kvælstof på ammoniumform i forhold til ammoniak. Da ammonium ikke kan fordampe, øges andelen af tilgængeligt kvælstof til planterne, når ammoniakfordampningen reduceres. En dokumenteret effekt på 40 procents reduktion af kvælstoftabet ved udbringning af forsuret svinegylle, kan give 10 kg kvælstof ekstra til afgrøden, når der udbringes 140 kg total-N i gylle. Udbringning i stille, køligt vejr ved høj luftfugtighed giver et lavere tab, mens tabet øges med stigende

TABEL 15. Coating af udsæd mod manganmangel i vinterbyg. (N11)

Vinterbyg	Kg Mn i coatning/ placering pr. ha	Kg Mn- sulfat, okt. og nov.	Mn, ppm i	PEU-	Karakter for		Procent råprotein i kerne- tørstof	Udb. og merudb., kg N i kerne	Udb. og merudb., hkg kerne
			tørstof	måling	manganmangel, 1-10				
			Medio november	Medio november	Medio november	Forår ved beg. vækst			
2015. 3 forsøg									
1. Ingen coatning			25	87	0	2	9,8	104	77,9
2. Ingen coatning		2+2	108	92	0	1	9,6	104	1,6
3. Coatning, Cillus	0,078		26	88	0	2	9,8	104	0,0
4. Coatning, Cillus	0,078	2+2			0	1	9,6	104	1,2
5. Coatning, ViGard	0,4		27	88	0	2	9,7	104	0,8
6. Coatning, ViGard	0,4	2+2			0	1	9,5	106	3,8
7. Coatning, ViGard	1,1		30	90	0	2	9,6	101	-0,4
8. Coatning, ViGard	1,1	2+2			0	1	9,6	104	1,6
9. Coatning, ViGard	3,4		36	91	0	1	9,5	105	3,1
10. Coatning, ViGard	3,4	2+2			0	1	9,8	109	4,4
11. 15 N i placeret svovlsur amm.			40	89	0	1	9,6	105	2,0
12. 6,5 kg N i placeret svovlsur amm. ViGard placeret	1,5		31	89	0	1	9,7	107	3,2
13. Coatning, ViGard 6,5 kg N i placeret svovlsur amm. ViGard gødning placeret	1,1 1,5		31	91	0	1	9,5	107	4,6
LSD								ns	3,3
2015. 1 forsøg med manganmangel									
1. Ingen coatning			18	84	0	4	10,0	120	88,1
2. Ingen coatning		2+2	123	91	0	2	9,8	121	3,0
3. Coatning, Cillus	0,078		23	85	0	3	9,9	121	1,6
4. Coatning, Cillus	0,078	2+2			0	2	9,7	124	5,5
5. Coatning, ViGard	0,4		25	85	0	4	9,9	125	5,3
6. Coatning, ViGard	0,4	2+2			0	2	9,6	125	7,6
7. Coatning, ViGard	1,1		20	87	0	4	9,7	121	4,0
8. Coatning, ViGard	1,1	2+2			0	2	9,5	123	6,9
9. Coatning, ViGard	3,4		23	89	0	2	9,6	125	8,2
10. Coatning, ViGard	3,4	2+2			0	2	9,7	132	11,9
11. 15 N i placeret svovlsur amm.			43	86	0	2	9,8	124	4,9
12. 6,5 kg N i placeret svovlsur amm. ViGard placeret	1,5		21	85	0	3	9,8	127	7,4
13. Coatning, ViGard 6,5 kg N i placeret svovlsur amm. ViGard gødning placeret	1,1 1,5		25	88	0	2	9,5	125	8,8
LSD									3,6

vindhastighed og temperatur og gyllens pH-værdi og tørstofindhold.

Senere års forsøg med stigende tilførsel af kvælstof til vinterhvede viser, at der opnås et merudbytte på 12-15 kg kerne pr. tilført kg kvælstof, som således giver en forventet udbytteeffekt på 1,2 til 1,5 hkg kerne pr. ha. Dertil kommer en øgning af proteinindholdet på 0,1-0,2 procentenheder i kerner.

I 2013-2015 er der gennemført 8 forsøg i vinterhvede i Nordjylland på JB 4, 6 og 7 for at undersøge, om der opnås den forventede udbytteeffekt af at reducere ammoniakfordampningen ved forsuring af gylle med svovlsyre til forskellige pH-værdier. Endvidere undersøges det, om der opnås samme udbytte af at fuldgødskes med gylle til

sat ammoniak og svovlsyre, som når mineralisk kvælstof og gylle udbringes særskilt med 4 til 6 ugers mellemrum.

Oversigt over Landsforsøgene 2014 gengiver resultaterne fra 2013 og 2014 (§ 251-253), mens følgende afsnit gengiver 2015 resultater og en samlet opgørelse af de tre forsøgsår.

Forsøgsbehandlingerne fremgår af tabel 16 og er slan-geudlægning af ubehandlet gylle og forsuret gylle med SyreN-systemet til henholdsvis pH 6,0 og 6,4. Endvidere er der i forsøgsled 10 med forsuring til pH 6,4 tilsat additivet FeMan som mangangødskning. Led 11 fuldgødskes med gylle, hvor ekstra kvælstof og svovl er tilsat i gyllevognen. Herved forsynes afgrøden med den fulde mængde næringsstoffer ad én gang.

Forsøgsled med fuldgødskning med AcidLine er udgået i 2015 på grund af usikkerhed ved analyse for kvælstofindholdet. Fuldgødskning med SyreN+ systemet anvender flydende ammoniak som kvælstofkilde og svovlsyre til at reducere ammoniakkens høje pH-værdi og supplere med svovl.

Alle forsøgsled med gylle har en planlagt tilførsel af 100 kg kvælstof i ammonium fra gylle og 30 kg kvælstof pr. ha i mineralsk gødning. I 2013 blev der suppleret med 50 kg kvælstof pr. ha i handelsgødning i stedet for 30 kg.

For at kunne beregne værditallet (markeffekten) af kvælstof i gyllen er der referenceled med stigende tilførsel af

kvælstof i handelsgødning. For at belyse effekten af at udbringe al gødningen på én gang, indgår der desuden fuldgødskning med 130 kg kvælstof (150 kg i 2013) i handelsgødning (led 6).

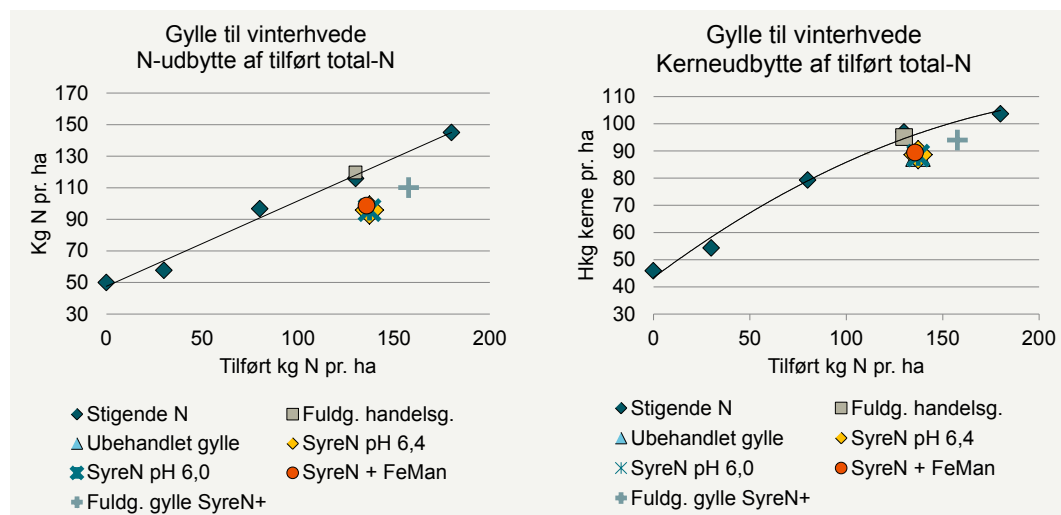
I forsøgene er anvendt svine- og minkgylle. Første udbringning af mineralsk gødning er i 2015 foretaget 12. marts, mens gylle eller anden tilførsel af mineralsk gødning er udbragt henholdsvis 21. og 24. april. Fuldgødede parceller er gødet 21. april. Gyllen er udbragt ved temperaturer på 12-15 grader og i solrigt og blæsende vej. Sol og blæst øger fordampningen af ammoniak sammenlignet med overskyet og vindstille vejr.

TABEL 16. Udbringning af svinegylle til vinterhvede. (N12, N13)

Vinterhvede	Udbringnings- teknik ¹⁾	Antal kvælstof- udbringninger	Kar. for lejesæd ved høst ²⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2015. 3 forsøg</i>						
1. 0 N		-	0	7,3	50	45,9
2. 30 N		1	0	7,1	58	8,4
3. 30 N + 50 N		2	0	6,9	82	33,4
4. 30 N + 100 N		2	0	8,0	116	51,1
5. 30 N + 150 N		2	0	9,4	145	57,8
6. 130 N		1	0	8,4	120	49,2
7. 30 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Slangeudlægning	2	0	7,3	97	42,9
8. 30 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Fors. pH 6,4	2	0	7,3	96	42,7
9. 30 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Fors. pH 6,0	2	0	7,3	96	42,4
10. 30 N + 100 NH ₄ -N i gylle + FeMan	Fors. pH 6,4	2	0	7,4	99	43,5
11. 50 N + 100 NH ₄ -N i gylle SyreN+ ³⁾	Fors. pH 6,4	1	0	7,9	110	48,1
<i>LSD 1</i>					12	6,1
<i>LSD, led 7-11</i>					ns	ns
<i>2013-2015. 8 forsøg</i>						
1. 0 N		-	0	8,1	58	47,9
2. 50 N		1	0	7,8	69	11,2
3. 38 N + 50 N		2	0	8,4	94	27,5
4. 38 N + 100 N		2	0	9,4	119	36,9
5. 38 N + 150 N		2	0	10,7	141	40,3
6. 138 N		1	0	10,0	126	36,8
7. 38 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Slangeudl.	2	0	8,8	108	34,8
8. 38 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Fors. pH 6,4	2	0	8,9	112	36,2
9. 38 N + 100 NH ₄ -N i gylle	Fors. pH 6,0	2	0	8,9	111	35,6
10. 38 N + 100 NH ₄ -N i gylle + FeMan	Fors. pH 6,4	2	0	9,0	113	36,2
11. 43 N + 100 NH ₄ -N i gylle SyreN+ ³⁾	Fors. pH 6,4	1	0	9,1	115	36,7
<i>LSD 1</i>					9	6,0
<i>LSD 7-11</i>					ns	ns

¹⁾ Fors.: Forsuring og slangeudlægning.
²⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
³⁾ Bemærk: Fejldosering i et forsøg giver større gnsn. tilførsel af N.

Gødnings- parametre og værdital	pH	NH ₄ -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton	Værdital	pH	NH ₄ -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton	Værdital
<i>2015. 3 forsøg</i>				<i>2013-2015. 8 forsøg</i>				
7.	7,4	89		57	7,3	80		61
8.	6,6	88	1,6	54	6,5	80	2,0	63
9.	6,1	88	2,2	54	6,1	79	3,1	63
10.	6,6	79	1,5	60	6,7	80	2,0	66
11.	6,4	92	3,2	59	6,4	83	3,7	64



FIGUR 13. Kerne- og kvælstofudbytte ved stigende mængder kvælstof og ved forskellige forsøringsstrategier ved udbringning af gylle i 3 forsøg i 2015.

I et forsøg (001 i 2015) er ammoniak fejldoseret i led 11, så gyllen er suppleret med 90 kg kvælstof pr. ha i stedet for 30. Da der er lineær kvælstofrespons i hele intervallet for kvælstoftilførsel, indgår leddet i opgørelsen og øger dermed gennemsnitstilførslen af kvælstof for de 3 forsøg med 20 kg kvælstof pr. ha. Ved beregning af værditallet er der korrigeret for den faktiske tilførsel i hvert enkelt forsøg.

Resultater

Udbytter i forhold til handelsgødning

Merudbyttet for tilførsel af kvælstof fra handelsgødning i 2015 er højt, over 30 kg kerne pr. kg kvælstof. Der er således høstet 104 hkg pr. ha ved tilførsel af 180 kg kvælstof i de 3 forsøg, mens merudbyttet for kvælstof i gennemsnit af de 8 forsøg fra 2013 til 2015 er godt 20 kg kerne pr. kg kvælstof.

Værditallene viser første års kvælstofvirkning af gyllen i forhold til handelsgødning. Et værdital på 57 for ubehandlet gylle betyder, at 57 kg kvælstof i handelsgødning giver samme kvælstofeffekt som 100 kg total-kvælstof i gylle. Værditallene er generelt lavere i 2015 end i de foregående to år, især ved forsuring. En lille effekt af forsuring er overraskende, da der vejrmæssigt har været gode betingelser for en høj ammoniakfordampning.

Som gennemsnit af de tre års forsøg er værditallet i ubehandlet gylle 61, og øges med 2 enheder ved forsuring.

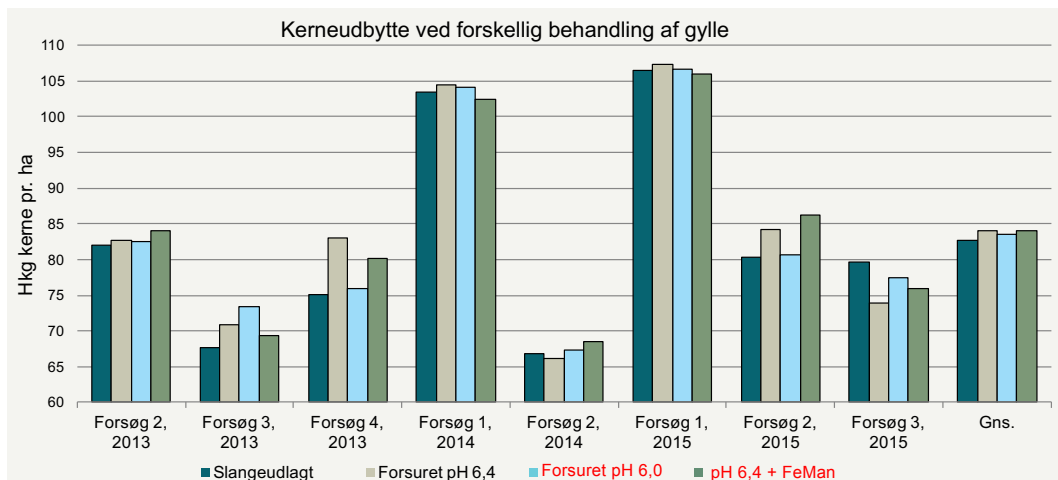
Figur 13 viser udbytter af faktisk tilførsel af totalkvælstof i gylle og handelsgødning målt i hkg kerne og N-udbytte ved de forskellige gylle strategier og med responskurve af stigende tilførsel af kvælstof fra handelsgødning.

Sammenligning af forsøringsstrategier

Der er i 2015 ikke målt udbytteforskelle mellem de forskellige gyllebehandlinger. I et forsøg med minkgylle er der et signifikant merudbytte af forsuring på 6 hkg pr. ha ved tilsætning af FeMan, sammenlignet med ubehandlet gylle.

I figur 14 ses effekten af forsuring af gylle i 8 forsøg fra 2013 til 2015. Der er en stor spredning på effekten af forsuring, og der er ikke signifikant merudbytte af forsuring i 7 ud af de 8 forsøg. I forsøg 3 i 2015 er der en uforklarlig negativ effekt af forsuring på knapt 4 hkg pr. ha. Alle 8 forsøg viser et merudbytte af forsuring til pH 6,4 på 1,4 hkg pr. ha, med og uden tilsætning af FeMan. Der er således ikke merudbytte i kerne for at supplere med FeMan. Der høstes 4 kg kvælstof pr. ha mere, hvor gyllen forsures til pH 6,4.

Merudbyttet for at forsure til pH 6,0 er på 0,8 hkg pr. ha og er således dyrere og giver et lavere udbytte end forsuring til pH 6,4.



FIGUR 14. Kerneudbytte ved forskellig forsøringsstrategi ved udbringning af gylle i 8 enkeltforsøg i vinterhvede fra 2013 til 2015.

Effekt af fuldgødskning

Figur 15 viser effekten af fuldgødskning sammenlignet med delt gødskning i 7 forsøg fra 2013 til 2015. I figuren indgår ubehandlet gylle som delt gødskning med udbringning af handelsgødning 4-6 uger senere og fuldgødskning med gylle, hvor kvælstof og svovl er tilsat som ammoniak (SyreN+) og svovlsyre. Til sammenligning vises udbyttet af handelsgødning med kvælstof tildelt af henholdsvis en og to gange.

Der er ingen forskel mellem udbyttet af delt gødskning sammenlignet med fuldgødskning. Der høstes 0,6 hkg pr ha mere ved fuldgødskning med gylle i forhold til delt gødskning med hhv. ubehandlet gylle og handelsgødning. Kvælstofudbyttet viser en effekt af sen tilførsel af hele kvælstofmængden ved fuldgødning både i led med gylle (+3 kg kvælstof pr. ha) og led med handelsgødning (+9 kg kvælstof pr. ha). Forsøg 1 i 2015 med fejlgødskning er ikke med i opgørelsen.

I 2015 er der i et forsøg (003) et signifikant merudbytte af fuldgødskning med 30 kg kvælstof i ammoniak (SyreN+) sammenlignet med forsuret gylle til pH 6,4, med og uden tilsætning af FeMan på hhv. 7 og 9 hkg pr. ha, men der er i forsøget ikke signifikant effekt i forhold til ubehandlet gylle.

Syreforbrug

pH-værdien af ubehandlet gylle er i gennemsnit 7,4 i 2015 og på niveau med de foregående år. Syreforbruget

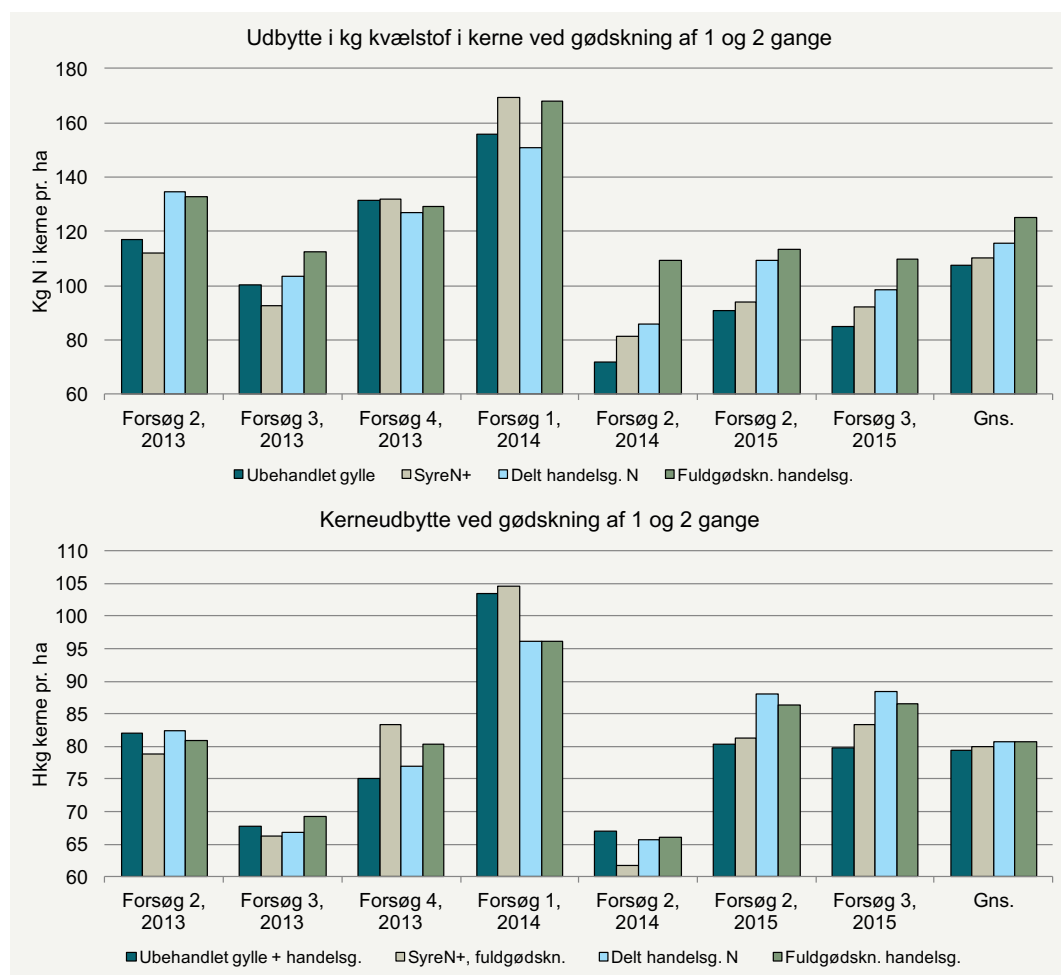
har været faldende gennem årene, og gennemsnitligt er der anvendt 2 liter pr. ton gylle for at reducere pH-værdien med en enhed, mens der er anvendt cirka en liter mere for at reducere pH til 6,0. For at forsure til pH 6,4 og neutralisere pH-stigningen ved tilsætning af ammoniak, er der i SyreN+ systemet gennemsnitligt anvendt 3,7 liter syre pr. ton.

I forsøgsled 8 er der i 2015 anvendt 1,6 liter syre pr. ton gylle for at reducere pH med 1 enhed. Med en udbragt gyllemængde på 42,6 ton pr. ha, svarer det til en tilførsel af 39 kg svovl pr. ha. For at reducere pH til cirka 6,0 har syreforbruget været 2,2 liter syre pr. ton gylle. Det svarer til en tilførsel af 53 kg svovl pr. ha. I gylle tilsat ammoniak er der tilsat 3,2 liter syre pr. ton, som tilfører 77 kg svovl pr. ha. Svovlbehovet i hvede er cirka 20 kg pr. ha.

Planteanalyser

Der er udtaget planteprøver en måned efter sidste gødningstilførsel. Gennemsnitsresultatet af alle 8 forsøg viser en øgning af svovl- og mangankoncentrationen ved forsuring til pH 6,0 og ellers ingen effekt på øvrige næringsstoffer. Se tabel 17.

I 2015 er gennemsnitsindholdet af næringsstoffer i planteprøverne i led med forsuring til pH 6,0 meget påvirket af et meget højt indhold i ét forsøg.



FIGUR 15. Kerne- og kvælstofudbytte ved delt gødskning og fuld gødskning med hhv. forsuret gylle og mineralisk gødning i 7 forsøg i vinterhvede fra 2013 til 2015.

TABEL 17. Resultat af planteanalyser.(N12, N13)

Plante-analyser, juni	S, pct. i TS	N, pct. i TS	P, pct. i TS	Mn, ppm i TS	B, ppm i TS	Cu, ppm i TS
<i>2015. 3 forsøg</i>						
4.	0,26	4,3	0,32	26	3,6	6,7
7.	0,21	3,7	0,33	25	3,2	5,1
8.	0,23	3,7	0,33	26	3,2	5,8
9.	0,34	3,7	0,45	32	5,6	6,8
<i>2013-2015. 8 forsøg</i>						
4.	0,21	3,9	0,36	26,2	3,4	6,5
7.	0,19	3,5	0,37	25,0	3,3	5,9
8.	0,20	3,6	0,36	24,8	3,2	5,9
9.	0,25	3,6	0,41	30,0	4,2	6,2

Økonomi ved gylleforsuring

Prisen for forsuring er opgjort af Danske Maskinstationer og Entreprenører i 2014 og viser en gennemsnitlig syre-
pris på 2,78 kr. pr. liter og en behandlingsomkostning
ved markforsuring på 3,85 kr. pr. ton udbragt gylle. Hvis
syreforbruget sættes til 2 liter pr. ton, der udbringes 30
ton gylle pr. ha, og der regnes med en kornpris på 110 kr.
pr. hkg og en svovlpris på 2 kr. pr. kg, skal der 2 hkg kerne
i merudbytte til at betale omkostningen til forsuring.
Svovlværdien fra syren er indregnet. Tillægges en værdi
af et øget proteinudbytte, er kravet til merudbyttet 1,5
hkg pr. ha. Økonomien for forsuring balancerer således
omkring 0.

8 forsøg med gyllestrategier og markforsuring i vinterhvede viser:

- > Et ikke signifikant merudbytte på 1,4 hkg kerne og 4 kg kvælstof i kerne pr. ha for forsuring til pH 6,4
- > At omkostningen til markforsuring balancerer med det opnåede merudbytte
- > At syrebehovet ved forsuring til pH 6,4 har været 2 l pr. ton gylle, som har forsynet afgrøden med 35-40 kg svovl
- > At der ikke er merudbytte i kerne for tilsætning af additivet FeMan
- > At der ikke er merudbytte for at reducere gyllens pH til 6,0 i forhold til pH 6,4
- > At der er stor variation i udbytteeffekten af forsuring
- > At fuldgødskning med gylle tilsat ammoniak og svovlsyre har givet samme udbytte som delt gødskning med henholdsvis ubehandlet gylle og mineralsk gødning

Stigende kornpris og faldende syrepris vil forbedre økonomien ved forsuring, mens en fjernelse af de underoptimale kvælstofnormer vil forværre økonomien, idet tabet af kvælstof ved ammoniakfordampning kan erstattes af merindkøb af kvælstof i handelsgødning, som vil være billigere.

Ved fuldgødskning med gylle tilsat ammoniak anvendes en billig kvælstofkilde, men et øget syreforbrug og en meromkostning til udbringning (til forrentning af ekstraudstyr og en kapacitetsnedgang, som følge af mindre gylleplads i gyllevognen, der indeholder en indbygget beholder til ammoniak). Til gengæld kan der spares en udbringning af mineralsk gødning.

Signifikant merudbytte af forsuring af forskellige gylletyper til vinterhvede

I vinterhvede er der gennemført i alt 7 forsøg i Midt- og Østjylland, heraf 3 på Foulumgård, med fire forskellige gylletyper med og uden syretilsætning. Det ene af de 3 forsøg på Foulumgård består udelukkende af gylleled, det vil sige, at der ingen referencekurver er med stigende kvælstof. I de to andre tildeles gyllen henholdsvis primo

TABEL 18. Forskellige gylletyper med og uden forsuring til vinterhvede. (N14 og N15)

Vinterhvede	Pct. rå-protein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Pct. rå-protein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
2015. 6 forsøg	6 forsøg med 3 gylletyper			4 forsøg med 4 gylletyper		
1. 0 N	8,2	57	46,4	8,2	61	50,3
2. 100 N				9,0	105	27,3
3. 150 N				10,6	131	32,8
4. 30 N + 80 NH ₄ -N i svinegylle	8,4	103	35,6	9,0	100	24,0
5. 30 N + 80 NH ₄ -N i svinegylle, markforsuret	8,2	101	35,8	9,1	99	23,2
6. 30 N + 80 NH ₄ -N i minkgylle	8,1	99	35,5	8,8	98	24,8
7. 30 N + 80 NH ₄ -N i minkgylle, markforsuret	8,2	107	40,8	9,0	105	27,7
8. 30 N + 80 NH ₄ -N i afgasset gylle				8,7	91	20,1
9. 30 N + 80 NH ₄ -N i afgasset gylle, markforsuret				8,7	96	23,8
10. 30 N + 80 NH ₄ -N i kvæggylle	8,1	96	32,9	8,9	94	20,2
11. 30 N + 80 NH ₄ -N i kvæggylle, markforsuret	8,2	97	33,1	8,8	94	21,1
LSD1		7	9,2		14	7,1
LSD 4-11		5	4,0		15	7,1

Gødning, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	Udbragt kg NH ₄ -N i alt, gylle + handelsg.	pH	NH ₄ -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton ¹⁾	Værdital
2015. 6 forsøg								
4.	33	3,6	2,5	111	7,0	72		47
5.	33	3,6	2,5	111	6,5	72	2,6	44
6.	11	7,9	7,0	105	7,6	86		54
7.	11	7,9	7,0	105	6,3	86	3,8	70
8.	42	3,0	1,9	110	7,9	63		27
9.	42	3,0	1,9	110	6,5	63	7,4	36
10.	44	3,5	1,9	110	6,9	54		28
11.	44	3,5	1,9	110	6,5	54	1,8	29

¹⁾ 50% svovlsyre

april og primo maj, og der måles ammoniakfordampningstab efter udbringning. I de 4 øvrige forsøg indgår henholdsvis 3 og 4 gylletyper. Forsøgene er gennemført på JB 4, 6 og 7. Det er samme gylle, som er anvendt i alle 7 forsøg for at fjerne variationen indenfor gylletypen. Forsøgene er en gentagelse af forsøgene fra 2014 beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2014, s. 253-256.

Formålet er at afklare effekten af gylleforsuring på ammoniakfordampningen, og om et mindre tab kan måles i en udbytteeffekt. Endvidere undersøges det, om der er vekselvirkning mellem gylletyper og forsuring, det vil sige om der er gylletyper, som giver større udslag for forsuring end andre. Afgasset gylle har eksempelvis en højere pH-værdi end øvrige gylletyper, hvilket er en væsentlig faktor ved et øget fordampningstab. Endelig er det formålet at undersøge betydningen af udbringningstidspunktet. Forsøgene indgår i projektet Gylle-IT finansieret af Fødevareministeriets GUDP-midler. Referencekurven med kvælstof i handelsgødning går i tre trin fra 0 til 150 kg kvælstof pr. ha, og i forsøgsled med forsuring tilstræbes en pH-værdi på 6,0-6,4. Forsøgene er endnu ikke endeligt opgjort, og den endelige statistiske analyse følger. Forsøgsplan og udbytteresultater for de 6 forsøg med referencekurver fremgår af tabel 18.

Udbytter i forhold til handelsgødning

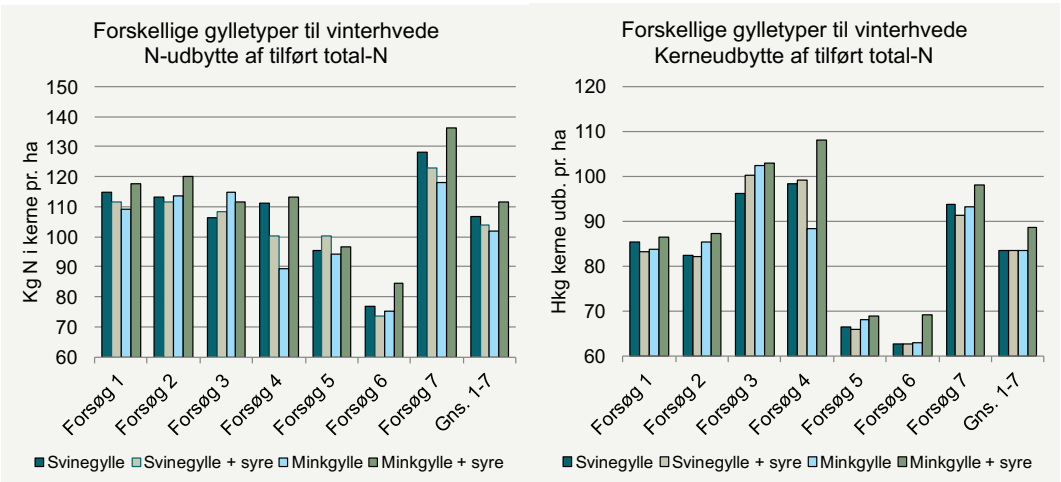
Merudbyttet for tilførsel af kvælstof fra handelsgødning i 2015 er højt, over 20 kg kerne pr. kg kvælstof.



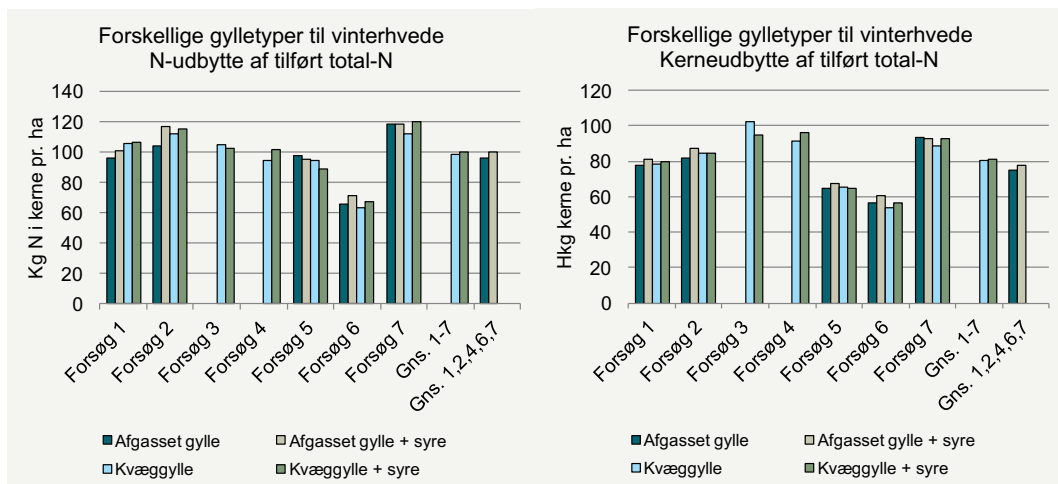
FOTO: ANNETTE VIBEKE VESTERGAARD, SEGES

Udbringning af gylle i forsøg med måling af ammoniakfordampning på Foulum.

Værditalle viser første års kvælstofvirkning af gylle i forhold til handelsgødning. Niveaue er generelt lavt i 2015. Det viser en ringe virkning af gyllen. Forsuring af svine- og kvæggylle har reduceret pH-værdien med cirka 0,5 enhed, men der ses ingen effekt af forsuring. Effekten i minkgylle er til gengæld meget stor, på 16 procentenheder. Der er et signifikant merudbytte for forsuring af denne gylletype. Det skyldes formentligt, at minkgylle både har et højt ammonium-indhold og en høj pH-værdi, som begge øger risikoen for ammoniakfordampning. Afgasset gylle har meget lave værdital, som formentlig skyldes et lavt ammoniumindhold og høj pH-værdi. Tørstofindholdet er 5,4 procent og større end indholdet i svine- og minkgylle, men lavere end i den anvendte kvæggylle



FIGUR 16. Kvælstof- og kerneudbytte af 7 forsøg med svine- og minkgylle til vinterhvede, med og uden forsuring.



FIGUR 17. Kvælstof- og kerneudbytte af hhv. 5 og 7 forsøg med afgasset gylle og kvæggylle til vinterhvede, med og uden forsuring.

(7,4 procent tørstof). Effekten af forsuring af afgasset gylle er derimod stor, på 9 procentenheder. Resultaterne er meget forskellige fra 2014 til 2015.

I figur 16 ses udbytterne i forsøg med svine- og minkgylle med og uden forsuring. Der ses en meget stor variation mellem forsøgene på trods af, at det er samme gylle, som er anvendt alle steder. For minkgylle er der et positivt merudbytte af forsuring i alle forsøg, mens effekten i svinegylle er mere varierende. Som gennemsnit er der ikke opnået merudbytte ved forsuring af svinegylle, mens minkgylle giver 5 hkg kerne pr. ha i merudbytte for forsuring og godt 9 kg kvælstof i kerne. I forsøg 4 er der signifikant merudbytte af forsuring. Figur 17 viser udbyttet af forsuring af afgasset gylle og kvæggylle. På nær et enkelt forsøg er der positiv effekt af forsuring af afgasset gylle, svarende til et merudbytte på 2,8 hkg kerne pr. ha og 4 kg kvælstof i kerne pr. ha. Resultaterne for kvæggylle viser en meget varierende effekt af forsuring – i forsøg 3 er der opnået et signifikant negativt merudbytte af forsuring, som giver en lav gennemsnitlig effekt på 0,7 hkg pr. ha.

Foreløbig statistisk analyse af 2013-2015 forsøg med forsuring

En foreløbig analyse af forsøg med forsuring af forskellige gylletyper samt foregående forsøgsserie med gyllestrategier til vinterhvede vises i tabel 19, og viser et signifikant merudbytte af forsuring i alle forsøg på 1,8 hkg kerne pr. ha (LSD=1,2 hkg pr. ha).

Analyse af forskellige gylletyper viser, at der ikke er vekselvirkning mellem forsuring og gylletyper, men at der er signifikant forskel på udbytteeffekten af at gødske med forskellige typer af gylle. Således giver minkgylle signifikant højere udbytte end alle andre gylletyper ved samme kvælstoftilførsel, og svinegylle er signifikant bedre end afgasset gylle og kvæggylle. Det er her væsentligt at bemærke, at gylletyperne ikke er repræsentative, idet de stammer fra ét biogasanlæg og fra ganske få andre besætninger. Den afgassede gylle har ofte en høj førsteårsvirkning, men som det ses i tabel 18 er andelen af ammonium-N unormalt lav i forhold til typiske biogasanlæg. Biogasanlægget på Foulum anvender således en stor andel af tørstofrig biomasse med meget organisk bundet kvælstof.

TABEL 19. Statistisk analyse af forsøg med gylle til vinterhvede i 2013-2015. (N14 og N15)

Forsuring	Udbytte, hkg pr. ha	N-udbytte, kg N pr. ha
<i>2013-2015. 17 forsøg</i>		
Ja	76,4	96
Nej	74,6	92
LSD	1,2	1,9
Gylletype	Udbytte, hkg pr. ha	N-udbytte, kg N pr. ha
<i>2014 + 2015. 9 forsøg</i>		
Svin	75,6	97
Kvæg	73,6	91
Mink	78,3	98
Afgasset	74,4	90
LSD	1,8	2,7

STRATEGI

9 forsøg med udbringning af forskellige gylletyper i 2014 og 2015 med og uden forsuring til vinterhvede viser:

- > Et signifikant merudbytte af forsuring på 1,8 hkg kerne pr. ha og ingen vekselvirkning mellem gylletyper

Som gennemsnit er der merudbytte for forsuring af gylle, men der er stor variation mellem forsøgene. Forsur derfor gyllen når:

- > Gyllen har en høj pH-værdi, et højt tørstofindhold og højt ammonium-N indhold.
- > Når gyllen udbringes under vejrforhold med blæst, høje temperaturer og tør luft.
- > Når der er behov for udbringning over en lang periode, hvor man vil være uafhængig af vejrsigten.
- > Når afgrøden er åben og svag.
- > Når niveauet for tilførsel af kvælstof er under optimum.

Analysen viser, at der er signifikant vekselvirkning mellem tilførselsniveauet af kvælstof og merudbyttet af forsuring, idet merudbyttet for forsuring er størst ved lav tilførsel.

Gylle med nitrifikationshæmmere reducerer nitratindholdet i det øverste jordlag

Der er ikke opnået en sikker udbytteeffekt af tilsætning af nitrifikationshæmmere til gylle inden såning af vårbyg, med og uden supplerende tilførsel af kvælstof i handelsgødning. Derimod er der opnået en reduktion af

nitratindholdet i øverste jordlag ved tilsætning af nitrifikationshæmmere.

Der er opnået en signifikant effekt på kvælstofudbyttet af delt handelsgødning ved såning og 4-6 uger efter, sammenlignet med tildeling af én gang ved såning.

Nitrifikationshæmmere reducerer risikoen for udvaskning af nitrat ved at forhindre ammoniumkvælstof i at omdannes til nitratkvælstof (ved en hæmning af nitrosomonas bakterier i jorden). Effekten varer i 4-8 uger afhængigt af vejrforholdene: Jo varmere vejr, des kortere virkningstid. Den største effekt forventes i år med megen forårsnedbør, på sandjord og i afgrøder med langsom vækststart. Nitrifikationshæmmerne N-Lock og Vizura er i to forsøg tilsat gylle inden såning af vårbyg for at undersøge, om de to produkter har en positiv udbytteeffekt ved to niveauer af tilført kvælstof. Det undersøges endvidere, om N-min indholdet i de forskellige jordlag er forskelligt i gyllegødede parceller med og uden tilførsel af nitrifikationshæmmerne. Forsøgene er etableret i Sønderjylland på JB 1 og 4.

Forsøgene indeholder referenceled med stigende tilførsel af kvælstof i handelsgødning før såning, fra 80 til 160 kg kvælstof pr. ha, og et led med delt gødskning. I led med gødskning med gylle nedfældes 80 kg ammoniumkvælstof i gylle, henholdsvis med og uden de to nitrifikationshæmmere og med og uden supplerende tilførsel af kvælstof i handelsgødning. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 20. Gyllen er nedfældet 7. april, og sådatoen er henholdsvis 24. april og 6. maj. Handelsgødning er suppleret primo juni. Fra gylleudbringning til såning er der faldet 89 mm nedbør mod en normal på 61 mm, og i den følgende måned er der faldet 98 mm mod en

TABEL 20. Gylle med nitrifikationshæmmere til vårbyg. (N16)

Vårbyg	NO ₃ -N, ppm, 0-25 cm, juni	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2015. 2 forsøg</i>					
1. Før såning: 80 N		0	10,0	71	52,6
2. Før såning: 80 N, efter fremspiring: 40 N		0	10,8	87	6,3
3. Før såning: 120 N		0	10,5	79	3,2
4. Før såning: 160 N		0	11,1	80	0,3
5. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle	15	0	10,4	75	0,8
6. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle, efter fremspiring: 40 N		0	11,1	83	2,6
7. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle + 2,5 l N-Lock	7	0	10,1	69	-2,0
8. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle + 2,5 l N-Lock, efter fremspiring: 40 N		0	10,9	81	2,1
9. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle + 5 l Vizura	11	0	10,0	79	5,7
10. Før såning: 80 NH ₄ -N i gylle + 5 l Vizura, efter fremspiring: 40 N		0	11,0	80	1,2
LSD 1				8,2	ns

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

normal på 64 mm. Der er målt N-min ved etablering og primo juni i 0 til 100 cm dybde.

Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen

Sammenligning af udbytterne i led 2 og 3 viser en signifikant stigning i kvælstofudbyttet ved delt gødskning. Dette viser, at overskudsnedbøren har øget tabet af kvælstof ved den tidlige udbringning. Der er ikke signifikante forskelle mellem kerneudbytterne. Sammenlignes behandlingerne med gylle alene, er der negativ effekt af N-Lock (signifikant i det ene forsøg) og en positiv effekt af Vizura, mens gylleled suppleret med handelsgødning ikke viser nogen positiv effekt af nitrifikationshæmmerne i forhold til ubehandlet gylle.

Indhold af N-min

Sammenlignes led 5, 7 og 9, mere end halveres nitratindholdet i de øverste 25 cm jord ved tilsætning af N-Lock, fra 15 ppm til 7 ppm, mens Vizura reducerer nitratindholdet med 25 procent (til 11 ppm). I dybere jordlag er der ikke forskel på nitratindholdet mellem behandlinger. Ammoniumindholdet har svag tendens til at være lidt højere i det øverste jordlag, hvor der er anvendt nitrifikationshæmmere, men niveauet er generelt lavt (mellem 2,5 og 3,0 ppm), så forskellene er små.

Anden organisk gødning

> **ANNETTE VESTERGAARD, SEGES**

Positiv effekt af fosfor fra restprodukter til vårbyg

Forsøg med afprøvning af fosforvirkningen i struvit, slam, **kildesorteret** husholdningsaffald og halmaske har vist en førsteårs udbytteeffekt i vårbyg svarende til 40 til 100 procent af fosforeffekten af tripelsuperfosfat (TSP) på jorder med meget lav fosfortilgængelighed.

Andenårs virkningen af fosfor i restprodukter er større end af handelsgødning (TSP), men mindre end TSP tilført i 2. år. NovoGro er det restprodukt med højest 2. års P-virkning.

I 2013 er der påbegyndt et GUDP-projekt for at belyse fosforvirkningen af forskellige restprodukter og for at finde fosforkilder, som kan erstatte indkøb af fosfor (Oversigten over Landsforsøgene 2014 s. 258-260). Rest-produkterne er afprøvet i vårbyg med registrering af første og andenårs fosfor-virkning. For at få udslag for tilført

fosfor er der søgt efter forsøgsarealer med lave fosfortal. Der er udtaget et meget stort antal jord- og planteanalyser på parcellniveau, som endnu ikke er færdiganalyseret. Endelige resultater og konklusioner opgøres derfor i 2016.

Forsøgsbehandlinger

I foråret 2015 er der anlagt to markforsøg i henholdsvis Nord-, og Østjylland med seks forskellige produkter i vår-byg: To typer af slam, struvit, kildesorteret organisk dag-renovation (KOD) og halmaske. Forsøgsarealet i Nordjylland ligger på kold, hævet havbund. Forsøget i Østjylland ligger på lunere jord.

To eftervirkningsforsøg er desuden videreført, hvor der i foråret 2014 blev udbragt samme produkter, men i 2014 blev der udbragt NovoGro og biochar fra dyrekogler i stedet for halmaske. Her varierede Pt ved forsøgsstart på mellem 1,9 og 3,6 for forsøget i Nordjylland, mens niveauet i forsøget i Østjylland lå lavere. Doseringen af alle produkter er beregnet ud fra en analyse og en planlagt tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha. Det giver en udbringningsmængde varierende fra 580 kg struvit pr. ha til godt 10 tons aluminium fældet slam pr. ha. Produkterne er udbragt og nedpløjet før såning og forsøgene er gødsket med 140 kg kvælstof, 60 kg kalium og svovl for at isolere fosforeffekten af produkterne.

Som reference er der stigende tilførsel af fosfor, fra 0 til 60 kg pr. ha tilført i TSP. For at afdække eventuelle andre effekter af produkterne end fosforvirkningen, er forsøget gennemført som et tofaktorforsøg, hvor der er tilført henholdsvis 0 og 60 kg fosfor pr. ha i alle led. Det betyder, at referencekurven udvides til 120 kg fosfor pr. ha i førsteårs forsøgene.

I andet forsøgsår tilføres stigende fosfor i TSP i faktor A led (0-60 kg forfor pr. ha). Denne referencekurve afspejler praksis, hvor der ikke er anvendt organisk gødning, og afgrødebehovet dækkes gennem en årlig fosfor-tilførsel. I faktor B tilføres ikke yderligere fosfor, og referencekurven afspejler således Andenårs virkningen af tilført fosfor i TSP i intervallet 60-120 kg fosfor pr. ha. Forsøgsplan og -resultater af førsteårs virkningen fremgår af tabel 21.

Resultater af førsteårsforsøgene

Forsøget i Nordjylland er velegnet til at afdække en P-virkning, idet jorden er kold, hævet havbund med langsom vækststart for afgrøderne i foråret. Der er stor synlig

TABEL 21. 1. års virkning af fosfor i restprodukter til vårbyg. (N17 og N18)

Vårbyg	Led A: Uden ekstra P				Led B: + 60 P i triplesuperfosfat (TSP)			
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. rå-protein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. rå-protein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha
2015. 1 forsøg i Nordjylland								
1. 0 P i triplesuperfosfat (TSP)	1	10,6	70	48,4	2	10,8	94	63,4
2. 20 P i triplesuperfosfat (TSP)	1	11,0	81	5,5	3	11,1	99	2,2
3. 40 P i triplesuperfosfat (TSP)	1	11,5	94	11,6	4	10,8	98	3,5
4. 60 P i triplesuperfosfat (TSP)	4	10,9	98	17,9	4	10,7	101	6,4
5. 60 P i slam 1 ²⁾	4	10,5	81	8,3	4	10,9	101	4,4
6. 60 P i slam 2 ²⁾	2	10,7	85	10,4	5	10,9	103	6,1
7. 60 P i struvit	2	10,8	95	15,9	3	10,5	96	3,4
8. 60 P i kompost (KOD)	2	11,0	84	7,5	4	11,0	103	5,3
9. 60 P i halmaske	1	10,5	79	6,9	4	10,5	99	5,9

LSD 12: 6 hkg kerne pr. ha

2015. 1 forsøg i Østjylland

1. 0 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	9,1	98	79,4	0	9,4	106	83,4
2. 20 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	9,4	104	1,8	0	9,2	106	1,2
3. 40 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	9,0	97	-0,5	0	9,2	104	0,3
4. 60 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	9,2	104	3,3	0	9,2	107	2,5
5. 60 P i slam 1 ²⁾	0	9,7	107	1,5	0	9,8	116	2,9
6. 60 P i slam 2 ²⁾	0	9,7	111	4,4	0	9,7	113	2,2
7. 60 P i struvit	0	10,0	114	4,4	0	9,6	115	4,2
8. 60 P i kompost (KOD)	0	9,5	107	3,3	0	9,6	112	2,2
9. 60 P i halmaske	0	9,1	102	3,1	0	9,2	103	-1,5

LSD 1: ns, LSD 2: 1,9 hkg kerne pr. ha, LSD 12: ns

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.
²⁾ Slam 1 er fældet med jern, Slam 2 er fældet med aluminium.

effekt af stigende fosfortilførsel gennem hele vækstsæsonen, som har givet vårbyggen forskellige udviklingsforløb. Fosfortallene varierer mellem 2 og 3 i forsøget i Nordjylland, som tyder på at andre parametre end Pt er betydende for planteoptagelsen.

Forsøget har givet et signifikant merudbytte af gødskning med op til 40 og 60 kg fosfor på henholdsvis 11,6 og 17,9 hkg pr ha, og der er i forsøget signifikante merudbytter af alle restprodukter – mest for struvit, som har givet et merudbytte på 15,9 hkg pr. ha og dermed en fosforeffekt som svarer til udbyttet i led med 60 kg fosfor i TSP. Førsteårs virkningen af fosfor i restprodukterne i forhold til TSP i dette forsøg er angivet i tabel 22 og viser, at produkterne har haft en virkning, som svarer til 40 til 100 procent af virkningen i handelsgødningsfosfor.

TABEL 22. 1. års virkning af fosfor i restprodukter i forhold til TSP. (N17)

Vårbyg, forsøg 1	Værdital for P	95 pct. konfidensinterval
Jernfældet slam	45	25 65
Aluminiumfældet slam	59	37 81
Struvit	100	68 138
Kompost (KOD)	42	23 62
Halmaske	40	21 59

Som faktor to er der i samme forsøg signifikant merudbytte for at øge fosfortilførslen fra 60 til 120 kg fosfor pr. ha på 6,4 hkg. Et tilsvarende signifikant merudbytte er opnået ved gødskning med 60 kg fosfor i TSP sammen med 60 kg fosfor pr. ha i aluminium-fældet slam.

Forsøget i Østjylland har hovedsageligt vist en visuel effekt i ugødet parcel i de tidlige vækststadier. Her er der ikke signifikant udbytteeffekt af fosfortilførslen, men gennemsnitlige merudbytter på 1,5 til 3,4 hkg pr. ha for gødskning med restprodukter i forhold til ingen fosfor gødskning.

Forsøgene viser sammenlagt en fosforeffekt i restprodukter på 65 til næsten 100 procent af virkningen i TSP i behandling A-led uden supplerende fosfor, med størst effekt af struvit og aluminiumfældet slam.

Det målte kvælstofudbytte er højere for alle restprodukter i behandling B, som er suppleret med fosfor, undtagen halmasken, sammenlignet med led 4B, hvor der er tilsat 120 kg fosfor i TSP. Dette kan indikere en kvælstofvirkning af produkterne. Der er derimod ikke effekt på kerneudbyttet ved tilførsel af restprodukter, udover effekten af fosfor.

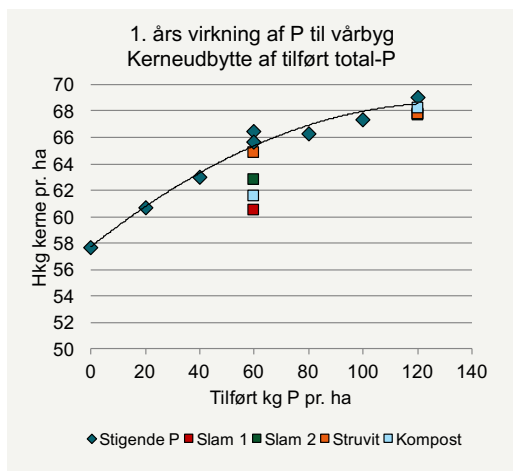


Fotos fra marken med forsøgsarealet i Nordjylland A1(tv): Ingen P-gødning og A7(th): 60 P i Struvit ved skridning.

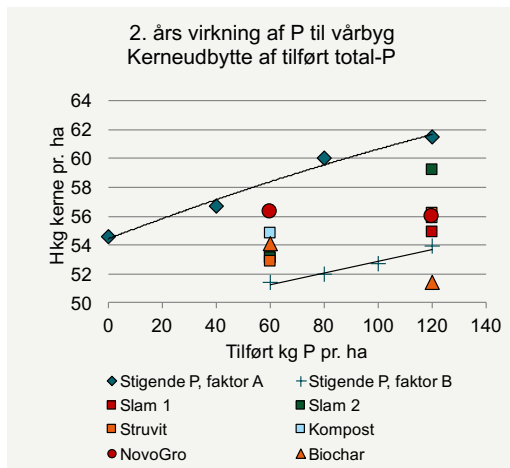
Figur 18 viser resultatet af de to ovenstående forsøg samt førsteårsvirkningen af et tilsvarende forsøg fra 2014. Figuren viser en fosforeffekt af alle produkter, at aluminium-fældet slam har en bedre virkning end jernfældet slam og kompost, mens struvit er nærmest fosforvirkningen i TSP. Høje og ens udbytter i led B kan indikere, at fosfor tilført i TSP dækker behovet, og der derfor ikke er andre effekter af restprodukterne end fosforeffekten.

Resultater af forsøg med eftervirkning af restprodukter

Tabel 23 og 24 viser forsøgsplan og resultater af to eftervirkningsforsøg. I begge forsøg er udbyttet i ugødet led A1 større end i led B1, som har fået tilført 60 kg fosfor pr. ha i TSP i 2014. I forsøget i Nordjylland er der et signifikant merudbytte for tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i TSP



FIGUR 18. Første års fosforeffekt af restprodukter i vårbyg, i alt 3 forsøg fra 2014 og 2015.



FIGUR 19. Andet års fosforeffekt af restprodukter i vårbyg, 2 forsøg i 2015.

i 2015 på 12,4 hkg pr. ha, sammenlignet med ugødet parcel, mens der ikke er signifikant udslag for andetårs-virkningen af restprodukterne. I forsøget i Østjylland er der ingen signifikant effekt af fosfor i hverken handels-gødning eller restprodukter.

Figur 19 viser kerneudbyttet af de forskellige restprodukter og de to referencekurver med stigende fosfor i TSP, hvor den øverste referencekurve således afspejler den samlede tilførsel fordelt over både 2014 og 2015, mens den nederste kurve viser fosfortildelingen i TSP i første forsøgsår.

NovoGro viste i 2014 ingen førsteårs virkning men til gengæld den højeste andetårsvirkning, svarende til mere end 40 procent af virkningen i TSP tilført over to år. Sammenlignet med eftervirkningen af fosfor i TSP (led 1B), giver NovoGro et merudbytte på næsten 5 hkg pr. ha. Struvit har omvendt givet den største førsteårs virkning, men en lav andetårsvirkning. Sideløbende potteforsøg i

TABEL 23. Forsøgsplan for eftervirkning. Tilførsel af fosfor i led 1-4, A og B. (N19)

Vårbyg	Led A		Led B	
	Kg P pr. ha i TSP, 2014	Kg P pr. ha i TSP, 2015	Kg P pr. ha i TSP, 2014	Kg P pr. ha i TSP, 2015

2015. 2 forsøg

1. 0 kg P i triplesuperfosfat (TSP)	0	0	60	0
2. 20 kg P i triplesuperfosfat (TSP)	20	20	80	0
3. 40 kg P i triplesuperfosfat (TSP)	40	40	100	0
4. 60 kg P i triplesuperfosfat (TSP)	60	60	120	0

TABEL 24. Andetårsvirkning af fosfor i restprodukter til vårbyg. (N19)

Vårbyg	Led A: Samme P i led 1-4 i 2014 og 2015				Led B: + 60 P i triplesuperfosfat (TSP) i 2014			
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha
2015. 2 forsøg								
1. 0 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	10,1	75	54,6	0	10,1	70	51,4
2. 20 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	10,2	79	2,1	0	10,3	73	0,6
3. 40 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	9,7	79	5,4	0	10,1	72	1,3
4. 60 P i triplesuperfosfat (TSP)	1	9,9	83	6,9	0	10,2	75	2,5
5. 2014: 60 P i slam 1 ²⁾	0	10,7	77	-1,5	0	10,7	80	3,5
6. 2014: 60 P i slam 2 ²⁾	0	10,5	76	-1,5	1	10,7	86	7,8
7. 2014: 60 P i struvit	0	10,3	74	-1,7	0	10,3	79	4,8
8. 2014: 60 P i kompost (KOD)	0	10,4	78	0,2	0	10,3	79	4,5
9. 2014: 60 P i NovoGro	0	11,0	84	1,7	0	10,6	81	4,6
10. 2014: 60 P i biochar fra dyrekogler	0	10	77	-0,5	0	10,4	72	0,0
LSD 1: ns, LSD 2: ns								

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
²⁾ Slam 1 er fældet med jern, Slam 2 er fældet med aluminium.

vårbyg ved Aarhus Universitet med andre jordtyper har dog vist en betydelig førsteårsvirkning af både struvit og NovoGro.

Alle restprodukter (på nær biochar fra dyrekogler) giver et ikke signifikant merudbytte sammenlignet med eftervirkningen af tilført fosfor i TSP, hvilket viser en betydelig eftervirkning formentlig hovedsageligt af kvælstof, da kvælstofudbyttet er højere fra restprodukterne.

De foreløbige resultater viser, at der er fosforvirkning af de forskellige restprodukter, og at der er forskel på tilgængeligheden over tid. På kolde jorder er fosforgødskning af stor betydning, og forsøget i Nordjylland viser, at det er vigtigt hyppigt at tilføre lettilgængeligt fosfor. På almindelig agerjord med god fosforstatus (Pt 2-4) vil restprodukterne give en god vedligeholdelsesgødskning med fosfor.

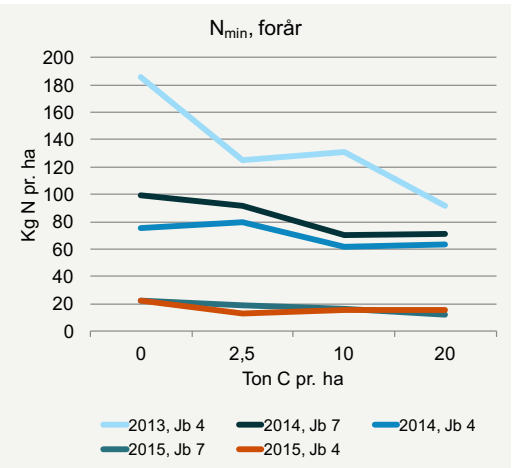
Biochar fra træ reducerer N-min 3 år efter udbringning

I et EU-finansieret projekt er effekten af udbringning af biochar målt på såvel jord som afgrøder, se Oversigt over Landsforsøgene 2014 s. 257-258 og 2013 s. 261-263.

Biochar fremstilles ved iltfri forbrænding af organisk materiale, som producerer energi og et kulstofrigt restprodukt kaldet biochar. Ved udbringning på jorden kan det påvirke jordens fysiske og kemiske egenskaber samtidig med, at det kan anvendes til kulstoflagring, da biochar har en omsætnings tid på hundreder til tusinder af år. I

2012 er der udbragt stigende mængder af kulstof i biochar fra træaffald inden såning af vinterhvede i 3 forsøg. Der er i 2013 og 2014 ikke fundet signifikante udbytteeffekter af biocharen, men en effekt på jordens N-min indhold, som er målt i to af de tre forsøg. I 2015 er der afslutningsvis målt N-min på forsøgsarealerne 3. år efter udbringning.

Resultaterne ses i figur 20 og viser et fald i N-min alle år ved stigende tilførsel af kulstof i biochar i år 1. Tabel 25 viser den relative reduktion i forhold til ubehandlet parcel. Der er en signifikant sammenhæng mellem doseringen af biochar og jordens N-min indhold (P<0,001). En



FIGUR 20. N-min som funktion af tilført kulstof i biochar i 2012.

TABEL 25. Effekt af biochar på N-min i jord, 1-3 år efter udbringning. (N20)

Dosering, ton C pr. ha	Relativ effekt					Middel
	2013, JB 4	2014, JB 7	2014, JB 4	2015, JB 7	2015, JB 4	
2013-2015. 2 trædrige forsøg						
0	100	100	100	100	100	100
2,5	67	93	107	86	59	82
10	70	71	83	73	68	73
20	49	72	84	55	68	66

forklaring kan være, at biochar med et højt C/N-forhold (på 300) og en høj CEC-værdi (evne til at binde kationer) immobiliserer kvælstof. Derfor kan biochar muligvis anvendes til at reducere risikoen for tab af kvælstof ved nitratudvaskning i flere år efter udbringning. Ud over kulstoflagring kan der således også være en positiv miljøeffekt i forhold til nitratudvaskningen, som i forsøgene ikke har reduceret kvælstofudbyttet i kernen.

Andre gødningsforsøg

> **KRISTOFFER PIIL OG HENNING SJØRSLEV LYNKVIG,**
SEGES

Kvælstoftabet gennem dræn stiger ikke betydeligt ved tildeling af op til halvanden gange normen

Et fastliggende storparcelforsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede viser, at kvælstoftabet gennem dræn først stiger betydeligt, når der tildeles mere end 1,5 gange normen. Der er signifikante merudbytter i vinterhvede for tildeling af kvælstof op til henholdsvis halvanden gange normen, det vil sige 230 kg kvælstof pr. ha, i 2013/14, og normen, det vil sige 166 kg kvælstof pr. ha, i 2014/15.

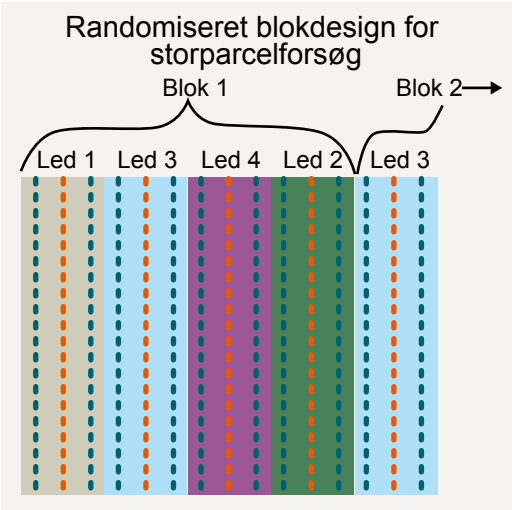
For at undersøge hvordan kvælstoftildelingen påvirker kvælstofudvaskningen fra vinterhvede, er der i 2014 anlagt et fastliggende forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede på et systemdrænet areal. Forsøget er anlagt i en mark med 57 parallelle dræn med udløb i en åben grøft, hvorfor hvert dræn kan prøvetages individuelt. Kvælstoftilførslen svarer til:

- > Led 1: Halv norm
- > Led 2: Norm
- > Led 3: Halvanden gange norm og
- > Led 4: To gange norm.

Marken er inddelt i fem blokke med fire storparceller i de fire blokke og tre storparceller i den femte blok, således at hver storparcel dækker tre dræn. Se figur 21. Forsøgsparcellerne er fastliggende, så forholdet mellem kvælstoftildelingerne er det samme år efter år.

I vinterhalvåret udtages drænvandsprøver fem gange i det midterste dræn i hver storparcel; det vil sige i 19 dræn. Prøverne analyseres for indhold af total- og nitratkvælstof. Drænafastanden i marken er 16 m, og afstanden, mellem de dræn der tages prøve i, er således cirka 45 m. Jordtypen på arealet er JB 6 i pløjelaget og JB 5-7 i underjorden. Arealet er et lavbundsareal på hævet havbund, og på lignende arealer har Aarhus Universitet – Institut for Agroøkologi tidligere vist, at der sker en betydelig denitrifikation i rodzonen, inden vandet løber i drænene.

I 2015 er der ved høst af afgrøden konstateret lejesæd i alle led undtagen led 1. Der er mere lejesæd med stigende kvælstoftildeling, og led 4 er næsten helt i leje. Se foto og tabel 26. Den 4. august er der ikke konstateret lejesæd i forsøget, og det er således gået i leje efter denne dato. Forsøget i 2015 er vækstreguleret intensivt, men lejesæden kan skyldes, at det har været vanskeligt at time vækstreguleringen i forhold til vejret og at der har været kraftig nedbør på arealet i august måned.



FIGUR 21. Randomiseret blokdesign for storparcelforsøg. Hver parcel dækker tre dræn. Drænvandsprøverne udtages i midterste dræn.

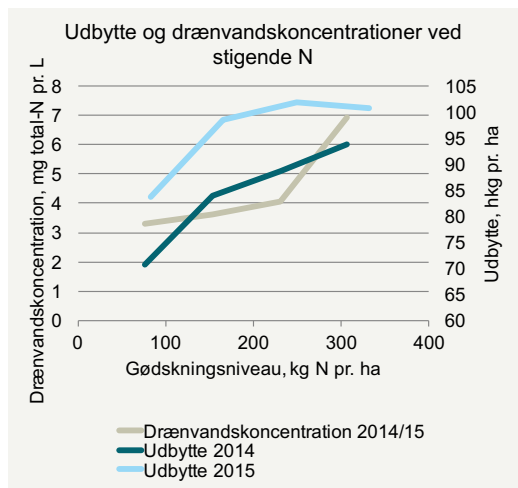


FOTO: CHRISTIAN SØNDERGAARD CHRISTENSEN, LANDBONORD

Dronefoto af to storparceller i led 3 og led 4 2. september 2015. Led 3 og led 4 ses henholdsvis i den øverste og nederste storparcel på fotoet. Der er omfattende lejesæd i begge disse led i alle gentagelser. Se også tabel 26.

Der er signifikante merudbytter for tildeling af kvælstof til og med normtildelingen på 166 kg kvælstof pr. ha i 2015 og op til og med halvanden gange normen, det vil sige 230 kg kvælstof pr. ha i 2014. Der er stigende prote-inprocent op til den maksimale kvælstoftildeling begge år. I 2015 er tusindkornvægten og udbyttet mindre i led 4 end i led 3. Det kan indikere, at lejesæden har kostet udbytte i led 4, der er hårdest ramt af lejesæd. Markover-skuddet, opgjort som kg kvælstof tilført i gødning minus kg kvælstof i kerne, stiger lineært med stigende kvælstof-tilførsel i begge høstår. Se tabel 26.

Drænvandsmålinger i 2014/15 viser højere kvælstofkon- centration i drænvandet med stigende kvælstoftilførsel, men kvælstofkoncentrationen stiger kun 0,9 mg total



FIGUR 22. Totalkvælstofkoncentration i drænvand og udbyt- ter ved stigende kvælstoftildeling.

kvælstof pr. liter, når kvælstoftildelingen øges fra halv norm, 77 kg kvælstof pr. ha, til halvanden gange norm, 230 kg kvælstof pr. ha. Ved gødskning til dobbelt norm, 306 kg kvælstof pr. ha, sker der en stigning i drænvands- koncentrationen på over 3,3 mg total kvælstof pr. liter i forhold til normgødskning. Se figur 22 og tabel 26. Der er ved redaktionens slutning kun taget to drænvands- prøver i forsøget efter høst 2015. Der vil blive taget yder- ligere drænvandsprøver i vinteren 2015/16.

Kvælstofkoncentrationen i forsøget kan med rimelig- hed antages at repræsentere kvælstoftabet fra marken gennem dræn, fordi der ved punktmålinger af afstrøm-

TABEL 26. Udbytter, markoverskud, N-min og kvælstofkoncentrationer i drænvandet ved stigende mængder kvælstof. (N21)

Vinter- hvede	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Mark- overskud, kg N pr. ha	N-min 0-100 cm forår, kg N pr. ha	Drænv.- konc., mg total N pr. liter ²⁾	Ændring i drænvands- koncentration ift. normled, pct.	Pct. total-N i dræn- vand som nitrat	Netto- merudb., hkg pr. ha	Protein korr. netto- merudb., hkg pr. ha ³⁾	Pct. rå- protein i kerne- tørstof	TKV, g	Udb., kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2015. 1 forsøg - vinterhvede</i>												
1. 83 N	0	-11	36	2,5	87	27	-	-	7,5	-	94	83,7
2. 166 N	4	35	55	2,9	100	32	21	25	8,5	37,6	131	14,8
3. 249 N	6	93	61	4,4	154	49	19	27	10,5	37,6	156	18,2
4. 332 N	9	154	79	7,6	264	70	12	25	11,7	35,2	178	17,1
LSD			19	-						ns.		5,5
<i>2014. 1 forsøg - vinterhvede</i>												
1. 77 N	0	2	-	3,3	91	53	-	-	7,1	-	75	70,7
2. 153 N	0	47	-	3,6	100	43	8	11	8,5	-	106	13,2
3. 230 N	0	91	-	4,1	112	53	7	15	10,5	-	139	17,9
4. 306 N	1	143	-	6,9	190	63	6	19	11,7	-	163	23,0
LSD				1,6						-		5,4

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje

²⁾ LSD for afstrømningssæsonen 2015/16 kan ved redaktionens afslutning ikke beregnes, da der kun er foretaget to prøvetagninger i hvert led

³⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.



Dronefoto af forsøget fra 20. maj 2014. Storparcellerne bliver mere mørkegrønne med stigende kvælstoftildeling.

ningen fra dræneene ikke er fundet signifikante forskelle mellem leddene. Forsøget viser således, at på et år på sigt stiger marginaludvaskningen først markant ved gødningstilførsler på over halvanden gang kvælstofnormen.

Jordens N-min indhold er målt i foråret 2014 og 2015. I 2014 var den gennemsnitlige N-min i marken 66 kg kvælstof pr. ha, mens den i 2015 stiger med stigende kvælstoftildeling til forfrugten. Se tabel 26. I overensstemmelse hermed er det observeret i marken, at hveden i 2014 og 2015 før første gødningstildeling var mere grøn og mere veludviklet i parceller med mertildeling af kvælstof i 2013/14. Resultaterne indikerer, at mertildeling af kvælstof har forbedret jordens gødningstilstand til det efterfølgende år, men også at der på langt sigt kan være en merudvaskning, der kan henføres til eftervirkningen af mertildelt kvælstof.

Forsøget fortsætter.

Drænvandskoncentrationerne i Danmark er i gennemsnit over fire år 7,4 mg total N pr. liter

SEGES har i samarbejde med landbrugets rådgivningscentre forestået drænvandsundersøgelser i årene 2011/12 til 2014/15. I gennemsnit er der udtaget drænvandsprøver i 295 dræn årligt, og de gennemsnitlige koncentrationer er 7,4 mg total-N pr. liter og 6,3 mg nitrat-N pr. liter. Se tabel 27. Der er dog stor variation i koncentrationerne, der over alle år varierer fra <1 mg total-N pr. liter og op til 28-39 mg total-N pr. liter.

Drænvandsprøverne er udtaget i drænudløb, drænbrønde, pumpestationer og afvandingsgrøfter tre gange i løbet af vinterhalvåret, det vil sige midt november, midt januar og midt marts.

Koncentrationerne er højest i Østjylland, Himmerland, på Sjælland, Fyn og øvrige østdanske øer og lavest i Vestjylland, Thy og Nordjylland. Koncentrationerne i Østdanmark er typisk 7-10 mg total-N pr. liter, mens koncentrationerne i Nordjylland typisk er 5-7 mg total-N pr. liter. Det kan skyldes, at der falder mindre nedbør i Østdanmark, hvorfor det udvaskede kvælstof er opløst i en mindre mængde afstrømmende vand, og at landskabs- og jordtypen er forskellig imellem landsdelene. Derfor siger resultaterne i sig selv ikke noget om størrelsen på kvælstofudvaskningen i de enkelte geografiske regioner. De lave koncentrationer i Nordjylland skyldes blandt andet, at de nordjyske prøvesteder er domineret af prøvesteder på hævet havbund, hvor der sker omfattende denitrifikation i rodzonen, inden vandet når dræneene.

Afgrøden har også betydning for kvælstofkoncentrationen i drænvand. Således måles der højere koncentrationer i drænvand på arealer, hvor der dyrkes majs og på

TABEL 27. Drænvandskoncentrationer fordelt på afgrødekombinationer.

Afgrøde	Drænvandskoncentration, mg total N pr. liter	Antal prøvesteder, gennemsnit af fire år
Gennemsnit af alle afgrøder	7,4	295
Korn / Bar jord	7,9	35
Korn / Vintersæd	7,4	107
Korn / Efterafgrøde el. udlæg	6,8	40
Korn / Vinterraps	7,2	23
Raps / Vintersæd	9,6	17
Frøgræs / Frøgræs	6,5	7
Frøgræs / Vintersæd	7,1	7
Kl.græs el. græs, slæt	6,4	16
Vedv. Græs	6,2	6
Majs	10,8	14
Majs m. efterafgrøde	9,1	6
Roer	6,6	3
Udyrket areal, skov el. natur	3,5	2

arealer, hvor der er vintersæd med forfrugt vinterraps, end hvor der for eksempel er korn efterfulgt af bar jord, vintersæd eller efterafgrøder. Det tilskrives rapsens store bladfald i efteråret og gode eftervirkning, og at majs en ofte dyrkes i sædskifter med kløvergræs. Lave drænvandskoncentrationer måles typisk på arealer med roer eller græs.

En sammenligning af de målte drænvandskoncentrationer med rodzonekoncentrationer beregnet med udvaskningsmodellen NLES₃ viser, at drænvandskoncentrationerne ikke kan forudsiges af udvaskningsmodellen NLES₃. Kun dræn på højbund, som ikke er vandførende om sommeren, er medtaget i sammenligningen for at undgå, at sammenligningen påvirkes af iblanding af reduceret grundvand i drænvandet.

For yderligere information se Planteavlsorientering nr. 168 og nr. 280.

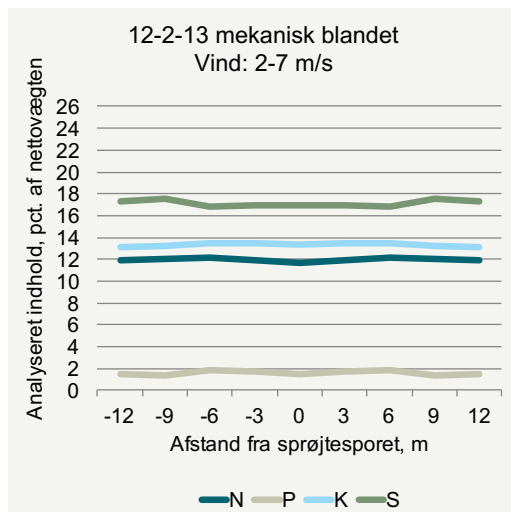
Målingerne er afsluttet.

FarmTest: Anvendelse af mekanisk blandede gødninger

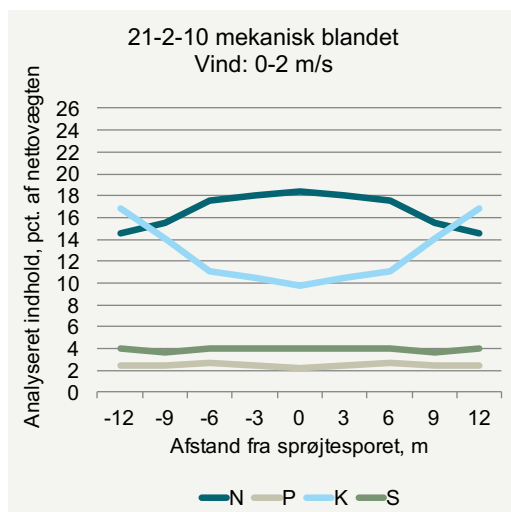
FarmTesten viser en stor variation i, hvor meget de afprøvede mekanisk blandede gødningers næringsstoffer afblander ved centrifugalspredning på 24 meter. Nogle gødninger viser en relativt lille afblanding af næringsstoffer. Ved andre gødninger er afblandingen af næringsstoffer markant.

Opsamlingen i gødningsbakker er foretaget for gødnings-spreaderens ene side ved kørsel i to af hinanden efterfølgende spor. Opgørelsen for den halve spreddebrede er spejlet for at vise den fulde spreddebrede. Eksempler på spredningsbilleder ses i figur 23 og 24. Herunder opsummeres FarmTestens resultat:

- > Hvor der forekommer afblanding af næringsstoffer, forstærkes den negative effekt af, at gødningsmængden i tre ud af fire tilfælde er uens fordelt i spreddebredden. Undersøgelsen kan ikke påvise, om den uens fordeling skyldes gødningernes spredbarhed, andre faktorer eller en kombination.
- > Der kan ved alle de afprøvede mekanisk blandede gødninger konstateres en afblanding af næringsstoffer i gødningstanken. Både i centrifugalsprederne og i gødningstanke på kartoffellæggerne.



FIGUR 23. En mekanisk blandet gødning med lille afblanding af næringsstoffer.



FIGUR 24. En mekanisk blandet gødning med stor afblanding af næringsstoffer.

- > Der kan ikke med sikkerhed fastslås, om afblandingerne skyldes håndtering af gødningerne, da alle gødningerne har været transporteret på vej fra pålæsning til anvendelse. Enkelte gødninger er omlæsset i vogn før ifyldning, hvilken øger risikoen for afblanding.
- > FarmTestens formål er ikke at placere ansvaret for den eventuelle afblanding, men derimod at vise, hvad landmanden kan forvente. FarmTesten viser, at landmanden skal forvente en væsentlig større varia-



Næringsstofferne i gødningen på billedet er koncentreret i forskellige kornstørrelser. Herved er ensartet spredning en udfordring.

tion i den udsprede næringsstofmængde ved brug af mekanisk blandede gødninger, sammenlignet med samgranulerede gødninger.

Brugerne skal være opmærksomme på at minimere afblandingen ved:

- > Kun at anvende mekanisk blandede gødninger leveret i bigbags.
- > Ikke at foretage omlæsning til tipvogn eller lignende.
- > At transportere de mekanisk blandede gødninger til markerne i bigbags, så bigbags altid tømmes direkte ned i gødningstanken på maskinen. Det gælder både centrifugalspredere, kartoffellæggere, såmaskiner mv.
- > Altid at foretage en prøvespredning med spredbakker og minimere spredbredden, hvis gødningsmængden ikke kan fordeles jævnt.

Mekanisk blandede gødninger har ofte uensartede flydeegenskaber, hvorfor de ikke nødvendigvis løber ensartet ud af gødningstanken.

Jordbundsanalyser

> RASMUS MOHR MORTENSEN, SEGES

Der er sket et fald i antallet af jordbundsanalyser

Antal jordbundsanalyser

Antallet af kemiske jordbundsanalyser fra 1. august 2014 til 31. juli 2015 fremgår af tabel 28. Tabellen omfatter analyser udført af OK Laboratorium for Jordbrug, det tyske laboratorium Agrolab samt analyser udført af Eurofins Agro Testing Denmark A/S. Jordprøverne er i langt de fleste tilfælde udtaget i regi af de landøkonomiske foreninger. Antallet af jordbrugsanalyser er lavere end i sæsonen 2013 til 2014.

TABEL 28. Antal jordbundsanalyser fra 1. august 2014 til 31. juli 2015.

Lokalitet	Rt	Pt	Kt	Mgt	Cut	Total-N
Bornholm	1.112	1.112	1.112	1.112	0	0
Sjælland	10.629	10.627	10.627	10.629	1.900	31
Fyn	11.382	11.381	11.381	11.394	56	158
Østjylland	28.934	28.891	28.859	29.031	2.859	214
Nordjylland	31.997	31.981	31.982	32.129	2.929	20
Vestjylland	38.816	36.426	36.490	36.463	4.359	4.392
Hele landet	122.870	120.418	120.451	120.758	12.103	4.815

Fordeling af analysetallene

Næringsstofanalyserne stammer overvejende fra systematiske jordbundsanalyser af hele ejendomme og anses for at være nogenlunde repræsentative for landbrugsjorden. Den procentvise fordeling af gødningstallene i de enkelte landsdele, vist i tabel 29, kan derfor give et indtryk af gødningstilstanden.

Reaktionstallet, Rt

Den procentiske fordeling af reaktionstallene i de enkelte landsdele er næsten konstant fra år til år. For de fleste jorder er der et relativt stort interval, hvor reaktionstallet kan betragtes som optimalt. Når reaktionstallet er over 5,5 til 6,0, er det ikke reaktionstallets størrelse, der er interessant, men udviklingen. Et acceptabelt reaktionstal kan normalt opretholdes ved en kalktilførsel på 1,5 til 2,0 ton jordbrugs kalk pr. ha hvert tredje eller fjerde år.

Fosfortallet, Pt

Fosfortallet angiver den lettilgængelige fosformængde i jorden. Fosfortallet anses for lavt ved værdier under 2.

TABEL 29. Resultater af jordbundsanalyser fra 1. august 2014 til 31. juli 2015. Procentvis fordeling. Ved vurdering af tallene skal man være opmærksom på antallet af gennemførte analyser, der fremgår af tabel 28.

Jordbunds-analyser	Born-holm	Sjælland	Fyn	Øst-jylland	Nord-jylland	Vest-jylland
<i>Rt</i>						
0,0 - 5,4	0	1	2	4	5	11
5,5 - 5,9	2	3	4	18	28	46
6,0 - 6,4	13	11	17	39	42	30
6,5 - 6,9	55	24	34	26	15	10
7,0 - 7,5	28	41	34	11	6	3
> 7,5	2	20	9	3	3	0
<i>Pt</i>						
0,0 - 0,9	0	1	0	1	0	0
1,0 - 1,9	18	20	10	8	3	4
2,0 - 2,9	32	37	27	30	17	12
3,0 - 3,9	28	25	28	30	30	21
4,0 - 4,9	14	11	19	18	25	24
5,0 - 5,9	6	4	10	8	14	17
6,0 - 6,9	2	2	4	3	6	11
7,0 - 7,9	0	1	1	1	3	6
8,0 - 8,9	0	0	1	1	1	3
9,0 - 10,0	0	0	0	0	1	1
> 10,0	0	0	1	0	1	1
<i>Kt</i>						
0,0 - 1,9	0	0	0	0	0	1
2,0 - 3,9	1	1	1	4	3	11
4,0 - 5,9	4	5	5	9	11	25
6,0 - 7,9	13	23	18	15	19	25
8,0 - 9,9	25	27	25	19	21	15
10,0 - 11,9	24	20	22	20	16	9
12,0 - 13,9	18	11	13	14	11	5
14,0 - 15,9	7	6	8	9	7	3
16,0 - 17,9	4	3	4	5	4	2
18,0 - 20,0	3	2	2	3	2	2
> 20,0	2	3	4	3	4	2

Jordbunds-analyser	Born-holm	Sjælland	Fyn	Øst-jylland	Nord-jylland	Vest-jylland
<i>Mgt</i>						
0,0 - 0,9	0	0	0	1	1	0
1,0 - 1,9	0	1	1	2	2	2
2,0 - 2,9	3	4	2	5	7	8
3,0 - 3,9	14	12	7	11	13	17
4,0 - 4,9	20	19	13	16	16	20
5,0 - 5,9	21	19	16	17	15	18
6,0 - 6,9	16	17	17	14	12	12
7,0 - 7,9	10	11	13	11	9	8
8,0 - 8,9	6	6	10	7	6	5
9,0 - 10,0	3	4	7	5	5	3
> 10,0	6	6	13	10	16	6
<i>Cut</i>						
0,0 - 0,9	0	4	9	3	0	4
1,0 - 1,9	0	31	43	39	32	39
2,0 - 2,9	0	36	27	33	31	41
3,0 - 3,9	0	17	11	16	19	12
4,0 - 4,9	0	7	5	6	9	3
5,0 - 5,9	0	3	2	2	5	1
6,0 - 6,9	0	1	0	1	3	0
7,0 - 7,9	0	0	0	1	1	0
8,0 - 8,9	0	0	2	0	0	0
9,0 - 10,0	0	0	2	0	0	0
> 10,0	0	0	0	0	0	0
<i>Total-N</i>						
0,00 - 0,09	0	0	14	7	0	4
0,10 - 0,11	0	10	14	6	10	8
0,12 - 0,13	0	13	15	15	5	14
0,14 - 0,16	0	26	16	29	35	24
0,17 - 0,20	0	19	11	35	15	25
> 0,20	0	32	30	7	35	25

7 procent af analyserne for hele landet viser fosfortal under 2. 48 procent af fosfortallene er mellem 2 og 4, og 45 procent af prøverne har værdier over 4. Fosfortal mellem 2 og 4 anses for normale.

Kaliumtallet, Kt

Kaliumtallets størrelse varierer mellem landsdelene. Niveauforskellen skyldes først og fremmest jordtypeforskelle. Her skiller Vestjylland sig klart ud, idet 62 procent af prøverne viser analysetal under 8. Det tilsvarende tal i Østjylland er 27 procent. På jorder med JB under 4 anses kaliumtal mellem 5 og 8 for at være middel, mens kaliumtal mellem 7 og 10 anses for at være middel på jorder fra JB 4 og op.

Magnesiumtallet, Mgt

Et magnesiumtal på over 4 betragtes som tilfredsstillende. Magnesiumtallet har været stigende igennem de sidste ti år, og andelen af magnesiumtal under 4 er afta-

get meget. Udbyttet og kvaliteten afhænger af tilgængeligheden af magnesium, og derfor er det vigtigt at tilføre tilstrækkeligt magnesium enten i magnesiumkalk eller i magnesiumholdige gødninger.

I gennemsnit for hele landet ligger 21 procent af magnesiumtallene under 4.

Kobbertallet, Cut

Der er kun analyseret få prøver for kobber i forhold til analyser for fosfor, kalium og magnesium. Tallene i 29 er derfor ikke repræsentative for fordelingen af kobbertal. Kobbertal under 2 betyder, at der er risiko for kobbermangel på visse jorder, som for eksempel lavbunds-jorder. Der er en relativ stor andel af prøverne med et lavt kobbertal, hvilket kan hænge sammen med, at der ofte analyseres for kobber på jorder, hvor man har mistanke om risiko for kobbermangel. Ved meget høje kobbertal kan der opstå skader på afgrøden ved kobberforgiftning.

Ved høje kobbertal bør man undgå yderligere tilførsel af kobber.

I gennemsnit af alle analyser ligger 39 procent under 2, og 5 procent over 5.

Totalkvælstof

Indholdet af totalkvælstof i jord kan anvendes til at fastsætte eftervirkningen af kvælstof i stedet for at korrigere ud fra dyrkningshistorien. Ud fra forsøg med stigende mængder kvælstof er det beregnet, hvordan kvælstofbehovet kan korrigeres på grundlag af en bestemmelse af totalkvælstof i den enkelte mark i forhold til et gennemsnitsindhold af totalkvælstof i jord. Hvis indholdet af totalkvælstof er under 0,13 procent, korrigeres kvælstofbehovet op i forhold til normen. Er indholdet over 0,20 procent, korrigeres tilførslen til salgsafgrøder ned i forhold til normen.

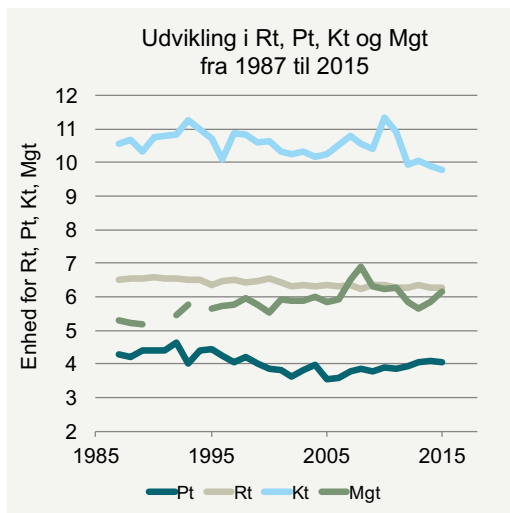
I gennemsnit af alle analyser har 27 procent mindre end 0,13 procent totalkvælstof, mens 24 procent har mere end 0,20 procent totalkvælstof. Antallet af analyser for totalkvælstof er lavt. Langt hovedparten af prøverne er udtaget på kvægbrug i forbindelse med undtagelsesbestemmelserne for at have mere end 1,7 dyreenhed pr. ha. Derfor må det viste indhold af totalkvælstof i jord ventes at være betydeligt over gennemsnittet for dansk landbrugsjord.

Udvikling i analysetallene

Udviklingen i analyseværdierne fra 1987 til 2015, i gennemsnit for hele landet for reaktionstal, fosfortal, kaliumtal og magnesiumtal, er vist i figur 25. Kurverne illustrerer udviklingen over en årrække og ikke ændringen fra år til år. Over den 28-årige periode er der sket et beskedent fald i reaktionstal og fosfortal og en mere markant stigning i magnesiumtal. Det beskedne fald i reaktionstallet, på trods af at der er sket en reduktion i kalkforbruget med 75 procent i perioden, skyldes især det fald i kvælstofudvaskningen, der er sket i perioden.

Mark Analyse Online

SEGES har i 2012 udviklet en jordprøvedatabase (Mark Analyse Online) til at lagre alle jordanalyser. Der er udviklet en facilitet, så data i databasen let kan overføres til gødningsplanlægningsprogrammet Mark Online, hvor de indgår i beregningen af gødningsbehovet på den enkelte mark.



FIGUR 25. Udvikling i analyseværdierne for reaktionstal, fosfortal, kaliumtal og magnesiumtal i gennemsnit for hele landet for årene 1987 til 2015.

I Mark Analyse Online udarbejder konsulenten en analyserapport til landmanden, der indeholder en kalkplan samt en oversigt over analyseresultaterne på bedrifts- og markniveau. Oversigten giver landmanden et overblik over, hvilke og hvor mange af analyserne der er for høje eller for lave i forhold til normværdierne. Der er dags dato analyser fra cirka 280.000 jordprøver i databasen.