



# Oversigt over **Landsforsøgene 2014**



# Oversigt over Landsforsøgene 2014

Forsøg og undersøgelser i  
Dansk Landbrugsrådgivning

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

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:



Se 'European Agricultural Fund for Rural Development' (EAFRD)



Se i øvrigt afsnittet Sponsorer og uvildighed.

# Oversigt over Landsforsøgene 2014

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

<b>Forfattere</b>	Oversigt over Landsforsøgene 2014 er samlet og udarbejdet af Landbrug & Fødevarer, Planteproduktion ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.  I forfatterlisten bagerst i bogen er angivet, hvilke forfattere der bidrager til de enkelte afsnit.
<b>Udgivet</b>	December 2014
<b>Trykkeri</b>	Scanprint A/S
<b>ISBN</b>	978-87-93051-00-3
<b>ISSN</b>	0900-5293
<b>Udgiver</b>	Videncentret for Landbrug P/S Planter & Miljø Agro Food Park 15 8200 Aarhus N T 8740 5000 W <a href="http://vfl.dk">vfl.dk</a>
<b>Foto på omslaget</b>	Inger Bertelsen, Videncentret for Landbrug.
<b>Køb</b>	W <a href="http://netbutikken.vfl.dk">netbutikken.vfl.dk</a>  Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på <a href="http://www.landbrugsinfo.dk/oversigten">www.landbrugsinfo.dk/oversigten</a> .
<b>Kopi</b>	Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inklusive sidetal.

# Gødskning

## Stigende mængder kvælstof

Af Leif Knudsen, Videncentret for Landbrug

Forsøg med stigende mængder kvælstof anvendes til at fastlægge afgrødernes behov for kvælstof. Behovet er påvirket af markens forfrugt, jordtype, dyrkningshistorie, udbyttene mv. I forbindelse med forsøgene udtages jordprøver til bestemmelse af tekstur og totalkvælstof, og der udtages en separat jordprøve 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 4 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 2014 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 2014 er bytteforholdet mellem korn og kvælstof således, at der skal avles 7,2 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 2014. 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 er det nødvendigt at supplere 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. Videncenter for Svineproduktion har opstillet følgende beregningsformel for værdien af protein i korn:



Foto taget fra drone af forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede i Nordjylland. Kvælstoftildelingen varierer mellem 0 og 250 kg kvælstof pr. ha mellem parcellerne. (Foto: Kristian Arnold Bang Davidsen, LandboNord).

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. I beregningen er taget hensyn til, at en højere proteinprocent i korn kræver øget tilsætning af syntetiske aminosyrer. Med en kornpris på 105 og en sojaskråpris på 295 kr. pr. hkg bliver merprisen for vinterhvede med for eksempel 11,0 procent protein 4,50 kr. pr. hkg i forhold til vinterhvede med kun 10,0 procent protein. På kvægbrug er protein normalt billigere end på svinebrug, fordi der kan bruges en større andel af billigere proteinkilder.

For brødhvede kan tillægget for en højere proteinprocent blive endnu højere.

Ved beregningerne af økonomisk optimale kvælstofmængder for korn er både foretaget en beregning med og uden korrektion for værdien af proteinindhold. Den anvendte værdi af protein er 4,50 kr. pr. procentenhed protein. Ved salg af foderkorn til grovvarerforretninger bliver der normalt ikke korrigeret for proteinindhold.

### Stort kvælstofbehov i vårbyg

Vårbyg med forfrugt korn

Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt korn er i årets fem forsøg bestemt til 149 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 20 kg mere end i årene forud.

**Table 1.** Stigende mængder kvælstof til vårbyg i 2014 og i gennemsnit fra 2009 til 2013. (N1)

Vårbyg	2009-2013			2014					
	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Procent råprotein i kernestørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Procent råprotein i kernestørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha <sup>2)</sup>	Netto-merudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha <sup>2)</sup>
<b>Forfrugt korn</b>									
Antal forsøg	25	25	25	5	5	5	5	5	5
Grundgødet	0,0	9,2	<b>38,1</b>	0	8,7	41	<b>34,6</b>	-	-
40 N	0,0	9,1	12,3	0	8,6	61	18,1	14,4	14,1
80 N	0,0	9,6	21,2	0	9,3	80	28,7	22,2	23,9
120 N	0,5	10,2	26,0	1	10,2	97	35,9	26,5	30,9
160 N	1,7	10,9	27,7	2	11,2	112	39,2	26,9	34,7
200 N	2,7	11,7	27,8	4	12,0	122	40,1	24,8	35,4
LSD						6	5,6		
				2009-2013		2014			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				34 (8-82)		45 (26-65)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				129 (76-214)		149 (105-166)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				27,8 (13,4-41,7)		40,1 (31,0-46,6)			
Proteinkorrigeret optimum				161 (83-240)		183 (133-211)			
Kvælstofnorm 2014 (ikke udb.korrigeret)				118 (101-142)		117 (98-132)			
<b>Forfrugt sukkerroer</b>									
Antal forsøg	12	12	12	3	3	3	3	3	3
Grundgødet	0,0	9,2	<b>38,8</b>	0	8,0	46	<b>42,2</b>	-	-
40 N	0,1	9,1	16,9	0	7,9	66	18,8	15,1	14,9
80 N	0,5	9,4	27,9	0	8,9	89	32,0	25,5	28,1
120 N	1,5	10,2	35,1	1	10,3	111	37,3	27,9	35,5
160 N	2,6	10,8	37,2	1	11,0	123	39,9	27,5	38,1
200 N	3,3	11,3	36,1	2	12,1	134	38,9	23,6	37,8
LSD						8	10,5		
				2009-2013		2014			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				51 (25-100)		56 (52-62)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				138 (112-152)		126 (87-151)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				37,0 (26,8-43,6)		39,4 (26,1-51,9)			
Proteinkorrigeret optimum				162 (130-200)		165 (148-175)			
Kvælstofnorm 2014 (ikke udb.korrigeret)				110 (85-124)		98 (92-100)			
<b>Forfrugt majshelsæd</b>									
Antal forsøg				3	3	3	3	3	3
Grundgødet				0	8,7	48	<b>40,4</b>	-	-
40 N				0	8,4	62	13,9	10,2	9,5
80 N				0	9,0	80	24,8	18,2	18,9
120 N				0	9,5	90	28,8	19,4	21,7
160 N				1	11,0	114	36,2	23,9	31,2
200 N				2	11,9	125	36,6	21,4	32,0
LSD						15	7,3		
						2014			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha						55 (30-100)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha						162 (150-180)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha						35,9 (29,1-41,8)			
Proteinkorrigeret optimum						199 (173-238)			
Kvælstofnorm 2014 (ikke udb.korrigeret)						93 (81-102)			

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, og 10 = helt i leje.

<sup>2)</sup> Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 4,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

Udbyttet i det ugødede forsøgsled er mindre end i de foregående år, mens merudbyttet for at tilføre kvælstof i 2014 er betydeligt større. Ved optimum er der i 2014 høstet 74,7 eller 8,8 hkg pr. ha mere end i årene forud. Proteinindholdet er betydeligt

lavere end i de foregående år ved samme kvælstofniveau. Se figur 1. Det meget store udbytte i 2014 og de høje merudbytter for tilførsel af kvælstof afspejler de gode vækstbetingelser for vårbyg i størstedelen af landet. Udnyttelsen af tilført kvælstof

stofgødning har i 2014 været betydeligt bedre end i årene forud. Ved tilførsel af kvælstof op til 160 kg pr. ha er optaget 44 procent af den tilførte mængde i kerne, mens der tilsvarende kun blev optaget 32 procent i de foregående år.

I foderbyg giver en højere proteinprocent en højere værdi af kornet. Derfor stiger den optimale kvælstofmængde fra 149 kg, hvis der ikke regnes med en værdiforøgelse af kornet ved stigende proteinindhold, til 183 kg kvælstof pr. ha, hvis der indregnes en værdi af protein på 4,50 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. I maltbyg tilstræbes mellem 9,5 og 10,5 procent protein. I både 2014 og 2009 til 2013 har tilførsel af 120 kg kvælstof pr. ha resulteret i et proteinindhold på 10,2 procent. Først ved tilførsel af over 160 kg kvælstof pr. ha er maksimalgrænsen for proteinindholdet i maltbyg på over 11,5 procent overskredet. Minimalkravet på 8,7 procent protein har kunnet overholdes også ved lave kvælstoftilførsler.

#### Vårbyg med forfrugt sukkerroer

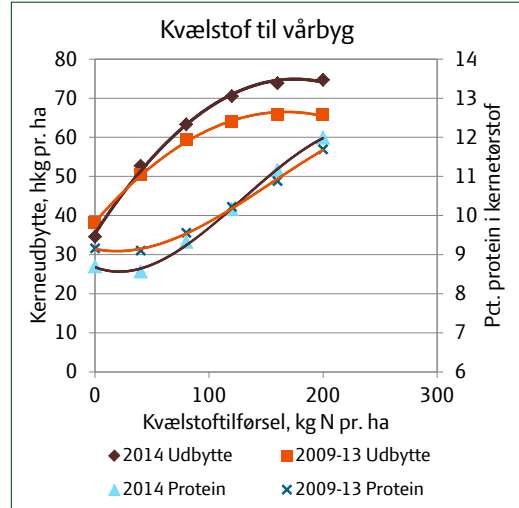
Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt sukkerroer er i tre forsøg på Lolland-Falster bestemt til 126 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 12 kg pr. ha mindre end i de foregående år. Udbytteerne i 2014 er meget store og i gennemsnit 81,6 hkg pr. ha. Der er ikke i nogen af forsøgene tilført husdyrgødning i årene forud. Proteinindholdet er meget lavt i 2014, selv om optagelsen af tilført kvælstof er meget høj.

#### Vårbyg med forfrugt majshelsæd

I tre forsøg med vårbyg efter majshelsæd er bestemt en optimal kvælstofmængde på 162 og 199 kg kvælstof pr. ha henholdsvis med og uden korrektion for proteinindhold. 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 i det grundgødede forsøgsled, men også et meget højt merudbytte for tilførsel af kvælstof.

#### Kvælstof til vinterhvede

I vinterhvedeforsøgene er kvælstoftildelingen i hovedparten af forsøgene sket ad to gange, og første gødningstilførsel på 50 kg kvælstof pr. ha er sket medio marts, mens resten er udbragt medio april. I 2014 har LandboNord alene gennemført 20 kvælstofforsøg i vinterhvede. Det betyder, at forsøgene



**Figur 1.** Bruttoudbytte for stigende mængder kvælstof til vårbyg med forfrugt korn i 2014 og 2009 til 2013 samt proteinindhold.

i Nordjylland er stærkt overrepræsenteret i 2014, hvorfor sammenligning med tidligere års forsøg skal ske med forsigtighed.

#### Vinterhvede med forfrugt korn

Den optimale kvælstofmængde til vinterhvede med forfrugt korn er uden korrektion for proteinindhold bestemt til 178 kg kvælstof pr. ha i gennemsnit af 19 forsøg i 2014. Se tabel 2. En større andel af forsøgene er i 2014 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 udbredt lejesæd. I nogle af enkeltforsøgene har der været kraftig lejesæd, som har påvirket udbytteerne og reduceret den optimale kvælstofmængde.

Udbyttet i det grundgødede forsøgsled er i 2014 på niveau med de foregående år, men merudbyttet for at tilføre kvælstof er betydeligt mindre. Proteinindholdet i kernerne er meget lavt i 2014 og meget påvirket af kvælstoftilførslen.

Op til en kvælstoftilførsel på 200 kg kvælstof pr. ha har marginaloptagelsen i kerne været 45 procent af det tilførte kvælstof. Dertil kommer en optagelse af kvælstof i halm, der normalt udgør omkring 20 procent af optagelsen i kerne.

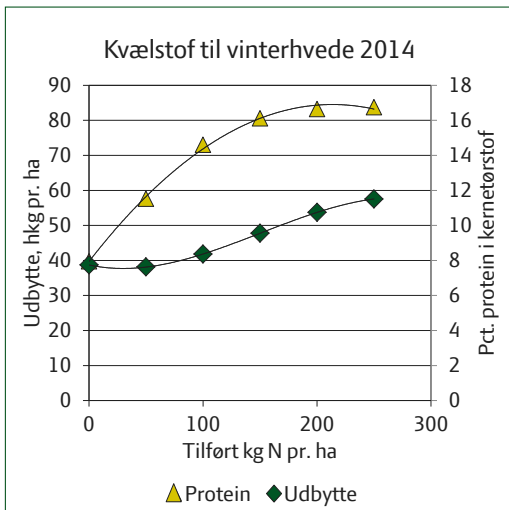
Med et kvalitetstillæg på 4,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein op til 12,0 procent protein sti-

**Tabel 2.** Stigende mængder kvælstof til vinterhvede. (N2)

Vinterhvede	2009-2013			2014				
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerdub. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Nettomerdub. med protein-korr., hkg kerne pr. ha <sup>2)</sup>
<i>Forfrugt korn</i>								
Antal forsøg	41	45	19	19	19	19	19	19
Grundgødet	8,4	<b>40,3</b>	0	7,7	46	<b>39,7</b>	-	-
50 N	8,2	20,8	0	7,6	66	17,9	13,5	13,2
100 N	8,7	36,4	0	8,4	91	33,3	25,3	27,2
150 N	9,8	45,1	1	9,6	115	40,8	29,2	35,5
200 N	10,8	48,3	2	10,7	133	43,5	28,3	39,0
250 N	11,5	49,5	3	11,5	144	44,0	25,2	38,7
LSD								
				2009-2013		2014		
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				38 (9-86)		34 (8-100)		
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				178 (96-260)		178 (94-284)		
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				49,1 (18,5-83,9)		44,9 (29,9-68,6)		
Gns. proteinindhold ved optimum				10,4 (8,8-13,0)		9,9 (8,6-11,7)		
Gns. optimal N-mængde korr. for protein				201 (121-300)		223 (183-300)		
Gns. norm for 2014, ikke udbyttekorrigeret				158 (130-180)		148 (135-170)		
<i>Forfrugt vinterraps</i>								
Antal forsøg	18	18	11	11	11	11	11	11
Grundgødet	8,8	<b>49,6</b>	1	7,9	61	<b>51,4</b>	-	-
50 N	8,6	19,3	1	7,8	82	19,3	14,9	14,5
100 N	9,5	31,4	1	8,4	102	29,8	21,8	23,5
150 N	10,5	36,5	2	10,2	126	31,8	20,2	28,1
200 N	11,5	38,0	6	11,5	138	29,4	14,2	26,3
250 N	12,1	38,5	7	12,2	141	25,7	6,8	21,0
LSD					10	7,8		
				2009-2013		2014		
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				42 (14-100)		34 (8-100)		
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				150 (78-214)		118 (2-191)		
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				38,4 (18,3-54,0)		34,0 (0,7-50,6)		
Gns. proteinindhold ved optimum				10,3 (9,1-11,2)		9,0 (7,6-10,2)		
Gns. optimal N-mængde korr. for protein, kg N pr. ha				194 (110-268)		162 (50-300)		
Gns. norm for 2014, ikke udbyttekorrigeret				138 (116-161)		125 (114-142)		

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, og 10 = helt i leje.

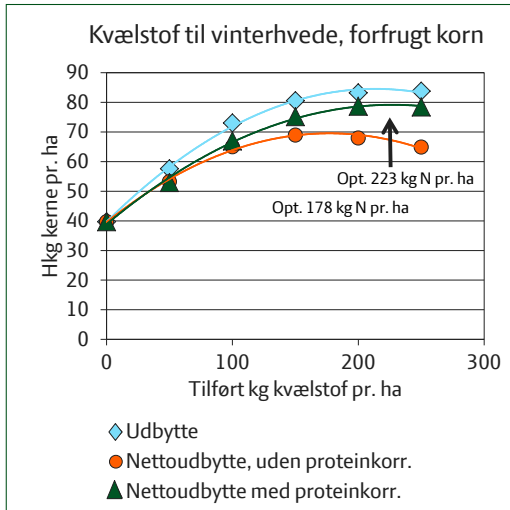
<sup>2)</sup> Proteinkorrekationen er foretaget med en pris på protein på 4,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.



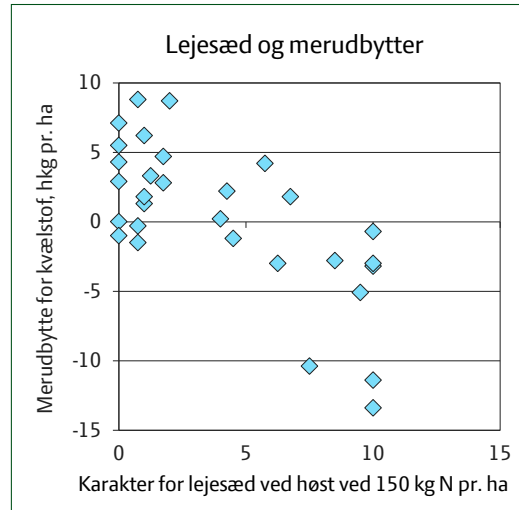
ger den optimale kvælstofmængde i 2014 fra 178 uden korrektion for protein til 223 kg kvælstof pr. ha. En høj proteinpris påvirker den økonomisk optimale kvælstofmængde meget, og det økonomiske resultat er betydeligt mere påvirket af kvælstoftilførslen ved korrektion for protein end uden proteinkorrektion.

*Vinterhvede efter vinterraps og andre forfrugter*  
Otte ud af 11 forsøg med vinterraps som forfrugt er gennemført i Nordjylland. Flest forsøg er gennemført på JB 2 til 4. Hovedparten af forsøgene er tilført husdyrgødning i årene forud. Der er opnået

**Figur 2.** Udbytte samt proteinindhold i kerne i vinterhvede med forfrugt korn i 2014.



**Figur 3.** Udbytte og nettoudbytte med og uden korrektion for protein i vinterhvede med forfrugt korn i 2014.



**Figur 4.** Merudbytte for at øge kvælstofmængden fra 150 til 200 kg kvælstof pr. ha som funktion af registreret lejesæd ved høst ved 150 kg kvælstof pr. ha (0 = ingen lejesæd, 10 = 100 procent lejesæd).

et stort udbytte i det grundgødede forsøgsled. En del af forsøgene er stærkt præget af lejesæd, hvilket har påvirket udbyttet ved de høje kvælstofniveauer. Den optimale kvælstofmængde uden proteinkorrektion er beregnet til kun 118 kg kvælstof pr. ha, men med en meget stor variation mellem enkeltforsøgene. Korrektion af prisen på korn med 4,50 kr. pr. procentenhed protein bevirker, at den optimale kvælstofmængde stiger til 162 kg kvælstof pr. ha.

I figur 4 er merudbyttet for at øge kvælstofmængden fra 150 til 200 kg kvælstof pr. ha vist som funktion af lejesædskarakteren ved høst i forsøgsledet med 150 kg kvælstof pr. ha. Ved en lejesædskarakter ved høst på over 5 har den yderligere kvælstoftilførsel kostet udbytte.

Der er desuden gennemført ét forsøg på JB 6 med konservesært som forfrugt. I dette forsøg er der bestemt en optimal kvælstofmængde på henholdsvis 138 og 300 kg kvælstof uden og med proteinkorrektion. På JB 4 er gennemført et forsøg med forfrugt fabrikskartofler. Her er fundet et optimum med og uden proteinkorrektion på henholdsvis 177 og 215 kg kvælstof pr. ha.

*Merudbytte for at øge kvælstoftilførslen med 50 kg udover 150 kg kvælstof pr. ha*

I figur 5 er vist merudbyttet for at øge kvælstoftilførslen med 50 kg kvælstof pr. ha fra 150 til 200 kg

pr. ha for hvert af de 33 gennemførte enkeltforsøg i 2014. Hvor der er foretaget en proteinkorrektion, er værdien af kornet beregnet, og herudfra er det proteinkorrigerede udbytte beregnet ved at dividere med standardkornprisen på 105 kr. pr. hkg.

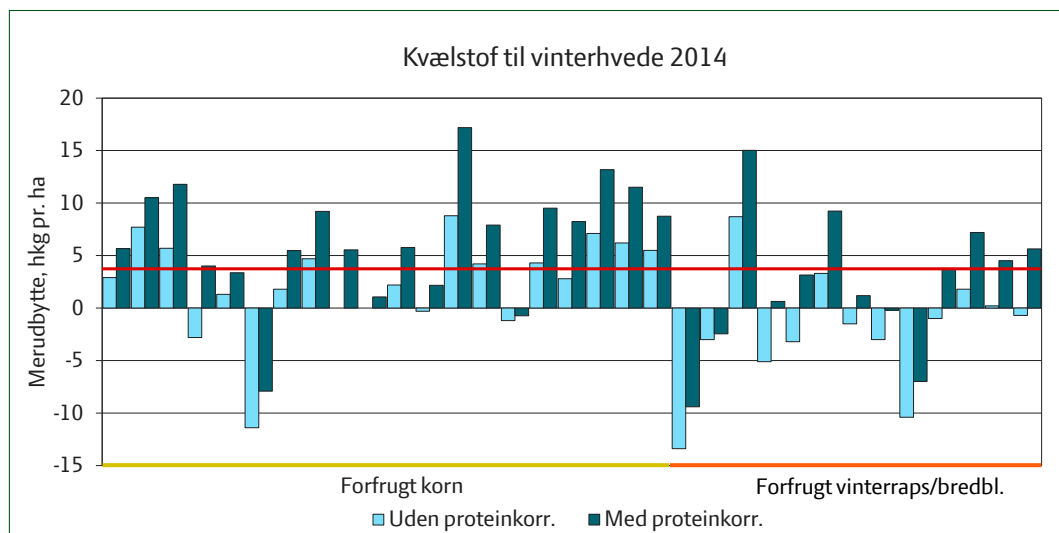
Der er en meget stor variation mellem forsøgene i merudbyttet for ekstra tilførsel af 50 kg kvælstof pr. ha. Forsøgene med store, negative udslag skyldes generelt lejesæd, der kunne være undgået ved en passende vækstregulering.

Med forfrugt korn viser ni ud af 20 forsøg et positivt nettomerudbytte for at øge kvælstoftilførslen fra 150 til 200 kg kvælstof pr. ha uden proteinkorrektion, mens 18 ud af 20 forsøg er rentable ved proteinkorrektion med en proteinpris på 4,50 kr. pr. procentenhed protein.

### Kvælstof til vinterrug

I 2013 blev påbegyndt en ny forsøgsserie med stigende mængder kvælstof til vinterrug. Der er en forøget interesse for dyrkning af vinterrug til svinefoder, fordi vinterrug ofte giver større udbytte end vinterhvede og vinterbyg, specielt på sandjord. I 2014 er der gennemført fem forsøg. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 3. Udover stigende mængder kvælstof er forskellige tildelingsstrategier afprøvet. Udbringning medio marts og medio april er sammenlignet med udbringning medio marts og primo maj, medio april og primo maj samt





**Figur 5.** Merudbytte og et proteinkorrigeret merudbytte for at øge kvælstoftilførslen fra 150 til 200 kg pr. ha for 33 enkeltforsøg i 2014. Den røde linje viser omkostningen ved at tilføre 50 kg kvælstof pr. ha ekstra.

**Tabel 3.** Stigende mængder kvælstof til vinterrug. (N3)

Vinterrug	2013			2014				
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerd. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Nettomerd. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha <sup>2)</sup>
<i>Antal forsøg</i>	2	2	2	5	5	5		
Grundgødet	7,4	32,3	0	8,3	43	<b>38,1</b>	-	-
40 N <sup>3)</sup>	6,2	20,6	1	7,3	59	21,8	18,1	15,9
40+40 N <sup>3)</sup>	7,5	36,3	1	7,5	77	37,5	30,2	28,1
40+80N <sup>3)</sup>	8,9	41,2	1	8,1	92	45,2	35,0	34,9
40+120N <sup>3)</sup>	10,2	46,0	2	9,0	102	44,5	31,4	34,4
40+160 N <sup>3)</sup>	10,5	45,4	3	9,7	117	50,0	34,0	39,9
40+120 N <sup>4)</sup>	-	-	2	10,0	112	44,0	30,9	37,4
40+120 N <sup>5)</sup>	-	-	2	10,3	106	37,9	24,8	31,8
40+80+40 N <sup>6)</sup>	-	-	2	9,6	112	47,4	33,5	38,9
LSD		13,2			11	8,1		

	2013	2014
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>	18 (10-27)	31 (5-100)
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>	141 (117-166)	142 (92-192)
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>	45,2 (37,4-53,1)	48,4 (39,3-60,6)
<i>Gns. proteinindhold ved optimum</i>	9,6 (9,0-10,2)	7,8 (7,0-8,7)
<i>Gns. optimal N-mængde korr. for protein</i>	176 (146-207)	176 (91-200)
<i>Gns. norm for udbyttekorrektion</i>	126 (123-130)	128 (121-135)

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, og 10 = helt i leje.

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

<sup>3)</sup> 40 N udspredd medio marts, resten medio april.

<sup>4)</sup> 40 N udspredd medio marts og 120 N primo maj.

<sup>5)</sup> 40 N udspredd medio april og 120 N primo maj.

<sup>6)</sup> 40 N udspredd medio marts, 80 N medio april og 40 N primo maj.

en tredeling med udbringning medio marts, medio april og primo maj.

Der er gennemført fire forsøg i hybridsorter på JB 1 til 4 og ét forsøg på JB 6. Der er opnået store udbyt-

ter. I forsøget på JB 6 er opnået et udbytte på 111 hkg kerne pr. ha. Den økonomisk optimale kvælstofmængde uden proteinkorrektion er beregnet til 143 kg kvælstof pr. ha, varierende fra 93 til 192

kg. Proteinindholdet i vinterrug er betydeligt lavere end i vinterhvede.

Udsættelse af første tildelingstidspunkt til medio april har resulteret i et betydeligt udbyttetab. Derimod har udsættelse af anden tildeling til primo maj ikke kostet udbytte og har resulteret i en stigning i proteinprocenten på 1,0 procentenhed. En tredeling af kvælstofmængden har givet en stigning i proteinprocenten på 0,6 procentenheder samtidig med en udbyttegevinst.

Generelt anbefales tildeling af kvælstof til vinterrug medio marts og resten ultimo april. Ved avl til opfodring på egen bedrift får man en betydelig gevinst i kraft af et højere proteinindhold ved netop at vente med anden tildeling til ultimo april. Maksimal sikkerhed for både udbytte og proteinindhold får man ved at tredele kvælstofmængden.

### Andre forsøg med stigende mængder kvælstof

Der er gennemført to forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterraps. Heraf er det ene forsøg tildelt gylle om efteråret. Resultater fremgår af Tabelbilaget, tabel N4. I forsøgene er bestemt en økonomisk optimal kvælstofmængde på henholdsvis 210 og 161 kg pr. ha for forårstilførsel af kvælstof alene. Udbyttet har været stort i begge forsøg.

Desuden er der gennemført forsøg med stigende mængder kvælstof til majshelsæd og kernemajs. Resultaterne heraf fremgår af afsnittet om majs. Der er gennemført forsøg med kvælstofstrategier i almindelig rajgræs (se afsnittet om frø), kvælstof til energipil samt til røgræs og strandsvingel og forsøg med stigende mængder kvælstof til græs og kløvergræs. Resultaterne fremgår af de respektive afsnit.

### Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof

I tabel 4 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 proteinpris på 4,50 kr. pr. procentenhed protein har proteinkorrektionen 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 husdyr-

gødning 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.

Jordtyper har en 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 kvælstofbehovet mindre i de 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 inklusive tilførslen af husdyrgødning i de tidligere år, udbytteneiveauet 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 2014 er afprøvet en såkaldt Greenseeker-sensor. Se afsnittet herom.

### 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. Dette er uafhængigt af prisen på protein.

Hvis protein har en værdi svarende til 3 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg, stiger den optimale kvælstofmængde med 25 kg kvælstof pr. ha. Hvis protein koster 4,50 kr., stiger den økonomisk optimale kvælstofmængde yderligere med cirka 12 kg kvælstof pr. ha.

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

**Table 4.** Optimale kvælstofmængder med og uden hensyntagen til proteinindholdet

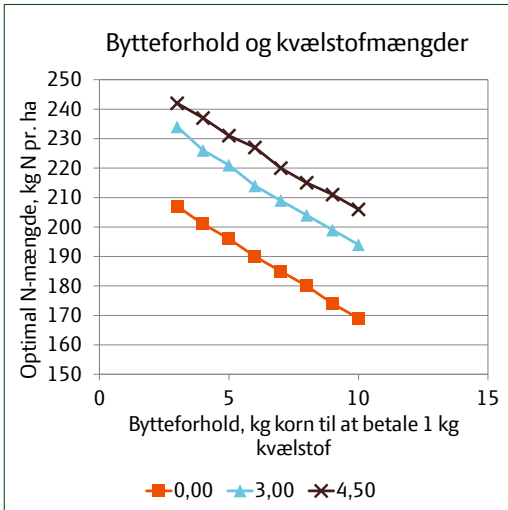
Afgroede	Forfrugt	Periode for forsøg	JB nr.	Husdyr-gødning i sæd-skiftet	Antal forsøg	N-min, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha						Økonomisk optimalt udbytte, hkg pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel uden protein-korrektion, kg N pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel med protein-korrektion, kg N pr. ha
							Handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	40	80	120	160	200			
Vårbyg	Korn	2005-2014	1-4	Nej	9	23	<b>32,6</b>	13,3	23,2	28,2	29,6	62,8	136	177	
Vårbyg	Korn	2005-2014	1-4	Ja	29	38	<b>33,8</b>	10,9	17,7	20,1	20,2	54,2	103	138	
Vårbyg	Korn	2005-2014	5-6	Nej	11	44	<b>36,9</b>	13,3	20,4	26,0	27,5	65,2	129	170	
Vårbyg	Korn	2005-2014	5-6	Ja	14	57	<b>36,8</b>	12,9	20,4	24,4	25,7	61,8	116	158	
Vårbyg	Korn	2005-2014	7-9	Nej	9	52	<b>38,1</b>	14,0	24,8	30,2	33,6	71,5	144	170	
Vårbyg	Sukkerroer	2005-2014	5-6	Nej	10	57	<b>35,9</b>	14,1	23,9	28,2	29,4	64,9	118	148	
Vårbyg	Sukkerroer	2005-2014	7-9	Nej	8	47	<b>38,7</b>	16,5	28,5	34,4	36,9	75,4	137	166	
Vårbyg	Kartofler	2000-2014	1-4	Nej	14	27	<b>25,2</b>	15,3	23,9	28,5	30,8	58,2	132	170	
Vårbyg	Kløvergræs	2000-2014	1-4	Ja	12	48	<b>50,7</b>	1,5	0,6	0,3	-1,7	53,2	23	63	
Havre	Korn	2000-2014	1-4	Ja/nej	11	42	<b>29,9</b>	11,7	18,3	20,3	20,4	50,6	98	-	
Vinterrug	Korn	2005-2014	1-4	Ja/nej	6	28	<b>34,0</b>	20,2	36,0	42,3	42,1	46,4	79,3	140	172
							Handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	50	100	150	200	250			
Vinterhvede	Korn	2005-2014	1-4	Nej	12	33	<b>33,0</b>	20,3	33,6	40,4	40,2	41,1	74,9	155	217
Vinterhvede	Korn	2005-2014	1-4	Ja	13	38	<b>41,8</b>	15,1	25,8	29,3	30,1	29,5	71,5	138	183
Vinterhvede	Korn	2005-2014	5-6	Nej	48	44	<b>41,9</b>	20,9	37,2	45,5	48,8	49,4	91,6	181	225
Vinterhvede	Korn	2005-2014	5-6	Ja	13	40	<b>42,9</b>	21,5	36,3	44,4	48,2	49,7	91,5	175	233
Vinterhvede	Korn	2005-2014	7-9	Nej	28	41	<b>42,6</b>	19,5	36,0	45,1	49,0	50,6	92,3	184	216
Vinterhvede	Raps	2005-2014	1-4	Ja	17	26	<b>47,8</b>	17,7	27,6	29,9	28,3	26,9	78,7	117	165
Vinterhvede	Raps	2005-2014	5-9	Ja	25	52	<b>54,1</b>	20,4	34,0	40,0	42,2	42,5	96,7	163	216
Vinterhvede	Bælgssæd	1999-2014	1-9	Ja/nej	16	43	<b>51,6</b>	20,0	34,5	42,2	44,9	46,9	98,2	176	222
Vinterbyg	Korn	2005-2014	1-4	Ja	13	35	<b>31,4</b>	19,0	32,0	36,0	36,1	68,3	138	185	
Vinterbyg	Korn	2005-2014	5-9	Ja/nej	8	41	<b>26,0</b>	21,3	37,4	44,9	49,6	75,1	173	222	
Triticale	Alle	1999-2013	1-9	Nej	12	26	<b>18,9</b>	11,3	21,0	24,9	26,2	26,8	44,3	142	167
Vinterraps <sup>1)</sup>	Alle	2005-2014	1-4	Ja/nej	7	39	<b>2.875</b>	565	905	1.199	1.344	1.518	4.224	167	-
Vinterraps <sup>1)</sup>	Alle	2005-2014	5-9	Ja/nej	11	24	<b>2.479</b>	869	1.463	1.878	2.088	2.204	4.615	185	-
							Udb. og merudb., kg frø pr. ha								
							0	40	80	120	160	200			
Alm. rajgræs <sup>2)</sup>		1999-2001	1-9	Ja/nej	16		<b>537</b>	291	528	674	730	721	1.211	149	
							Udb. og merudb., hkg knolde pr. ha								
							0	20	40	60					
Rødsvingel <sup>2),3)</sup>		1999-2001	1-9	Ja/nej	19		<b>1.040</b>	86	137	181			1.229	46	
							Udb. og merudb., hkg sukker pr. ha								
							100	130	160	190					
Engrapgræs <sup>2)</sup>		2005-2008	1-9	Ja/nej	10		<b>1.129</b>	110	140	113			1.306	110	
							Udb. og merudb., hkg knolde pr. ha								
Sukkerroer <sup>2)</sup>			4-7	Ja/nej	12		<b>97,5</b>	23,4	31,9	34,4	33,2		130	92	
							Udb. og merudb., hkg afgrødeen. pr. ha								
							0	50	100	150	200	250			
Kartofler <sup>2)</sup>		1997-2002	1-4	Ja/nej	15	30	<b>347</b>	72	121	154	176	191	554	232	
							Udbytte og merudb., hkg afgrødeen. pr. ha								
							0	50	100	150	200	250			
Majshelsæd <sup>4)</sup>	-	2003-2012	1-4	Ja	18	36	<b>110,8</b>	8,0	12,8	12,9	13,3	15,2	125,2		125
Majshelsæd <sup>4)</sup>	-	2003-2012	5-9	Ja	5	68	<b>126,6</b>	10,4	10,9	14,9	18,5	13,9	142,9		137

<sup>1)</sup> Vinterraps: Efterårstilførsel af kvælstof ikke medregnet.

<sup>2)</sup> Kopi fra Oversigt over Landsforsøgene 2013.

<sup>3)</sup> Rødsvingel er tildelt ca. 60 kg kvælstof pr. ha om efteråret.

<sup>4)</sup> Inklusive 20 kg N pr. ha i startgødning. Proteinkorrektion foretaget med 2,25 kr. pr. procentenhed protein.



**Figur 6.** Betydningen af bytteforholdet (antal kg korn til at betale 1,0 kg kvælstof) for den optimale kvælstofmængde i vinterhvede, beregnet ud fra 44 forsøg med forfrugt korn i perioden 2005 til 2014. Udbytteneiveauet er 90 hkg pr. ha.

### Stor undergødsning

Landbruget har siden 1994 maksimalt måttet tilføje den kvælstofmængde, der fremgår af de årlige kvælstofnormer i bekendtgørelsen fra NaturErhvervstyrelsen. Siden 1999 har denne kvælstofnorm ligget minimum 10 procent eller mere under den økonomisk optimale kvælstofmængde. På grund af stigende udbytter, korrektioner for værdien af protein til foder mv. ligger de lovpligtige kvælstofnormer i 2014 cirka 16 procent under de økonomisk optimale kvælstofmængder, forudsat at man må korrigere normen til udbytteneiveauet 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 politisk fastsatte niveau.

I tabel 5 ses en sammenligning af forsøgene med de kvælstofnormer, der er gældende for høståret 2014. For hvert forsøg er beregnet NaturErhvervstyrelsens kvælstofnorm ud fra jordtypen, forfrugten, kvælstofprognosen, eftervirkning af husdyrgødning og efterafgrøder. Tilsvarende er normudbyttet beregnet for det enkelte forsøg ud fra jordtype og forfrugt.

Normen er for vårbyg for forsøgene 2005 til 2014 beregnet til 102 kg kvælstof pr. ha, der er den kvælstofmængde, som landmanden måtte tilføje i gennemsnit til forsøgene, hvis der ikke korrigeres for udbytteneiveau. Denne mængde er cirka 25 procent under den opnåede økonomisk optimale kvælstofmængde i forsøgene som gennemsnit af optimum uden og med korrektion for værdien af protein. Den større undergødsning ved anvendelse af normerne skyldes blandt andet, at normudbyttet er mindre end udbytterne, opnået i forsøgene. Udbyttekorrigeres normen, er undergødsningen 17 procent.

For 2014 er udbyttet og den optimale kvælstofmængde større. Undergødsningen uden udbyttekorrektion er beregnet til 36 procent, men hvis der udbyttekorrigeres, er den 18 procent.

I vinterhvede er billedet det samme. I vinterhvede har den optimale kvælstofmængde i 2014 været lidt lavere end i de foregående år, hvorfor også forskellen mellem den økonomisk optimale kvælstofmængde og normen er mindre end i de foregående år. NaturErhvervstyrelsens norm ligger cirka 15 procent under de økonomisk optimale kvælstofmængder, fundet i forsøg.

**Tabel 5.** De økonomisk 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 2013/2014, kg N pr. ha	Normudbytter, hkg pr. ha
Vårbyg	2014	11	77,0	146	182	105	57,3
	2005-2014	121	63,1	120	152	102	56,2
Vinterhvede	2014	33	86,6	156	204	150	76,1
	2005-2014	199	86,8	161	207	145	78,6

## Kvælstofprognose og kvælstofbehov

### Kan sensormålinger anvendes til at bestemme kvælstofbehovet i vinterhvede?

Af Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug

I 26 forsøg i 2014 har der været god sammenhæng mellem sensormålinger og udbytte i forsøgsleddene uden kvælstofgødning. Målinger i de kommende år skal vise, om sammenhængen i 2014 er generel, så sensormålinger kan anvendes til at bestemme kvælstofbehovet i den enkelte mark.

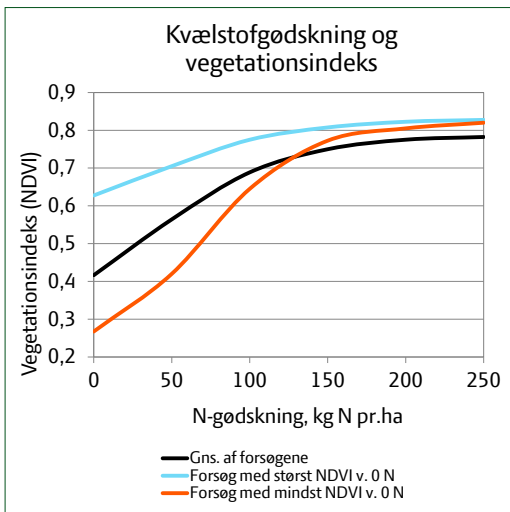
Den betydelige variation i kvælstofbehovet mellem marker og fra år til år kan kun delvis beskrives ud fra kendskab til jordtype, forfrugt, dyrkningshistorie mv. Der er udviklet billige sensorer, som kan måle et vegetationsindeks i marken og dermed tilvejebringe en information, som muligvis kan forbedre fastsættelse af kvælstofbehovet i marken.

I 2014 er der gennemført målinger med en optisk sensor (Greenseeker) i 26 kvælstofforsøg, hvor udbytte og den økonomisk optimale kvælstofmængde er bestemt. Med sensoren måles afgrødens bio-

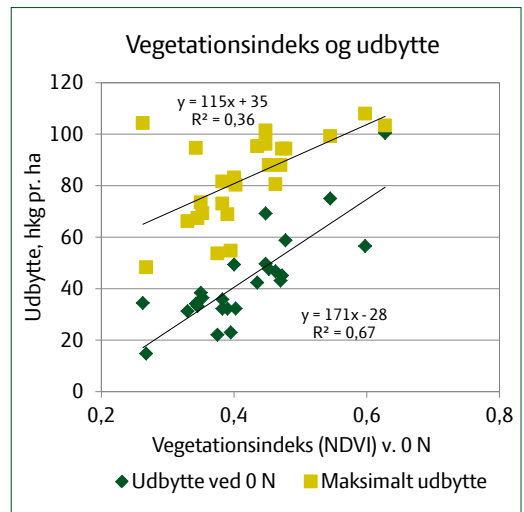
masse i form af et vegetationsindeks (Normalized Density Vegetation Index (NDVI)). Hovedparten af målingerne er gennemført af LandboNord. Målingerne er gennemført midt i maj cirka tre uger efter anden gødningstildeling i forsøgsled med kvælstoftilførsler fra 0 til 250 kg kvælstof pr. ha. Hensigten er at måle afgrødens kvælstofforsyning sent i sæsonen, men samtidig så tidligt, at der kan opnås fuld udbytteeffekt af en eventuel ekstra kvælstoftilførsel. Formålet med målingerne er at udvikle et system, som kan bruges til at fastsætte kvælstofbehovet i den enkelte mark ud fra en sensormåling.

Figur 7 viser den fundne sammenhæng mellem kvælstofgødskning og NDVI i forsøgene i 2014. Figuren viser, at der er forskelle i kurveforløbet mellem de enkelte forsøg. Responsen af kvælstofgødning på NDVI er således forskellig fra forsøg til forsøg. Mellem forsøgene varierer NDVI ved optimum fra 0,62 til 0,87, og NDVI, målt ved optimum, er i gennemsnit af forsøgene 0,74. Den økonomisk optimale kvælstofmængde uden korrektion for værdi af protein varierer fra 87 til 206 kg kvælstof pr. ha, og i gennemsnit er den økonomisk optimale kvælstofmængde uden korrektion for værdi af protein 152 kg pr. ha.

Figur 8 viser sammenhængen i 2014 mellem sensormålinger i maj og udbytte ved høst i forsøgsled



**Figur 7.** Sammenhæng mellem kvælstoftilførsel og vegetationsindeks (NDVI), målt med Greenseeker-sensoren, i gennemsnit af 26 kvælstofforsøg (sort kurve) og i to udvalgte forsøg, som er karakteriseret ved at have den laveste henholdsvis den højeste NDVI-værdi i forsøgsleddet uden kvælstofgødning. Sensormålingerne er gennemført i maj efter anden gødningsudbringning.



**Figur 8.** Sammenhæng mellem sensormålinger (NDVI) i forsøgsled uden kvælstofgødskning og udbytter ved høst i forsøgsled uden kvælstoftilførsel og i forsøgsled med de største udbytter. Sensormålingerne er gennemført i maj efter anden gødningsudbringning i 26 forsøg med stigende mængder kvælstof.

uden kvælstofgødning. Figuren viser også sammenhængen mellem sensormålinger i det ugedede forsøgsled og det maksimale udbytte i forsøgene. Afstanden mellem de to kurver angiver merudbyttet ved den kvælstofmængde, der resulterer i det maksimale udbytte i den enkelte mark.

På grundlag af 102 kvælstofforsøg i årene 2010 til 2014 er beregnet generelle sammenhænge mellem merudbytte (udbyttetigning ved at forøge kvælstofgødsningen fra 0 til økonomisk optimum) og økonomisk optimal kvælstofmængde:

- > Ligning 1: Optimum (ikke korrigeret for proteinprocent) =  $2,7 \times \text{merudbytte (hkg pr. ha)} + 51$ ,  $R^2 = 0,70$
- > Ligning 2: Optimum (korrigeret for proteinprocent) =  $2,5 \times \text{merudbytte (hkg pr. ha)} + 81$ ,  $R^2 = 0,58$ .

Under forudsætning af, at den fundne sammenhæng mellem NDVI og kerneudbytte, målt i forsøgsleddet uden kvælstofgødning (se figur 8), er generel, kan den økonomisk optimale kvælstofmængde i marken bestemmes som vist i følgende eksempel.

#### Eksempel

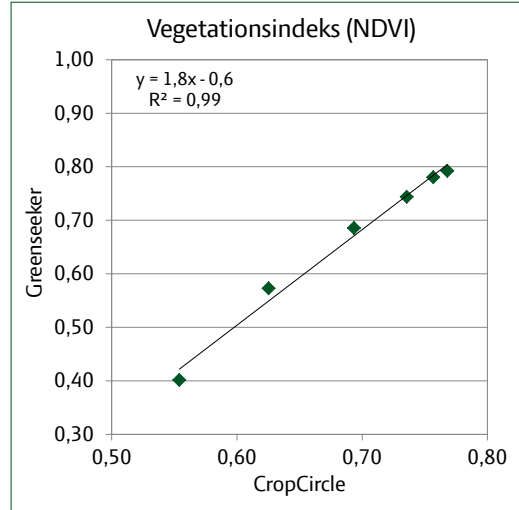
- > I en stribe i marken uden kvælstofgødning måles vegetationsindekset midt i maj med en sensor til 0,4. På grundlag af sammenhængen, vist i figur 8, vurderes udbyttet uden kvælstofgødsning til 40 hkg pr. ha
- > på grundlag af kendskab til marken vurderes udbyttepotentialet til 90 hkg pr. ha, og
- > den økonomisk optimale kvælstofmængde uden korrektion for værdi af protein beregnes nu til (ligning 1 ovenfor)  $2,7 \times (90-40) + 51 = 186$  kg kvælstof pr. ha. Restbehovet er da forskellen mellem 186 og den kvælstofmængde, der allerede er tilført marken.

Forsøgene fortsættes

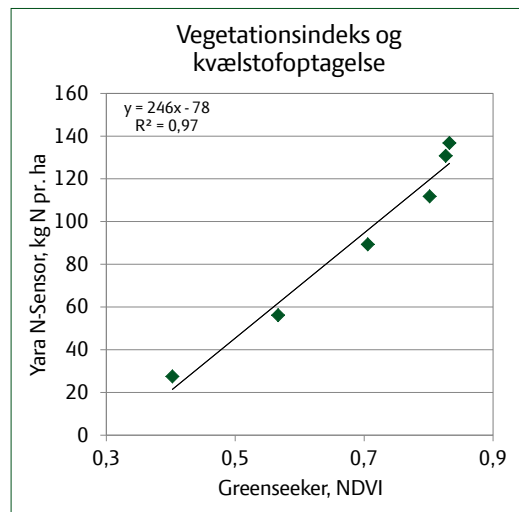
#### Der er god sammenhæng mellem målinger med forskellige sensorer

I tre forsøg er vegetationsindekset (NDVI) målt med to forskellige sensorer – Greenseeker og CropCircle. Resultaterne af målingerne med de to sensorer er vist i figur 9.

I Oversigt over Landsforsøgene 2012 og 2013 blev sammenhængen mellem kvælstofoptagelsen, målt med planteklip, og kvælstofoptagelsen, målt med tre forskellige sensorer (Isaria, Greenseeker og Yara



**Figur 9.** Sammenhæng mellem vegetationsindeks (NDVI), målt med Greenseeker og CropCircle i kvælstofforsøg. Gennemsnit af tre forsøg.



**Figur 10.** Sammenhæng mellem vegetationsindeks (NDVI), målt med Greenseeker, og kvælstofoptagelsen, målt med håndholdt Yara N-Sensor midt i maj i kvælstofforsøg. Gennemsnit af tre forsøg.

N-Sensor), undersøgt. Konklusionen var, at de tre sensorer bestemmer kvælstofoptagelsen lige præcist.

I 2014 er vegetationsindekset, målt med Greenseeker, sammenlignet med kvælstofoptagelsen, målt med håndholdt Yara N-Sensor. Målingerne er gennemført midt i maj i tre kvælstofforsøg. Resultaterne af målingerne med de to sensorer er vist i

figur 10, og der er god sammenhæng mellem vegetationsindekset (NDVI), målt med Greenseeker, og kvælstofoptagelsen, målt med Yara N-Sensor midt i maj.

*Målinger med håndholdt Yara N-Sensor viser kvælstofoptagelsen gennem vækstsæsonen*  
I 2014 er der for første gang målt med håndholdt Yara N-Sensor flere gange i vækstsæsonen i seks kvælstofforsøg. Målingerne viser kvælstofoptagelse fra jordens reserver og fra kvælstofgødning gennem foråret ved forskellig kvælstofgødskning. Målinger i 2015 skal vise, om der er forskelle i forløb og størrelse af kvælstofoptagelse mellem årene.

I samarbejde med Yara Danmark A/S er der gennem foråret 2014 gennemført målinger af kvælstofoptagelsen i seks forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede. Målingerne er gennemført i tre forsøg i både LandboNord og DLSyd og er gennemført med 14 dages mellemrum i perioden fra midt i marts til sidst i maj. Målingerne er gennemført i forsøgsled, der er tilført fra 0 til 250 kg kvælstof pr. ha. Målingerne skal vise, hvor meget af tilført kvælstofgødning der er optaget i afgrøden på forskellige tidspunkter, og hvor meget kvælstof der optages fra jordens egne reserver. Målinger



*Måling af kvælstofoptagelsen med håndholdt Yara N-Sensor. (Foto: Jens Lyhne Kristiansen, LandboNord).*



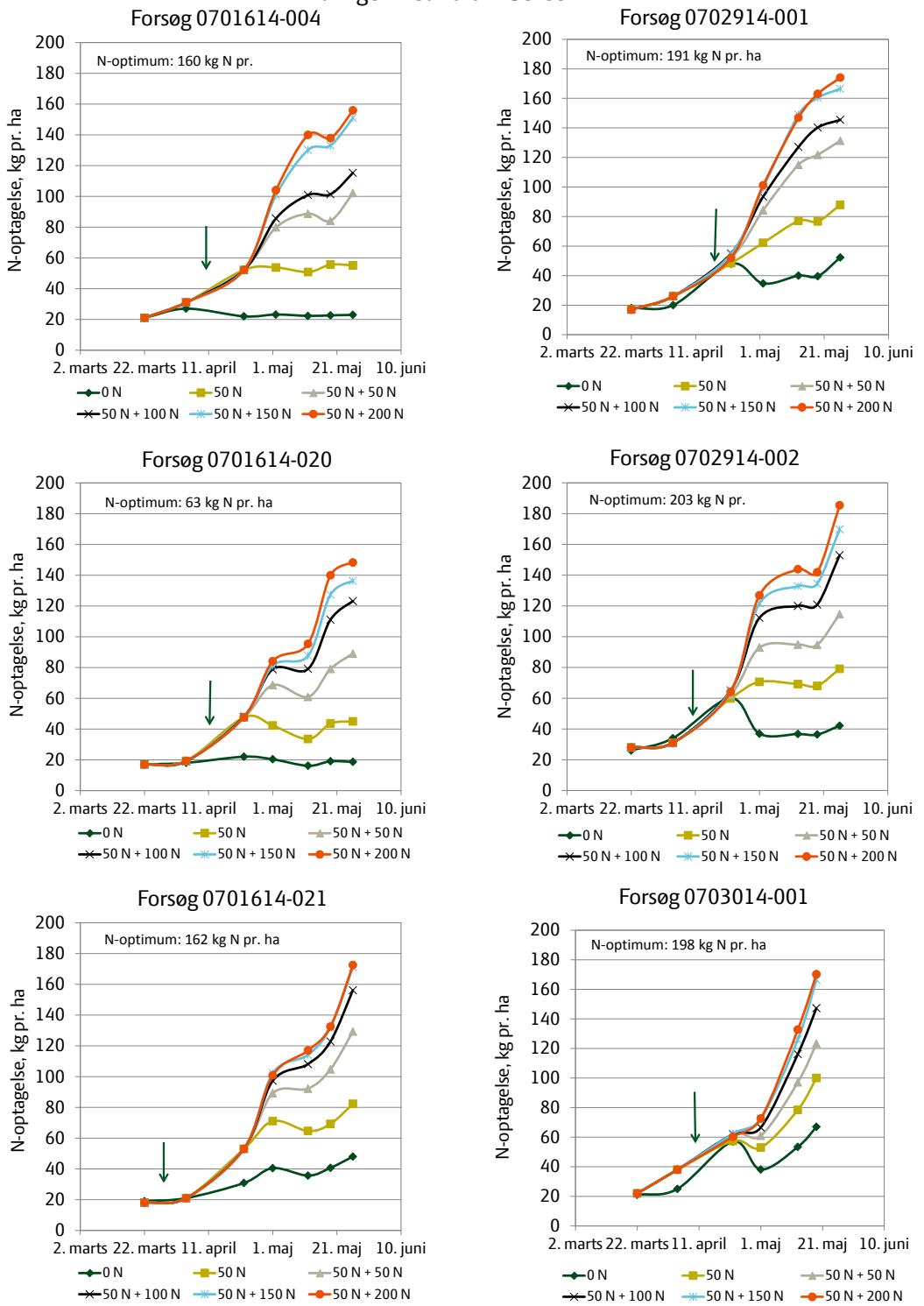
*Foto af Greenseeker. (Foto: Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug).*

gennem flere år skal vise, om forskelle fra år til år kan anvendes til at justere kvælstoftilførslen i den aktuelle vækstsæson. Resultaterne af målingerne er vist i figur 11.

I gennemsnit af de tre nordjyske forsøg er kvælstofoptagelsen sidst i marts beregnet til 19 kg kvælstof pr. ha i forsøgsled uden kvælstofgødning. Frem til udgangen af maj er kvælstofoptagelsen i den ugødede afgrøde forøget til cirka 30 kg kvælstof pr. ha. Af figur 11 fremgår, at der har været forskelle mellem forsøgene. Ved målingen 1. maj er 51 procent af den tilførte kvælstofgødning fundet som en forøget kvælstofoptagelse i forsøgsledet, hvor der er tilført 100 kg kvælstof pr. ha. Frem til udgangen af maj er denne værdi forøget til 77 procent.

**Figur 11.** Resultater af målinger med håndholdt Yara N-Sensor i seks forsøg med stigende mængder kvælstof foråret 2014. Sensormålingerne er omregnet til kvælstofoptagelse i kg kvælstof pr. ha med en model, udviklet af Yara. I figurene viser pilene tidspunktet for anden gødningstildeling. Se Tabelbilaget, tabel N5 og N6.

Målinger med Yara N-Sensor





I gennemsnit af de tre forsøg på Lolland-Falster er kvælstofoptagelsen sidst i marts målt til 21 kg kvælstof pr. ha i forsøgsled uden kvælstofgødning. Frem til udgangen af maj er kvælstofindholdet i den ugødede afgrøde forøget til 56 kg kvælstof pr. ha. Af figur 11 fremgår, at der har været en stigning i kvælstofindholdet i det ugødede forsøgsled i alle forsøgene. Ved målingen 2. maj er 43 procent af den tilførte kvælstofgødning målt som en forøget kvælstofoptagelse i forsøgsleddet, hvor der er tilført 100 kg kvælstof pr. ha. Frem til udgangen af maj er denne værdi forøget til 67 procent.

2014 er første år, hvor målinger med Yara N-Sensor er gennemført med jævne mellemrum igennem vækstsæsonen. Målinger i de kommende år skal vise, om målingerne kan anvendes til at justere kvælstoftildelingen i vækstsæsonen efter vejrforholdene i det aktuelle år.

**Protein som indikator for kvælstofbehov i vinterhvede**

Af Leif Knudsen, Videncentret for Landbrug

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

det under 10,0 procent, er der stor sandsynlighed for, at der kunne være opnået en større indtjening ved at forøge kvælstofmængden. Er proteinindholdet i den høstede vare derimod over 12 procent, vil det sandsynligvis ikke være tilfældet.

I figur 12 er sammenhængen mellem merudbytte ved kvælstofmængder fra 150 til 200 kg kvælstof pr. ha vist som funktion af proteinindholdet ved tilførsel af 150 kg kvælstof pr. ha. Ved proteinprocenter under godt 10 er der i de fleste af forsøgene opnået merudbytte for at tilføre yderligere 50 kg kvælstof pr. ha, mens det ikke har været tilfældet i forsøg, hvor proteinindholdet har været over 11 procent.

**Kvælstofprognosen har angivet et normalt kvælstofbehov i 2014**

Af Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug

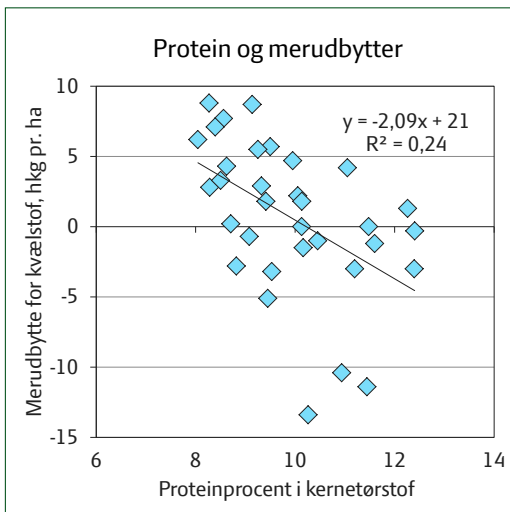
Kvælstofprognosen for 2014 viser et normalt kvælstofbehov på alle jordtyper i hele landet. Kvælstofprognosen for 2014 bygger på resultaterne af målinger på 155 punkter i KVADRATNETTET fordelt over landet i februar 2014. Resultaterne viser, at N-min indholdet i rodzonen på alle jordtyper både i foråret 2014 og i gennemsnit af perioden 2003 til 2013 er 36 kg kvælstof pr. ha. Målingerne er suppleret med modelberegninger. Når kvælstofprognosen for 2014 viser et uændret kvælstofbehov på trods af en større nedbørsmængde i vinterhalvåret, skyldes det høje temperaturer og fravær af længerevarende frostperioder i vinterhalvåret. Vinteren 2013 til 2014 er den femte varmeste siden 1874. En anden årsag er, at jordens vandindhold var meget lavt ved efterårets begyndelse efter den tørre sommer 2013.

**Gødningstyper og gødningsstrategier**

**Ureaseinhibitor har vist effekt i både flydende og fast amid-gødning**

Af Leif Knudsen, Videncentret for Landbrug

12 landsforsøg i vinterhvede fra 2008 til 2010 viste en lidt dårligere kvælstofeffekt af flydende amidholdige gødninger (DanGødning, Flexgødning) end af en fast, ammoniumnitratbaseret gødning. Fra amidbaseret, overfladeudbragt gødning kan ske en fordampning af ammoniak, afhængigt af



**Figur 12.** Sammenhæng mellem merudbytte for at gå fra en tilførsel på 150 til 200 kg kvælstof pr. ha og proteinprocenten i kerne i 30 forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede i 2014.

**Tabel 6.** Flydende gødninger i 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
<i>2014. 3 forsøg</i>					<i>3 forsøg</i>	
1. NS 27-4	0	0		6,2	52	<b>56,2</b>
2. NS 27-4	50	0	1	6,3	72	20,8
3. NS 27-4	50	50	2	7,3	101	37,0
4. NS 27-4	50	100	2	8,4	132	49,2
5. NS 27-4	50	150	2	9,6	159	55,0
6. NS 27-4	50	200	2	10,2	170	55,3
7. NS 27-4	150	0	1	8,0	121	44,9
8. NS 24-6 DanG.	150	0	1	7,9	118	44,1
9. NS 24-6 DanG. + Agrotain	150	0	1	8,0	123	47,0
10. NS 38-8	150	0	1	8,2	124	45,3
11. NS 38-8 + Agrotain	150	0	1	8,2	127	47,5
LSD					15	6,9

klimaforholdene ved udbringning. Effekten af gødninger blev forbedret ved at tilsætte ureaseinhibitoren Agrotain (nBT PT (N-(n-butyl)-thiophosphoric triamide)). Se Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 213 til 217. I 2013 blev der gennemført seks forsøg, hvor en NS 27-3, færdigformuleret med Agrotain fra DanGødning A/S, blev sammenlignet med faste NS-gødninger. Forsøgene viste et lavere merudbytte for den flydende gødning end for en fast NS 27-4 gødning, både ved tilførsel af gødningen ad to gange og på én gang. Det har senere vist sig, at Agrotain ikke er stabilt i DanGødning, der er tilsat svovl i form af ammoniumthiosulfat. En forklaring på den dårligere virkning af den flydende gødning i forsøgene i 2013 kunne derfor være, at ureaseinhibitoren Agrotain var nedbrudt under opbevaring.

I 2014 er gennemført fire forsøg med sammenligning af faste og flydende gødninger. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 6. Der er tilført fra 0 til 250 kg kvælstof i en fast, ammoniumnitratbase-rete NS 27-4 gødning, udsprede ad to gange medio marts og medio april. Desuden er samme gødning ved en kvælstoftilførsel på 150 kg pr. ha afprøvet ved udsprede på én gang medio marts.

Den flydende gødning NS 24-6 er blevet tilsat Agrotain umiddelbart før udbringning af hele mængden på én gang medio marts. Tilsvarende er afprøvet en blanding af urea og svovlsur ammoniak (NS 38-8) med og uden tilsætning af Agrotain, ligeledes udsprede på én gang medio marts. Af gødningens kvælstofindhold på 38 procent er de 30 procent amidkvælstof og 8 procent ammoniumkvælstof.

Der er kun vist resultater for de tre af fire forsøg, fordi ét af forsøgene ikke har udslag for kvælstof på

det niveau, gødningstyperne er sammenlignet ved. Tilførsel af fast NS 27-4 på én gang i forhold til ad to gange har resulteret i et udbyttetab (ikke signifikant). Tilsætning af Agrotain til flydende NS 24-6 har givet et merudbytte i forhold til uden tilsætning. Flydende NS 24-6, tilsat Agrotain, har givet et højere merudbytte end fast NS 27-4, men forskellen er ikke signifikant. Blandingen af urea og svovlsur ammoniak (NS 38-8) har virket på linje med de andre gødningstyper, og også her er der en tendens til en lidt bedre effekt, hvor der er tilsat Agrotain.

Sammenlignet med delt gødskning af fast NS 27-4 har alle gødninger, udsprede på én gang, haft en dårligere effekt. Resultaterne siger ikke noget om, hvordan de forskellige gødninger ville have virket ved udsprede ad to gange.

### Flydende gødning til vinterraps

I to forsøg i vinterraps blev der i 2013 opnået samme virkning af flydende gødning, tilsat Agrotain, som af fast NS-gødning. I 2014 er gennemført to forsøg med sammenligning af en fast NS 26-14 gødning med en flydende NS 20-10. Til den flydende gødning er tilsat Agrotain. Den faste gødning er udbragt ad to gange primo marts og ultimo marts. Den flydende gødning er udbragt på én gang primo marts. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 7.

I tabel 7 er vist gennemsnitsresultatet af de to forsøg samt resultatet for hvert af forsøgene. I begge forsøg er der opnået merudbytte for stigende tilførsel af kvælstof. I forsøg 001 er der opnået samme udbytte af fast og flydende gødning ved samme kvælstofniveau. I forsøg nr. 002 er der opnået et betydeligt mindre udbytte ved anvendelse af flydende gødning. Det kan dog skyldes, at i dette forsøg har en éngangsudbringning tidligt resulteret

**Tabel 7.** Afprøvning af flydende gødninger i vinterraps. (N7)

Vinterraps	Medio marts	Primo april	Procent olie i tørstof	Lejesæd v. høst <sup>1)</sup>	Udb. og merudb., hkg frø pr. ha	Lejesæd v. høst <sup>1)</sup>	Udb. og merudb., hkg frø pr. ha	Lejesæd v. høst <sup>1)</sup>	Udb. og merudb., hkg frø pr. ha
<i>2014. 2 forsøg</i>				<i>Gns. 2 fs.</i>		<i>Fs. 001</i>		<i>Fs. 002</i>	
1. NS 26-14	0	0	50,0	0	<b>37,1</b>	0	<b>42,7</b>	0	<b>31,5</b>
2. NS 26-14	50	0	49,9	0	4,9	0	0,6	0	9,3
3. NS 26-14	50	50	49,8	0	9,0	0	5,4	0	12,6
4. NS 26-14	50	100	49,4	0	11,6	0	9,0	0	14,3
5. NS 26-14	50	150	48,8	0	14,0	0	12,0	1	16,0
6. NS 26-14	50	200	48,6	1	14,8	0	13,1	2	16,5
7. NS 20-10 DanG.	150	0	49,2	2	10,4	0	9,2	4	11,7
8. NS 20-10 DanG.	200	0	49,0	4	11,6	0	11,4	9	11,8
<i>LSD</i>					<i>5,0</i>		<i>4,2</i>		<i>3,6</i>

<sup>1)</sup> Skala 0-19, 0 = ingen lejesæd, og 10 = helt i leje.

**Tabel 8.** Placering af kvælstof til vinterhvede ved reduceret jordbearbejding. (N8)

Vinterhvede	Kvælstof forår			Kvælstof forår			Kvælstof forår		
	- 40 kg N pr. ha forår	Efter norm forår	+ 40 kg N pr. ha forår	- 40 kg N pr. ha forår	Efter norm forår	+ 40 kg N pr. ha forår	- 40 kg N pr. ha forår	Efter norm forår	+ 40 kg N pr. ha forår
<i>2014. 3 forsøg</i>									
<i>Kvælstof efterår</i>	<i>Udbytte, kg N i kerne</i>			<i>Procent protein i kerne</i>			<i>Udbytte, hkg kerne pr. ha</i>		
1. Ingen kvælstof	106	122	139	8,9	9,6	10,6	80,1	85,3	88,0
2. 20 kg N bredspredt	119	129	139	9,3	9,9	10,5	86,3	87,5	88,9
3. 40 kg N bredspredt	114	130	137	9,4	9,7	10,6	81,0	89,4	87,2
4. 20 kg N placeret	110	127	140	8,9	9,8	10,4	82,8	86,6	90,1
5. 40 kg N placeret	110	129	142	9,1	9,8	10,6	81,1	88,3	89,3
<i>LSD (forår)</i>		7						3,3	
<i>LSD (efterår)</i>		<i>ns</i>						<i>ns</i>	
<i>2012-2014. 5 forsøg</i>									
1. Ingen kvælstof	89	100	104	9,0	9,9	10,8	74,5	79,3	81,4
2. 20 kg N bredspredt	94	109	103	9,3	10,0	10,7	78,5	81,3	82,4
3. 40 kg N bredspredt	94	107	105	9,4	9,9	10,9	76,1	82,7	81,9
4. 20 kg N placeret	94	104	105	9,1	10,0	10,7	76,4	81,1	83,1
5. 40 kg N placeret	93	106	106	9,3	9,9	10,9	76,2	81,6	82,7
<i>LSD (forår)</i>		4						1,9	
<i>LSD (efterår)</i>		<i>ns</i>						<i>ns</i>	

i betydelig lejesæd, der kan have resulteret i udbytningedgangen.

**Placeret kvælstofgødning til vinterhvede ved reduceret jordbearbejding**

Ved nedharvning af store mængder halm før etablering af vinterhvede ved reduceret jordbearbejding kan der ske en stor immobilisering af kvælstof. For at belyse, om dette resulterer i et behov for placering af kvælstof i forbindelse med såning, blev der i 2012 påbegyndt en forsøgsserie med placering eller bredspredning af henholdsvis 20 og 40 kg kvælstof pr. ha ved tre forskellige kvælstofniveauer det følgende forår. Der er gennemført tre forsøg på JB 6 til 7 i 2014. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 8. To af forsøgene er sået midt i september, og det sidste er sået 7. oktober.

Tilførsel af kvælstof om efteråret har ikke påvirket plantetal eller overvintring. Der er opnået et merudbytte for øget tilførsel af kvælstof om foråret. Tilførsel af kvælstof om efteråret har givet et lavt merudbytte, der ikke er signifikant. Der er ikke målt forskelle i effekt af placering af kvælstof i forhold til bredspredning.

Kvælstoftilførsel om efteråret har resulteret i en stigning i kvælstofbortførslen i kerne og en stigning i proteinindholdet ved den lave kvælstoftilførsel og ved kvælstoftilførsel efter norm om foråret. Måling af N-min indholdet om efteråret viser en stigning i indholdet fra ugødet til placering af 40 kg kvælstof pr. ha fra 31 til 77 kg kvælstof pr. ha. Om foråret er denne forskel udjævnet. Se Tabelbilaget, tabel N8.

Strategi

I fem forsøg i alt i 2012 og 2014 er der ikke nået rentable merudbytter for at tildele 20 til 40 kg kvælstof pr. ha ved såning af vinterhvede med halmnedmuldning og reduceret jordbearbejdning. Kvælstofeffekten om efteråret har været uafhængig af, om gødningen er bredspredt eller placeret. Overvintringen har været god i alle forsøg og er upåvirket af kvælstoftilførsel.

Med de nuværende kvælstofkvoter viser forsøgene, at der ikke er økonomi i at tilføre kvælstof om efteråret, fordi merudbyttet for kvælstoftilførsel om foråret er højere.

Et sammendrag af fem forsøg i 2012 og 2014 ses i tabel 8. Der er opnået et ikke signifikant merudbytte for at tilføre kvælstof om efteråret. Placering af kvælstof ved såning har ikke øget udbyttet i forhold til bredspredt kvælstof. Tilførsel af 40 kg kvælstof pr. ha om efteråret har resulteret i en stigning i N-min indholdet fra 53 til 87 kg kvælstof pr. ha, mens forskellene om foråret er udjævnet.

### Efterårstildeling af kalium og kvælstof til vinterrug

Ved dyrkning af vintersæd på sandjord formodes tilførsel af kalium at kunne forbedre overvintringen. Tilførsel af kalium giver et højere sukkerindhold i afgrøden, hvilken gør den mere frostresistent. Tilførsel af kvælstof til vintersæd om efteråret kan blive mere aktuel, jo mindre kvælstof jorden stiller til rådighed for afgrøden. For at afprøve behovet for tilførsel af kalium og kvælstof på sandjord blev der i 2012 påbegyndt en forsøgsserie, hvor 150 kg kalium eller 30 kg kvælstof, tildelt ved såning af vinterrug, undersøges. Forsøgsarealerne blev udvalgt blandt sandjorde med lave kaliumtal. Kvælstofmængden om efteråret gives oven i den kvælstofmængde, der tildeles om foråret. I praksis vil kvælstofkvoterne resultere i, at en kvælstoftildeling om efteråret udløser en mindre kvælstoftildeling om foråret, hvilket skal indgå i vurderingen af resultaterne. I 2014 er der gennemført fem forsøg.

Forsøgsplan og forsøgsresultater for 2014 og for 13 forsøg i alt, gennemført fra 2012 til 2014, fremgår af tabel 9.

Der er i 2014 ikke opnået signifikante merudbytter for tilførsel af hverken kvælstof eller kalium om efteråret. Merudbyttet for kvælstof stammer fra to

**Tabel 9.** Kalium og kvælstof til vinterrug om efteråret. (N25)

Vinterrug	Pct. i plantetørstof november		Udb. og merudb., hkg pr. ha	Nettomereudbytte, hkg pr. ha
	Kvælstof	Kalium		
<i>Antal forsøg 2014</i>				
1. Ugødet om efteråret	5,0	3,2	<b>58,1</b>	-
2. 30 kg N om efteråret	5,5	3,2	3,1	0,1
3. 50 kg K om efteråret	5,0	3,5	1,0	-2,7
4. 30 kg N og 50 kg K om efteråret	5,3	3,7	2,1	-3,9
<i>LSD</i>			<i>ns</i>	
<i>Antal forsøg 2012-2014</i>				
1. Ugødet om efteråret	5,2	3,5	<b>57,4</b>	-
2. 30 kg N om efteråret	5,5	3,4	2,3	-0,6
3. 50 kg K om efteråret	5,2	3,7	1,2	-2,6
4. 30 kg N og 50 kg K om efteråret	5,4	3,8	2,2	-3,7
<i>LSD</i>			1,4	

af de fem forsøg. Der er ikke opnået rentable merudbytter for tilførsel af kvælstof om efteråret. Hvis det indregnes, at kvælstoffet om efteråret skal skaffes ved at reducere kvælstoftilførslen om foråret, bliver økonomien endnu dårligere. Kaliumtallet i forsøgene har varieret fra 3,9 til 6,7. Der har ikke været økonomi i at tilføre kalium om efteråret. Tilførsel af kvælstof og kalium giver et højere indhold i planteprøver, udtaget medio november. Se Tabelbilaget, tabel N3.

I perioden 2012 til 2014 er der gennemført i alt 13 forsøg. Alle forsøg har overvintret tilfredsstillende. Der er opnået signifikant merudbytte for tilførsel af kvælstof om efteråret, men det er ikke rentabelt. I tre af forsøgene er målt merudbytter for tilførsel af kvælstof om efteråret på over 6 hkg pr. ha, men det er ikke i forsøgene muligt at identificere disse arealer ud fra en analyse af N-min før såning eller ved en analyse af en planteprøve, udtaget i november. N-min indholdet i 25 cm dybde er bestemt til 21 kg kvælstof pr. ha i gennemsnit.

Merudbyttet for tilførsel af kalium er beskedent og varierer ikke meget mellem forsøgene. Merudbytte

Strategi

13 forsøg med tilførsel af kvælstof og kalium til vinterrug om efteråret viser, at kvælstoftilførsel om efteråret ikke er rentabel, og hele kvælstofkvoten skal anvendes om foråret. Selv ved lave kaliumtal er det ikke nødvendigt at tilføre kalium om efteråret.

terne er ikke relateret til variationen i kaliumtal eller til kaliumindholdet i afgrøden i november. Der er en pæn korrelation mellem kaliumtallet og indholdet af kalium i afgrøden. Kaliumtallene varierer imellem forsøgene fra 2,3 til 8,7, men det har ikke været rentabelt at tilføre kalium. Resultatet af forsøgene i perioden 2012 til 2014 skal ses i lyset af, at der ikke i perioden har optrådt meget kolde vintre, der giver udvintring ved barfrost, som et højt kaliumindhold i afgrøden kan beskytte mod.

**Ingen skadevirkning af iblanding af gødning i udsæden**

I de senere år har der været en betydelig interesse for at blande en del af gødningen i udsæden. For at undersøge effekten på udbytte og kvalitet samt risikoen for skade på afgrøden blev der i 2013 gennemført et orienterende forsøg på Koldkærgård. Resultaterne viste en god udbytteeffekt af iblanding af gødning, bortset fra urea, der resulterede i en spireskade og et lavere plantetal. Med NS 27-4, NPKS 21-3-10 m. S og i svovlsur ammoniak blev der ikke konstateret skade på fremspiringen. I 2014 er der gennemført tre forsøg, hvor halvdelen af gødningen er placeret eller iblandet såsæden. Dette er afprøvet for tre gødnings typer: NS 27-4, NPKS 21-3-10 m. S og svovlsur ammoniak. Endelig er effekten af placering af kalium og fosfor alene undersøgt. Forsøgsplanen og -resultater fremgår af tabel 10.

Forsøgene er alle gennemført på lerjord og sået medio april. Der er ikke opnået signifikante forskelle i udbytte mellem udbringningsmetoderne. To ud af tre forsøg viser signifikant bedre effekt af placering af gødning i forhold til bredspredning. Der er en tendens til, at den bedste effekt er op-

nået af placering af halvdelen af gødningsmængden, og at iblanding i udsæden har virket lidt bedre end bredspredning af gødningen. Der er ikke konstateret skader på fremspiringen ved iblandingen af gødningen i udsæden. Det største udbytte er opnået ved at placere en NPKS-gødning, men forskellene er ikke sikre. Effekten af NPKS-gødningen skyldes formentlig effekten af fosfor og kalium i gødningen. Der er opnået en lille effekt af placering af kalium alene og fosfor alene.

**Placering af NPK-gødninger til vårbyg**

Tre forsøg med placering af NPK-gødninger med stigende indhold af fosfor og kalium til vårbyg har resulteret i et signifikant merudbytte for stigende tilførsel af fosfor og kalium. Se tabel 11. Der er ligeledes opnået et signifikant merudbytte for tilførsel af mikronæringsstofblandingen YaraVita GRAMITREL. På kort sigt er merudbyttet for tilførsel af fosfor og kalium ikke rentabelt, men tilførsel af fosfor og kalium er nødvendig for at vedligeholde markens frugtbarhed.

I samarbejde med Yara Danmark A/S blev der påbegyndt en forsøgs serie for at belyse effekten af stigende tilførsel af fosfor og kalium ved placering af gødning ved såning af vårbyg. I 2014 er gennemført tre forsøg efter samme forsøgsplan. Stigende tilførsel af fosfor og kalium er opnået ved at anvende NPK-gødninger med stigende indhold af fosfor og kalium i forhold til kvælstof. Der er tildelt 110 kg kvælstof pr. ha i alle forsøgsled. Vårbyg bortfører ved et udbytt niveau på 70 hkg pr. ha og 3,5 ton halm pr. ha 123 kg kvælstof, 23 kg fosfor og 83 kg kalium pr. ha. For at erstatte bortførslen af fosfor og kalium skal der anvendes en NPK 18-4-14 i vårbyg ved dette udbytt niveau.

**Tabel 10.** Iblanding af gødning i udsæd af vårbyg samt placering af gødning. (N7)

Vårbyg	Bredspredt	Placeret	Iblandet udsæd	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
2014. 3 forsøg			Kg N pr. ha		3 forsøg	
1. NS 27-4	120			10,4	91	64,4
2. NS 27-4	60	60		10,2	92	2,1
3. NS 27-4	60		60	10,4	93	0,9
4. NPKS 21-3-10 m.S	120			10,3	94	2,8
5. NPKS 21-3-10 m.S	60	60		10,2	97	5,5
6. NPKS 21-3-10 m.S	60		60	9,9	92	3,9
7. Sv.amm. (NS 21-23)	60			10,2	91	1,0
8. Sv.amm. (NS 21-23)	60	60		9,9	91	2,8
9. Sv.amm. (NS 21-23)	60		60	10,3	92	1,6
10. NS 27-4+kaliumklorid <sup>1)</sup>	120			9,9	91	3,1
11. NS 27-4+diammoniumfosfat <sup>2)</sup>	102	18		10,2	92	1,8
LSD					ns	ns

<sup>1)</sup> 57 kg kalium i kaliumklorid placeret, 20 kg P i triplesuperfosfat bredspredt.  
<sup>2)</sup> 20 kg fosfor i diammoniumfosfat placeret. 18 kg kvælstof placeret samtidig.

**Tabel 11.** Stigende mængder fosfor og kalium i NPK-gødninger til vårbyg. (N9)

Vårbyg	Kg P	Kg K	Planteprøve og bedømmelse medio maj				Planteprøve og bedømmelse medio juni				Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte, kg kvælstof pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerudbytte, hkg kerne pr. ha	
			Fosformangel <sup>1)</sup>	N, pct. i tørstof	P, pct. i tørstof	K, pct. i tørstof	Fosformangel <sup>1)</sup>	N, pct. i tørstof	P, pct. i tørstof	K, pct. i tørstof					
<i>2014. 3 forsøg</i>															
1. YaraBela Axan, NS 27-4	0	0	0	5,5	0,31	3,8	0	4,6	0,33	2,1	10,2	85	<b>61,3</b>	-	
2. YaraMila, NPK 25-2-6 m. Mg, S, B	7	25	0	5,8	0,40	4,3	0	4,7	0,32	2,3	9,8	86	3,0	0,9	
3. YaraMila, NPK 21-3-10 m. Mg, S, B	14	51	0	5,7	0,38	4,2	1	4,6	0,32	2,3	9,8	88	4,7	0,5	
4. YaraMila, NPK 18-4-14 m. Mg, S, B	22	83	0	5,9	0,41	4,1	0	4,7	0,34	2,4	9,8	90	6,4	-0,3	
5. YaraBela, NS 27-4 + triplesuperfosfat	22	0	0	5,4	0,39	3,8	0	4,6	0,32	2,1	10,2	88	2,6	0,9	
6. YaraBela NS 27-4 + kaliumklorid	0	83	2	5,3	0,31	3,7	1	4,7	0,34	2,5	10,0	85	1,2	-3,8	
<i>7. YaraBela, NS 27-4</i>															
+ 2 l YaraVita GRAMITREL <sup>2)</sup> st. 30	0	0	1	-	-	-	0	4,5	0,32	2,2	10,0	89	3,5	2,5	
8. YaraMila, NPK 18-4-14 m. Mg, S, B + 2 l YaraVita GRAMITREL <sup>2)</sup> st. 30	22	83	1	-	-	-	0	4,5	0,32	2,2	10,1	92	5,6	-2,1	
<i>LSD</i>												<i>ns</i>	3,3		
<i>2013. 3 forsøg</i>															
1. YaraBela, NS 27-4	0	0	1	5,3	0,33	2,8	0	2,7	0,30	2,0	9,2	90	<b>72,3</b>	-	
2. YaraMila, NPK 25-2-6 m. Mg, S, B	7	25	0	5,2	0,32	2,9	0	2,6	0,28	1,9	8,8	88	1,1	-1,0	
3. YaraMila, NPK 21-3-10 m. Mg, S, B	14	51	0	5,1	0,34	3,0	0	2,6	0,29	2,0	9,0	92	2,5	-1,7	
4. YaraMila, NPK 18-4-14 m. Mg, S, B	22	83	0	5,1	0,35	3,3	0	2,7	0,30	2,2	9,2	95	3,5	-3,2	
5. Triplesuperfosfat	22	0	0	5,3	0,35	2,7	0	2,7	0,31	2,0	9,3	94	1,7	0,0	
6. Kaliumklorid	0	83	1	5,0	0,31	3,2	0	2,6	0,30	2,2	9,0	88	-0,3	-5,3	
<i>LSD</i>													<i>ns</i>		

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen fosformangel. <sup>2)</sup> YaraVita GRAMITREL indeholder 6,4 N, 15 magnesium, 5 kobber, 15 mangan og 8 volumenprocent zink.

Forsøgene er gennemført på lerjord (JB 6 til 7) med et højt udbyttensiveau. Der er tilstræbt forsøgsarealer med lave fosfortal (Pt). I en jordprøve, udtaget ved anlæg, varierede fosfortallet mellem 1,4 og 3,7 og kaliumtallet fra 7,9 til 14,8.

Indholdet af næringsstoffer i en planteprøve er bestemt midt i maj og midt i juni. I planteprøven, udtaget midt i maj, ses et stigende indhold af fosfor og kalium med stigende tilførsel af næringsstofferne. I ét af de tre forsøg er målt et fosforindhold, som er mindre end 0,3 procent fosfor, der anses for at være et minimum for at sikre en optimal vækst. Samme forsøg har et lavt fosfortal (1,4). Ingen analyser for kalium har vist indhold under det anbefalede niveau.

Tilførsel af stigende mængder fosfor og kalium har resulteret i et stigende udbytte. Tilførsel af fosfor alene og kalium alene har også resulteret i merudbytter, men mindre end ved placering i en NPK-gødning. Tilførsel af stigende mængder fosfor og kalium har forøget optagelsen af kvælstof i kerne med op til 5 kg pr. ha, mens proteinindholdet er faldet på grund af fortyndingseffekt. Nettoudbyttet for stigende koncentration af fosfor og kalium i NPK-gødninger er tæt på 0. Tilførsel af kalium alene har resulteret i den dårligste økonomi. Øko-

nomien i tilførsel af fosfor og kalium kan ikke vurderes i étårige forsøg, fordi jordens frugtbarhed skal vurderes på lang sigt.

Udsprøjtning af 2,0 liter YaraVita GRAMITREL har resulteret i et signifikant merudbytte, hvor der er grundgødsket med YaraBela NS 27-4, mens der ikke er opnået merudbytte ved grundgødskning med YaraMila NPK 18-4-12 m. Mg, S, B. Planteana-



Placering af forsurende gødninger ved såning af vinterbyg om efteråret er effektiv til at forebygge manganmangel. I marken er i 2 ud af 4 meter placeret 90 kg svovlsur ammoniak pr. ha. (Foto: Ib Møller Jensen, LMO).

lyserne har vist et tilstrækkeligt niveau af mangan, zink og bor uanset gødskningen, mens indholdet af magnesium har været lavt. Se Tabelbilaget, tabel N9.

**Fosfor til vårbyg**

Af Simon Mundus, Københavns Universitet og Leif Knudsen, Videncentret for Landbrug

Otte forsøg med placering af 30 kg fosfor ved såning af vårbyg i 2014 har resulteret i et merudbytte på 3,4 hkg pr. ha, hvor effekten har været signifikant i tre forsøg, mens merudbyttet i 2013 var 2,2 hkg pr. ha, men ikke resulterede i nogen signifikante forskelle i de enkelte forsøg.

For at udvikle og afprøve en ny metode til bestemmelse af fosfortilgængelighed i jord blev der i 2012 påbegyndt et treårigt projekt af Københavns Universitet, Yara Danmark A/S og Videncentret for Landbrug. Projektet er finansieret af Fødevareministeriets GUDP-midler. Den nye metode betegnes "DGT-metoden" og består af en plastiksive med en gel, der kan binde og udtømme fosfor tæt på gelen, så der opstår en udtømningszone. Det bevirker, at der opstår en koncentrationsgradient, som bevirker, at fosfor diffunderer mod gelen og bindes. Metoden er derfor tættere på de forhold, der opstår omkring en planterod i sammenligning med de traditionelle ekstraktionsmetoder til fosforbestemmelse. Metoden er nærmere beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2013. Projektet afsluttes i 2015, og der vil blive udarbejdet en særskilt rapport om projektets resultater. For at validere metoden er der i 2013 og 2014 gennemført otte markforsøg med tilførsel af fosfor til vårbyg i Danmark. Samtidig gennemføres der forsøg i Norge, Sverige og Finland. Her afrapporteres resultaterne i danske forsøg. Alle jordanalyser mv. er endnu ikke

gennemført, hvorfor det primært er effekt på udbytter, der omtales.

Forsøgsarealerne er udvalgt, så de i alt 16 marker repræsenterer et stort spektrum af fosforindhold i jorden og jordtyper. Forsøgsarealerne i 2014 er udvalgt ud fra resultater af jordprøver, udtaget i efteråret 2013. Alle forsøg er gennemført med sorten Quench fra samme udsædparti. I 2013 blev forsøgene gennemført på lerjord, mens der i 2014 også blev gennemført forsøg på sandjord. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 12.

Der er opnået et merudbytte på 3,4 hkg pr. ha for at placere 30 kg fosfor pr. ha. I tre af de otte forsøg har merudbyttet været signifikant. Merudbyttet er lidt højere end ved bredspredning. Også i 2013 blev der opnået et signifikant merudbytte i gennemsnit af forsøgene, men ikke i nogen af enkeltforsøgene. Kvælstofoptagelsen i kerne er i 2014 forbedret med 4 kg pr. ha, mens proteinindholdet er uændret.

*Sammenhæng mellem fosfortal, jordtype og merudbytter for fosfor*

I årene 2013 og 2014 er der gennemført i alt 22 forsøg i vårbyg, hvor merudbyttet for placering af fosfor er undersøgt. I 16 af de 22 forsøg er der tilført 30 kg fosfor pr. ha, mens der i seks forsøg kun er tilført 22 kg fosfor pr. ha. I alle forsøg er bestemt jordtype samt reaktionstal, fosfortal, kaliumtal og magnesiumtal ved anlæg.

I tabel 13 er de 22 forsøg opdelt efter de målte fosfortal i forsøgene.

Der er opnået et merudbytte på 2,6 hkg kerne for placering af 30 eller 22 kg fosfor ved såning. Merudbyttet er signifikant. Forsøgene er opdelt efter

**Tabel 12.** Fosfor til vårbyg (N10)

Vårbyg	Pct. P i planteprove 30 dage efter såning	Pct. P i planteprove 50 dage efter såning	Fosformangel st. 51-59, kar. <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i kernetorstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerudbytte, hkg kerne pr. ha <sup>2)</sup>
<i>2014. Antal forsøg</i>	8	8	8	8	8	8	
1. Grundgødet	0,23	0,25	0	10,7	0	<b>58,2</b>	-
2. 30 kg P placeret	0,32	0,27	0	10,6	0	3,4	3,4
3. 30 kg P bredspredt	0,30	0,27	0	10,7	0	3,3	3,3
LSD					3,5	2,6	
<i>2013. Antal forsøg</i>	8		8	8	8	8	8
1. Grundgødet	0,34	-	0	10,5	103	<b>72,2</b>	-
2. 30 kg P placeret	0,38	-	0	10,5	106	2,2	2,2
3. 30 kg P bredspredt	0,37	-	0	10,4	105	1,6	1,6
LSD						1,5	

<sup>1)</sup>Skala 0-10, 0 = ingen fosformangel. <sup>2)</sup> Nettomerudbytte beregnet uden hensyn til halm.

**Tabel 13.** Sammen drag af forsøg med placering af 22 eller 30 kg fosfor til vårbyg. (N25)

Vårbyg	Antal forsøg	Udbytte, hkg kerne	Merudbytte, hkg pr. ha	Fosfortal
<i>2013-2014. 22 forsøg med placering af fosfor</i>				
Alle	22	65,7	2,6	3,7
JB 4-8	15	71,3	2,3	3,3
JB 2+3	2	36,7	9,4	4,7
JB 1	3	55,8	1,7	5,1
JB 11 (humus)	2	66,9	-0,7	3,8
<i>Pt u. 2,0</i>				
Pt 2,0-4,0	4	76,1	2,4	1,5
Pt over 4,0	7	65,4	2,3	2,5
Pt over 4,0	9	61,0	2,7	5,5

jordtype. Alt andet lige vil man forvente et højere merudbytte for fosfor på sandjord end på lerjord, fordi rodudviklingen er svagere på sandjord. På JB 2 og 3 er der opnået meget høje merudbytter for fosfor til trods for, at fosfortallene er høje. Udbyttet i forsøgsleddet uden fosfor er lille, hvilket kan tyde på en dårlig rodudvikling, der kan hæmme fosforoptagelsen fra jorden.

En opdeling af forsøgene efter fosfortal viser ingen sammenhæng imellem fosfortallet og merudbyttet for fosfor.

### Bejdsning af vårbyg med fosforholdig bejdse viser ingen effekt

Forsøgene med placering af fosfor til vårbyg i forbindelse med DGT-projektet er suppleret med to forsøgsled, hvor vårbyggen er bejds med henholdsvis 0,5 og 1 procent af et fosforholdigt bejdsmiddel kaldet Nu-trax P+. Produktet indeholder cirka 11 procent fosfor, 20 procent zink, 5 procent mangan og 4 procent kvælstof. Dette angives at have en effekt på afgrøden under fremspiring. Bejdsningen er foretaget med henholdsvis 0,5 og 1,0 liter pr. 100 kg kerne.

I forsøgene er opnået et signifikant merudbytte for placering af 30 kg fosfor, og i flere af enkeltforsø-

gene er der opnået høje merudbytter. Der er ikke konstateret positiv effekt af bejdsning af udsæden med Nu-trax P+ i denne forsøgsserie. I en planteprøve, udtaget 14 dage efter fremspiring, er der ikke målt højere koncentrationer af fosfor ved bejdsning i forhold til ubehandlet.

En alternativ anvendelse af Nu-trax P+ er coating af gødning, der ikke er afprøvet i forsøgene.

### Statistisk sikre merudbytter for tilførsel af mikronæringsstoffer til vinterhvede i to ud af seks forsøg

*Af Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug*

Udsprøjtning af en mikronæringsstofblanding eller af enkeltvis mikronæringsstoffer til vinterhvede har i fem af seks forsøg givet merudbytter, og i to af forsøgene er merudbytterne statistisk sikre. I gennemsnit af de seks forsøg er der ikke opnået statistisk sikre merudbytter.

I 2014 er der gennemført seks forsøg for at undersøge effekten af en mikronæringsstofblanding til vinterhvede med højt udbytniveau. Forsøgene ligger på planteavlsejendomme uden husdyrgødning. Baggrunden for forsøgsserien er, at det ofte anføres, at risikoen for mangel på mikronæringsstoffer øges ved store udbytter. I forsøgene afprøves den mikronæringsstofblanding, der markedsføres under navnet YaraVita Gramitrel. I forsøgene afprøves også midler med enkelt næringsstofferne mangan, kobber og zink. Næringsstofindholdet i produkterne er vist i tabel 15. Forsøgene er grundgødsket som den omgivende mark, bortset fra mikronæringsstoffer. Forsøgsplanen og de opnåede udbytter fremgår af tabel 15.

I gennemsnit af de seks forsøg er der ikke opnået signifikante merudbytter for tilførsel af den afprøvede mikronæringsstofblanding eller midler med kun et af mikronæringsstofferne. Der er heller ikke

**Tabel 14.** Afprøvning af fosforbejdsmidlet Nu-trax P+ i vårbyg. (N11)

Vårbyg	Pct. P i planteprøve 30 dage efter såning	Fosformangel st. 51-59, kar. <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Nettomerdudbytte, hkg kerne pr. ha
<i>2014. Antal forsøg</i>						
1. Grundgødet	8	8	8	8	8	-
2. 30 kg P placeret	0,27	0	10,7	85	58,2	-
3. 30 kg P bredspredt	-	0	10,6	89	3,4	3,4
4. Bejdsning med Nu-trax P+	-	0	10,7	89	3,3	3,3
5. Bejdsning med Nu-trax P+	0,27	0	10,7	83	-1,0	-
LSD	0,27	0	10,7	83	-1,3	-
				4	2,6	

<sup>1)</sup> Skala 0-10, hvor 0 = ingen fosformangel.



**Tabel 15.** Forsøg med mikronæringsstoffer til vinterhvede. Udbytteeffekt af udsprøjtning af en mikronæringsstofblanding og midler med kun et af mikronæringsstofferne. Forsøgene er grundgødsket med kvælstof som den omgivende mark. Forsøgene ligger på planteavlsejendomme uden husdyrgødning. (N12)

Forsøgsled		Antal forsøg med signifikant merudbytte	Udbytte, kg N pr. ha	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha	Nettomerudbytte <sup>1)</sup> , hkg pr. ha
<i>Antal forsøg</i>			6	6	
1. -	Ingen mikronæringsstoffer	-	145	<b>99,7</b>	-
2. Medio april	2 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>	1	147	1,0	0,0
3. Medio april	2 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>				
Medio maj	1 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>	1	147	2,7	1,3
4. Medio april	50 kg N	2	165	3,2	-2,1
5. Medio april	2 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>				
Medio april	50 kg N	2	166	4,0	-0,6
6. Medio april	2 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>				
Medio april	50 kg N				
Medio maj	1 l YaraVita Gramitre <sup>2)</sup>	3	168	5,7	0,7
7. Medio april	2 kg mangansulfat 32 <sup>3)</sup>				
Medio maj	1 kg mangansulfat 32 <sup>3)</sup>	2	148	1,6	0,7
8. Medio april	0,2 kg kobberoxychlorid 40 <sup>4)</sup>				
Medio maj	0,1 kg kobberoxychlorid 40 <sup>4)</sup>	2	152	4,0	2,0
9. Medio april	0,4 kg Zinksulfat <sup>5)</sup>				
Medio maj	0,2 kg Zinksulfat <sup>5)</sup>	2	152	2,6	2,3
<i>LSD</i>			9	<i>ns</i>	

<sup>1)</sup> Mikronæringsstoffer udbringes normalt sammen med andre behandlinger som for eksempel svampesprøjtninger.

<sup>2)</sup> Indhold pr. liter: 64 g N, 150 g Mg, 50 g Cu, 150 g Mn og 80 g Zn. Pris: 50 kr. pr. liter.

<sup>3)</sup> Indhold pr. liter: 320 g Mn. Pris: 31 kr. pr. liter.

<sup>4)</sup> Indhold pr. liter: 400 g Cu. Pris: 70 kr. pr. liter.

<sup>5)</sup> Indhold pr. liter: 230 g Zn.



*Kraftig kobbermangel i vårbyg kan resultere i misvækst. Efter kobbermangel er konstateret, er der udsprøjtet kobberoxychlorid. På billedet ses et sprøjtevindue, hvor der ikke er tilført kobber. Ved høst har der ikke været høstbar afgrøde her. (Fotos: Jens Nygaard Olesen, Jysk Landbrugsrådgivning).*

opnået et signifikant merudbytte for tilførsel af ekstra 50 kg kvælstof pr. ha. Tilførsel af 50 kg kvælstof pr. ha har derimod forøget kvælstofoptagelsen i kernen signifikant med cirka 20 kg kvælstof pr. ha.

Der er gennemført en tosidet variansanalyse for at undersøge, om der er en signifikant effekt af YaraVita Gramitre, tilført ad en eller to gange, og tilførsel af ekstra 50 kg kvælstof pr. ha over normen. Det er også undersøgt, om der er vekselvirkning mellem tilførslen af mikronæringsstoffer og kvælstof. Der er i gennemsnit af forsøgene ikke opnået en signifikant effekt af nogen af behandlingerne. Men i fem ud af seks forsøg er der opnået merudbytter, og i to af forsøgene er merudbytterne statistisk sikre.

I ingen af de to forsøg med signifikante merudbytter afslører planteanalyser eller jordanalyser mangel på hverken mangan, zink eller kobber. For alle forsøgene gælder derimod, at magnesiumindholdet i planterne er lavt eller kritisk lavt i april efter de grænseværdier, der anvendes i Danmark.

Forsøgsresultaterne er overraskende, fordi der i nogle af forsøgene opnås betydelige merudbytter for stort set alle de afprøvede behandlinger. I de forsøg, der gennem årene er gennemført med bredspektrede mikronæringsstoffer i korn, er der generelt kun opnået merudbytter i få af forsøgene. Forsøgsresultaterne i de kommende år skal be-

ler afkræfte, om der en forøget risiko for mangel på mikronæringsstoffer ved store udbytter.

Forsøgsserien fortsættes.

## Husdyrgødning

Af Annette V. Vestergaard, Videncentret for Landbrug

### Ligeværdig effekt af nedfældning og forsuring af gylle i vårbyg

Der er opnået størst udbytte af gylleudbringning efter fremspiring på lerjord, og forsuret gylle giver den største førsteårs virkning af kvælstof i gylle (værdital). På sandjord er der ikke tydelige udbytteforskelle, men nedfældning før såning og forsuring har givet den bedste kvælstofudnyttelse. Efter fremspiring øges værditallet ved forsuring med 12 enheder for svinegylle og hele 23 enheder for kvæggylle i årets forsøg. Planteanalyserne viser en meroptagelse af svovl ved forsuring og på sandjord desuden en meroptagelse af mangan. Der indgår ikke struktur- og køreskader i forsøgene.

Hvor der erfaringsvis opstår strukturskader af nedfælder på lerjord, er forsuring et godt og ligeværdigt alternativ ved valg af udbringningsteknik.

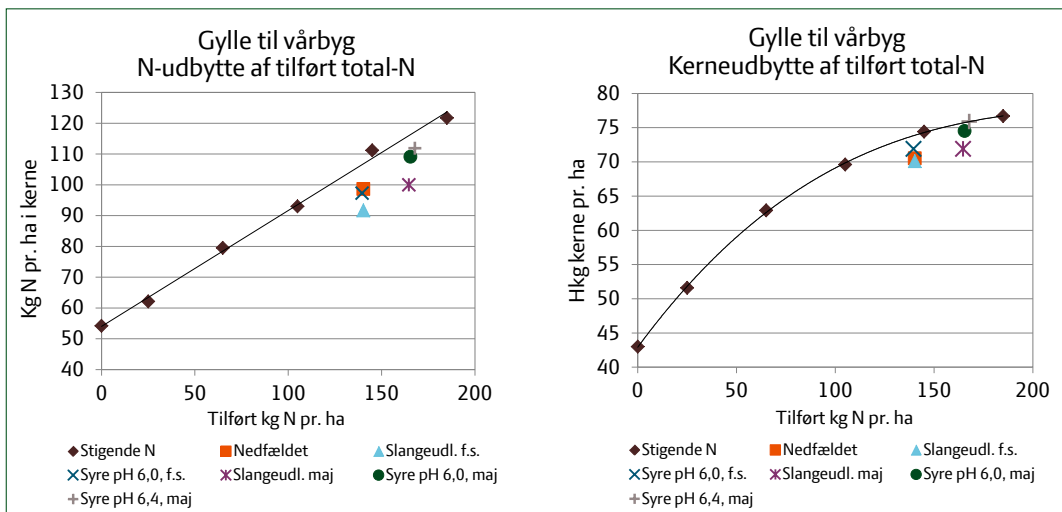
Der er en kvælstofeffekt af udbringningstidspunktet, idet gylleudbringning efter fremspiring øger proteinindholdet.

Tilsætning af nitrifikationshæmmeren N-Lock til gylle til vårbyg på sandjord i Vestjylland viser i to forsøg ingen effekt på N-min i jorden eller på opnåede udbytter.

I 2014 er der gennemført fire forsøg med strategier for udbringning af svinegylle til vårbyg på lerjord samt to forsøg med kvæggylle på sandjord. Formålet er at finde den optimale udbringningsstrategi og udbytteeffekten af forsuring. Forsøgsled med nedharvning af slangeudlagt ubehandlet gylle og forsuret gylle sammenlignes med nedfældning af ubehandlet gylle før såning. I den voksende afgrøde er der i yderligere forsøgsled slangeudlagt ubehandlet gylle samt slangeudlagt markforsuret gylle.

### Svinegylle til vårbyg på lerjord

I 2014 er 2013-forsøgene med gyllestrategier til vårbyg på lerjord gentaget efter samme forsøgsplan, men med et lavere niveau for tilførsel af mineralsk gødning. Se Oversigt over Landsforsøgene 2013, side 251. Der er tilført 25 kg kvælstof i handelsgødning og tilsigtet en tilførsel af 80 kg ammoniumkvælstof til alle forsøgsled med gylle. Udbringning af gylle er sket henholdsvis før såning ved nedfældning, slangeudlægning eller forsuring og efter fremspiring ved slangeudlægning af ubehandlet eller forsuret gylle. For at beregne værditallet af kvælstof i gyllen indgår der forsøgsled med stigende tilførsel af kvælstof i handelsgødning, fra 0 til 185 kg kvælstof pr. ha. Forsøgsplan og -resultater for 2013 og 2014 fremgår af tabel 16.



Figur 13. Udbytte af henholdsvis kvælstof i kerne samt kerneudbytte ved stigende kvælstoftilførsel og ved forskellige udbringningsstrategier af gylle. F.s. = før såning.

**Tablet 16.** Strategi for udbringning af svinegylle til vårbyg på lerjord. (N13)

Vårbyg	Udbringnings- teknik <sup>1)</sup>	Udbring- ningstidspunkt	Kar. for lejesæd ved høst <sup>2)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 4 forsøg</i>						
1. 0 N			0	9,3	54	<b>43,0</b>
2. 25 N			0	8,9	62	8,6
3. 65 N			0	9,3	80	19,9
4. 105 N			0	9,8	93	26,6
5. 145 N			0	11,0	111	31,4
6. 185 N			0	11,7	122	33,7
7. 25 N + 88 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Nedfældn.	Før såning	0	10,3	99	27,5
8. 25 N + 88 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Før såning	0	9,6	92	27,1
9. 25 N + 89 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Før såning	0	10,0	97	28,9
10. 25 N + 111 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Medio maj	0	10,2	100	28,9
11. 25 N + 111 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Medio maj	0	10,8	109	31,5
12. 25 N + 111 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,4	Medio maj	0	10,8	112	32,9
LSD I					10,6	5,4
<i>2013. 4 forsøg</i>						
1. 0 N			0	8,4	54	<b>47,3</b>
2. 40 N			0	8,4	64	8,3
3. 80 N			0	8,9	75	15,1
4. 120 N			0	9,3	82	17,8
5. 160 N			0	9,8	89	19,2
6. 200 N			1	10,5	95	19,1
7. 40 N + 85 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Nedfældn.	Før såning	0	9,6	86	18,2
8. 40 N + 85 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Før såning	0	9,5	84	17,3
9. 40 N + 85 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Før såning	0	9,5	86	19,0
10. 40 N + 98 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Medio maj	0	9,9	90	19,3
11. 40 N + 97 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Medio maj	1	10,1	89	18,1
12. 40 N + 97 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,4	Medio maj	0	10,1	91	19,5
LSD 7-11					4,4	ns

Gylldata og værdital							
pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. m <sup>3</sup>	Værdital	pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. m <sup>3</sup>	Værdital
<i>2014. 4 forsøg</i>				<i>2013. 4 forsøg</i>			
7.	7,3	77	81	7,2	80		100
8.	7,3	77	67	7,2	80		95
9.	6,2	79	2,7	5,9	78	2,7	100
10.	7,3	79		7,1	76		99
11.	6,2	79	2,8	6,0	76	3,2	98
12.	6,6	78	1,8	6,5	76	2,1	100

Planteanalyser, 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>2014. 4 forsøg</i>						
4.	0,23	3,6	0,32	24	7,7	8,1
10.	0,25	4,1	0,35	19	6,9	7,7
11.	0,33	4,3	0,36	19	6,3	8,5
<i>2013. 4 forsøg</i>						
4.	0,23	3,4	0,28	26	8,8	11,5
10.	0,21	4,0	0,38	22	8,4	10,9
11.	0,23	3,7	0,29	23	8,3	10,3

<sup>1)</sup> Fors.: Forsuret, slangeudlagt gylle.

<sup>2)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

Alle forsøg er sået medio april og anlagt på JB 5 eller 6 med forfrugt korn. Som gennemsnit har temperaturen ved første udbringning været 10 til 12 grader C med svag vind og fuld sol, mens vejret ved den

sene udbringning har været solrigt, 20 til 22 grader C og ligeledes med svag vind. Da ammoniakfordampningen er temperaturafhængig, vil tabet alt andet lige være størst ved den sene udbringning.

Tre forsøg er udført i upløjet jord, og i et forsøg er gyllen nedfældet efter pløjning. I forsøgsled 8 til 12 er gyllen slangeudlagt og eventuelt forsuret under udbringning med BioCovers SyreN-system. Der er udtaget gylleprøver til analyse før og efter forsuring. I midten af juni er der udtaget planteprovér i forsøgsled 4, 10 og 11 til analyse for næringsstofindholdet.

#### *Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen*

Ved normtilførslen af kvælstof er det gennemsnitlige udbytte knap 70 hkg pr. ha. Udbytterne ses i figur 13 og viser et lineært stigende udbytte af kvælstof i protein op til maksimal tilførsel af kvælstof, mens kerneudbyttekurven flader ud ved høje tilførsler. Merudbyttet for kvælstof i kerne er 0,37 kg kvælstof i kerne pr. tilført kg kvælstof, hvilket er 0,17 kg højere end i 2013. Merudbyttet i kerne er 12 kg kerne pr. kg kvælstof i intervallet 105 til 145 kg kvælstof pr. ha.

En sammenligning af de forskellige strategier for udbringning af gylle viser et signifikant større kvælstofudbytte ved forsuring af gylle til pH 6,4 efter fremspiring, sammenlignet med slangeudlagt og nedharvet, ubehandlet gylle før såning. Det skyldes, udover udbringningsteknikken, en større tilførsel af ammoniumkvælstof som følge af usikkerhed på Agrosmålingen ved den sene udbringning, svarende til 23 kg kvælstof pr. ha. Meroptagelsen er 15 kg kvælstof pr. ha. Den ekstra kvælstofmængde må forventes at give en meroptagelse på 10 kg kvælstof pr. ha, hvorfor den reelle forskel på udbringning før og efter såning er beskeden. Der er ikke signifikante forskelle på kvælstofvirkningen af gylle mellem de forskellige udbringningsmetoder før såning, men en tendens til en lidt lavere effekt af slangeudlagt ubehandlet gylle før såning, både på udbytte og kvælstofoptagelse. Dette svarer til resultaterne af 2013-forsøgene.

Uden hensyntagen til strukturskader fra nedfælden er nedfældning og forsuring før såning ligeværdige udbringningsmetoder.

Efter fremspiring er der opnået et ikke signifikant merudbytte på 3,3 hkg kerne pr. ha for at forsuren gyllen og et signifikant større kvælstofudbytte, hvor gyllen forsures til pH 6,4. I begge forsøgsår er der opnået en ikke signifikant negativ udbytteeffekt af at reducere gyllens pH-værdi fra 6,4 til 6,0 på 1,4 hkg pr. ha.

Den sene gylleudbringning giver et større proteinindhold i kernen på 0,6 procentenheder. Alle pro-

teinprocenter ligger inden for kravet til maltbyg på 9,5 til 11,0.

Beregning af værditallet viser, at den største kvælstofudnyttelse er opnået ved nedfældning før såning og ved forsuring af gylle efter fremspiring. Efter fremspiring øges kvælstofudnyttelsen med 12 enheder i forhold til ubehandlet gylle.

#### *Syreforbrug og pH-værdier*

Af tabel 16 fremgår analyseresultaterne fra gyllen, herunder pH-værdierne. pH i ubehandlet gylle er i gennemsnit 7,3. Forsuring i forsøgsled 9, 11 og 12 afspejler niveauet for pH-værdien i forsøgsplanen og viser, at gyllevognens pH-meter stemmer overens med laboratorieanalyserne.

I forsøgsled 9 er der anvendt 2,7 liter 96 procent svovlsyre pr. m<sup>3</sup> gylle for at reducere pH til 6,2. Med den udbragte gyllemængde giver det en tilførsel af 51 kg svovl pr. ha. For at reducere pH til cirka 6,6 ved udbringning efter fremspiring er der brugt 1,8 liter syre pr. m<sup>3</sup> gylle, som giver en tilførsel af 44 kg svovl pr. ha.

Syreforbruget er rimeligt ens i de to forsøgsår.

Svovlbehovet i vårbyg er omkring 15 til 20 kg pr. ha, så behovet dækkes fuldt ud allerede ved en pH-reduktion til 6,5.

#### *Planteanalyser*

Planteanalyserne viser generelt kun små forskelle mellem forsøgsled 4, 10 og 11. Der er dog en tendens til, at planter fra forsøgsled 11 med forsuring efter fremspiring har et lidt større indhold af kvælstof, fosfor og svovl end forsøgsled 4, som færdiggødskes ved etablering. Der er ikke udslag for mangan ved forsuring.

#### **Kvæggylle til vårbyg på sandjord**

Tilsvarende forsøgsplanen for gylletildeling til vårbyg på lerjord er der gennemført to forsøg med kvæggylle til vårbyg på sandjord. Forsøgene indgår i projektet Gylle-IT, finansieret af Fødevareministeriets GUDP-midler.

Referencekurven med tilsætning af mineralsk kvælstof går i tre trin fra 0 til 150 kg kvælstof pr. ha, og i forsøgsled med gylletildeling med syre indgår kun forsuring til pH 6,0. Det ene forsøg (002) er udført i 9 x 9 meter parceller med tilsvarende brede værn på Aarhus Universitets forsøgsarealer ved Foulum med målinger af ammoniakfordampningstab ved gylleudbringning i alle fire gentagelser og ved

**Tablet 17.** Strategi for udbringning af gylle til vårbyg på sandjord. (N14)

Vårbyg	Udbringnings-teknik <sup>1)</sup>	Udbringningstids-punkt	Kar. for lejesæd ved høst <sup>2)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	
<i>2014.</i>										
			<i>1 forsøg (001)</i>					<i>1 forsøg (002)</i>		
1. 0 N			0	9,7	60	<b>45,6</b>	10,6	36	<b>24,5</b>	
2. 100 N			0	11,0	99	20,7	12,5	53	6,5	
3. 150 N			0	12,9	125	25,5	13,6	68	12,0	
4. 25 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Nedfældn.	Før såning	0	11,9	113	23,9	12,3	62	12,5	
5. 25 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Før såning	0	11,5	108	23,4	12,0	59	11,4	
6. 25 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Før såning	0	11,9	110	22,2	11,6	61	14,1	
7. 25 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	Medio maj	0				11,7	56	10,6	
8. 25 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	Medio maj	0				12,0	63	14,1	
<i>LSD 1</i>						5,3			4,9	

Gødning, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, kg pr. ton	Udbragt kg NH <sub>4</sub> -N i alt, gylle + ha.g.	pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. m <sup>3</sup>	Værdital
<i>2014. 2 forsøg</i>								
4.	40,5	3,5	2,1	96	7,3	59		77
5.	40,5	3,5	2,1	96	7,3	59		68
6.	40,5	3,5	2,4	111	6,0	68	2,7	73
<i>2014. 1 forsøg</i>								
7.	53	2,9	1,5	105	7,5	52		50
8.	53	2,9	1,6	110	5,7	55	3,3	73

Planteanalyser, 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>2014. 2 forsøg</i>						
2.	0,26	4,5	0,33	34	8,8	8,7
4.	0,22	4,6	0,37	21	7,4	7,9
5.	0,21	4,5	0,34	21	6,4	8,1
6.	0,41	4,8	0,32	29	6,9	7,3
7.	0,22	4,4	0,33	17	6,6	7,5
8.	0,44	4,9	0,35	26	6,7	8,2

<sup>1)</sup> Fors.: Forsuret, slangeudlagt gylle.

<sup>2)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

alle udbringningsmetoder. Ammoniakfordampningen er målt i samarbejde med Universitetet i Kiel, Syddansk Universitet og Aarhus Universitet. Resultatet af disse målinger er først klar til Oversigt over Landsforsøgene 2015. Forsøgsplan og udbytterestultater for 2014 fremgår af tabel 17.

Forsøgene er etableret primo og ultimo april på pløjet JB 3 og 4 efter vinterhvede.

Ved den sene gylletildeling til forsøg 001 er der sket fejl ved Agrosmåling af gyllens ammoniumindhold, som betyder, at der er tildelt cirka den dobbelte kvælstofmængde under udbringning i forhold til forsøgsplanen. Derfor er der ingen resultater for forsøgsled 7 og 8. I forsøg 001 er gyllen forsuret af Agro Tech med BioCovers SyreN-system med anvendelse af 96 procent svovlsyre, mens der i forsøg 002 er forsuret med Foulums udstyr, som er en gyllevogn fra Kyndestoft med markforsuring

med AcidLine, der anvender en 50 procent svovlsyrekoncentration.

*Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen*

De to forsøg har meget forskellig kvælstofrespons og udbyttensiveau og er vist hver for sig. Forsøg nr. 001 har et stort udbytte og en stor kvælstofrespons, mens udbyttet i forsøg nr. 002 er lille og kvælstofresponsen beskedent.

Der er ikke udbytteforskel mellem gyllestrategierne. I forsøg 002 er der tendens til merudbytte i kerne for forsuring.

Det højeste proteinindhold i kernen opnås ved nedfældning før såning. I alle forsøgsled ligger proteinindholdet over kravet til maltbyg på 9,5 til 11,0 procent.

Beregning af værditallet viser, at den største kvæ-



Udbringning af forsuret gylle til vårbyg efter fremspiring. (Foto: Annette V. Vestergaard, Videncentret for Landbrug).

stofudnyttelse er opnået før såning ved nedfældning og ved forsuring af gylle. I forsøget med gylletildeling efter fremspiring øges kvælstofudnyttelsen med hele 23 enheder ved forsuring i forhold til ubehandlet gylle.

#### Syreforbrug og pH-værdier

Af tabellen fremgår analyseresultaterne fra gyllen, herunder pH-værdierne. pH-værdien af ubehandlet gylle er i gennemsnit 7,3.

I forsøgsled 6 er der anvendt 2,8 liter svovlsyre pr. m<sup>3</sup> gylle for at reducere pH til 6,0 (omregnet til 96 procent svovlsyre). Med den udbragte gyllemængde giver det en tilførsel af 63 kg svovl pr. ha. For at reducere pH til 5,7 ved udbringning efter fremspiring er der som gennemsnit brugt 3,3 liter syre pr.

m<sup>3</sup> gylle. Det giver en tilførsel af 100 kg svovl pr. ha ved den øgede gylletilførsel.

#### Planteanalyser

Planteanalyserne viser en højere koncentration af svovl og mangan ved forsuring samt en tendens til en højere kvælstofoptagelse. Derimod falder optagelsen af kobber. Fosforkoncentrationen er størst ved nedfældet gylle, selv om tidligere forsøg har indikeret, at fosfortilgængeligheden i gylle øges ved forsuring. På begge lokaliteter er der meget høje fosfortal (6 til 7).

#### Gylle med nitrifikationshæmmer til vårbyg på sandjord

For at mindske risikoen for udvaskning af kvælstof fra forårsudbragt gylle inden såning af vårbyg på sandjord er nitrifikationshæmmeren N-Lock tilsat gylle og afprøvet ved stigende tilførsel af mineralsk gødning. N-Lock forhindrer ammoniumkvælstof i at omdannes til nitratkvælstof, som kan udvaskes. Formålet er at undersøge, om N-min indholdet i de forskellige jordlag er forskelligt i gyllegødede parceller med og uden tilførsel af nitrifikationshæmmeren. Det undersøges endvidere, om tilsætningen har en udbytteeffekt. Der er gennemført to forsøg i Vestjylland på JB 3.

Forårsnedbøren i Vestjylland har ligget på normalen, dog med et mindre overskud i maj på 13 mm og et underskud i juni på 28 mm. I regionen er der faldet 146 mm nedbør fra gylleudbringningen i marts til N-min undersøgelsen ultimo juni. Der har ikke været ekstreme nedbørshændelser i perioden. Ultimo maj er der faldet 18 mm inden for et døgn, men efter en uge med kun 10 mm nedbør i alt. Nedbørmængden har næppe ført til en betydelig forårsudvaskning af kvælstof.

Forsøgsplanen indeholder tre forsøgsled med stigende tilførsel af mineralsk kvælstof og seks forsøgsled med nedfældning af 100 kg ammoniumkvælstof i gylle, henholdsvis med og uden nitrifikationshæmmer og med stigende tilførsel af supplerende kvælstof i mineralsk gødning. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 18. De to forsøg er sået henholdsvis 2. og 24. april med forfrugt hvede og raps. Gyllen er nedfældet 19. marts i begge forsøg, og mineralsk gødning er suppleret 14. maj. Forsøgsled 2 og 3 har tilsvarende fået delt udbringningen på de to tidspunkter. Fra gylleudbringning til såning er der faldet henholdsvis 10 og 50 mm nedbør. I det ene forsøg (002) har Agrosmåleren vist et for lavt ammoniumindhold i gyllen, som betyder, at der er tilført 140 kg i stedet for de

**Tabel 18.** Gylle med nitrifikationshæmmer til vårbyg. (N15)

Vårbyg	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 2 forsøg</i>				
1. 40 N	0	10,2	78	<b>56,2</b>
2. 80 N	0	10,6	97	11,2
3. 120 N	0	11,3	109	14,5
4. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle, nedfældet	0	12,3	109	8,8
5. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle, nedfældet + 40 N	1	12,7	115	10,3
6. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle, nedfældet + 80 N	0	13,1	121	11,7
7. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + 2,5 l N-Lock, nedfældet	0	12,1	104	6,8
8. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + 2,5 l N-Lock, nedfældet + 40 N	0	12,5	108	7,3
9. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + 2,5 l N-Lock, nedfældet + 80 N	0	13,4	123	11,0
LSD 1			13,1	ns

Gødning, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, kg pr. ton	Udbragt kg NH <sub>4</sub> -N i alt	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Værdital
<i>2014. 2 forsøg</i>						
4.	49,4	4,0	2,7	123	68	69
7.						59

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

planlagte 100 kg kvælstof i ammonium pr. ha. Der er målt N-min ved etablering 26. juni og ved høst i 0 til 100 cm dybde.

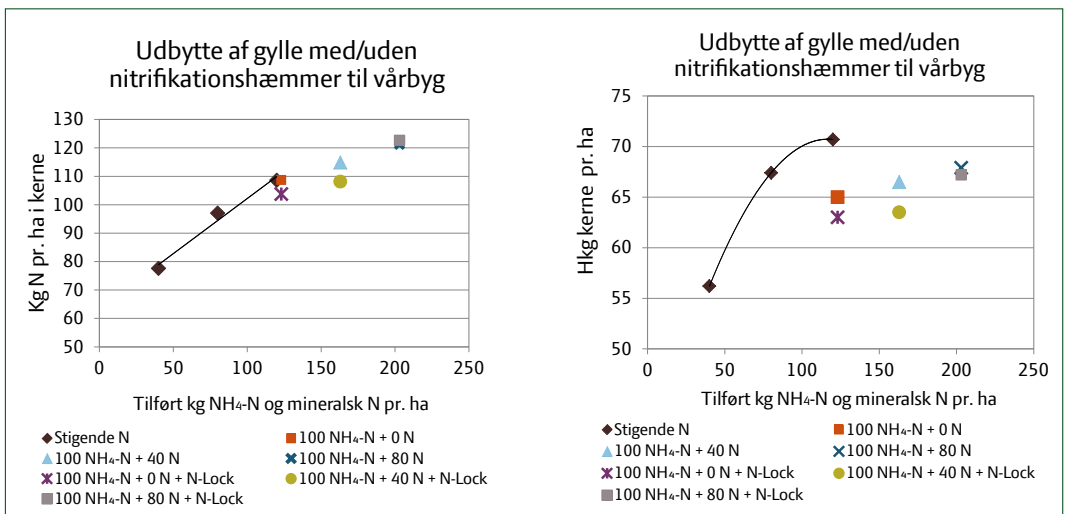
*Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen*

Udbytterne er vist i figur 14 og viser et lineært stigende udbytte af kvælstof i protein op til maksimal tilførsel af kvælstof, mens kerneudbyttekurven flader ud omkring normtilførslen.

En sammenligning af de forskellige gødningsniveauer med udbringning af gylle viser, at der er ef-

fekt af stigende kvælstoftilførsel, men ingen effekt af nitrifikationshæmmeren uanset kvælstofniveau. Kun ved tilførsel af i alt 40 og 80 kg kvælstof pr. ha er proteinindholdet i kernen inden for kravet til maltbyg på 9,5 til 11 procent.

Værditallet viser, at den største kvælstofudnyttelse er opnået ved nedfældning af ubehandlet gylle. Tilsætning af N-Lock forringer kvælstofudnyttelsen af gylle i de to forsøg.



**Figur 14.** Udbytte af henholdsvis kvælstof i kerne samt kerneudbytte ved stigende kvælstoftilførsel og for kvælstof i gylle med og uden N-Lock.

**Table 19.** N-min målinger i forsøg med gylle tilsat nitrifikationshæmmer til vårbyg. (N15)

N-min	NO <sub>3</sub> -N, ppm, 0-25 cm	NO <sub>3</sub> -N, ppm, 25-50 cm	NO <sub>3</sub> -N, ppm, 50-75 cm	NO <sub>3</sub> -N, ppm, 75-100 cm	NH <sub>4</sub> -N, ppm, 0-25 cm	NH <sub>4</sub> -N, ppm, 25-50 cm	NH <sub>4</sub> -N, ppm, 50-75 cm	NH <sub>4</sub> -N, ppm, 75-100 cm
<i>Før såning, 2 forsøg</i>								
	0,8	0,6	0,5	0,3	0,9	0,7	0,4	0,3
<i>26. juni, 2 forsøg</i>								
4.	2,9	2,3	1,2	1,8	3,1	2,4	1,0	1,2
7.	3,3	2,3	1,4	2,4	3,4	2,7	1,3	1,5
<i>Efter høst, 2 forsøg</i>								
4.	6,0	5,7	2,8	1,5	1,6	1,8	1,0	0,7
7.	5,8	6,2	2,7	1,3	2,4	2,0	1,1	0,8

### N-min i vækstsæsonen

I tabel 19 ses nitrat- og ammoniumindholdet for forsøgsled med nedfældning med og uden nitrifikationshæmmer i jordens øverste meter med 25 cm intervaller. I N-min prøven, udtaget i juni, skulle effekten af nitrifikationshæmmeren være, at gyllens kvælstof forbliver på ammoniumform, så udvaskningsrisikoen minimeres. Denne effekt kan ikke registreres i forsøgene. Resultaterne tyder på, at der er sket en vis udvaskning af kvælstof fra de øverste jordlag fra udtagning før såning til i juni. Konklusionen fra årets forsøg er, at der ikke kan dokumenteres en effekt af nitrifikationshæmmeren.

Der er ikke målt en effekt af N-Lock i de to forsøg, hverken på N-min indholdet eller på forholdet mellem ammoniumkvælstof og nitratkvælstof i jorden eller på udbyttet. I gennemsnit er der tendens til faldende udbytter ved tilsætning af nitrifikationshæmmer i begge forsøg.

En effekt af nitrifikationshæmmeren kan kun forventes i år med stor udvaskning af kvælstof i forsommeren.

### Højere værdital ved forsuring af svine- og kvæggylle til vinterhvede

Målt i kerneudbytte viser to forsøg med forskellig udbringningsstrategi ingen effekt af forsuring ved fuldgødskning af vinterhvede med gylle.

I kg kvælstof i kerne er der signifikant merudbytte ved fuldgødskning med mineralsk gødning og en tendens til merudbytte for fuldgødskning med gylle med SyreN+ systemet. Fuldgødskning er foretaget på samme tidspunkt som afsluttende gødnings-tilførsel, og meroptagelsen af kvælstof afspejles således også af gødningstidspunktet.

Forsøg med fem forskellige gylletyper, slangeudlagt med og uden forsuring og udbragt henholdsvis primo og ultimo april viser et større proteinindhold i kernen ved forsuring af alle gylletyper og en bedre kvælstofudnyttelse ved forsuring af svine- og kvæggylle samt afgasset gylle, mens udnyttelsen af minkgylle er uændret, og separeret, afgasset gylle får en lavere kvælstofudnyttelse ved forsuring.

### Udbringningsstrategier for gylle til vinterhvede

Der er i to forsøg på JB 7 i Nordjylland afprøvet seks forskellige udbringningsstrategier om foråret og forskellig anvendelse af forsuring. Forsøgsplan og -resultater for 2013 og 2014 fremgår af tabel 20. Bemærk, at forsøgsled 12 i 2013 med delt gødskning udgår af 2014-planen.

Der indgår slangeudlægning af ubehandlet gylle og forsuret gylle med SyreN-systemet til henholdsvis pH 6,0 og 6,4. Endvidere er der et forsøgsled med SyreN-forsuring til pH 6,4 med tilsætning af 1 liter FeMan pr. ton gylle, som er en blanding af jern- og mangansulfat. Mangansulfat udgør 20 procent. Der indgår to forsøgsled med fuldgødskning med gylle, dels SyreN+ og AcidLine. SyreN+ systemet anvender flydende ammoniak som kvælstofkilde, mens AcidLines kvælstofkilde er urea (i NS 8-16).

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.

For at beregne værditallet af kvælstof i gyllen er der forsøgsled med stigende tilførsel af kvælstof i handelsgødning, fra 0 til 180 kg kvælstof pr. ha. For at belyse effekten af at udbringe al gødningen på en gang indgår der et handelsgødningsled med tilførsel af 130 kg kvælstof.

Første udbringning af mineralsk gødning er foretaget 20. marts, og gylle eller anden gang mineralsk gødning er udbragt henholdsvis 23. og 30. april. Fuldgødede parceller er kun gødet ved den sidste gødskning. Forsøg 001 er ved en fejl blevet tildelt 48 kg kvælstof, der delvis er korrigeret for, så forsøgsled 1 har fået 48 kg kvælstof, og forsøgsled 2 til 5 samt 7 til 10 har fået tilført 18 kg kvælstof mere end planen, mens forsøgsled med fuldgødskning, dvs. forsøgsled 6, 11 og 12, har fået 48 kg kvælstof mere end planen. Forsøget har en lineær kvælstofrepons i hele intervallet, så gennemsnitstilførslen med tilhørende udbytter af de to forsøg er vist i figur 15.

Gyllen er udbragt af AgroTech, hvor forsøgsgyllelevognen er bygget efter princippet i BioCovers



**Tablet 20.** Udbringning af svinegylle til vinterhvede. (N16)

Vinterhvede	Udbringnings- teknik <sup>1)</sup>	Antal kvælstof- udbringninger	Kar. for lejesæd ved høst <sup>2)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 2 forsøg</i>						
1. 0 N		-	0	8,1	67	<b>55,5</b>
2. 30 N		1	0	7,8	71	5,5
3. 30 N + 50 N		2	0	8,9	99	19,2
4. 30 N + 100 N		2	0	9,8	118	25,3
5. 30 N + 150 N		2	0	11,3	144	29,5
6. 130 N		1	0	11,5	139	25,5
7. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	2	0	9,0	114	29,7
8. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,4	2	0	9,4	119	29,8
9. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	2	0	9,2	117	30,2
10. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + FeMan	Fors. pH 6,4	2	0	9,5	122	29,9
11. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle SyreN+	Fors. pH 6,4	1	0	10,1	125	27,6
12. 30 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + AcidLine	Fors. pH 6,4	1	0	9,3	115	26,8
<i>LSD 1</i>					18	12,3
<i>2013. 3 forsøg</i>						
1. 0 N		-	0	8,9	60	<b>44,9</b>
2. 50 N		1	0	8,3	77	17,7
3. 50 N + 50 N		2	0	9,7	104	27,1
4. 50 N + 100 N		2	0	10,8	122	30,5
5. 50 N + 150 N		2	0	12,1	136	29,9
6. 150 N		1	0	10,9	125	31,9
7. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Slangeudl.	2	0	10,4	116	30,0
8. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,4	2	0	10,5	123	33,9
9. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle	Fors. pH 6,0	2	0	10,6	122	32,4
10. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + FeMan	Fors. pH 6,4	2	0	10,5	121	32,9
11. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle SyreN+	Fors. pH 6,4	1	0	9,9	112	31,2
12. 50 N + 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle AcidLine	Fors. pH 6,4	2	0	10,5	123	33,6
13. 100 NH <sub>4</sub> -N i gylle + 50 N AcidLine	Fors. pH 6,4	1	0	9,9	110	30,1
<i>LSD 7-13</i>					<i>ns</i>	<i>ns</i>

Gødningspara- metre og værdital	pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton	Værdital	pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton	Værdital
<i>2014. 2 forsøg</i>				<i>2013. 3 forsøg</i>				
7.	7,4	78		63	7,0	72		64
8.	6,4	78	2,3	67	6,5	72	2,3	70
9.	6,1	76	2,8	64	6,1	72	4,2	71
10.	6,3	79	2,1	71	6,7 <sup>3)</sup>	71	2,4 <sup>3)</sup>	70
11.	6,3	80	3,8	70	6,4	77	4,2	59
12.	7,0	81		54	6,8	73		68
13.					7,2	76		51

<sup>1)</sup> Fors.: Forsuring og slangeudlægning.

<sup>2)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd. <sup>3)</sup> Kun fra 2 forsøg. Ved en fejl blev dette led ikke forsuret i forsøg 002 i 2013.

SyreN-system. Gylle iblandet flydende ammoniak er overført fra en SyreN+ gyllevogn til forsøgs-gyllevognen, og der er herefter suppleret med syre. AcidLine er tilsat forsøgs-gyllevognen i en dosering på 250 liter pr. ha i forsøgsled 12.

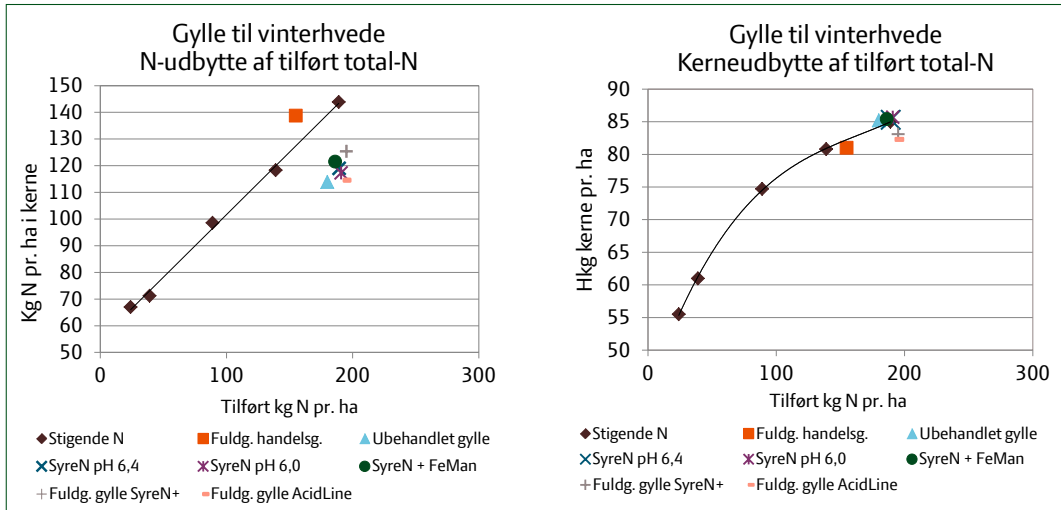
23. april har temperaturen været 10 til 12 grader C, høj luftfugtighed og svag østenvind (5 meter pr. sekund). Disse vejrforhold giver en forventeligt lav ammoniakfordampning.

Der er ingen lejesæd i forsøgene ved høst.

*Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen*

Udbytte ved normtilførsel af kvælstof er på 80,8 hkg pr. ha. Der er lineært stigende kvælstofudbytter af tilført handelsgødning i hele intervallet til 180 kg kvælstof pr. ha. Modsat 2013-forsøgene er der ikke merudbytte i kerne for at tildele gødningen på en gang, men derimod et højt merudbytte af kvælstof i kerne. Af figur 15 ses et merudbytte i kvælstof for at fuldgødske, men dette er givetvis en effekt af den sene tilførsel.

Der er i 2014 ikke målt udbytteforskelle af de forskellige gyllebehandlinger, hvor der i 2013-forsø-



**Figur 15.** Udbytte af henholdsvis kvælstof i kerne samt kerneudbytte ved stigende kvælstoftilførsel og ved forskellige udbringingsstrategier af gylle.

gene var en ikke signifikant udbytteeffekt af forsuring på 2,4 til 3,9 hkg pr. ha. Idet gyllen er udbragt i en periode med let nedbør, lave temperaturer og let vind, har tabet af ammoniak givetvis været lavt, hvorfor en forsuring ikke kan forventes at have tydelig effekt på kvælstofudnyttelsen.

Værditalle viser samme niveau for førsteårs kvælstofvirkning af gyllen som i 2013. Effekten af forsuret gylle er i 2014 som gennemsnit 4 enheder højere end ubehandlet gylle som følge af et lidt højere proteinudbytte, især i forsøgsled med FeMan. I forsøgsled 12 med AcidLine har virkningen været overraskende lav, både målt som kerneudbytte og kvælstofudnyttelse. Især i det ene forsøg er der ikke opnået en tilstrækkelig pH-reduktion, og her er kvælstofudbyttet forholdsvis mindst, men virkningen er også lav i det andet forsøg, hvor der er opnået en pH-reduktion. En sammenligning af pH-registreringerne i marken (ikke vist) med analyseresultaterne i 2013 for gylle med Acid-Line viste en gylle pH-stigning på 0,7 enheder fra udtagning til analyse. Her blev der anvendt forholdsvis mindre syre pr. ton gylle. I 2014 er pH-stigningen fra mark til laboratorie 0,2 enheder. I forsøgsled 12 viser analyserne af fuldgødningsgyllen et kvælstofindhold, som er 9 og 9,5 procent lavere end i forsøgsled 11. Dette kan indikere, at der sker en reaktion i gyllen, eventuelt med afdampning af  $\text{CO}_2$  og  $\text{NH}_3$  over tid. Dette forhold søges afklaret inden 2015, hvor forsøgene er planlagt gentaget.

#### Syreforbrug, pH-værdier, svovl og mangan

pH-værdien af ubehandlet gylle er i gennemsnit 7,4. I 2014 er forbruget af svovlsyre lavere end i 2013 pr. reduceret pH-enhed.

I forsøgsled 8 er der anvendt 2,3 liter syre pr. ton gylle for at reducere pH med 1 enhed. Med den udbragte gyllemængde svarer det til en tilførsel af 39 kg svovl pr. ha. For at reducere pH til cirka 6,0 har syreforbruget været 2,8 liter syre pr. ton gylle. Det svarer til en tilførsel af 48 kg svovl pr. ha. Svovlbehovet i hvede er cirka 20 kg pr. ha.

I gylle, tilsat ammoniak, er der for at neutralisere ammoniakken høje pH-værdi og reducere gyllens pH til 6,4 tilsat 1,5 liter syre mere pr. ton end ved forsuring til samme pH uden tilsætning af ammoniak.

#### Planteanalyser

Der er udtaget planteanalyser en måned efter sidste gødningstilførsel, og der er ikke forskel på koncentrationen af næringsstoffer mellem gyllestrategier. Det eneste næringsstof med udslag er kobber, idet indholdet falder ved forsuring.

#### Afprøvning af forsuring af fem forskellige gylletyper til vinterhvede

I vinterhvede er der gennemført to forsøg på Foulumgård med fem forskellige gylletyper med og uden syretilsætning. Formålet er at afklare forskelle i ammoniakfordampning, forsuring og



Dronebillede af storparcellforsøg ved Foulum. Der er harvet mellem parcellerne for at undgå effekt af gylle i værnene på måling af ammoniakfordampningen. (Foto: Rene Larsen, Aarhus Universitet).

kvælstofudnyttelse af gylle fra svin, kvæg, mink, afgasset gylle samt afgasset, separeret gylle. Endvidere er det formålet at undersøge betydningen af udbringningstidspunktet. Forsøgene indgår i projektet Gylle-IT, finansieret af Fødevareministeriets GUDP-midler. Referencekurven med tilsætning af mineralisk kvælstof går i tre step fra 0 til 150 kg kvælstof pr. ha, og i forsøgsled med gylletildeling med forsuring anvendes syre til pH 6,0. Forsøgene er udført i 9 x 9 meter parceller med tilsvarende brede værn med målinger af ammoniakfordampningstab ved gylleudbringningen i alle fire gentagelser. Dronebilledet viser det ene forsøg efter gylletildeling. Der er harvet mellem parcellerne efter gylletildeling for at sikre, at ammoniakfordampningen ikke er påvirket af spild udenfor parcellen. Forsøgene er blokforsøg og delvis randomiserede, idet gylletyperne er inddelt i blokke med en type i hver blok, og en type gylle er udspreddt i alle fire gentagelser med og uden syre inden udbringning af næste gylletype. Gyllen er udbragt med udstyr fra Aarhus Universitet, som er en gyllevogn med Kyndestoft markforsuring ved slangeudlægning. Den anvendte svovlsyre er således en 50 procent opløsning. De to forsøg har samme tilførsel af gødning, men følger hver deres forsøgsplan, hvad angår udbringningstidspunkt, idet der i forsøg 001 er startet med tilførsel af mineralisk gødning 3. april, mens der i forsøg 002 er startet med tilførsel af gylle. Anden udbringning er foretaget 30. april. Ved begge udbringningstidspunkter har der været svag vind (omkring 5 meter pr. sekund) og ingen nedbør i døgnnet efter udbringning. Der har været en blanding af skyet og solrigt vejr. 3. april har temperaturen været mellem 5 og 10 grader C, mens 30. april har haft temperaturer på 10 til maksimum 17

grader C. Ammoniakfordampningen er målt i samarbejde med Universitetet i Kiel, Syddansk Universitet og Forskningscenter Foulum. Resultatet af disse målinger er først klar til Oversigt over Landsforsøgene 2015. Forsøgsplan og udbytteresultater for 2014 fremgår af tabel 21.

#### Udbytte og udnyttelse af kvælstof i gyllen

Forsøget med den sene gylletildeling har et lavt udbytteneiveau. Det kan til dels skyldes sommertørke og en forholdsvis tynd afgrøde i foråret. Kerneudbyttet påvirkes noget forskelligt af forsuring af de forskellige gylletyper. Svinegylle har positivt udslag for forsuring ved begge udbringningstidspunkter, afgasset gylle og kvæggylle har positivt udslag ved den sene udbringning, mens minkgylle og separeret, afgasset gylle har negativt udslag for forsuring ved begge udbringningstidspunkter. For udbytte, målt i kg kvælstof i kerne pr. ha, er der merudbytte ved forsuring af kvæg- og svinegylle, mens der ved de øvrige gylletyper er en vekselvirkning med udbringningstidspunktet. Protein i kerne er stigende ved forsuring for alle gylletyperne. I forsøgsled 11 med afgasset, forsuret gylle er syretilførslen for høj, så pH-værdien i gyllen er endt på 3,2. I dette forsøgsled er der positiv effekt af forsuring, som måske afspejler den afgassede gylles store bufferkapacitet, der kan have haft betydning for ammoniakfordampningen ved udbringningen. Der bliver foretaget en grundigere statistisk analyse af data, som præsenteres med ammoniakmålingerne i Oversigt over Landsforsøgene 2015.

I figur 16 er de to forsøg lagt sammen, og den viser således udbytteeffekten af forsuring, uafhængigt af udbringningstidspunktet. Der er opnået et ikke signifikant merudbytte for forsuring af svine- og kvæggylle på 2,5 og 2,7 hkg pr. ha og et merudbytte i kg kvælstof i kerne pr. ha på henholdsvis 8 og 10 kg kvælstof pr. ha.

Værditallet viser en god kvælstofeffekt af svinegylle, minkgylle og afgasset gylle. Svine- og kvæggylle har den bedste kvælstofeffekt ved tidlig udbringning, og begge gylletyper får højere udnyttelse ved forsuring. Afgasset og separeret, afgasset gylle har derimod den bedste kvælstofvirkning ved den sene tildeling. Det kan indikere lettilgængeligt kvælstof, der giver en sengødskningseffekt.

#### Syreforbrug og pH-værdier

Af tabellen fremgår analyseresultaterne fra gyllen, herunder pH-værdierne. Til svinegylle er der anvendt 2,2 liter syre pr. m<sup>3</sup> gylle. Med den udbragte gyllemængde giver det en tilførsel af 20 kg svovl

**Tabel 21.** Forskellige gylletyper til vinterhvede på sandjord. (N17)

Vinterhvede	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 2 forsøg med forskellige udbringningstidspunkter</i>						
	<i>Gylle 1/4</i>		<i>Mineralsk gødning 1/5</i>		<i>Mineralsk gødning 1/4</i>	
					<i>Gylle 1/5</i>	
1. 0 N	8,0	28	23,4 d	7,9	25	21,0
2. 100 N	7,6	61	29,8 bc	8,9	47	14,9 b
3. 150 N	9,0	81	37,2 a	10,4	71	25,0 ab
4. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i svinegylle	8,8	70	30,0 bc	10,2	59	17,9 ab
5. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i svinegylle, markforsuret	9,8	84	34,0 ab	10,2	61	19,0 ab
6. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i minkgylle	8,4	72	34,2 ab	9,2	67	27,8 a
7. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i minkgylle, markforsuret	9,4	77	31,7 abc	10,1	63	21,1 ab
8. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i separeret biogasgylle	7,9	68	34,7 ab	9,1	67	28,4 a
9. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i separeret biogasgylle, markforsuret	8,0	66	32,3 abc	9,2	63	25,2 ab
10. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i afgasset gylle	7,9	62	29,3 bc	8,4	51	19,6 ab
11. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i afgasset gylle, markforsuret	8,1	62	27,4 c	9,4	62	23,0 ab
12. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i kvæggylle	8,2	65	29,4 bc	9,0	54	19,1 ab
13. 30 N + 80 NH <sub>4</sub> -N i kvæggylle, markforsuret	9,1	69	27,4 c	9,8	69	26,5 ab
<i>LSD 4-13</i>			<i>ns</i>			<i>ns</i>

Gødning, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, kg pr. ton	Udbragt kg NH <sub>4</sub> -N i alt, gylle + handelsg.	pH	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total-N	Syreforbrug, l pr. ton <sup>1)</sup>	Værdital	Værdital
<i>2014. 2 forsøg</i>								<i>Gylle 1/4</i>	<i>Gylle 1/5</i>
4.	31,5	3,4	2,6	112	7,0	76		88	85
5.	31,5	3	2,6	112	5,5	76	2,2	100	90
6.	37,5	3	2,1	109	7,1	81		100	100
7.	37,5	3	2,1	109	6,1	81	3,7	100	100
8.	53,0	2,3	1,5	107	8,0	63		71	96
9.	53,0	2,3	1,5	110	6,6	65	7,7	66	86
10.	53,0	2,4	1,5	107	7,2	60		55	50
11.	53,0	2,4	1,5	110	4,9	63	8,7	53	78
12.	53,0	2,9	1,6	115	7,4	55		50	48
13.	53,0	2,9	1,6	115	6,5	56	4,4	60	82

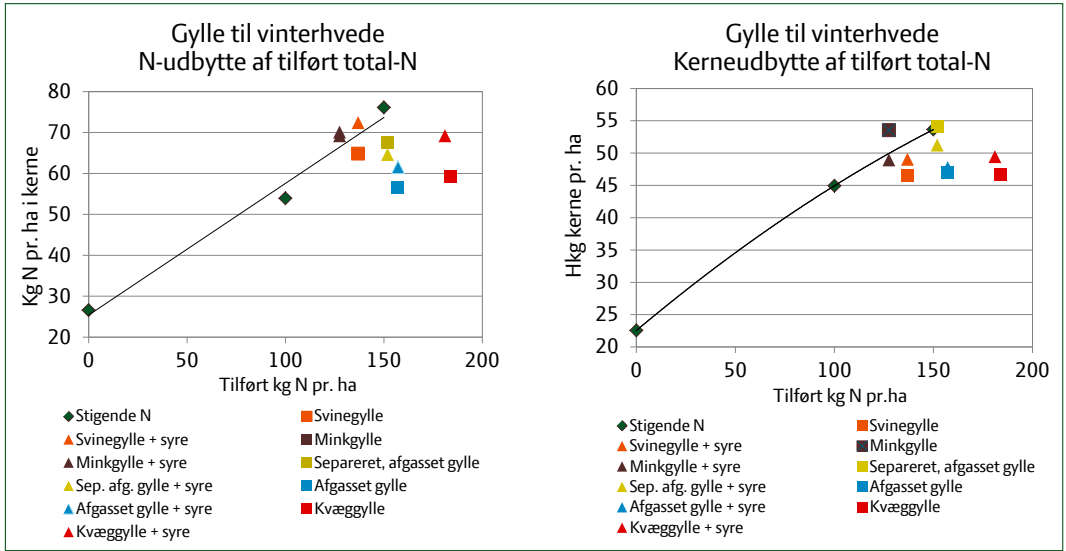
Planteanalyser, juni	S, pct. i TS	N, pct. i TS	P, pct. i TS	Mn, ppm i TS	B, ppm i TS	Cu, ppm i TS
<i>2014. 2 forsøg</i>						
1.	0,16	2,4	0,43	22	7,8	3,8
2.	0,17	2,9	0,28	27	7,3	6,8
3.	0,23	3,2	0,30	29	6,2	6,7
4.	0,20	3,4	0,31	27	7,6	6,1
5.	0,26	3,5	0,30	33	7,8	5,9
6.	0,20	3,3	0,30	24	6,5	6,2
7.	0,30	3,2	0,31	29	6,4	5,6
8.	0,15	3,1	0,34	34	7,0	7,8
9.	0,26	2,9	0,30	41	6,8	6,0
10.	0,14	2,8	0,32	30	7,7	6,4
11.	0,29	3,0	0,29	36	6,8	5,4
12.	0,16	2,2	0,35	25	8,7	5,7
13.	0,28	3,4	0,31	35	7,0	5,1

<sup>1)</sup> Anvendt svovlsyre: 50 pct. opløsning.

pr. ha. Til kvæggylle er der anvendt den dobbelte mængde syre pr. ton gylle, og på grund af den større gyllemængde svarer det til en tilførsel af 69 kg svovl pr. ha. Separeret, afgasset gylle har den højeste pH-værdi og kræver et syreforbrug på 7,7 liter for at opnå et tilsvarende pH-niveau. Afgasset gylle har en pH-værdi på niveau med de øvrige husdyrgylletyper, men det højeste syrebehov til pH-sænkning.

### Planteanalyser

Der er udtaget planteanalyser af alle forsøgsled. Der er en større koncentration af svovl og især mangan ved forsuring, uanset gylletype. For kvæggylle er der en tydeligt større kvælstofkoncentration ved forsuring, men ellers er der ikke udslag for hverken kvælstof eller fosfor. Derimod falder koncentrationen af kobber med alle gylletyper, når der



**Figur 16.** Udbytte af henholdsvis kvælstof i kerne og kerneudbytte ved stigende kvælstoftilførsel og af fem forskellige gylletyper, slangeudlagt med og uden forsuring.

anvendes forsuring. For afgasset gylle og kvæggylle falder koncentrationen af bor ved syretilsætning.

**Små og ikke signifikante udslag af forskellig kvælstof-, svovl- og gyllestrategi i vinterraps**

I tre forsøg er der et ikke signifikant merudbytte for tilførsel af 30 kg kvælstof pr. ha i efteråret på 3,3 hkg pr. ha. Der er i forsøgene lave og ikke signifikante merudbytter af gødningsstrategien. Lave merudbytter ses for efterårstilført svovl, når gylle eller mineralsk kvælstof udbringes efter fremspiring, mens kvælstofgødskning før såning ikke giver udslag for efterårstilført svovl. Der er ikke merudbytte for svovltilførsel i foråret, når rapsen får dækket hele svovlbehovet fra efteråret. Der er ikke forskel på udbringning af gylle før og efter såning. Det højeste merudbytte opnås ved forsuring og slangeudlægning efter fremspiring.

I 2014 er der startet en forsøgsserie med forskellige strategier for tilførsel af kvælstof, gylle og svovl fra efteråret. Der er gennemført tre forsøg.

Forsøgene er udført på JB 5 og 6 efter forfrugt hvede og vinterbyg i Østjylland og Sønderjylland. Alle forsøg er sået medio august. Forsøgsled 1 til 4 indeholder stigende tilførsel af kvælstof om efteråret og 20 kg svovl pr. ha ved såning. I forsøgsled 5 udbringes 60 kg kvælstof, men ingen svovl. Forsøgsled 6 til 14 indeholder forskellige strategier

for en tilstræbt udbringning af 60 kg ammoniumkvælstof i gylle henholdsvis før såning og i rapsens fire bladstadium i kombination med forskellig svovlgødskning. Før såning viser gylleanalyser, at der er tilført 73 kg ammonium pr. ha, mens der efter fremspiring er tilført 83 kg ammonium pr. ha. Forsøgsled 13 og 14 tilføres ikke svovl om foråret, hvor alle øvrige forsøgsled suppleres med 30 kg. Hvor der anvendes forsuring af gylle, udgør syren svovlkilden. Forsøgsplan og forsøgsresultater fremgår af tabel 22.

I landsforsøg i vinterraps på arealer med tilførsel af husdyrgødning var der i 2011 til 2013 ikke merudbytter for kvælstoftilførsel om efteråret. I årets tre forsøg er der 3,3 hkg i merudbytte for tilførsel af 30 kg kvælstof pr. ha om efteråret i forhold til at tilføre hele kvælstofmængden om foråret. Forsøgsled 3 og 4 viser ikke kvælstofrespons af at øge den samlede tilførsel om efteråret ved uændret forårstilførsel. I forsøgene er der ikke opnået merudbytter for tilførsel af svovl om foråret. Behovet for svovl på de pågældende forsøgsarealer i det pågældende år har derfor været lavt, hvorfor svovleffekten af de enkelte behandlinger ikke kan vurderes. Om efteråret er der ligeledes kun usikre forskelle mellem forsøgsled med og uden svovl. Tidligere års forsøg har vist, at svovlbehovet om efteråret generelt er lavt. Der er opnået samme effekt af de forskellige udbringningsstrategier af gylle før og efter fremspiring.

**Tabel 22.** Forskellige kvælstof-, svovl- og gyllestrategier. (N18)

Vinterraps							Planteanalyser, efterår			Planteanalyser, forår			Udbytte og merudb. std.-kvalitet, hkg pr. ha	
Efterårstildeling		Gylle	Udbringningsmetode, efterår <sup>1)</sup>	Udbringningstidspunkt, efterår	Forårstildeling		N, pct. i TS	S, pct. i TS	Mn, ppm i TS	N, pct. i TS	S, pct. i TS	Mn, ppm i TS		
Kg N pr. ha	Kg S pr. ha				Kg N pr. ha	Kg S pr. ha								
<i>2014. 3 forsøg</i>														
1.	0	20	nej	Ved såning	150	37								<b>59,5</b>
2.	30	20	nej	Ved såning	120	30								3,3
3.	60	20	nej	Ved såning	120	30	5,3	0,43	29					3,7
4.	90	20	nej	Ved såning	120	30								2,0
5.	60	0	nej	Ved såning	120	30	5,5	0,35	27					4,8
6.	60 NH <sub>4</sub> -N	0	Ja	Nedfældn.	Ved såning	120	30	5,2	0,37	28	4,4	0,42	36	3,5
7.	60 NH <sub>4</sub> -N	20 <sup>2)</sup>	Ja	Fors., nedf.	Ved såning	120	30	5,4	0,43	29	4,5	0,53	42	4,1
8.	60 NH <sub>4</sub> -N	0	Ja	Slangeudl.	Ved såning	120	30	5,0	0,40	26	4,6	0,47	42	3,2
9.	60 NH <sub>4</sub> -N	20 <sup>2)</sup>	Ja	Fors., sl.udl.	Ved såning	120	30	5,1	0,48	29	4,7	0,55	47	3,2
10.	60 NH <sub>4</sub> -N	20	Ja	Slangeudl.	4-blad st.	120	30				4,4	0,47	42	3,5
11.	60 NH <sub>4</sub> -N	0	Ja	Slangeudl.	4-blad st.	120	30				4,5	0,41	42	2,8
12.	60 NH <sub>4</sub> -N	20 <sup>2)</sup>	Ja	Fors., sl.udl.	4-blad st.	120	30				4,6	0,40	46	4,5
13.	60 NH <sub>4</sub> -N	0	Ja	Slangeudl.	4-blad st.	120	0				4,4	0,34	42	2,7
14.	60 NH <sub>4</sub> -N	20 <sup>2)</sup>	Ja	Fors., sl.udl.	4-blad st.	120	0				4,4	0,34	47	4,2
<i>LSD</i>													<i>ns</i>	

<sup>1)</sup> Nedf: nedfældet, sl.udl.: slangeudlagt, fors.: forsuret.

<sup>2)</sup> Svovl fra svovlsyre ved gylleforsuring.

### Planteanalyser

Planteanalyserne viser en øget koncentration af svovl ved forsuring, og udslaget er tydeligst om foråret. Som gennemsnit af alle gyllegødede forsøgsled er kvælstofkoncentrationen ligeledes størst i de forsurede forsøgsled, både efterår og forår. Gyllestrategien har endvidere betydning for mangankoncentrationen, idet denne ligeledes er størst i de forsurede forsøgsled. Effekten om foråret er upåvirket af, om gyllen er udbragt før såning eller efter fremspiring. Modsat forsøgene med forsuring i korn er der ikke en negativ effekt af forsuring på koncentrationen af kobber (ikke vist).

## Anden organisk gødning

### Biochar til jordforbedring og gødskning

Af Annette V. Vestergaard, Videncentret for Landbrug

Tre forsøg med andetårs virkning af biochar fra træ viser ikke signifikant udbytteeffekt af tilført biochar i efteråret 2012, men en tendens til mindre udbytte i vinterbyg på sandjord med stigende tilførsel og en tendens til større udbytte med stigende tilførsel til vinterhvede på lerjord.

Et forsøg med tilførsel af halmchar og sand til vårbyg i 2014 viser ingen udbytteeffekt.

**Tabel 23.** Forsøg med andetårs virkning af biochar fra halm til vinterhvede i 2013. (N19)

Biochar til vinterhvede, høst 2013	N-min 0-25 cm dybde	Vinterhvede 2014		Vinterbyg 2014	
		Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. Antal forsøg</i>					
1. Ubehandlet	2	2	2	1	1
2. 2,5 ton C pr. ha <sup>1)</sup>	87	119	<b>75,0</b>	98	<b>76,0</b>
3. 10 ton C pr. ha <sup>1)</sup>	86	116	0,5	103	-0,1
4. 20 ton C pr. ha <sup>1)</sup>	66	118	0,9	102	-0,7
<i>LSD</i>	67	121	1,7	99	-1,7
		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

<sup>1)</sup> Biochar: C-indhold: 80,2 procent, N-indhold: 0,24 procent, pH: 7,2.

### Eftervirkning af biochar fra træflis

I 2014 er der videreført tre forsøg efter vinterhvede med stigende mængder biochar fra affaldstræ for at teste andetårs virkningen. Biochar er et restprodukt fra en anaerob forbrænding og er et meget kulstofrigt, inaktivt produkt, som kan have positiv effekt på jordstrukturen. Der blev i efteråret 2012 nedbragt 0 til 20 ton kulstof pr. ha ved pløjning eller fræsning før såning og fuldgødsket med mineralsk gødning. De tre forsøg er alle placeret i Midt- og Nordjylland på henholdsvis JB 4, 5 og 7. Forsøgene viste i 2013 ikke en udbytteeffekt af biochar, dog med tendens til lidt mindre udbytte. Se Oversigt over Landsforsøgene 2013, side 261 til 263. Et forsøg på lerjord gav i 2013 et mindre merudbytte ved tilførsel af 10 ton kulstof pr. ha, og dette forsøg har i 2014 givet den bedste effekt af

tilført biochar. I forsøgene på JB 5 og 7 har der været vinterhvede igen i 2014, mens forsøget på JB 4 er efterfulgt af vinterbyg i 2014. Forsøgsarealerne er dyrket som den omgivende mark. Forsøgsplan og forsøgsresultater fremgår af tabel 23.

Der er ikke signifikante udbytteforskelle, men en tendens til merudbytte for tilført biochar i hvedeforsøgene på lerjord. I vinterbygforsøget på sandjord falder udbyttet derimod med stigende tilførsel. I forsøget med størst udbytteeffekt har der været lejesæd, ligeligt fordelt med 20 og 30 procent gennem parcellerne.

N-min analyser i foråret viser i begge forsøg lavere N-min værdier i parceller med biochar. Det kan indikere, at der immobiliseres kvælstof, selv om biocharens kulstof bør være forholdsvis inaktivt. Det er især nitratkvælstof, som reduceres med stigende tilførsel. Øvrige næringsstoffer i jorden viser ikke udslag for behandling.

Planteanalyserne viser generelt ikke forskelle i koncentrationen af næringsstoffer. Se Tabelbilaget, tabel N19. Den eneste undtagelse er mangan, som falder med stigende tilførsel af biochar i forsøget på lerjord. Dette er ikke tilfældet på sandjorden og kan derfor ikke forklare den negative udbytterespons.

### Ikke udbytteeffekt af biochar fra halm iblandet sand

I 2014 er der gennemført et enkelt forsøg med biochar fra halm, fremstillet på virksomheden Frichs pyrolyseanlæg ved Randers. Biochar fra halm er meget fin i strukturen og indeholder mange lette partikler, som let støver. Ved Frichs er der derfor gennemført nogle test med iblanding af sand for at sikre fordelingen i marken og for at beskytte dem, der skal arbejde med biocharen. Ved at iblande den firedobbelte sandmængde i vægt er afdriften blevet minimal. For at undersøge effekter af biocharen testes denne i to doseringer og suppleres kun med 40 kg kvælstof pr. ha, men fuldgødskes med øvrige næringsstoffer. Som referenceled anvendes stigende kvælstof fra 0 til 160 kg kvælstof pr. ha. Forsøgsplan og -resultater ses i tabel 24. Ved iblanding med sand er den samlede dosering 25 ton pr. ha i forsøgsled 6 og 50 ton pr. ha i forsøgsled 7. Analyser af det opblandede biochar-produkt har vist et kulstofindhold på 9 procent, svarende til en markdosering på 2,25 ton kulstof pr. ha i forsøgsled 6 og 4,5 ton kulstof tilført i forsøgsled 7.

En fejlkilde i forsøget er, at forsøgsled 1 til 5 ikke har fået tilført sand, og det er derfor ikke muligt at

**Tabel 24.** Forsøg med biochar til vårbyg på lerjord. (N20)

Vårbyg	N-min, maj, 0-25 cm	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 1 forsøg</i>			
1. Ubehandlet	22	54,6	<b>49,4</b>
2. 40 N	25	74,3	16,6
3. 80 N	55	95,3	26,3
4. 120 N	58	113,5	30,5
5. 160 N	147	129,9	32,7
6. Før såning: 5 t biochar <sup>1)</sup> fra halm + 40 N	29	66,9	12,3
7. Før såning: 10 t biochar <sup>1)</sup> fra halm + 40 N	44	71,0	12,9
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>

<sup>1)</sup> Biochar: Iblandet sand: 1 + 4. C-indhold: 9 procent, N-indhold: 0,09 procent. pH: 10,0.

se effekten af biocharen alene. Det er dog næppe en betydelig fejlkilde. Sammenlignes udbytterne i forsøgsled 6 og 7 med forsøgsled 2, er der en ikke signifikant udbyttenedgang ved tilførsel af biochar. Tidligere forsøg på Risø har vist en immobilisering af kvælstof i biochar fra halm, udbragt før såning af vårbyg, men såvel N-min som udbyttet i dette forsøg tenderer en stigning med øget tilførsel af biochar og sand.

Der er behov for at udvikle et spredbart produkt.

### Recirkulering af fosfor fra affaldsstoffer - merudbytte for tilførsel af fosfor

I forsøg med stigende tilførsel af fosfor er der opnået merudbytte for tilførsel af op til 120 kg fosfor pr. ha. Struvit, komposteret husholdningsaffald og aluminiumfældet slam har vist en førsteårs udbytteeffekt af fosfor i vårbyg, svarende til 11 til 17 procent af fosforeffekten af tilført triplesuperfosfat (TSP). Derimod er der ingen førsteårs fosforvirkning af jernfældet slam, NovoGro og biochar fra dyreknogler.

I 2013 er startet et GUDP-projekt for at belyse fosforvirkningen af forskellige affaldsprodukter og for at finde fosforkilder, som kan erstatte indkøb af mineralsk fosfor. Projektet udføres i samarbejde med Aarhus Universitet, HedeDanmark og Eurofins Steins og omfatter såvel potte- som markforsøg med forskellige typer af forarbejdede affaldsprodukter, som afprøves i forskellige afgrøder. I markforsøg afprøves udvalgte produkters førsteårs og andetårs virkning i vårbyg samt førsteårs virkning i majs. Se majsafsnittet. For at få udslag for tilført fosfor er der udvalgt forsøgsarealer med lave fos-

**Tabel 25.** Afprøvning af fosfor i restprodukter til vårbyg. (N21)

Vårbyg	Faktor A: Uden ekstra P				Faktor B: + 60 P i triplesuperfosfat (TSP)			
	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2014. 1 forsøg</i>								
1. 0 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	12,5	77	<b>45,4</b>	0	12,0	81	<b>49,9</b>
2. 20 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	12,4	79	1,5	0	12,4	82	-1,1
3. 40 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	12,2	83	4,5	0	12,3	85	1,3
4. 60 P i triplesuperfosfat (TSP)	0	12,3	84	4,7	0	12,8	89	1,4
5. 60 P i slam 1 <sup>2)</sup>	0	13,5	81	-1,5	0	13,3	89	-0,7
6. 60 P i slam 2 <sup>2)</sup>	0	13,3	83	0,5	0	13,6	89	-1,8
7. 60 P i struvit	0	13,2	83	0,9	0	13,3	89	-0,8
8. 60 P i kompost (KOD)	0	13,1	82	0,7	0	12,7	87	0,4
9. 60 P i NovoGro	0	13,7	80	-2,8	0	13,5	86	-3,1
10. 60 P i biochar fra dyreknogler	0	12,5	76	-0,8	0	12,2	81	-1,1
LSD 2 = 0,2								

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

<sup>2)</sup> Slam 1 er fældet med jern, Slam 2 er fældet med aluminium.

fortal (1 til 2). Markforsøgene er en kombination af lands- og forskningsforsøg med samme forsøgsplan og udførelse, men forskellig prøvehyppighed og -antal. I foråret er der gennemført tre markforsøg i Nord-, Vest- og Østjylland med seks forskellige produkter i vårbyg: To typer af slam, struvit, NovoGro, komposteret organisk dagrenovation (KOD) og biochar fra dyreknogler. Produkterne er udbragt og nedpløjet før såning, på nær biocharen, som er ankommet senere end de andre produkter og derfor er udbragt efter såning i forsøgene i Nord- og Vestjylland. Forsøgene er fuldgødsket med kvælstof, kalium og svovl for at isolere fosforeffekten af produkterne. Analyser af jord og planter er endnu ikke opgjort, så her omtales kun udbyttedata. I to af de tre forsøg er variationen så stor, at de ikke kan klassificeres som OK uden en nærmere statistisk analyse. De samlede resultater offentliggøres i Oversigt over Landsforsøgene 2015. Det godkendte forsøg er beliggende på Koldkærgård, og her er alle produkter udbragt før såning. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 25. Doseringen af alle produkter er beregnet ud fra en tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha og varierer mellem 0,45 ton pr. ha i biochar og 16,7 ton pr. ha i NovoGro. Som reference er der stigende tilførsel af fosfor, fra 0 til 60 kg pr. ha, tilført i triplesuperfosfat. For at afdække eventuelle andre effekter af produkterne end fosforvirkningen er alle parceller gødet med 60 kg fosfor pr. ha i triplesuperfosfat som faktor B. Det betyder, at referencekurven udvides til 120 kg fosfor pr. ha.

I forsøget på Koldkærgård er der i maj og juni ikke konstateret visuel forskel mellem forsøgsbehandlingerne. Det er der til gengæld i forsøget i Nord-

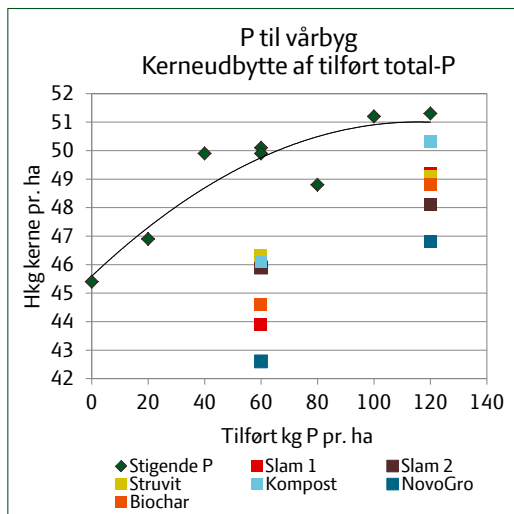


Foto fra marken mod forsøgsarealet i Nordjylland, hvor der i foråret har været synlig effekt af fosfor. (Foto: Annette V. Vestergaard, Videncentret for Landbrug).

jylland, hvor hele den omkringliggende mark ikke har været gødet med fosfor og har stået betydeligt ringere end forsøgsled med tilført fosfor.

I figur 17 vises referencekurven for tilført fosfor i TSP, fra 0 til 120 kg pr. ha. Der er udslag for tilført fosfor i hele intervallet, dog størst udslag mellem 0 og 60 kg fosfor pr. ha. Merudbyttet ved maksimum er 6 hkg pr. ha, og indregnes aktuelle priser, er der et nettomerudbytte op til cirka 60 kg fosfor pr. ha i TSP. Sammenligning af produkterne viser en fosforeffekt af struvit, KOD og aluminiumfældet slam, svarende til en tilførsel af 7 til 10 kg fosfor i triplesuperfosfat. Jernfældet slam, biochar og NovoGro har derimod ingen førsteårs fosforvirkning. Ved tilførsel af restprodukter er kvælstofoptagelsen i kernen upåvirket. Det tyder på, at restprodukternes kvælstofeffekt ikke har påvirket udbyttet. Udbyttet i alle forsøgsled med restprodukter uden tilførsel af ekstra fosfor er signifikant mindre end i forsøgsled, tilført 40 eller 60 kg fosfor i handels-





Figur 17. Fosforeffekt af forskellige restprodukter i vårbyg.

gødning. Dette tyder på en dårlig virkning af fosfor i alle restprodukter.

Forsøgene videreføres i 2015 med måling af andetårs effekten og opgørelse af optagelsen af næringsstoffer i restprodukterne i planter og jord.

### Struvit til vårbyg

Der er stor interesse på rensningsanlæggene for at udfælde og ekstrahere struvit ( $MgNH_4PO_4$ ) for at optimere rensningsprocesserne i spildevand. Samtidig kan struvit anvendes til gødskningsformål. Struvit indeholder cirka 12 procent fosfor og 6 procent kvælstof. Struvit kan udkrystalliseres i en form, hvor det er mere eller mindre spredbart med traditionelle gødningsspredere. I forbindelse med et EU-projekt (Nutrec) har Videncentret for Landbrug gennemført et forsøg i vårbyg for at belyse tilgængeligheden af fosfor i struvit. Forsøget

Tabel 26. Afprøvning af struvit som fosforgødning i vårbyg. (N22)

	Triplesuperfosfat	Struvit	Pct. P i planteprov i maj	Pct. P-indhold i kerne ved høst	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha
	Kg P pr. ha				
1.	0	0	0,26	0,24	73,4
2.	15	0	0,37	0,25	5,2
3.	30	0	0,39	0,28	4,3
4.	90	0	0,42	0,27	7,6
5.	0	15	0,28	0,26	0,2
6.	0	90	0,40	0,27	6,0
7.	90	90	0,48	0,29	7,5
LSD					2,5

### Slam fældet med jern eller aluminium

Fosfat danner tungtopløselige forbindelser med de fleste metalioner, som anvendes for at fjerne fosfor fra spildevand. Ved tilsætning af jern- eller aluminiumklorid udfældes fosforen som fosfat ( $FePO_4$  eller  $AlPO_4$ ), der bindes til slammet. Der er testet slamtyper fra to forskellige rensningsanlæg, der anvender kemisk fældning med henholdsvis jern og aluminium.

### Struvit

Fosfor i slam kan udfældes som struvit ( $MgNH_4PO_4$ ) ved tilsætning af ammonium og magnesium. Reaktionen er meget effektiv og kan reducere fosforindholdet i slam med op til 95 procent. Struvit kan anvendes på krystalform eller granuleres og udbringes som anden mineralsk gødning.

### Kompost (KOD)

Komposten består af 50 procent kildesorteret, organisk dagrenovation, 25 procent have-/parkaffald og 25 procent sigterest fra dagrenovationskompost. Komposten indeholder 7 kg fosfor pr. ton og godt det dobbelte i organisk kvælstof.

### NovoGro

NovoGro er et biprodukt (slam) fra fremstilling af enzymer og insulin. Produktionen er baseret på gæring af landbrugsprodukter som sukker, soja og majsmelet og indeholder kvælstof, fosfor og kalk.

### Biochar fra dyrekogler (AnimalBoneChar)

Biochar fra dyrekogler er fremstillet ved pyrolyse af kød- og benmel. Pyrolyse er en næsten iltfri forbrænding. Herved afdamper det organiske materiale, og restproduktet består af cirka 70 procent tricalciumfosfat eller hydroxylapatit  $Ca_3(PO_4)_2$ , der kan anvendes som fosforgødning. Resten udgøres hovedsageligt af kulstofforbindelser.

er gennemført på lerjord med et fosfortal på 1,6, hvilket indikerer, at afgrøden har behov for tilførsel af fosfor. Effekten af struvit er sammenlignet med effekten af triplesuperfosfat. Kvælstoftildelingen er korrigeret for kvælstofindholdet i struvit, idet dette forventes at være fuldt tilgængeligt. Alle gødninger er udstrøet før såning. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 26.

Der er opnået et signifikant merudbytte for tilførsel af fosfor i triplesuperfosfat. Fuldt udbytte er

nået allerede ved tilførsel af 15 kg fosfor pr. ha. Indholdet af fosfor i en planteprøve, udtaget medio maj, viser, at en fosfortilførsel på 15 kg fosfor pr. ha i triplesuperfosfat har forøget fosforkoncentrationen fra 0,26 til 0,37 procent. En yderligere tilførsel af fosfor har ikke påvirket koncentrationen.

Der er kun målt ubetydelige effekter af 15 kg fosfor pr. ha, tilført i struvit, på såvel udbytte som fosforkoncentrationen. Det tyder på, at fosfortilgængeligheden er betydeligt dårligere end af triplesuperfosfat. Tilførsel af 90 kg fosfor i struvit resulterer i samme merudbytte som tilførsel af triplesuperfosfat. Det viser, at en del af fosforet i struvit er tilgængeligt. Resultaterne er i overensstemmelse med udenlandske forsøg med afprøvning af struvit.

Forsøget er fastliggende, og eftervirkningen af fosfor, tilført i 2014, bliver målt i 2015.

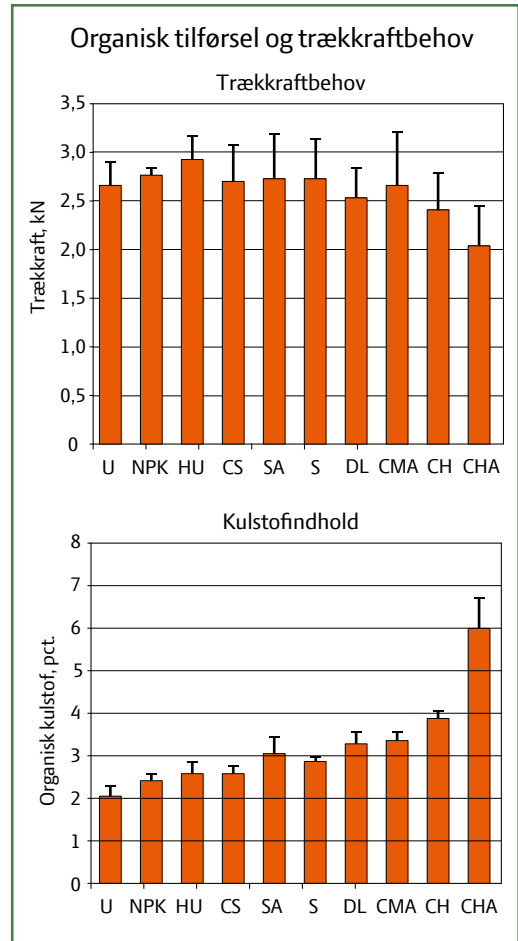
### Hvad er jordens kulstof værd? Københavns Universitets langtidsforsøg med udbringning af affaldsbiomasse kan hjælpe os med at give svaret

Af Jakob Magid og Clement Peltré, Københavns Universitet

Københavns Universitet etablerede i 2002 et fastliggende forsøg med affaldsbiomasse, herunder spildevandsslam, komposteret/bioforgasset husholdningsaffald, human urin og forskellige husdyrgødninger. Forsøgsarealet drives nu på en kombination af basismidler og bidrag fra samarbejdspartnere og interessenter. Forsøget er anlagt på en JB 6, som er repræsentativ for mange af de jorde, der ligger omkring de større byer og kan tænkes at modtage forskellige former for affaldsbiomasse fra byer.

Opretholdelse af forsøgsarealet kan sikre, at der er mulighed for løbende at foretage analyser af forsøgsled med og uden tilførsel af affaldsstoffer for at be- eller afkræfte påstande om skadelige virkninger på jord- eller afgrødekvalitet ved anvendelse af affaldsstoffer i jordbruget.

En nyligt publiceret undersøgelse fra forsøget har set på antallet af antibiotikaresistente bakterier i jord efter tilførsel af store mængder affaldsbiomasse, svarende til op mod 65 års normalt tilladt mængde. Antibiotikaresistens er almindeligt forekommende i jordbakterier og svampe, selv i uforstyrrede naturlige jorde. Faktisk stammer en stor del af de antibiotika, vi bruger til medicinsk behandling, fra jordens mikroorganismer. Forsøget



**Figur 18.** Oversigt over trækkraftsbehov og organisk stofindhold i forsøgets gødningsbehandlinger: U = ugødet, NPK = NPK-gødet, HU = human urin, CS = kvæggylle, SA = spildevandsslam accelereret mængde, S = spildevandsslam, DL = dybstrøelse, CMA = kvægmøg accelereret mængde, CH = komposteret husholdningsaffald, CHA = komposteret husholdningsaffald accelereret mængde.

har vist, at der ikke har været forskel på de forskellige behandlinger blot ni uger efter udbringning. Umiddelbart efter udbringningen og tre uger senere har der været færre antibiotikaresistente bakterier i den jord, som ikke har fået tilført affaldsbiomasse i årevis, men altså ikke efterfølgende. Det viser, at jorden har en evne til hurtigt at neutralisere antibiotikaresistens i en bestemt gruppe bakterier (pseudomonader), der bruges som model for resistensudvikling. Det tyder på, at jord også vil kunne neutralisere resistens fra andre typer af mikroorga-

nismer, som tilføres med husdyrgødning, spildevandsslam og komposteret organisk affald.

I 2014 har vi undersøgt betydningen af jordens organiske stofniveau for energiforbruget ved jordbearbejdning, målt som den mængde energi, der skal bruges til at trække en harvetand gennem jorden. Se figur 18. Det har vist sig, at der kan spares op mod 30 procent af energiforbruget ved det højeste indhold af organisk stof ved årlig tilførsel af en høj mængde kompost. Når variationen af organisk stof og lerindhold er taget i betragtning, kan vi forklare det meste (cirka 70 procent) af forskellene, og ud fra dette kan vi sige noget om "værdien" af jordens organiske stofindhold. I de kommende år vil vi se på kulstoflagringsevnen i jorden, både når der bygges op ved årlige tilførsler, og når tilførslen af organisk stof med affald ophører. Det vil sige, vi kan få bedre viden om den langsigtede "klimaværdi" af tilførsel af forskellige former for affaldsbiomasse til jorden. På sigt vil det også kunne undersøges, om der er hold i formodninger om sygdomsundertrykkende virkninger af tilført organisk stof, og om der skulle være negative virkninger af at recirkulere affaldsbiomasse fra rensningsanlæg, husholdningsaffald og human urin. De resultater, der indtil videre foreligger, tyder ikke på nogen negative virkninger, og at det derfor er sikkert at recirkulere affaldsbiomasse.

## Andre gødningsforsøg

Af Leif Knudsen, Videncentret for Landbrug

### Forsøg med vækststimulatorer

Der er gennemført ét forsøg i vinterhvede og ét i vinterraps med produktet Terra Sorb Complex. Produktet består af 25 procent aminosyrer, der angives at afbalancere virkningen af forskellige biostimulatorer, forbedre næringsstofforsyningen og forebygge stresssituationer i planten.

**Tabel 27.** Afprøvning af vækststimulatoren Terra Sorb Complex. (N23, N24)

	Vinterhvede, udbytte og merudbytte, hkg pr. ha	Vinterraps, udbytte og merudbytte, hkg pr. ha
2014, 3 forsøg		
1. Ubehandlet	85,0	54,5
2. 1,5 l Terra Sorb Complex, efterår	0,3	0,3
3. 0,75 Terra Sorb Complex, efterår og forår	0,1	-0,6
4. 1,5 l Terra Sorb Complex, forår	2,7	1,4
LSD	ns	ns

I både vinterhvede og vinterraps er der udprøjet 1,5 liter Terra Sorb Complex om efteråret eller om foråret samt en splitbehandling med 0,75 liter fordelt på efterår og forår. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 27.

Terra Sorb Complex er tilført 21. oktober om efteråret i vinterraps, 15. marts om foråret og ved splitbehandling 21. oktober og 15. marts. I vinterhvede er tilførsel sket 11. oktober og 3. april, mens den anden behandling om foråret er foretaget 24. april. Der er ikke registreret nogen forskelle i plantebestand eller overvintring mellem forsøgsbehandlinger, og hverken i vinterhvede eller i vinterraps er der opnået effekt på udbyttet.

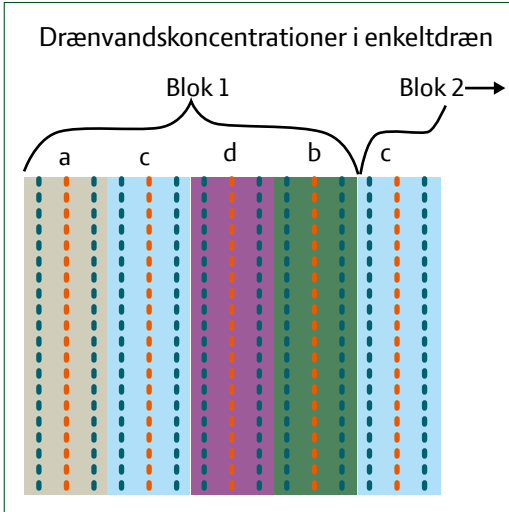
## Andre undersøgelser

**Kvælstoftabet fra vinterhvede stiger først markant, når der tildeles mere end 1,5 gange normen**

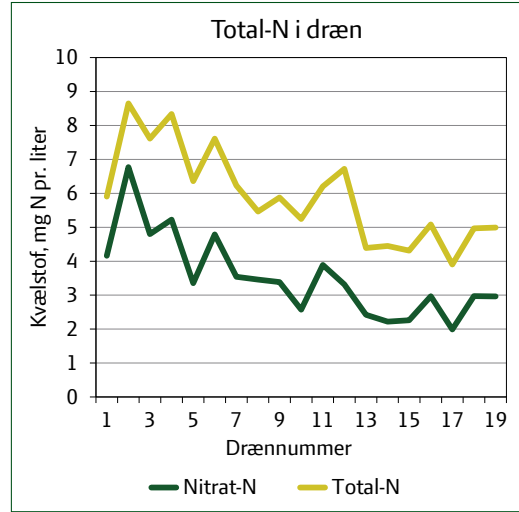
Af Kristoffer Piil, Videncentret for Landbrug

I et forsøg med kvælstofudvaskning gennem 19 dræn i samme vinterhvedemark er der målt en gennemsnitlig kvælstofkoncentration på 5,9 mg totalkvælstof pr. liter med en maksimal forskel mellem dræn på 4,8 mg totalkvælstof pr. liter. Marken er gødet med handelsgødning efter gældende normer. Et efterfølgende storparcellforsøg med stigende kvælstof til vinterhvede i samme mark viser signifikant merudbytte og lineært stigende kvælstofoverskud ved stigende tilførsel af kvælstof. Drænvandsmålinger i oktober viser højere kvælstofkoncentration i drænvandet med stigende kvælstoftilførsel, men kvælstofkoncentrationen stiger mindre end 1 mg totalkvælstof pr. liter ved tildeling af 1,5 gange normen i forhold til normtildeling.

I en vinterhvedemark er der taget drænvandsprøver fra november til marts i 19 ud af 57 dræn. Marken er inddelt i fem blokke med fire storparceller i de fire blokke og tre storparceller i den femte blok. Hver storparcel dækker tre dræn (se figur 19), og der er fire gange i vinterhalvåret 2013 til 2014 taget drænvandsprøver i det midterste dræn i hver storparcel. Drænvandsprøverne er analyseret for indhold af total- og nitratkvælstof. Drænafstanden i marken er 16 meter, og afstanden mellem de dræn, der tages prøve i, er således cirka 45 meter. Jordtypen på arealet er JB 6. Marken er i normal drift og er gødet ensartet over hele marken efter gældende normer. Kvælstofkoncentrationen i dræ-



**Figur 19.** Randomiseret blokdesign for storparcelforsøg. Hver parcel dækker tre dræen. Drænvandsprøverne udtages i midterste dræen.



**Figur 20.** Gennemsnitlige totalkvælstof- og nitratkvælstofkoncentrationer i vinterhalvåret 2013 til 2014 i 19 dræen i samme mark. Afstanden mellem de dræen, der prøvetages i, er cirka 45 meter.

nene er i gennemsnit 5,9 mg totalkvælstof pr. liter og falder fra den sydlige til den nordlige ende af marken. Se figur 20. Således er kvælstofkoncentrationen i de fem sydligste dræen 7,4 mg totalkvælstof pr. liter, hvoraf 65 procent udgøres af nitratkvælstof og i de fem nordligste dræen 4,7 mg totalkvælstof pr. liter, hvoraf 56 procent er nitratkvælstof. Se figur 20. Den maksimale forskel mellem to dræen er 4,8 mg totalkvælstof pr. liter. Forsøget viser, at der inden for samme mark kan være betydelige forskelle i kvælstofkoncentrationen i drænvandet.

Der er til høst 2014 anlagt et forsøg med stigende kvælstof til vinterhvede i storparcellerne på arealet. Kvælstofniveauerne og udbytter fremgår af tabel 28. Kvælstoftilførslen svarer i forsøgsled 1 til 4 til henholdsvis halv norm, norm, halvanden gange norm og to gange norm. I alle forsøgsled har der været nogen udvintring i den fjerde gentagelse, og der er derfor sået vårbyg i de udvintrede områder

i foråret 2014. Gødningstildelingen er justeret, så der tildeles gødning efter vårbygnorm i de påvirkede områder. Kvælstofkoncentrationerne i drænene er ikke påvirket i nævneværdig grad af ændringen til vårbyg.

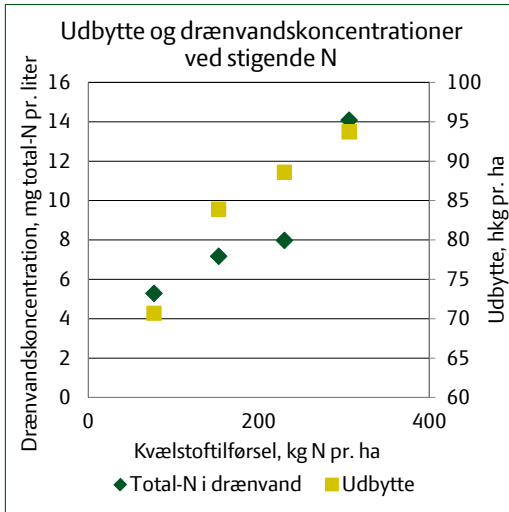
Der er signifikante merudbytter for tildeling af kvælstof til og med 230 kg kvælstof pr. ha samt stigende proteinprocent og stigende proteinkorrigerede nettomerudbytter op til den maksimale kvælstoftildeling på 306 kg kvælstof. Se tabel 28. Markoverskuddet, opgjort som kg kvælstof i kerne minus kg kvælstof tilført i gødning, stiger lineært med stigende kvælstoftilførsel. Se tabel 28.

Der bliver i vinterhalvåret 2014 til 2015 udtaget prøver af drænvandet fra storparcellerne, men ved redaktionens slutning er der kun gennemført en

**Tabel 28.** Udbytter, markoverskud og kvælstofkoncentrationer i drænvandet ved stigende kvælstof

Vinterhvede	Markoverskud, kg N pr. ha	Drænv.-konc., mg total N pr. liter	Pct. total-N i drænvand som nitrat	Nettomerdub., hkg pr. ha	Protein korr. nettomerudb., hkg pr. ha <sup>1)</sup>	Pct. råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb., kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
2014. 1 forsøg								
1. 77 N	2	5,3	66	-	-	7,1	75	70,7
2. 153 N	47	7,2	63	13	12	8,6	106	13,2
3. 230 N	91	8,0	71	12	18	10,5	139	17,9
4. 306 N	143	14,1	78	12	23	11,7	163	23,0
LSD		4,0	11				9	5,2

<sup>1)</sup> Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 4,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.



**Figur 21.** Totalkvælstofkoncentration i drænvand og udbytter ved stigende kvælstoftildeling.

enkelt prøvetagning i oktober 2014. Tolkningerne af resultaterne skal derfor ske med forsigtighed. Kvælstofkoncentrationen i drænvandet stiger ved stigende kvælstoftildeling (se tabel 28 og figur 21), men stigningen er størst ved tildeling af over 230 kg kvælstof pr. ha. Således øges kvælstofkoncentrationen i drænvandet med cirka 3 mg totalkvælstof pr. liter ved at øge kvælstoftildelingen fra 77 til 230 kg kvælstof pr. ha, mens totalkvælstofkoncentrationen i drænvandet øges med yderligere 6 mg totalkvælstof pr. liter, når kvælstoftildelingen øges fra 230 kg kvælstof pr. ha til 306 kg kvælstof pr. ha. Se tabel 28 og figur 21.

Der gennemføres yderligere drænvandsmålinger under kvæstofforsøget i vinterhalvåret 2014 til 2015. Forsøget fortsætter.

**Kvælstoftildelingskort, beregnet ud fra dronedata**

Af Rita Hørfarter, Videncentret for Landbrug

Videncentret for Landbrug, PlantelInnovation og firmaet Geoteam har i 2014 gennemført en demonstration, der skal afsøge, om det i praksis er muligt at overflyve en mark med en drone, hvori der er placeret et sensorkamera, behandle de indsamlede data og derudfra udarbejde et kvælstoftildelingskort og sprede gødningen graderet på marken. Formålet er blandt andet at identificere de arbejdsgange, der skal automatiseres, for at metoden kan anvendes i praksis i storskala. I projektet



Den anvendte drone er en fastvinget drone af mærket Trimble UX5 med et SONY NEX-5R kamera. (Foto: Rita Hørfarter, Videncentret for Landbrug).

indgår ikke en test af, om den positionsbestemte kvælstoftilførsel ud fra dronedata resulterer i et merudbytte.

I processen fra dronemåling til graderet udsprejning af kvælstof på marken indgår en del ukendte faktorer, der især handler om at håndtere de store datamængder fra dronen, data, der geografisk skal rettes op og ikke mindst generaliseres (fra høj opløsning til lavere opløsning). Der findes i øjeblikket ikke et IT-program, der kan klare ovenstående, så i demonstrationen er dataprocesen "håndholdt" hele vejen igennem.

Forsøg fra 2002, udført af Videncentret for Landbrug og Aarhus Universitet viser, at omfordeling af kvælstof inden for en mark skal ske fra sandjord med tynd plantevækst, samt hvor afgrøden er meget kraftigt udviklet, uanset jordtypen, til områder med højt lerindhold og lav plantevækst.

*Demonstration*

Demonstrationsmarken er en 30 ha stor vinterhvedemark, beliggende ved Tissø, Sjælland. Marken er meget kuperet med en højdeforskel på 20 meter. Marken er overflyjet to gange, og ud fra sidste flyvning udarbejdes et kvælstoftildelingskort. Udover at opsamle sensordata fra dronen køres marken også over med en traktormonteret sensor af mærket Isaria. Her sidder i alt fire sensorer på sprøjtebommen. Sensormålinger fra henholdsvis drone og traktor sammenholdes.

Marken opdeles i to stykker a 10 ha, hvor den ene tildeles kvælstof efter dronemålingerne, og den



Demonstrationsmarken vist med 1 meter kurver. Hele arealet overflyves med dronen, hvor markens NDVI måles (vegetationsindeks). Sensoren er et lille kamera, der sidder i dronen. Arealet mod højre tildeles kvælstof efter dronemålingerne, og arealet i midten tildeles ensartet kvælstof. Begge markdele får i gennemsnit samme kvælstofmængde pr. ha. (Foto: Rita Hørfarter, Videncentret for Landbrug).

anden halvdel tildeles kvælstof ensartet efter gødningsplanen. I gennemsnit tildeles de to markdele samme kvælstofmængde pr. ha, og til omfordeling sidst i april er der 112 kg kvælstof pr. ha.

#### Måling med drone

Arealet er sidste gang overfløjet og målt 22. april 2014. Samme dag, hvor der måles med dronen, laves NDVI-målinger i marken med en håndholdt sensor af mærket GreenSeeker. Disse målinger anvendes til at kalibrere dronemålingerne for at kompensere for den manglende måling af indstråling under flyvningen.

#### Måling med Isaria

To dage efter overflyvning med drone er marken kørt igennem og målt med Isaria-sensoren. Planen er, at Isaria-målingerne skal sammenholdes med dronedata for at undersøge, om begge sensorer "ser" det samme. Det har desværre ikke været muligt, da Isaria-sensoren har haft en systematisk fejl, der betyder, at den ene side konsekvent måler højere værdier end den anden side.

#### Dronemåling og datahåndtering

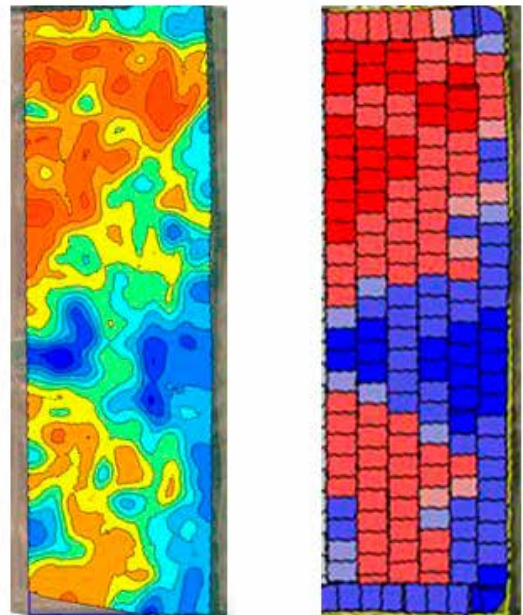
Den valgte drone er en fastvinget Trimble UX5 med et SONY NEX-5R kamera. En sensor måler både refleksionen fra afgrøden og lysindstrålingen fra oven, og derudfra beregnes RVI (Refleksions Vegetation Index). Det anvendte dronekamera kan ikke korrigeres for lysindstrålingen fra oven. Det betyder, at hvis der går en sky for solen, måles en anden

sensorværdi, end hvis solen skinner. På de traktormonterede sensorer er der taget højde for dette. Her måles og kalibreres lysindstrålingen samtidig med, at refleksionen fra afgrøden måles.

Flyvning med fastvinget drone kræver erhvervscertifikat fra lufthavnsmyndighederne. Derudover er der afstandskrav til større veje, tættere bebyggelse, lufthavne m.m. Derfor er flyveretningen ændret fra nord/syd til øst/vest, og der er et hjørne af marken, der ikke måles. Der må maksimalt flyves i 100 meters højde, og dronen skal altid være synlig for operatøren.

På computer fastlægges flyveruten, og overlap mellem flyvelinjerne fastlægges. Jo større overlap, jo bedre billeddækning. Efter flyvning skal data behandles. Opløseligheden eller pixelsstørrelsen er 2 x 2 cm, hvilket betyder, at data fra en mark på 30 ha fylder 8 GB data. Datahåndteringen er håndholdt igennem flere forskellige programmer, indtil data til slut ender i et grid på 5 x 5 meter.

Herefter kan algoritmen for omfordeling af kvælstof inden for marken beregnes. Kvælstoftildelings-



**Figur 22.** Til venstre ses tildelingskortet, udarbejdet ud fra dronedata, og algoritmen, udviklet i 2002 i samarbejde med Aarhus Universitet. Til højre ses "as applied" kortet, der viser, hvad der rent faktisk er tildelt på marken. Data er logget under udbringning. For begge kort gælder, at røde farver er lig med høj kvælstoftildeling, mens blå er lig lav kvælstoftildeling.

kortet indlæses i FarmWorks i traktoren, og gødningen bliver spredt graderet. Se figur 22.

### Konklusion

I projektet er det lykkedes at fremstille og anvende et tildelingskort ud fra dronedata, men en række processer skal automatiseres for, at det kan anvendes i praksis i storskala.

Set i forhold til en traktormonteret sensor er arbejdsforbruget i timer meget højere, når samme opgave udføres med drone, fordi data skal håndteres mellem og i flere forskellige systemer.

Hvis anvendelse af droner i dansk landbrug skal blive et mere udbredt værktøj, kræver det, at der er et færdigt IT-program, der kan håndtere hele datahåndteringen fra start til slut.

## Jordbundsanalyser

### Stigning i antallet af jordbundsanalyser

Af Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug

#### Antal jordbundsanalyser

Antallet af kemiske jordbundsanalyser fra 1. august 2013 til 31. juli 2014 fremgår af tabel 29. Tabellen omfatter analyser, udført af OK Laboratorium for Jordbrug, det tyske laboratorium Agrolab, og analyser, udført af Eurofins, Steins. Jordprøverne er for langt de flestes vedkommende udtaget i regi af de landøkonomiske foreninger. Antallet af jordbundsanalyser er væsentligt højere end i sæsonen 2012 til 2013.

#### Fordeling af analysetallene

Næringsstofanalyserne stammer overvejende fra systematiske jordbundsanalyser af hele ejendomme og anses for at være nogenlunde repræsentative for landbrugsjorden.

**Tabel 29.** Antal jordbundsanalyser fra 1. august 2013 til 31. juli 2014

Lokalitet	Rt	Pt	Kt	Mgt	Cut	Total-N
Bornholm	2.061	2.061	2.061	2.061	0	0
Sjælland	13.914	13.879	13.886	13.881	1.767	0
Fyn	13.904	13.946	13.919	13.904	80	35
Østjylland	29.460	29.416	29.412	29.560	2.322	410
Nordjylland	38.746	38.751	38.747	38.934	4.135	20
Vestjylland	40.234	36.798	36.811	36.832	3.913	4.020
Hele landet	138.319	134.851	134.836	135.172	12.217	4.485

Den procentiske fordeling af gødningstallene i de enkelte landsdele, vist i tabel 30, 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 jordbrugskalk pr. ha hvert tredje eller fjerde år.

#### Fosfortallet, Pt

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

6 procent af analyserne for hele landet viser fosfortal under 2. 48 procent af fosfortallene er mellem 2 og 4, og 46 procent har værdier over 4.

#### Kaliumtallet, Kt

Kaliumtallets (Kt) størrelse varierer mellem landsdelene. Niveauforskellen skyldes først og fremmest jordtypeforskelle. Her skiller Vestjylland sig klart ud, idet 66 procent af prøverne viser analysetal under 8. Det tilsvarende tal i Østjylland er 33 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.

#### Magnesiumtallet, Mgt

Et magnesiumtal på over 4 betragtes som tilfredsstillende. Magnesiumtallet har været stigende igennem de seneste ti år, og andelen af magnesiumtal under 4 er aftaget 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 26 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 30 er derfor ikke repræsentative for fordelingen af kobbertal. Kobbertal under 2 betyder, at der er risiko for kobbermangel på visse jorder, som for eksempel lavbundslande. Der er en relativt stor andel af prøverne med et lavt kobbertal, hvilket

**Tabel 30.** Resultater af jordbundsanalyser fra 1. august 2013 til 31. juli 2014. Procentvis fordeling. Ved vurdering af tallene skal man være opmærksom på antallet af gennemførte analyser, som fremgår af tabel 29

Jordbunds-analyser	Born-holm	Sjælland	Fyn	Øst-jylland	Nord-jylland	Vest-jylland
<b>Rt</b>						
0,0 - 5,4	1	1	1	5	6	10
5,5 - 5,9	4	6	4	21	30	46
6,0 - 6,4	31	14	18	37	41	31
6,5 - 6,9	50	24	33	25	15	9
7,0 - 7,5	13	37	37	10	5	3
> 7,5	1	19	8	2	2	0
<b>Pt</b>						
0,0 - 0,9	1	2	0	0	0	0
1,0 - 1,9	15	20	9	5	3	3
2,0 - 2,9	31	35	29	26	17	11
3,0 - 3,9	26	23	29	32	30	21
4,0 - 4,9	16	11	19	21	25	24
5,0 - 5,9	7	5	9	10	14	18
6,0 - 6,9	3	2	4	3	6	12
7,0 - 7,9	1	1	1	1	3	6
8,0 - 8,9	0	0	0	1	1	3
9,0 - 10,0	0	0	0	0	1	1
> 10,0	0	0	1	0	1	1
<b>Kt</b>						
0,0 - 1,9	0	0	0	0	0	1
2,0 - 3,9	0	1	2	4	4	15
4,0 - 5,9	1	8	8	12	12	29
6,0 - 7,9	7	21	18	16	19	21
8,0 - 9,9	16	26	24	17	18	14
10,0 - 11,9	20	18	20	15	15	9
12,0 - 13,9	18	9	12	12	11	5
14,0 - 15,9	13	5	7	8	7	3
16,0 - 17,9	8	3	4	5	5	2
18,0 - 20,0	5	2	2	3	3	1
> 20,0	11	7	3	6	7	2

Jordbunds-analyser	Born-holm	Sjælland	Fyn	Øst-jylland	Nord-jylland	Vest-jylland
<b>Mgt</b>						
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	5	5	9	9	9
3,0 - 3,9	10	13	9	16	16	19
4,0 - 4,9	17	19	16	17	18	21
5,0 - 5,9	21	19	18	16	15	18
6,0 - 6,9	18	14	16	13	11	11
7,0 - 7,9	14	9	11	9	8	7
8,0 - 8,9	9	5	8	6	5	4
9,0 - 10,0	5	3	6	3	3	3
> 10,0	5	11	10	9	11	7
<b>Cut</b>						
0,0 - 0,9	0	3	4	3	0	4
1,0 - 1,9	0	26	23	41	32	35
2,0 - 2,9	0	34	39	33	33	39
3,0 - 3,9	0	19	14	14	19	16
4,0 - 4,9	0	9	8	5	9	5
5,0 - 5,9	0	5	4	2	4	1
6,0 - 6,9	0	2	3	1	2	0
7,0 - 7,9	0	1	3	0	0	0
8,0 - 8,9	0	0	0	1	0	0
9,0 - 10,0	0	0	1	0	0	0
> 10,0	0	0	4	0	0	0
<b>Total-N</b>						
0,0 - 0,09	0	0	0	11	0	4
0,10 - 0,11	0	0	0	10	5	7
0,12 - 0,13	0	0	0	14	20	12
0,14 - 0,16	0	0	0	31	25	23
0,17 - 0,20	0	0	0	23	10	25
> 0,20	0	0	100	10	40	29

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 36 procent under 2, og 5 procent ligger 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 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 kvælstofbeho-

vet op i forhold til normen. Er indholdet over 0,20 procent, korrigeres tilførslen til salgsafgrøder ned i forhold til normen.

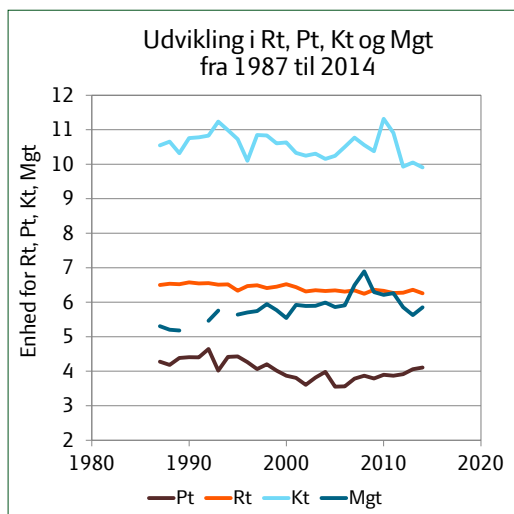
I gennemsnit af alle analyser har 24 procent mindre end 0,13 procent totalkvælstof, mens 31 procent har mere end 0,20 procent totalkvælstof.

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 formodes at være betydeligt over gennemsnittet for dansk landbrugsjord.

### Udvikling i analysetallene

Udviklingen i analyseværdierne fra 1987 til 2014 i gennemsnit for hele landet for reaktionstal, fosfortal, kaliumtal og magnesiumtal er vist i figur 23.





**Figur 23.** Udvikling i analyseværdierne for reaktionstal, fosfortal, kaliumtal og reaktionstal i gennemsnit for hele landet for årene 1987 til 2014.

Kurverne illustrerer udviklingen over en årrække og ikke ændringen fra år til år. Over den 27-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

Videncentret for Landbrug 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.

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 200.000 jordprøver i databasen.