

Udnyttelse af næringsstofferne i husdyrgødning Betydning af sammensætning, udbringningsteknik, afgrøder m.v.



Martin Nørregaard Hansen
Landskonsulent husdyrgødning
Plante- og MiljøInnovation, SEGES

Foto Samson Agro

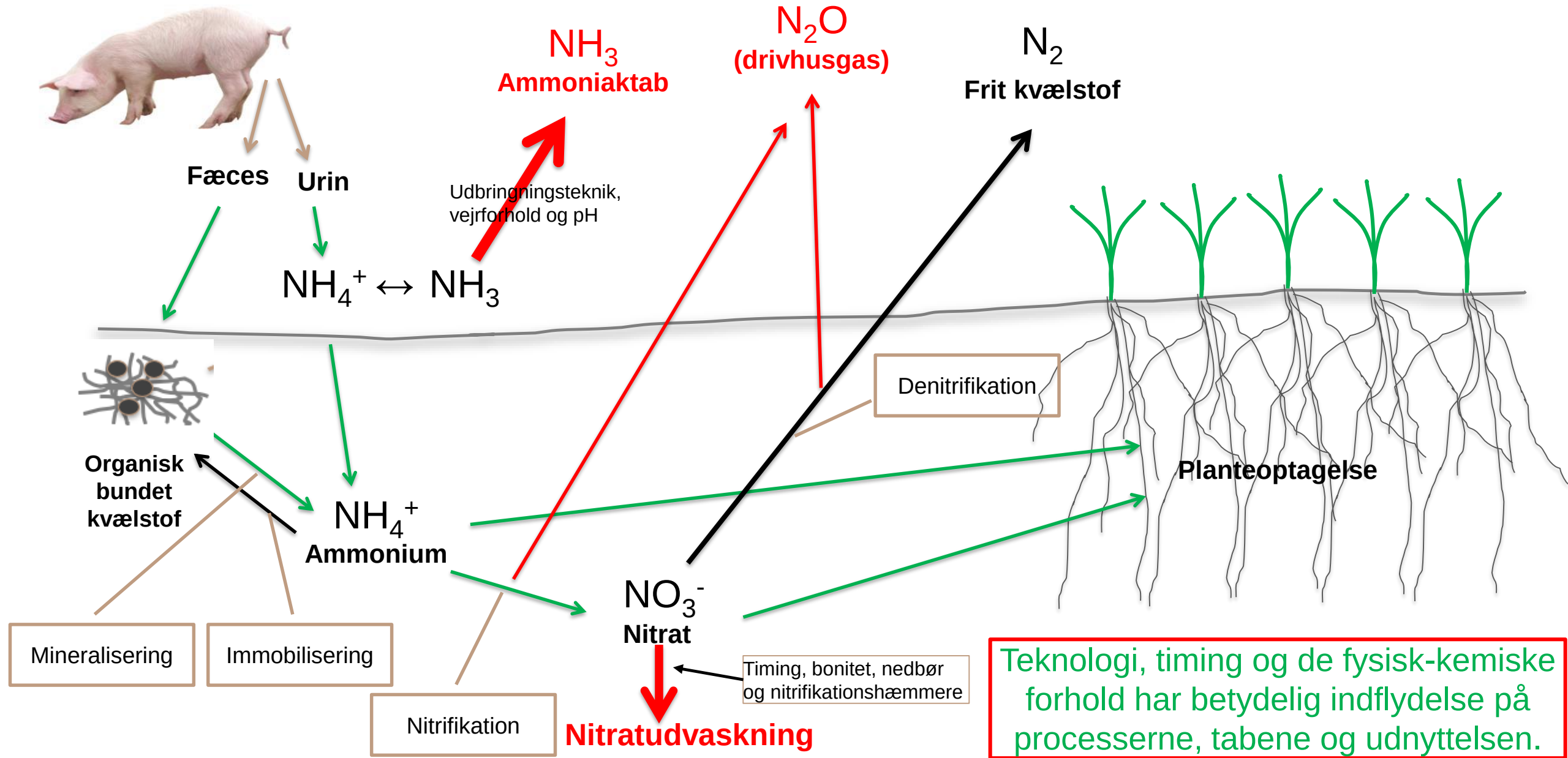
Husdyrgødning er en bøvlet og besværlig gødningskilde – men den er besværet værd



Arkæologiske undersøgelser har vist, at landbruget har kendt til brugen af husdyrgødning allerede i stenalderen, dvs. i over 8.000 år.

Kvælstoffets veje og tab fra husdyr til afgrøde

6



Markeffekter af svinegyllens kvælstofindhold

Svinegylle

Tabel 1. Markeffekt for kvælstof i svinegylle med et indhold af ammonium, som udgør ca. 75-80 pct. af totalkvælstof.

	Før såning/tidligt forår			Sent forår			Efterår
	Nedfældet	Forsuret, slangeudlagt	Slange-udlagt i afgrøden	Nedfældet	Slange-udlagt, forsuret	Slange-udlagt	Slange-udlagt
Vårsæd*	80***	80***	65	-	65	55	-
Roer og majs	80***	80***	65	70	60	50	-
Vintersæd	70	70	65	60	65	60	-
Vinterraps	80***	65	60	-	-	-	65
Frøgræs	-	65	60	-	-	-	50
Fodergræs	65	65	-	60	60	-	55**

* Effekt af nedfældning på sandjord kan være større end forsuret slangeudlagt gylle p.g.a. placeringseffekt

** Forsuret eller nedfældet

*** Før såning

Markeffekter af kvæggylles kvælstofindhold

Kvæggylle

Tabel 2. Markeffekt for kvælstof i kvæggylle med et indhold af ammonium, som udgør ca. 55-60 pct. af totalkvælstof.

	Før såning/tidligt forår			Sent forår			Efterår
	Nedfældet	Forsuret, slange-udlagt	Slange-udlagt i afgrøden	Nedfældet	Slange-udlagt, forsuret	Slange-udlagt	Slange-udlagt
Vårsæd*	70***	70***	55	-	55	40	-
Roer og majs	75***	70***	50	60	55	35	-
Vintersæd	55	55	45	50	50	40	-
Vinterraps	60***	55	45	-	-	-	45
Frøgræs	-	55	45	-	-	-	45
Fodergræs	60	60	-	55	55	-	50**

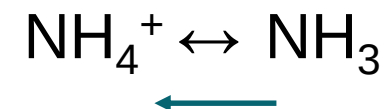
* Effekt af nedfældning på sandjord kan være større end forsuret slangeudlagt gylle p.g.a. placeringseffekt

** Forsuret eller nedfældet

*** Før såning

Nedfældning eller forsuring

Teknologikrav ved udbringning af gylle til græs og sort jord



pH krav ved markforsuring?

Ved markforsuring skal gyllens pH være lavere end enten 6,4, 6,0 eller 5,6

Forsuring kan erstatte nedfældning i græs

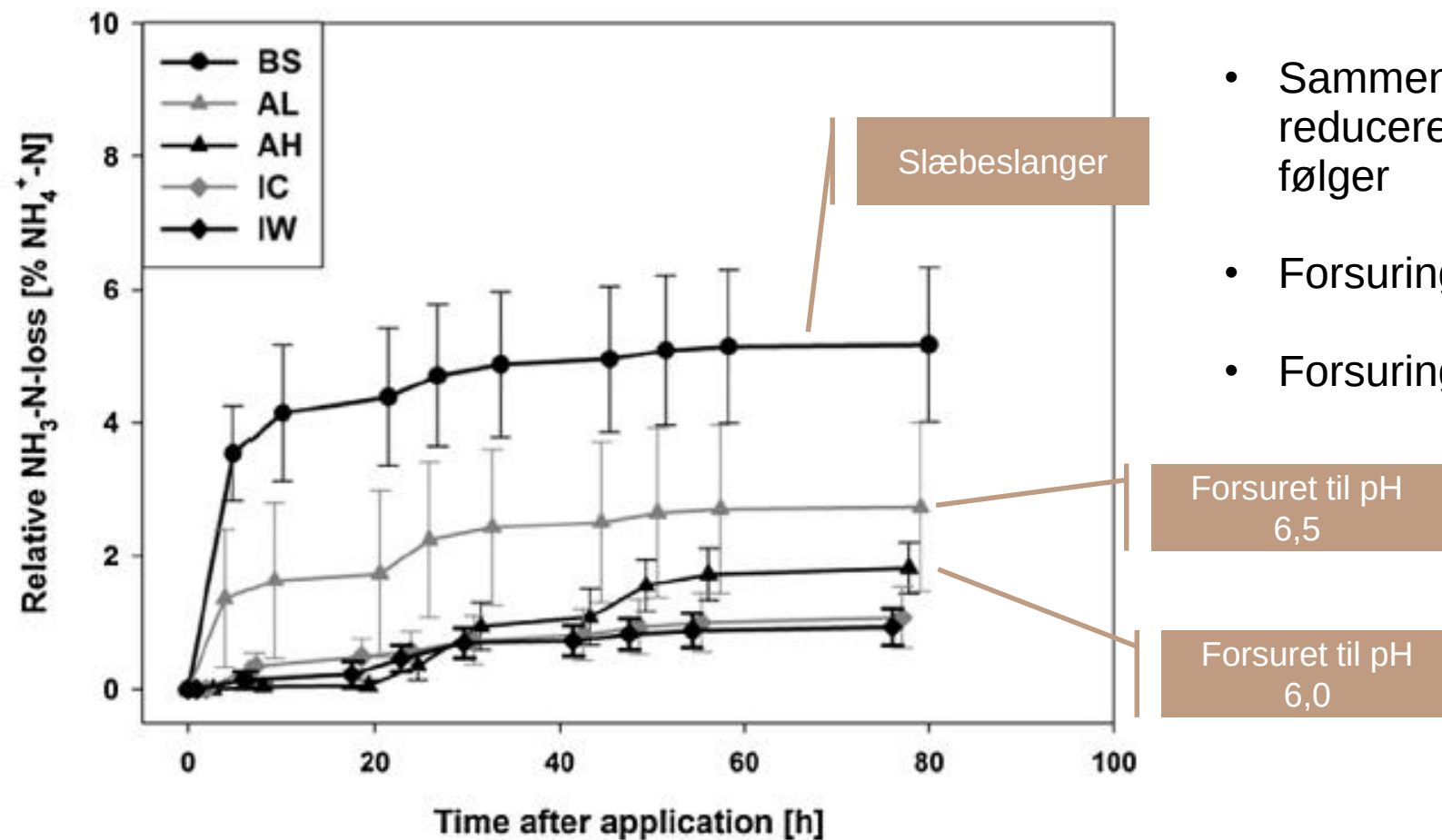
- Forudsat at gyllens pH er lavere end 6,4, – og forudsat at der bruges ren svovlsyre, gyllen ikke er tilsat kvælstof (SyreN+), og ikke er afgasset
- Er syren ikke ren svovlsyre, eller er gyllen tilsat kvælstof, skal gyllen forsures til pH 6,0 (afgasset gylle til pH 5,6)

Forsuring kan erstatte nedfældning i sort jord

- Forudsat at gyllens pH er lavere end 6,4, at der bruges ren svovlsyre og at gyllen ikke er afgasset
- Er syren ikke ren svovlsyre, eller er gyllen afgasset, skal gyllen forsures til pH 6,0



Jo lavere pH, jo lavere ammoniaktab



Samlet resultat af alle udbringninger

- Sammenlignet med slæbeslangeudlægning reducerede forsuring ammoniaktabet som følger
- Forsuring til pH 6,5: 42%
- Forsuring til pH 6,0: 79%

Fig. 1. Example of cumulative NH₃ losses from 2nd slurry application at Jyndevad (sand)

Hvad betyder pH niveauet for landmandens udbytte?

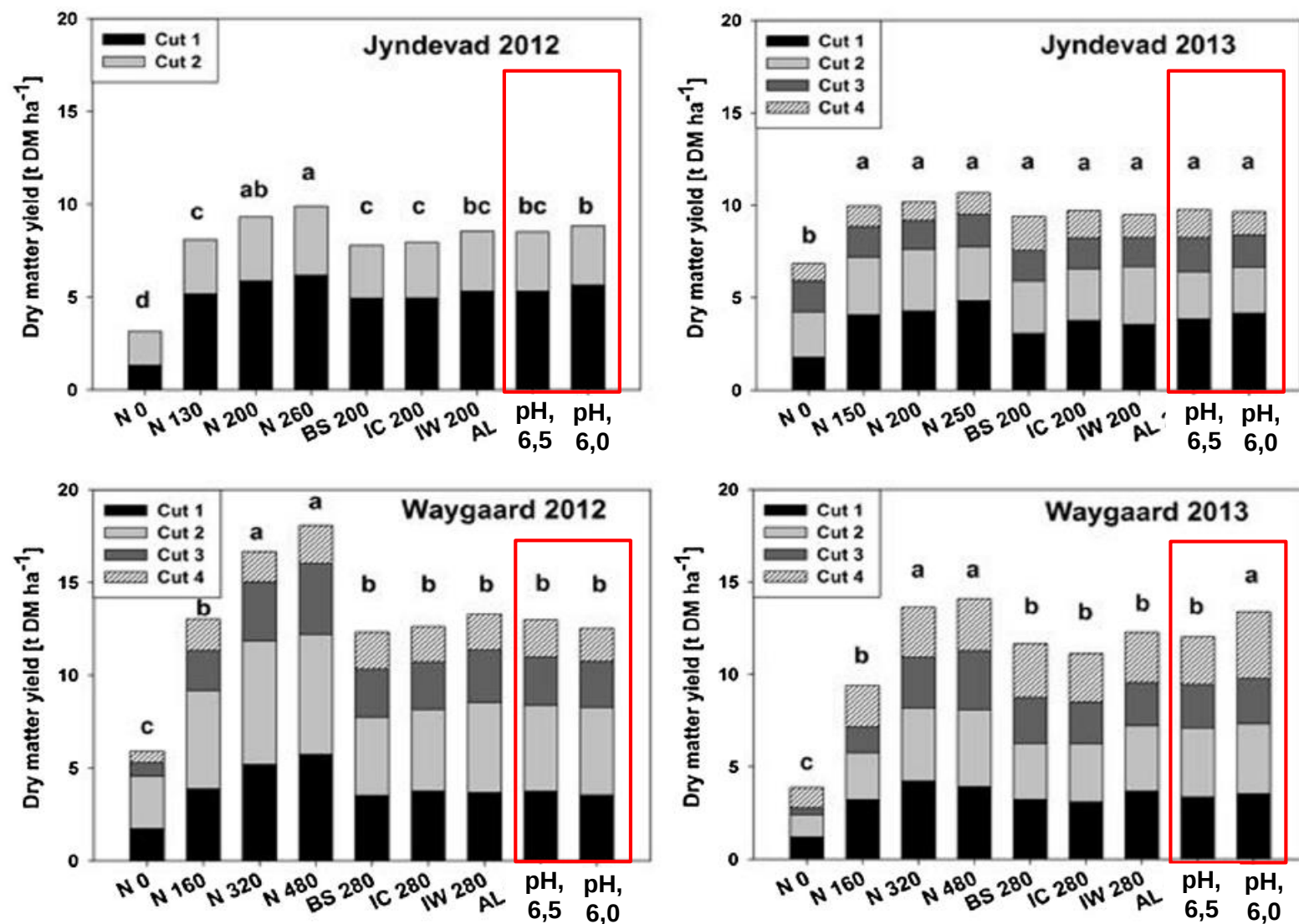
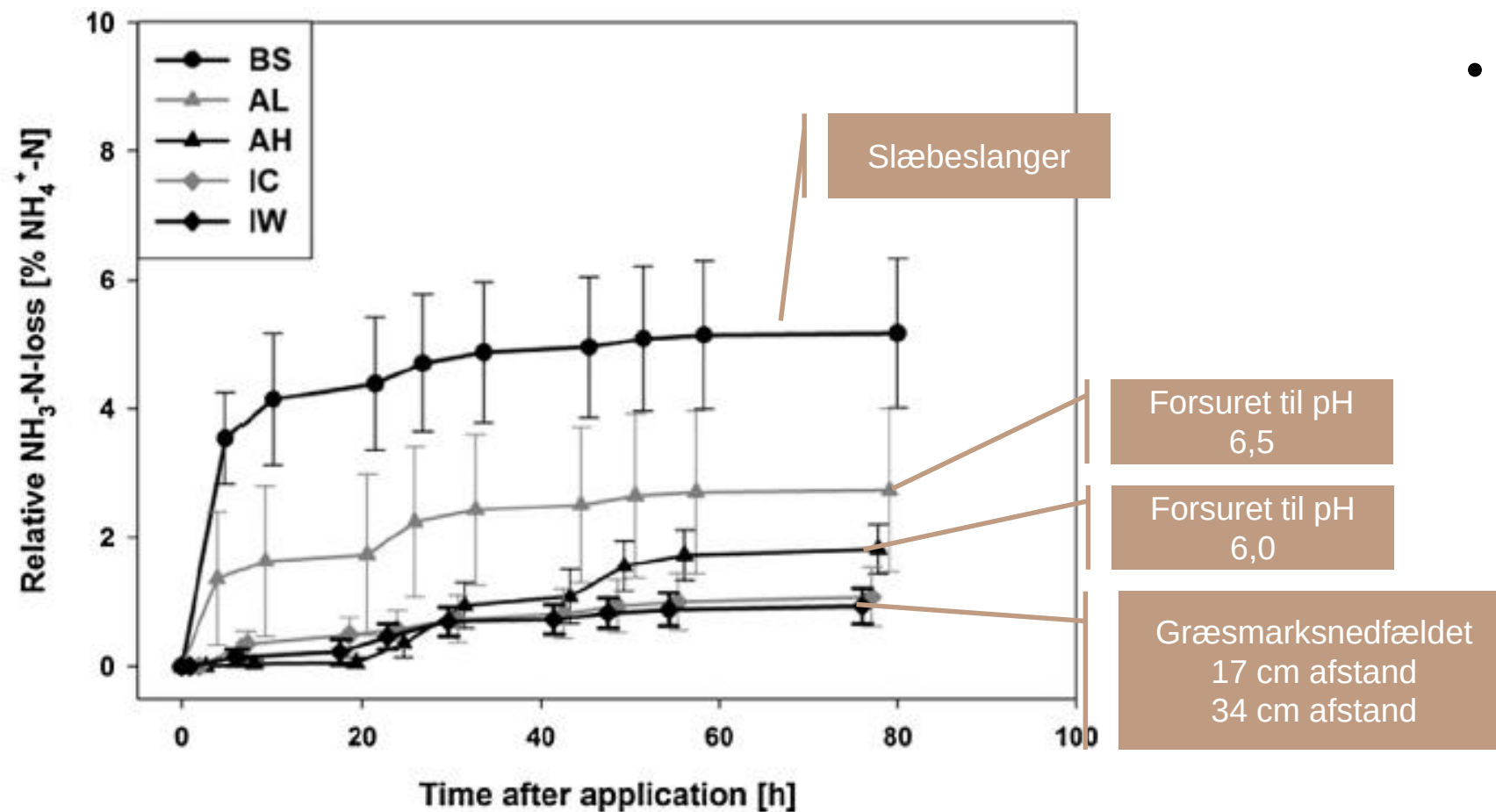


Fig. 3. Drymatter yield [kg N ha⁻¹] of grass cuts after mineral nitrogen and slurry fertilization with different application techniques at Jyndeved and Waygaard in 2012 and 2013. Significant differences within one site and year are indicated by different letters (multiple linear contrasts, p < 0.05).

- Kvæggylle er udbragt med henholdsvis et pH på 6,5 og 6,0 til slætgræs
- Det samlede græsudbytte er målt i 2012 og 2013 hhv. ved Jyndeved og Waygaard i Tyskland
- I et ud af fire forsøg blev der målt et signifikant højere udbytte ved tildeling af gylle med et pH på 6,0 end ved 6,5.

Sammenligning af ammoniaktab ved forsuring og nedfældning i græs



- Undersøgelsen fandt et tilsvarende ammoniaktab ved nedfældning og forsuring med lavt pH (6,0)

Fig. 1. Example of cumulative NH₃ losses from 2nd slurry application at Jyndevad (sand)

Der er fundet tilsvarende eller lidt højere græsudbytter ved forsuring end ved nedfældning

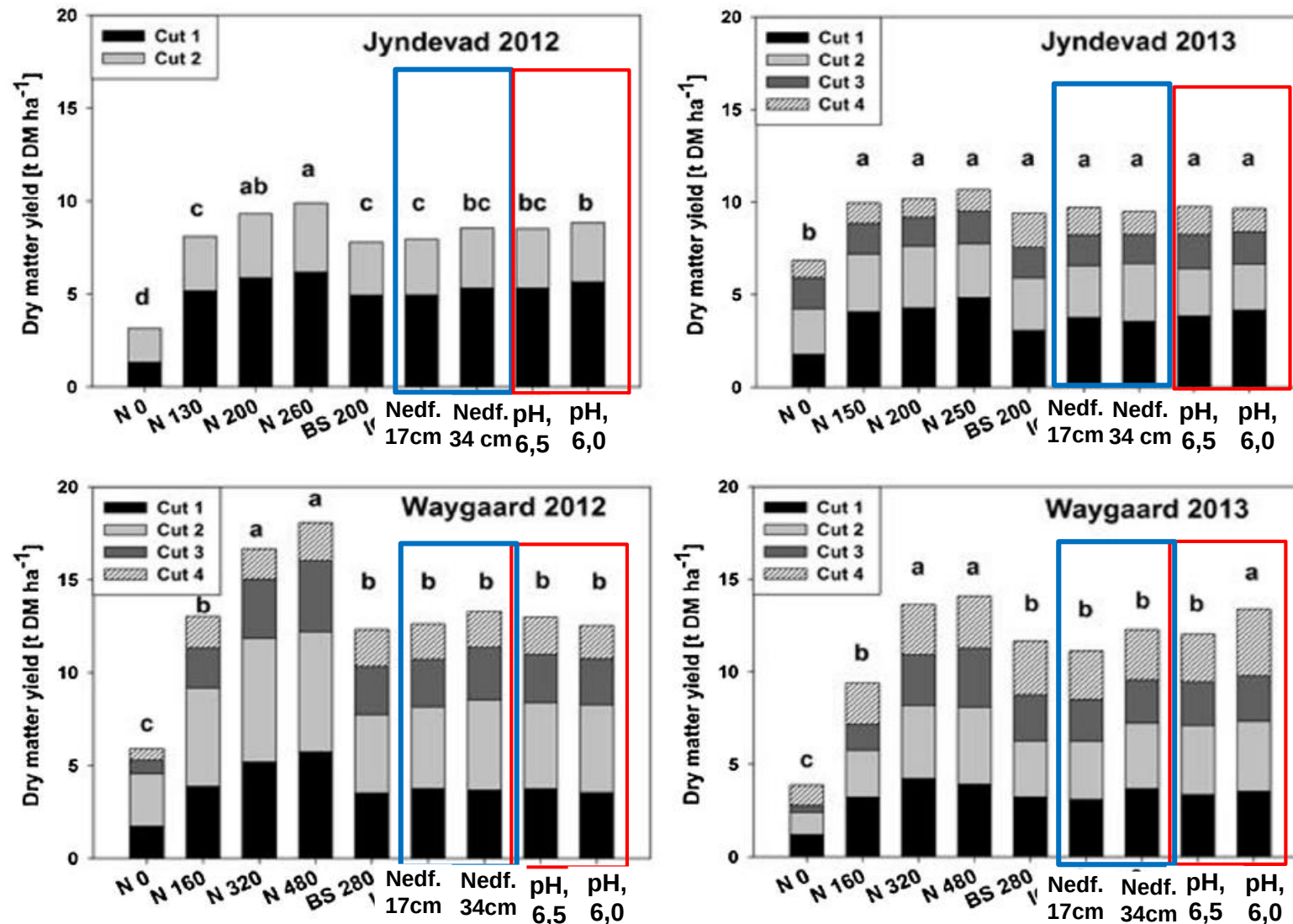


Fig. 3. Drymatter yield [kg N ha^{-1}] of grass cuts after mineral nitrogen and slurry fertilization with different application techniques at Jynde vad and Waygaard in 2012 and 2013. Significant differences within one site and year are indicated by different letters (multiple linear contrasts, $p < 0.05$).

- Kvæggylle er udbragt med henholdsvis et pH på 6,5 og 6,0 til slætgræs
- Samt med græsmarksnedfælder med hhv. 17 og 34 cm skærafstand
- I forsøgene blev der målt tilsvarende eller lidt højere udbytter ved forsuring end ved nedfældning.

Har forsuring altid samme effekt som nedfældning?

Nej, det afhænger af, hvor effektivt gyllen nedfældes og hvor effektivt gyllen forsures.

Her er nedfældning formentligt mere ammoniakbegrænsende end forsuring



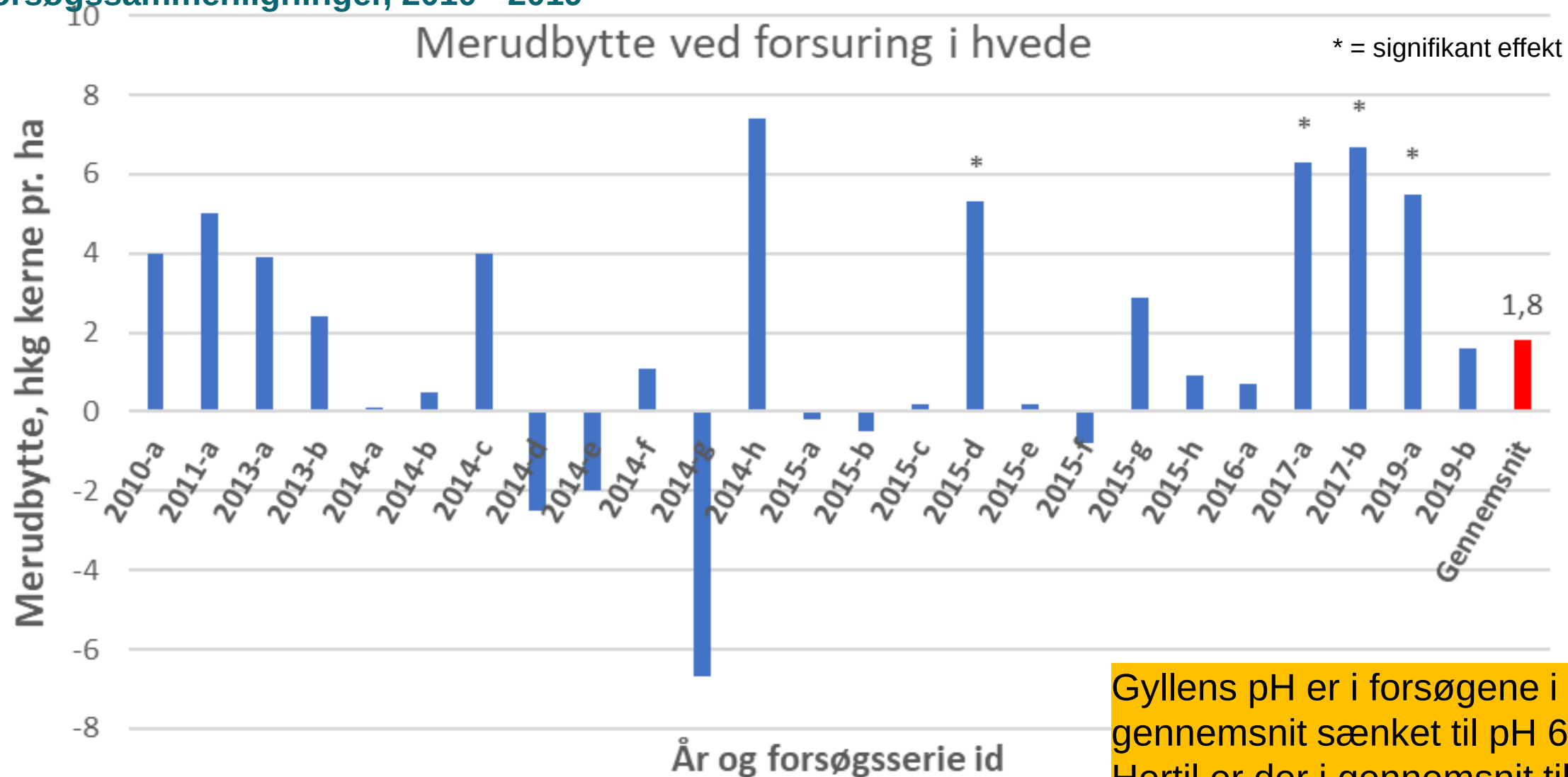
Her er en effektiv forsuring formentligt mere ammoniakbegrænsende end nedfældning



Udbytteeffekt af forsuring i vintersæd

Merudbytter ved forsuring af gylle til vinterhvede

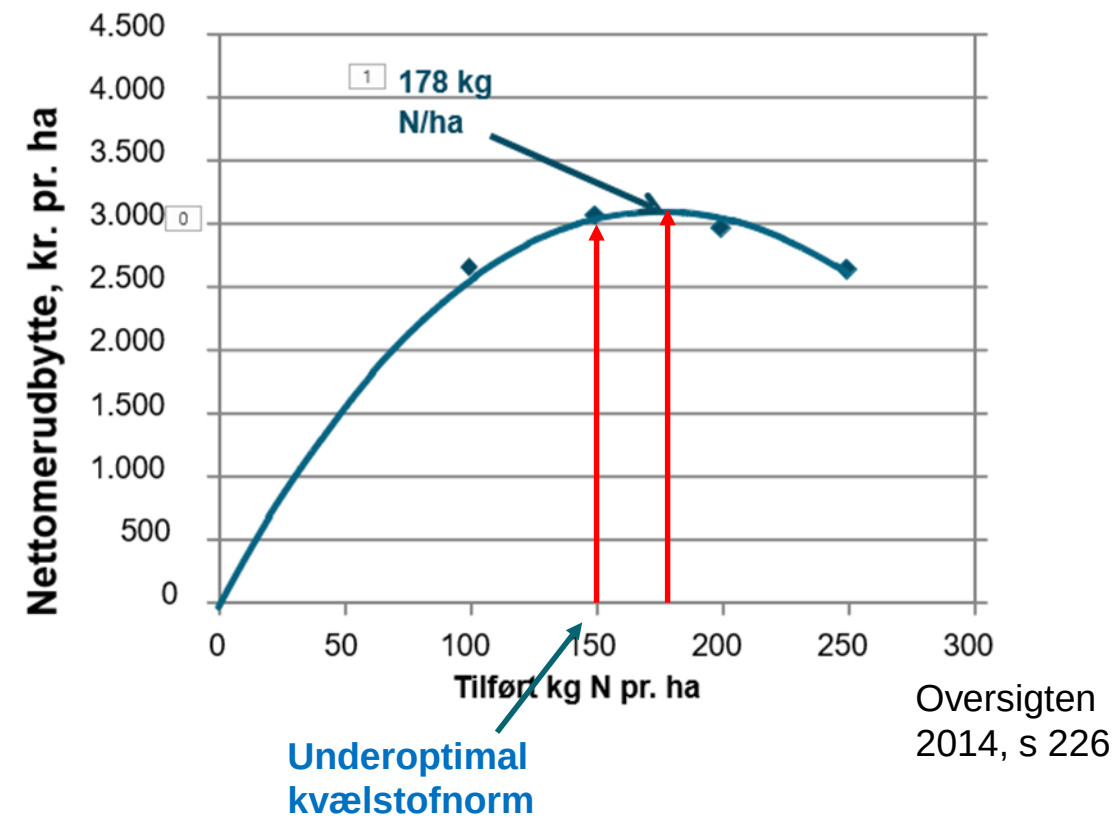
78 forsøgssammenligninger, 2010 - 2019



Gyllens pH er i forsøgene i gennemsnit sænket til pH 6,2. Hertil er der i gennemsnit tilført 2,8 l syre pr. m³ gylle

Markforsuring er en dyr løsning i vintersæd, hvis man har optimale kvælstofnormer

	Optimal kvælstofnorm
Antagelser	Sparet gødning
Gylletildeling, tons/ha	30
Ammoniaktab, % af udbragt NH ₄ -N	15
Ammoniakreduktion ved forsuring, %	40
Fordele	
Sparet kvælstof, kg pr. ha	6,5
Sparet svovl, kg pr. ha	15
Sparet indkøb af N og S, kr. pr. ha	86
Udbytteeffekt, hkg pr. ha	0
Udbytteeffekt, kr. pr. ha	0
Værdi af ekstra protein, kr. pr. ha	0
Fordele i alt, kr. pr. ha	86
Omkostninger	
Syremængde, l/ton gylle	2,5
Omkostning syre, kr. pr. ha	270
Extra udkørselsomkostninger, kr. pr. ha	120
Ekstra kalkningsbehov, kr. pr. ha	38
Samlede omkostninger, kr. pr. ha	428
Nettoøkonomi, kr. pr. ha	(86 - 428) = ÷ 342



Ved underoptimale kvælstofnormer vil man ikke normalt opnå et økonomisk merudbytte ved markforsuring i vintersæd

	Optimal kvælstofnorm	Underoptimal kvælstofnorm
Antagelser	Sparet gødning	Normal risiko for ammoniaktab
Gylletildeling, tons/ha	30	30
Ammoniaktab, % af udbragt NH ₄ -N	15	15
Ammoniakreduktion ved forsuring, %	40	40
Fordele		
Sparet kvælstof, kg pr. ha	6,5	0
Sparet svovl, kg pr. ha	15	15
Sparet indkøb af N og S, kr. pr. ha	86	50
Udbytteeffekt, hkg pr. ha	0	1,8
Udbytteeffekt, kr. pr. ha	0	216
Værdi af ekstra protein, kr. pr. ha	0	95
Fordele i alt, kr. pr. ha	86	361
Omkostninger		
Syremængde, l/ton gylle	2,5	2,5
Omkostning syre, kr. pr. ha	270	270
Extra udkørselsomkostninger, kr. pr. ha	120	120
Ekstra kalkningsbehov, kr. pr. ha	38	38
Samlede omkostninger, kr. pr. ha	428	428
Nettoøkonomi, kr. pr. ha	(86 - 428) = ÷ 342	(361 - 428) = ÷ 67



Der kan dog opnås et økonomisk merudbytte ved forsuring, hvis man udbringer gylle under forhold, der betinger høj risiko for ammoniaktab

	Optimal kvælstofnorm	Underoptimal kvælstofnorm	Underoptimal kvælstofnorm
Antagelser	Sparet gødning	Normal risiko for ammoniaktab	Høj risiko for ammoniaktab
Gylletildeling, tons/ha	30	30	30
Ammoniaktab, % af udbragt NH ₄ -N	15	15	30
Ammoniakreduktion ved forsuring, %	40	40	40
Fordele			
Sparet kvælstof, kg pr. ha	6,5	0	0
Sparet svovl, kg pr. ha	15	15	15
Sparet indkøb af N og S, kr. pr. ha	86	50	50
Udbytteeffekt, hkg pr. ha	0	1,8	3,6
Udbytteeffekt, kr. pr. ha	0	216	432
Værdi af ekstra protein, kr. pr. ha	0	95	157
Fordele i alt, kr. pr. ha	86	361	639
Omkostninger			
Syremængde, l/ton gylle	2,5	2,5	2,5
Omkostning syre, kr. pr. ha	270	270	270
Extra udkørselsomkostninger, kr. pr. ha	120	120	120
Ekstra kalkningsbehov, kr. pr. ha	38	38	38
Samlede omkostninger, kr. pr. ha	428	428	428
Nettoøkonomi, kr. pr. ha	(86 - 428) = ÷ 342	(361 - 428) = ÷ 67	(639 - 428) = 211

Sammenfatning forsuring

- Mængden af syre har betydning for ammoniaktabet under udbringning
- Mængden af syre kan have betydning for markudbyttet
- En effektiv forsuring vil normalt være mere ammoniakbegrænsende end en ikke effektiv nedfældning. Omvendt vil en effektiv nedfældning normalt være mere ammoniakbegrænsende end en ikke effektiv forsuring
- Forsuring og nedfældning vil normalt føre til tilsvarende markudbytter i græs
- Forsuring i vintersæd vil normalt ikke give et økonomisk merudbytte.
Teknologien kan være økonomisk attraktiv ved udbringning af tyk gylle under varme, blæsende og tørre vejrforhold.

Hold slangerne ved jorden, det tjener dig bedst

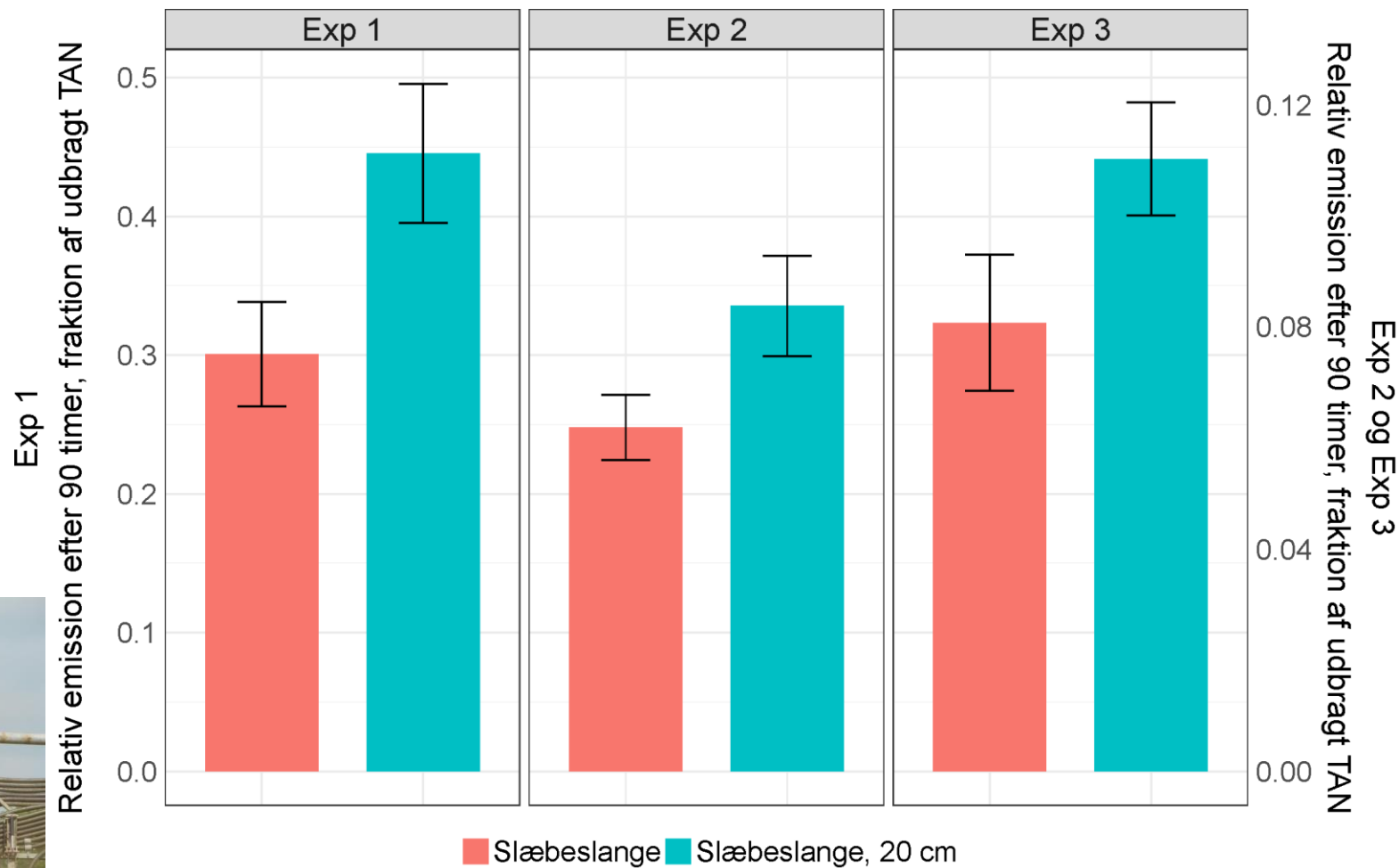


Exp 1

Relativ emission efter 90 timer, fraktion af udbragt TAN



Foto Torkild Birkmose, SEGES



'J. M. Pedersen, AU, upubliceret 2019

Benyt web-appen Gylleeffekt.dlbr.dk til beregning af markeffekten af udbragt gylle

- SEGES har udarbejdet en web-app til beregning af markeffekten af gyllens næringsstofindhold
- Webappen beregner markeffekten af gyllens kvælstofindhold ved indregning af ammoniaktabet ved angivelse af
 - Lokalitet og tidspunkt
 - Gylletype
 - Den benyttede udbringningsteknologi
 - Afgrødeforhold (afgrødetype og højde)
 - Gyllens specifikke næringsstofindhold
- Webappen kan benyttes til beregning af markeffekten af gylle der er udbragt, samt til en prognose af markeffekten ved udbringning indenfor de kommende 48 timer
- Web-appen kan tilgås ved [Gylleeffekt.dlbr.dk](https://gylleeffekt.dlbr.dk)

Gylleeffekt.dlbr.dk output

Markeffekt - kg pr. ha

N	74	(67%)
P	20	
K	55	
Mg	11	
S	0	

Total tilført - kg pr. ha

Total N	110
Ammonium N	86

Tab ved udbringning

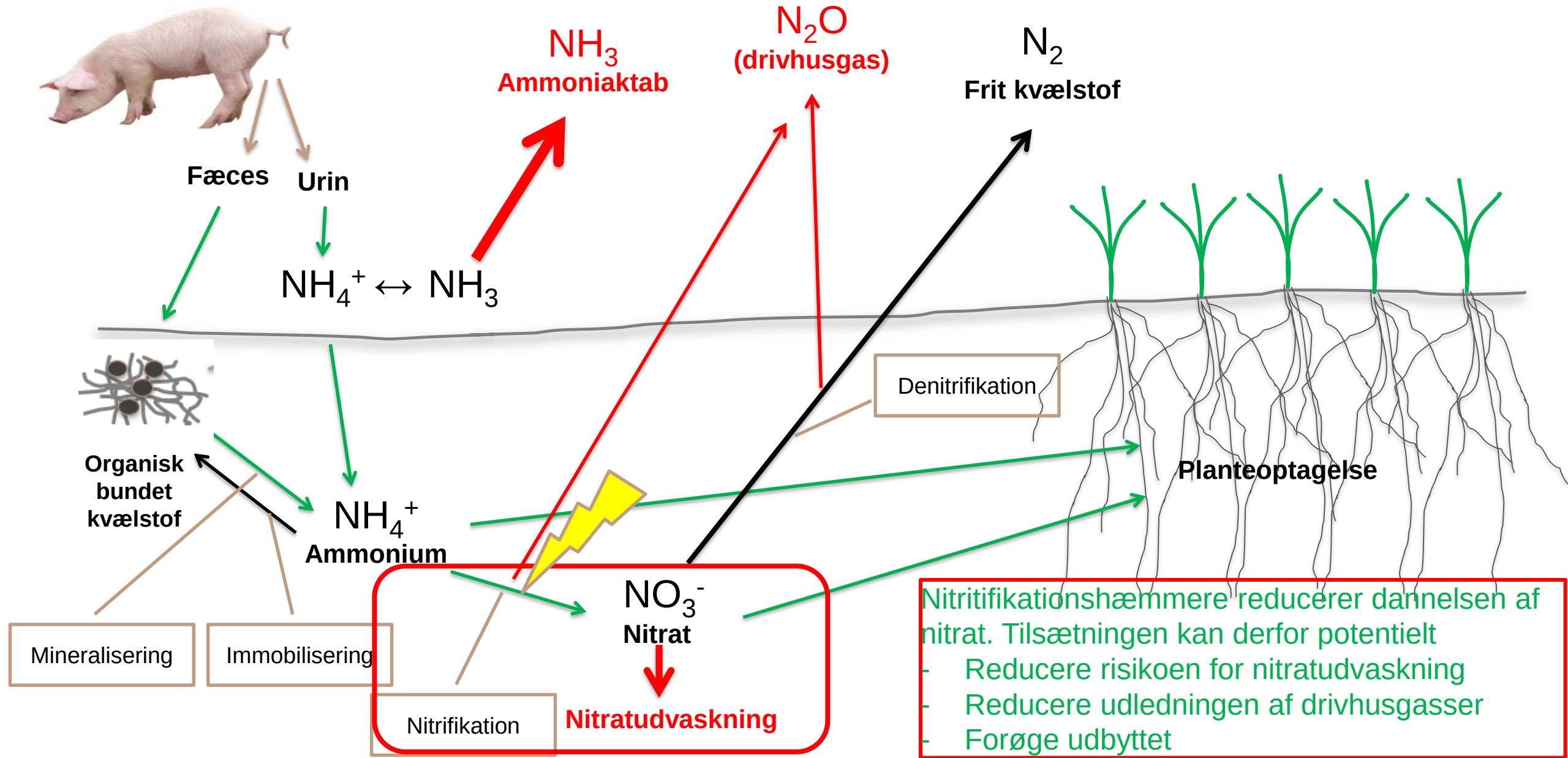
Ammonium N	15	(18%)
------------	----	-------

Udbragt

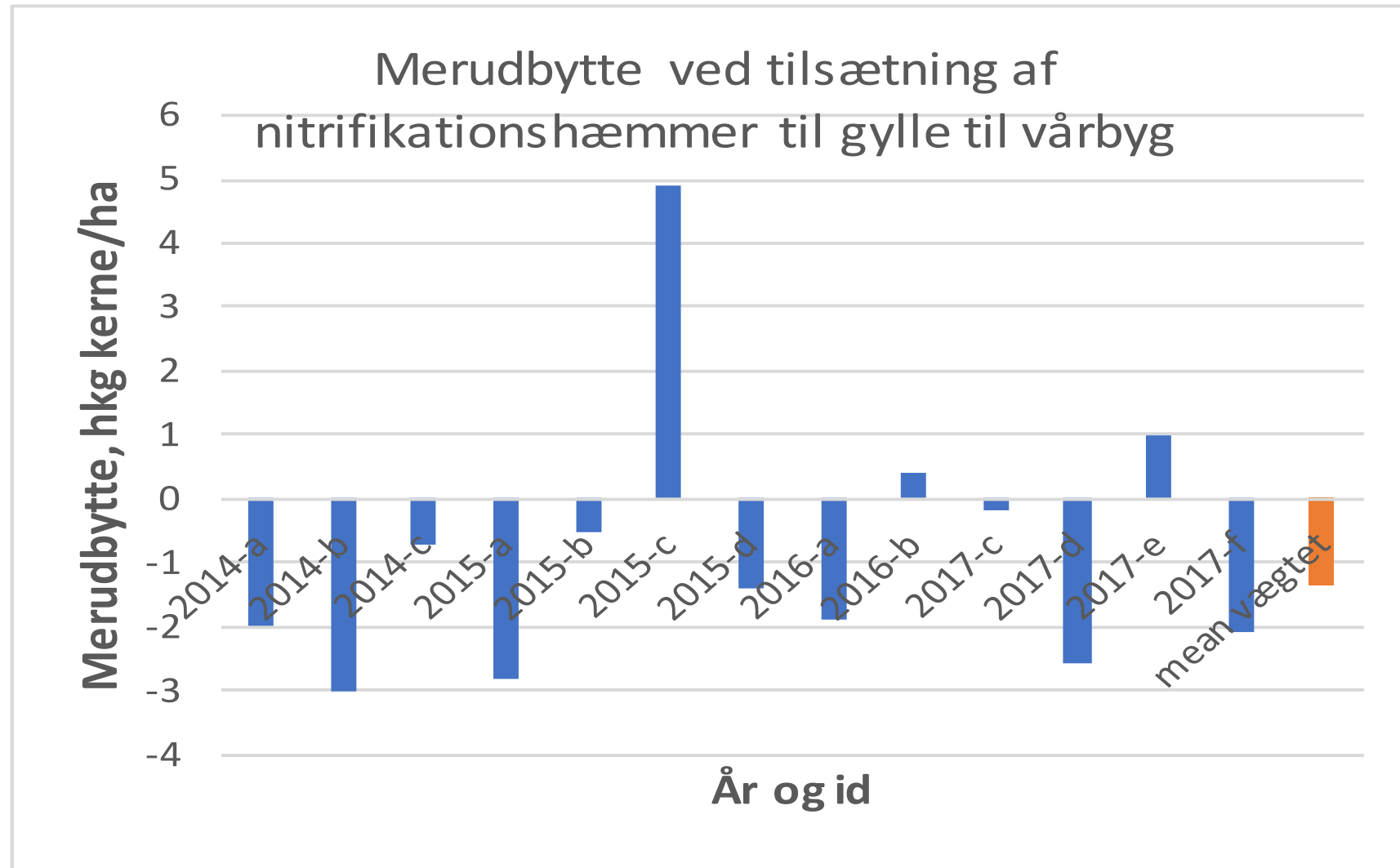
05-03-2019 12:58:00	
Svinegylle	
Vinterkorn/raps	
Slangeudlagt	
Tons	25

- Eksempel på beregning af den aktuelle markeffekt ved udbringning af 25 tons svinegylle med slæbeslanger til vintersæd den 5 marts 2019
- Beregningen er baseret på brugerens angivelser af
 - Udbringningsteknik
 - Gylletype og mængde
 - Lokalitet og tidspunkt
 - Afgrødetype og højde
 - Gyllens næringsstofindhold

Tilsætning af nitrifikationshæmmere til gylle

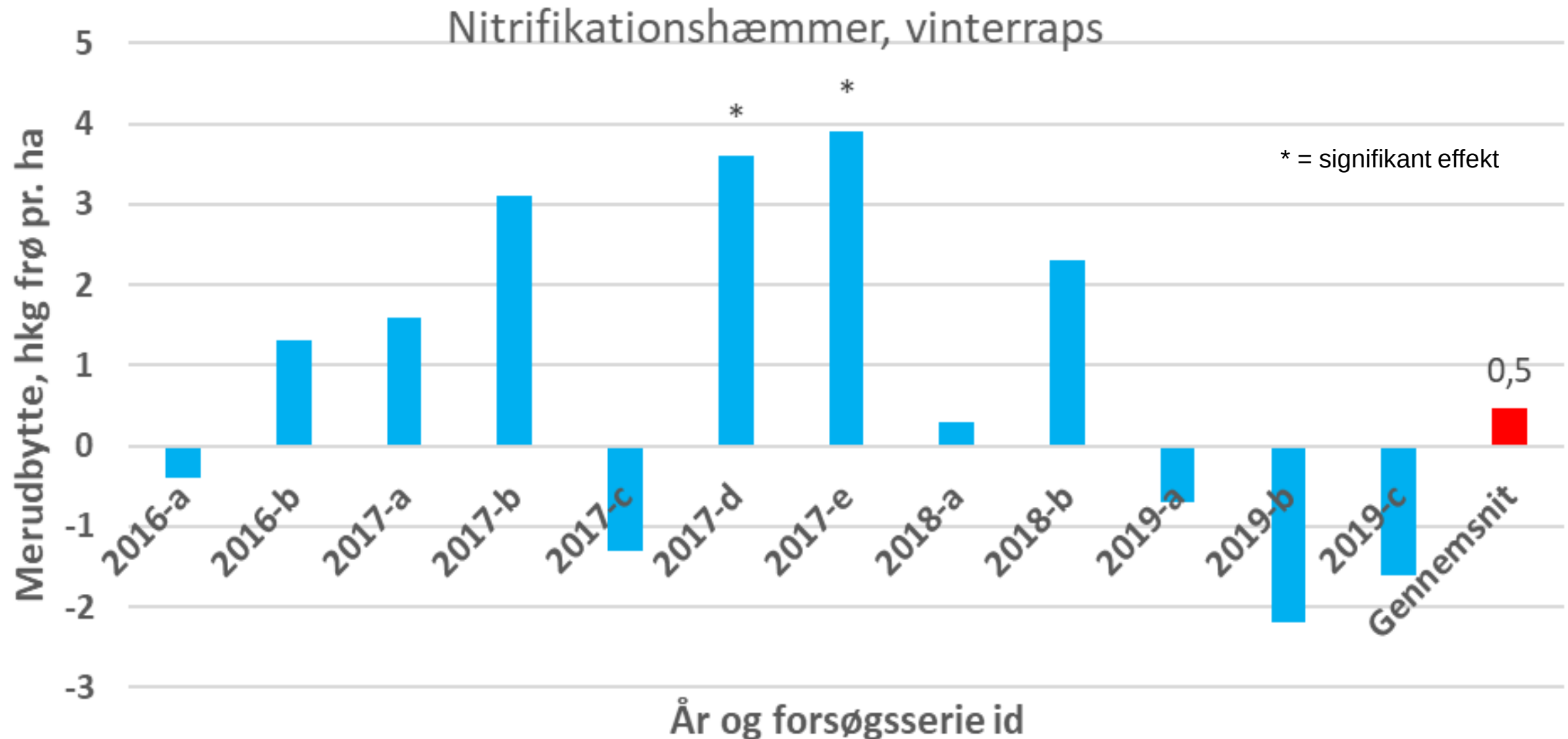


Udbytteeffekter ved tilsætning af nitrifikationshæmmere til gylle til vårbyg (gennemsnit af landsforsøg fra 2014 til 2017)



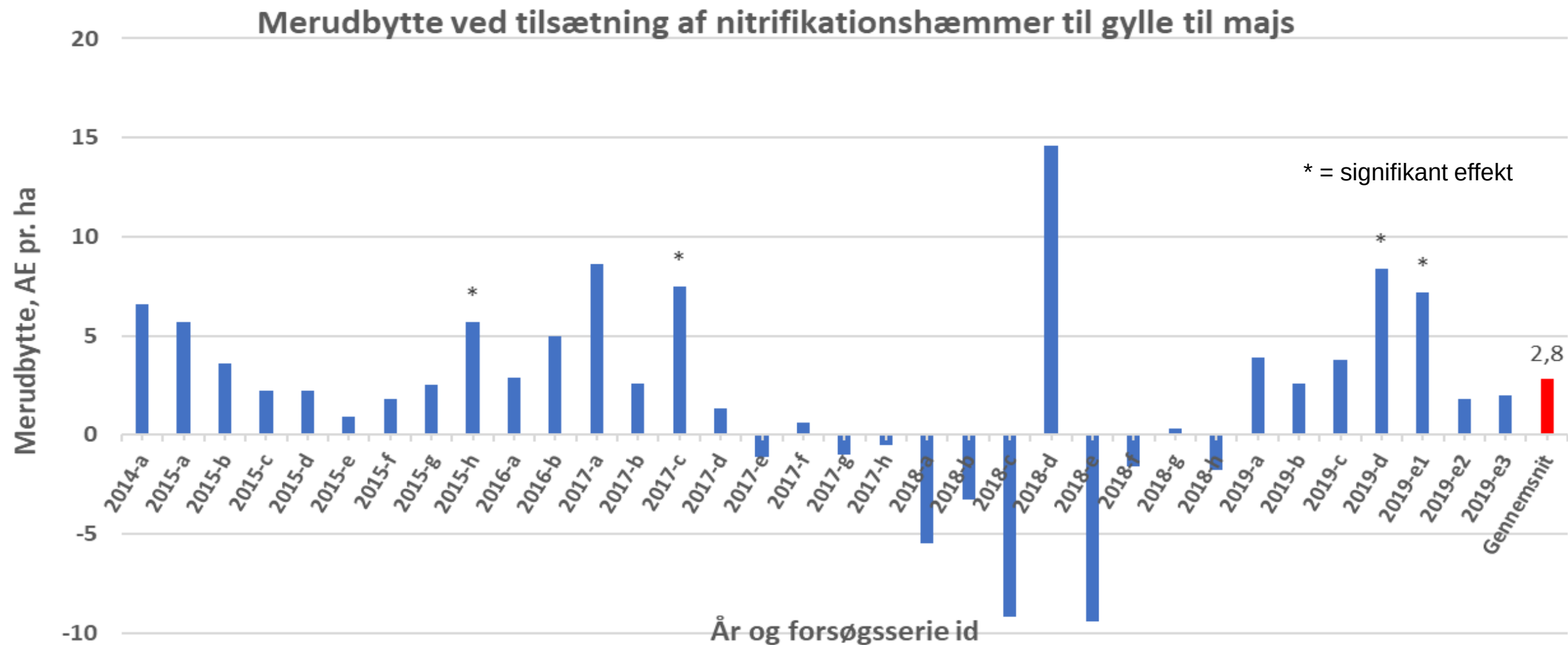
Udbytteeffekter ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til gylle udbragt i efteråret til vinterraps

19 forsøgssammenligninger, 2016 – 2019.



Udbytteeffekt ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til gylle til majs

83 forsøgssammenligninger, 2014 - 2019



Sammenfatning nitrifikationshæmmere

- Nitrifikationshæmmere har primært udbytteeffekt ved
 - Sandede jorder
 - Nedbørsoverskud
 - Tidlig forårsudbringning
- Afgrøder med lang tidsforløb mellem tilførsel af gylle og afgrødevækst (majs, kartofler og roer)
- Tilsætningen til gylle viser tendens til positive merudbytter i vinterraps og majs, men ikke i vårafgrøder.

Nye fosforregler og strategier for gylleudbringning

N- og P-lofter frem til 2021

	N-loft	P-loft				
		2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Skærpede områder, 2018/19
Kvægbrug	170	30	30	30	30	30
Undtagelsesbrug	230	35	35	35	35	35
Slagtesvin	170	39	39	39	35	30
Søer og smågrise	170	35	35	35	35	30
Fjerkræ og pelsdyr	170	43	43	35	35	30
Andre husdyr	170	30	30	30	30	30
Organisk affald	170	30	30	30	30	30
Bioaske	-	-	-	30	30	30
Handelsgødning	-	30	30	30	30	30

SEGES



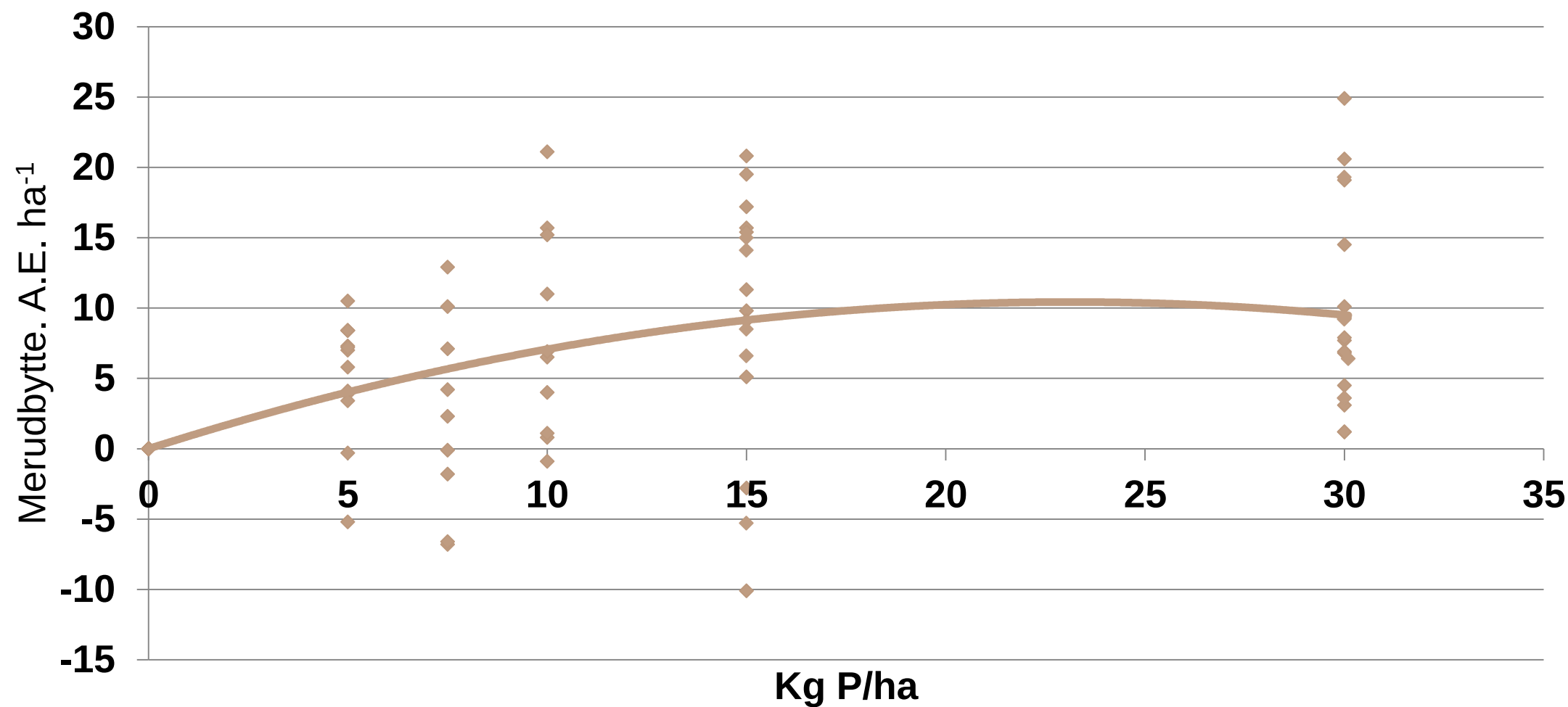
Efter 2020/21? Måske yderligere reduktion i P-loftet på 2-3 kg/ha i gennemsnit?

De nye fosforregler kan betyde

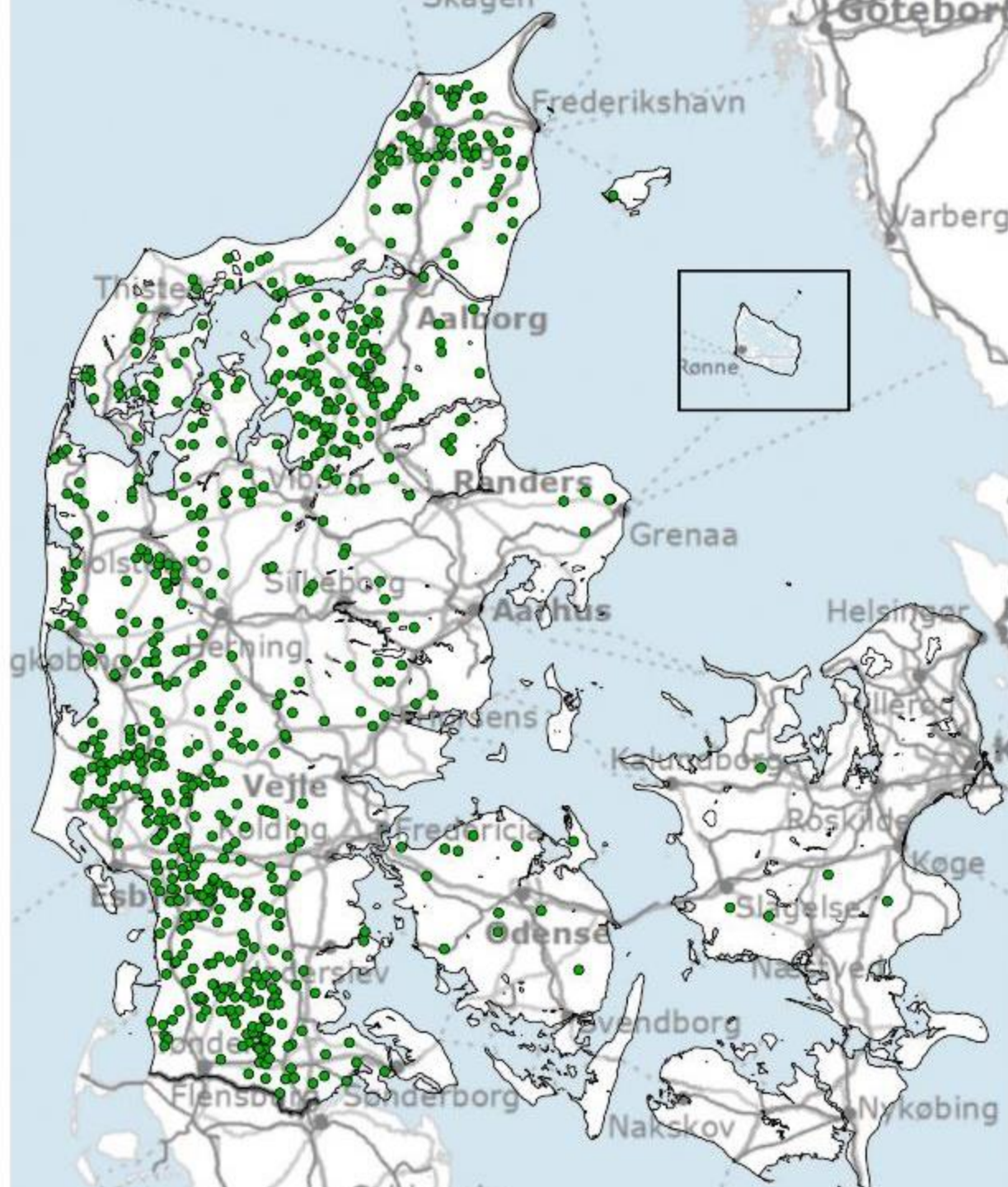
- Behov for større udbringningsareal/gylleaftaler
- Øget behov for indkøb af N og K i handelsgødning
- Større fokus på optimeret udnyttelse af fosforindholdet i husdyrgødning, herunder ”designer gylle”
- Udfordringer på kvægbrug med at få plads til det nuværende forbrug af startfosfor til majs.

Udbytteeffekt ved placering af mineralsk startfosfor til majs

26 Landsforsøg 2003 - 2017



Mikkelsen, 2017



Den nye fosforregulering
påvirker forbruget af start
fosfor på mange kvægbrug

**Grønne punkter viser de
kvægbrug, hvor brugen af
startfosfor til majs er
udfordret af de nye
fosforlofter**

Ikke mere startfosfor

Hvad gør
vi?



Standard metode ved majsdyrkning

Sortjordsnedfældning af gylle

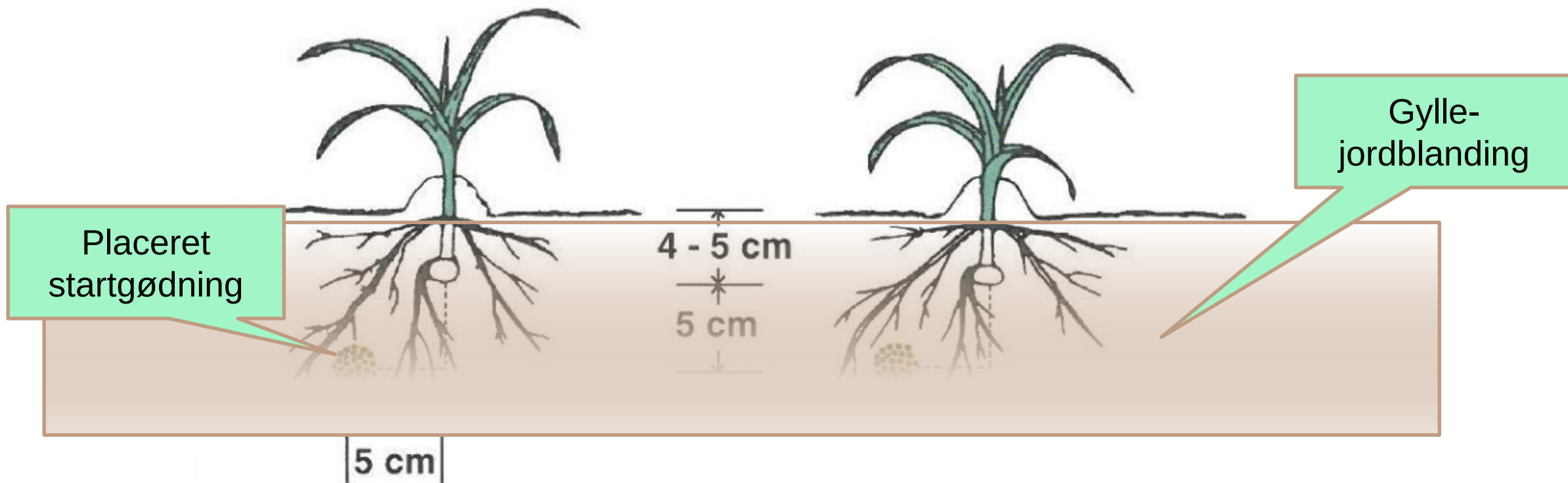
Pløjning eller dybdeharvning

Såning og placering af startgødning



Placering af gødning til majs

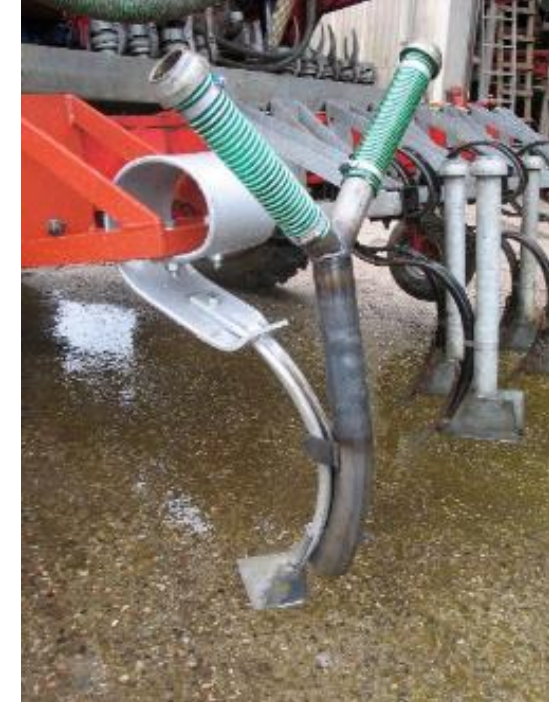
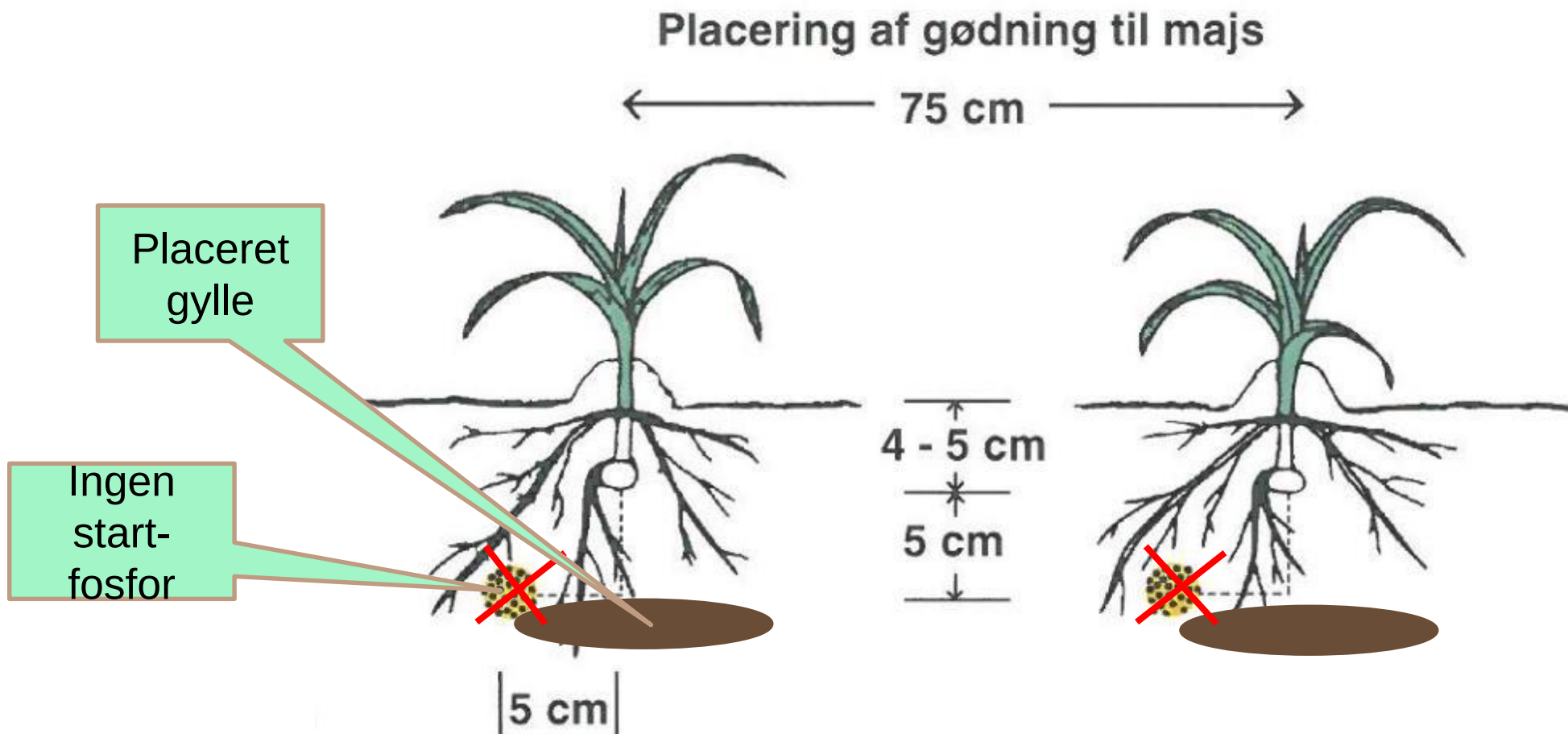
← 75 cm →



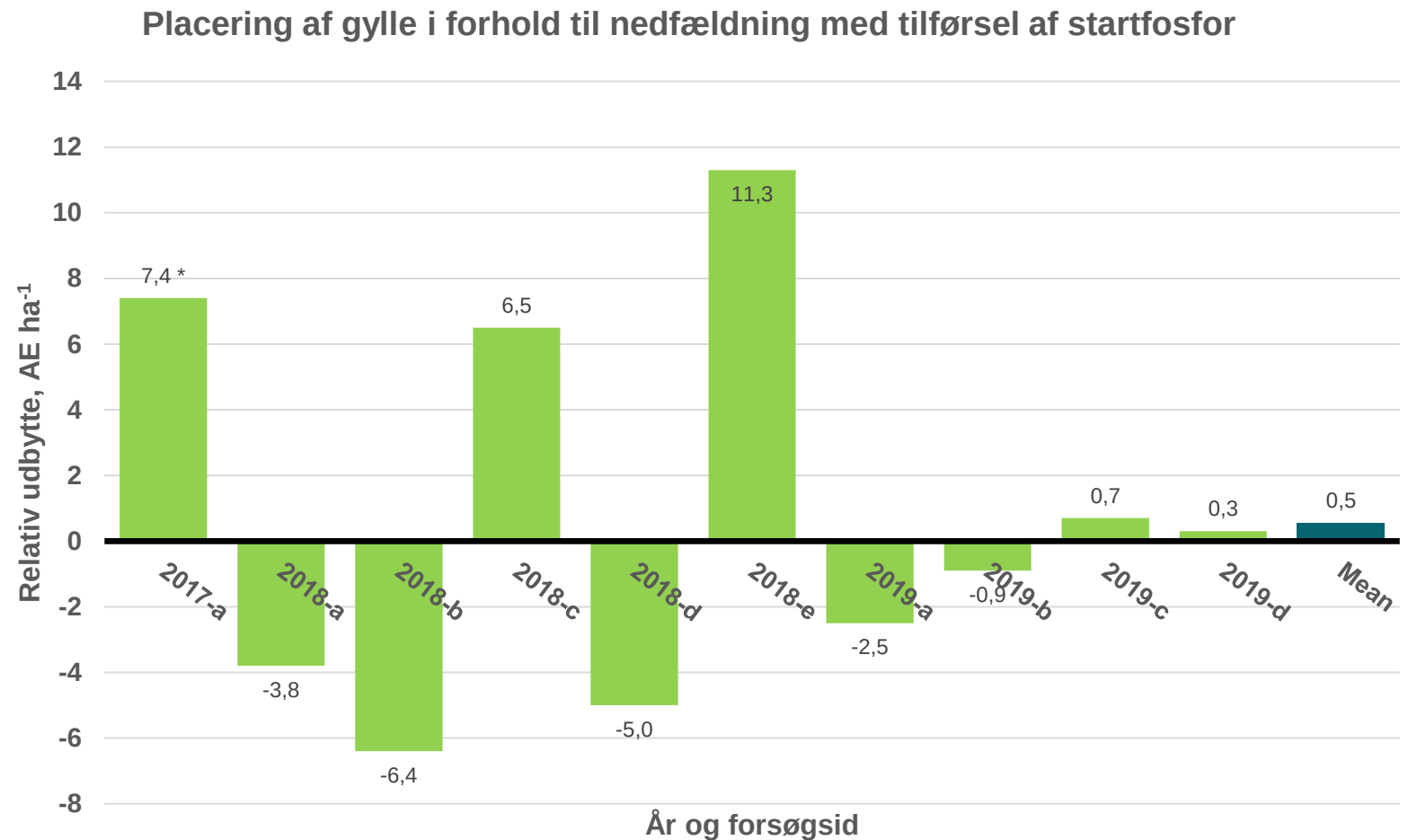
Placering af gylle til majs

Placering af gylle 10-12 cm under jordoverfladen

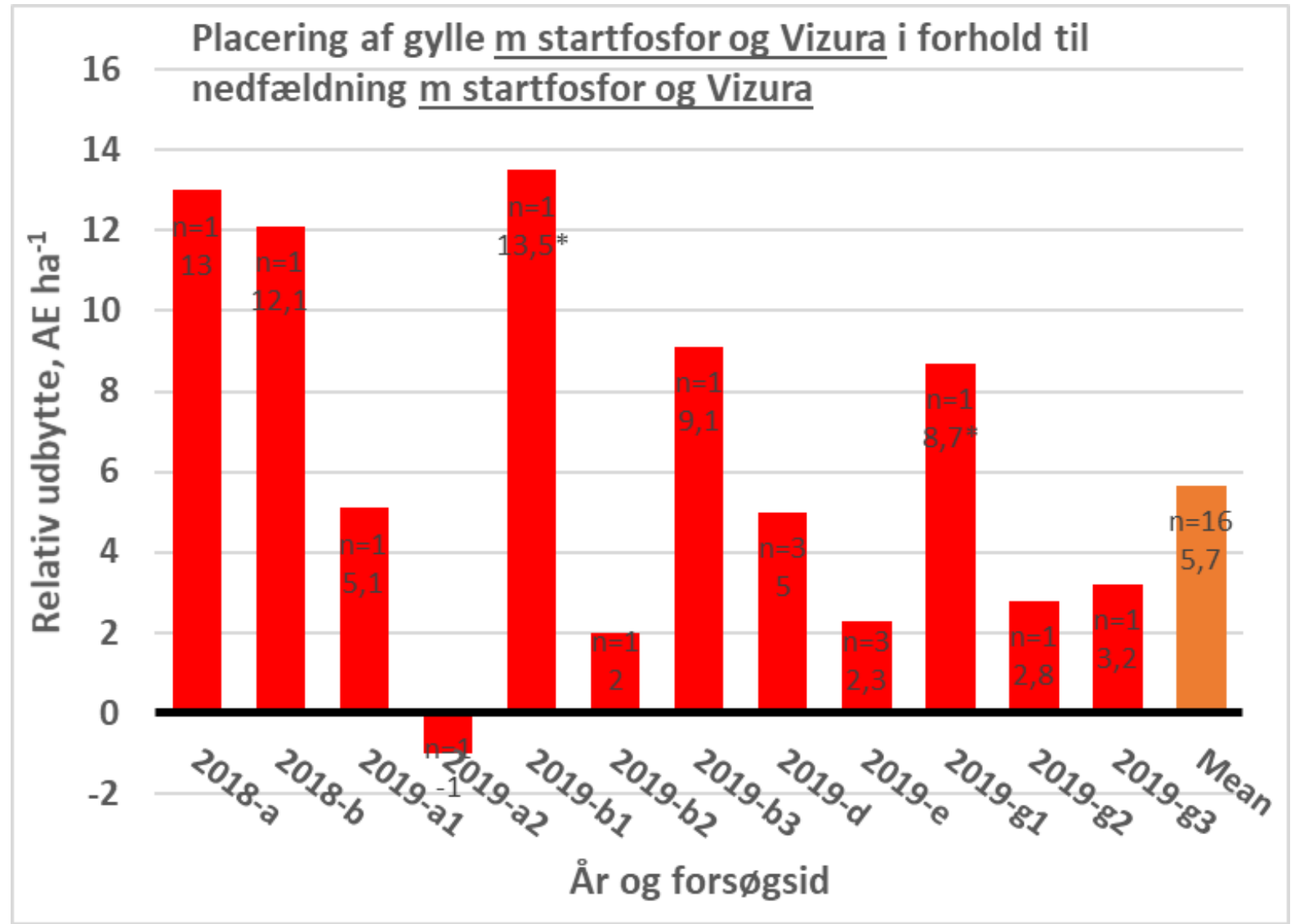
Såning af majs 5 cm over gyllestrengens overflade.



Markforsøg har vist lovende resultater af placering af gylle til majs



Placering af gylle til majs fører til højere udbytter



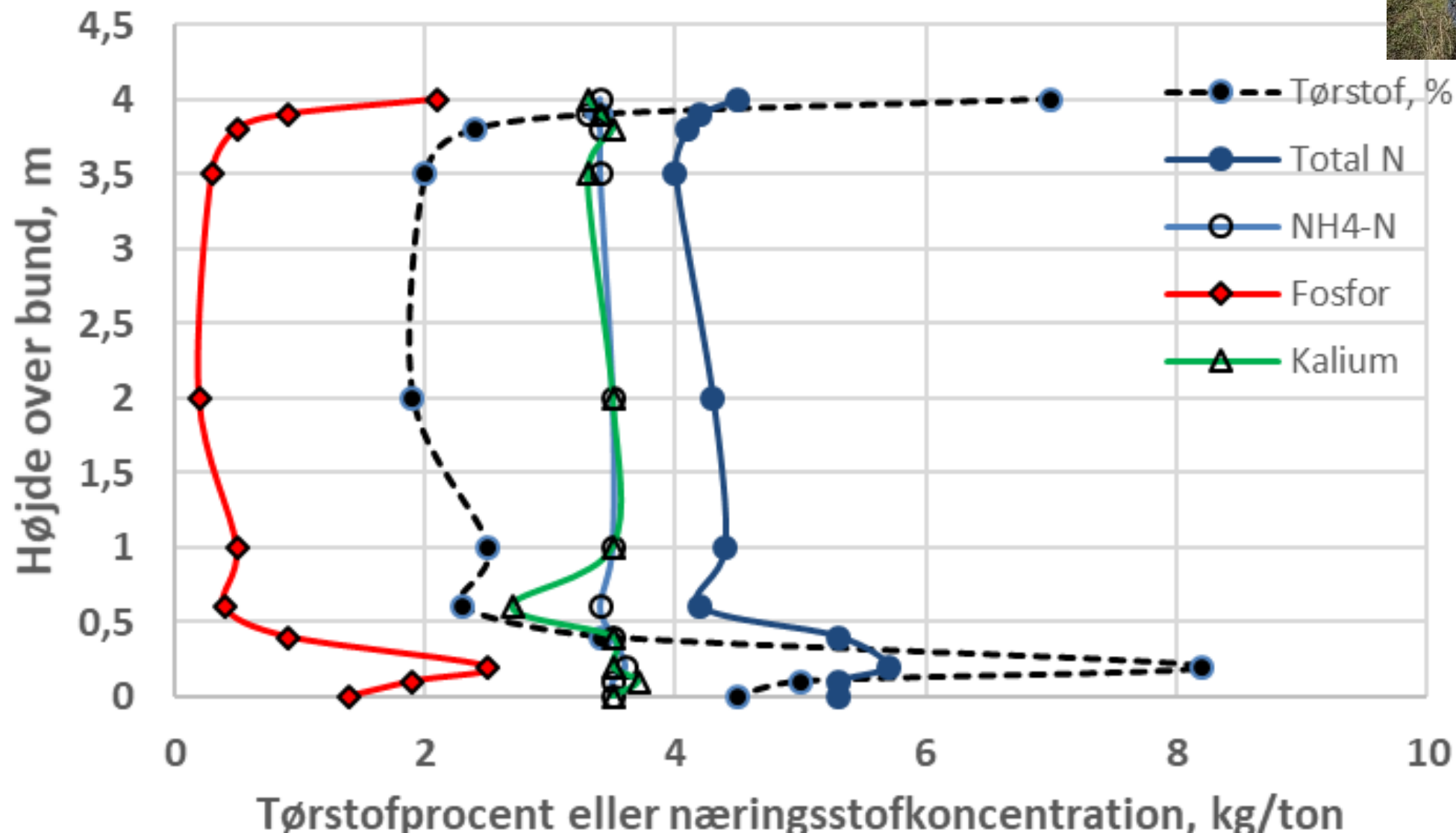
Andre muligheder for at optimere udnyttelsen af gyllens fosforindhold

- Loft over forbruget af fosfor betyder, at fosforindholdet i gyllen skal fordeles til de afgrøder og marker der betaler bedst for tildelingen
- Der kan derfor forventes større interesse i separering af gylle, samt i designergylle tilpasset afgrødernes specifikke behov
- Lagdeling af fosfor i gylletanke kan udnyttes.

Lagdeling i slagtesvinegylletank



Næringsstofkoncentration i slagtesvinegylletank 1



Ribe biogas har opbygget et udtagningsystem, der udnytter den lagdeling af næringsstoffer der sker i lagertanke

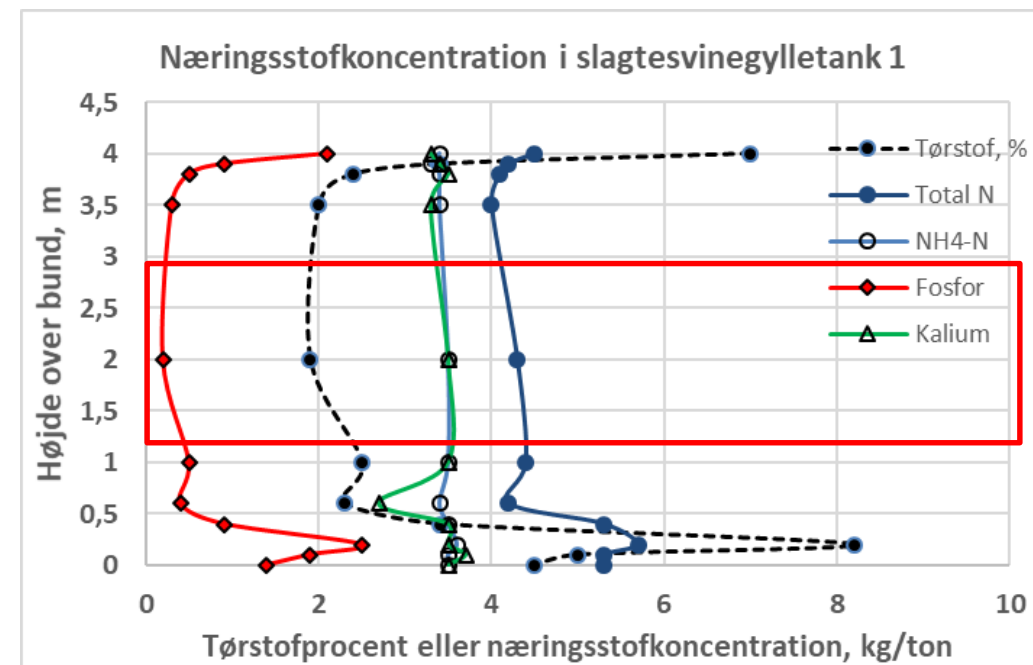


Formålet er at kunne tilpasse sammensætningen af den afgassede gylle til landmandens behov

Ved at tage gylle ud af de forskellige lag tilpasses den landmandens behov, påpeger Aage Lauritzen. Foto: LFT

Udnyttelse af fosfor lagdelingen i gylletanke til optimering af fosfordoseringen.

Tænkt eksempel, hvis det fosforfattige mellemlag udbringes inden tanken omrøres



		Næringsstofkoncentration kg pr tons				Næringsstofdosering (ved 30 tons pr ha)	
	Andel udbragt %	NH4-N	P	K	N-P forhold	NH4-N Kg/ha	Fosfor Kg/ha
Opblandet	100	3,4	1,1	2,6	3	102	33
Mellemlag	50	3,4	0,4	2,6	8,5	102	12
Top og bundlag	50	3,4	1,8	2,6	1,9	102	54

Opsamling fosforudnyttelse

- De nye fosforregler betyder øget fokus på teknologier, der kan optimere udnyttelsen af gyllens fosforindhold
- Placering af gylle til majs viser lovende resultater med hensyn til at reducere behovet for mineralsk startfosfor
- Udnyttelse af lagdeling i gylletanke kan benyttes til dannelse af lavpraktisk designergylle.



**Spørgsmål og kommentarer er
velkomne**