

Fosfor i dansk landbrugsjord

Gitte Rubæk, Goswin Heckrath og Leif Knudsen



Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

For at sikre afgrødernes vækst må jorden have et passende indhold af plantetilgængeligt fosfor. Dette indhold bør vedligeholdes via jævnlig gødskning med fosforholdige gødningsprodukter, da størsteparten af det fosfor, afgrøden optager, stammer fra jordens puljer, og kun omkring 15% stammer fra den nyligt tilførte gødning. På jorde med lav P status er det nødvendigt at tilføre mere fosfor, end afgrøden fjerner, for at opbygge jordens puljer og derigennem sikre frugtbarheden på længere sigt.

Fosfor var et begrænsende næringsstof på mange danske landbrugsarealer indtil ca. 1970'erne. Indtil da var der derfor et agronomisk funderet behov for at tilføre mere fosfor end der blev fjernet med afgrøderne. De sidste

årtier har afgrødernes vækst på langt hovedparten af det danske landbrugsareal ikke været begrænset af jordens fosforstatus. Alligevel tilføres der på landsplan stadigvæk mere fosfor til jorden, end der fraføres med afgrøderne, primært som følge af et overskud af fosfor i husdyrintensive områder. Derfor sker der i store dele af Danmark stadigvæk en opbygning af landbrugsjordens fosforpuljer, og mange jorde har et relativt stort totalindhold af fosfor og forholdsvis høje fosfortal.

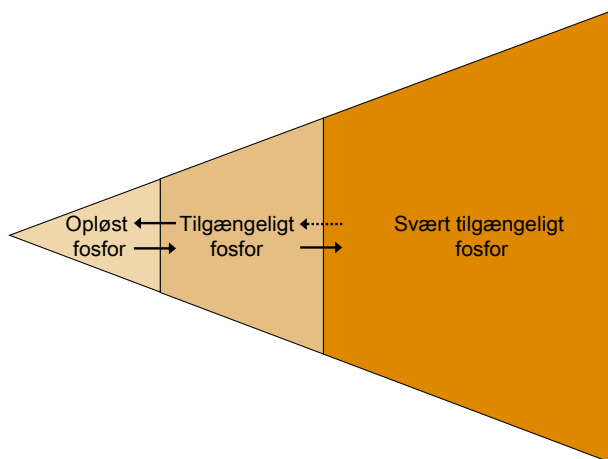
I Vandmiljøplan 3 lægges op til en reduktion af landbrugets fosforoverskud og en reduktion i tabet af fosfor fra landbrugsarealer. I den forbindelse kan en egentlig reduktion af fosforindholdet i dyrkede jorde også blive nødvendig, specielt

på arealer, hvorfra risikoen for fosfortab til et sårbart vandmiljø er stor. Årsagen til, at den nye vandmiljøplan fokuserer på landbrugets fosforforbrug, er netop, at tabet af fosfor fra det dyrkede areal bidrager væsentligt til en manglende opfyldelse af regionplanernes miljømål i mange søer og fjorde. Af hensyn til vandmiljøet er det derfor nødvendigt at udvikle og anvende dyrkningsmetoder, der reducerer fosfortabet, selvom tabet er ubetydeligt set ud fra landmandens gødningsforbrug.

Når landbrugets fosforforbrug skal reduceres, opstår der et stort behov for at vide, hvordan jordens fosforstatus udvikler sig fremover, hvis overskudstilførslen reduceres, elimineres eller bliver negativ. Formålet med denne Grøn Viden er derfor at sammenstille den viden, vi har om udviklingen i jordens fosforstatus under forskellige gødnings- og dyrkningsforhold.

Plantetilgængelighed, fosfortal og rådgivning om fosforgødskning

Fosfor forekommer naturligt i jord, vand, dyr og planter. Det er et essentielt næringsstof for alle levende organismer og spiller derfor produktions- og sundhedsmæssigt en vigtig rolle for både planter og dyr. Naturligt forekommende fosfor er meget reaktivt og bindes



Figur 1. Jordens uorganiske fosfor (efter K. Mengel and E.A. Kirby, 1982 "Principles of Plant Nutrition" publiceret af International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Schweiz).

let til jorden. Derfor er kun en mindre del af jordens totale indhold af fosfor umiddelbart tilgængeligt for planterne.

Planterne optager uorganisk fosfor fra jordvæsken. Fosfor opløst i jordvæsken er i ligevægt med det fosfor, der er bundet til jorden. Når opløst fosfor fjernes fra jordvæsken, forskydes disse ligevægte, og noget af det fosfor, der er bundet i jorden, vil opløses (figur 1).

I dyrkede danske mineraljorde er omkring halvdelen af jordens totalfosforindhold bundet i jordens organiske materiale. Umiddelbart synes omsætningen og betydningen af denne pulje at være meget beskeden for afgrødernes fosforforsyning på jorde, der har været

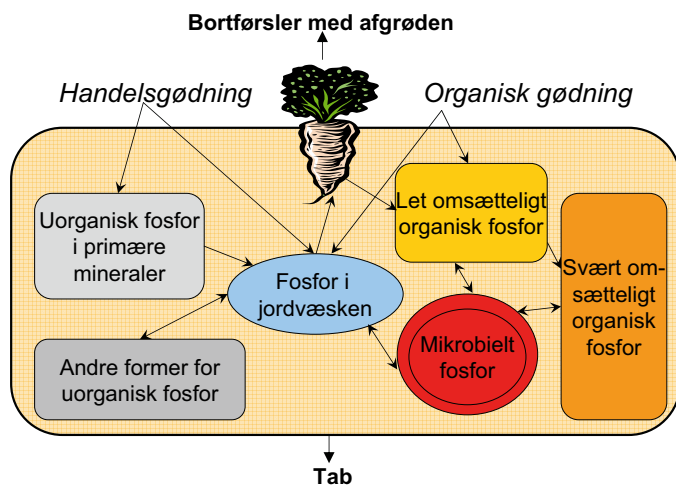
dyrket længe, og hvor jordens indhold af organisk materiale er nogenlunde konstant.

Den mikrobielle aktivitet i jorden kan have stor betydning for fosforomsætningen i jorden og dermed også for afgrødernes fosforforsyning (figur 2), specielt i dyrkningssystemer, hvor der tilføres meget organisk materiale og organisk bundet fosfor. Mikroorganismene skal omsætte det organiske fosfor, før afgrøden kan optage det. Det er dog ofte meget svært at påvise, hvordan og hvornår den mikrobiologiske omsætning påvirker planterens fosforforsyning, da det er meget vanskeligt at måle, hvor meget fosfor der optages i og frigives fra mikroorganismene indenfor en given tidsperiode.

Når jordens fosforstatus skal vurderes med henblik på plantetilgængelighed vælger man derfor typisk at vurdere tilgængeligheden af jordens uorganiske fosfor. I dansk landbrugsjord er fosforstatus siden 1987 blevet bestemt som jordens fosfortal (fosfor ekstraheret med 0.5 M natriumbikarbonatopløsning). Fosfortallet er en forholdsvis billig og simpel analysemetode, en såkaldt rutinemetode. Tallet giver en rettesnor for, hvor meget fosfor jorden kan stille til rådighed for afgrøden i vækstsæsonen, såfremt andre vækstfaktorer er optimale.

Fosfortallet i en mark måles rutinemæssigt i de øverste 25 cm af jorden, typisk hvert 5-7 år. Til en jordprøve udtages med et jordspyd, 16 stik fordelt over den mark eller delmark, som ønskes karakteriseret. Underjordens fosforstatus måles traditionelt ikke. Fosfortallet opgives i en enhed på mg P pr. 100 g jord, og omregnet til kg fosfor pr. ha svarer 1 enhed til cirka 25 kg fosfor pr. ha.

Med fosfortalsmetoden ekstraheres omkring 11% af jordens totale P indhold på en sandet jord (JB1) og omkring 5% på en JB7 jord (gennemsnit beregnet ud fra analyser af pløjelaget i 25 cm dybde i prøver fra KVADRATNETTET i 1997). Det fosfor, som ikke måles med metoden, svarer teoretisk til de



Figur 2. Fosforomsætning i dyrket jord. (efter E. Frossard et al., 2000, "Processes Governing Phosphorus Availability" Journal of Environmental Quality, vol. 29, p. 15-23)

bagerste dele af trekantsgrafikken i figur 1, hvor fosfor er bundet på former, som ikke er umiddelbart plantetilgængelige. Når afgrøden udsulter den plantetilgængelige pulje, vil ligevægten mellem det svært tilgængelige og det tilgængelige fosfor betinge, at fosfor fra den svært tilgængelige pulje mobiliseres. Fosfortallet kan sandsynligvis også bruges til at vurdere jordens fosformætningsgrad.

Dansk Landbrugs anbefalinger



Langvarig fosforgødskning - effekter på udbytter og jordens fosfortilstand. Fosforgødningsforsøget ved Rønhave. Høst september 1999.

Tabel 1. Anbefalinger om fosforgødskning ud fra jordens fosfortal.

Fosfortal	Niveau	Anbefaling
Under 1	Meget lavt	Tilførsel af større mængder fosfor for at hæve fosfortallet suppleret med årlig tilførsel af fosfor i handels- eller husdyrgødning
1-2	Lavt	Tilførsel af 20-40% mere fosfor end afgrøden fjerner
2-4	Middel	Tilførsel af, hvad der i gennemsnit svarer til det planterne fjerner. I følsomme afgrøder (majs, roer, kartofler) lidt mere.
4-6	Højt	Tilførsel af 25-50% af afgrøden fjernet *)
Over 6	Meget højt	På kort sigt ikke behov for tilførsel af fosfor. *)

**) Fosfortallet vil falde med årene, og når fosfortallet er under 4,0 skal alt det fosfor, som planterne fjerner, erstattes.*

vedrørende fosforgødskning i forhold til jordens fosfortal er sammenfattet i tabel 1. Følges denne gødningsstrategi, sikrer den, at jorde, der agronomisk betragtet har en unødvendig høj P status, tilføres mindre fosfor end der fjernes, således at jordens P status langsomt vil falde, indtil den når ned til "en passende status" (fosfortal mellem 2 og

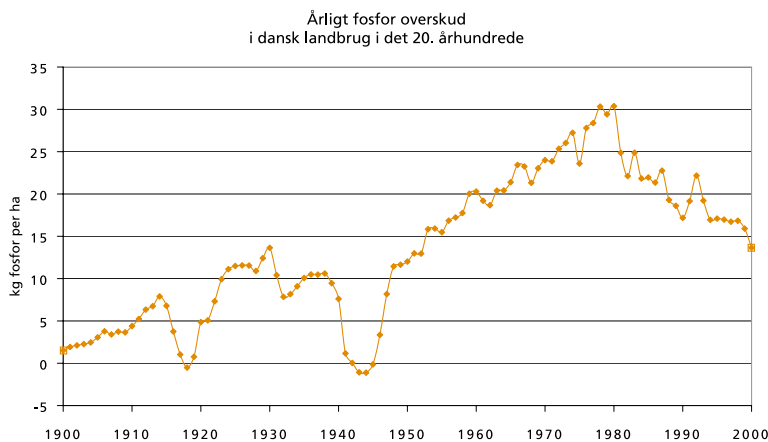
4). På jorde med passende P status vil denne blive vedligeholdt ved at gødke med lige så meget P, som der fjernes; og de jorde, der måtte have - eller med tiden får - en lav P status, vil kunne opgødes.

Fosforoverskud, men faldende fosfortal - hvorfor?

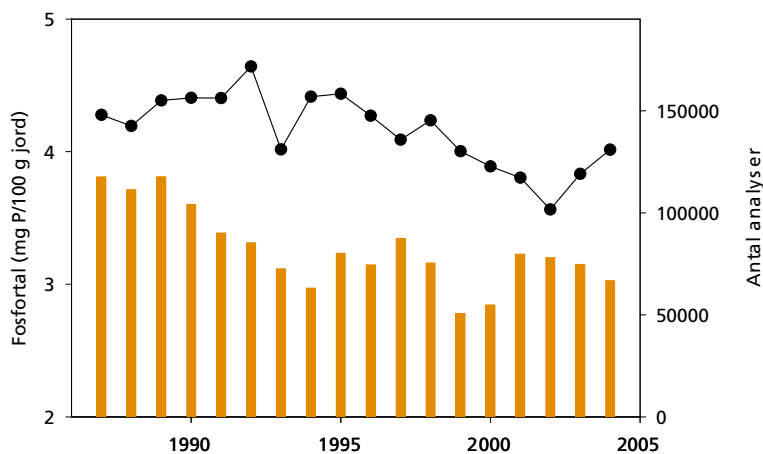
Det akkumulerede fosforoverskud for det samlede dyrkede

areal i Danmark det seneste århundrede er beregnet til at være ca. 4.000.000 tons P, hvilket svarer til, at der er ophobet ca. 1,4 tons fosfor pr. ha. Hvordan ophobningen er fordelt over århundredet kan ses i figur 3.

Dansk landbrug indsamler årligt oplysninger om de jordbundsanalyser, som landmændene får lavet på deres marker. De årlige gennemsnit af de målte fosfortal for hele Danmark fremgår af figur 4. Figuren antyder, at det gennemsnitlige fosfortal har været stagnerende eller let faldende fra begyndelsen af 1990'erne. I samme periode er der blevet tilført fosfor i overskud til landbrugsjorden, men størrelsen af overskudet har været faldende (figur 3). Der er sandsynligvis flere delforklaringer, som kan have spillet ind på det umiddelbare



Figur 3. Fosforoverskuddet i dansk landbrug gennem det seneste århundrede (efter Dalgaard T, Kyllingsbæk A & Stenak M., 2005. *Agroøkohistorien og det agrare landskab 1900-2000*).



Figur 4. Fosfortallets udvikling på landsplan opgjort ud fra landmændenes rutineanalyser af fosfortallet fra 1987 til 2004. Søjlerne angiver hvor mange analyser, der ligger bag hvert årsgennemsnit (efter Pedersen, C.Å., 2004. "Oversigt over landsforsøgene 2004", Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret[Planteavl]).

modsnævningsforhold mellem det observerede fald i fosfortal og den beregnede overskudstilførsel af fosfor. En række af disse er nævnt i boks 1, og to af de vigtigste bliver diskuteret nærmere i det følgende.

Tidlige ændringer af fosfortallet

Når fosforgødskning helt udelades vil fosfortallet falde fra år til år, men det vil falde langsomt, fordi fosfor bundet i andre puljer vil blive mobiliseret (figur 1). Fjernes der 25 kg

fosfor pr. ha med afgrøden fra en mark, der ikke gødes med fosfor, ændres fosfortallet således langt mindre end 1 enhed. Hvor meget fosfortallet falder, vil afhænge af, hvor højt fosfortallet er som udgangspunkt, af jordtypen og af afgrødernes fraførsel af fosfor. Lange tidsrækker på forskellige jordtyper med forskellige fosfortal er nødvendige for at fastlægge den præcise udvikling i fosfortallet under forskellige gødskningsscenarier, men der findes kun et begrænset antal danske datasæt, der i nogen grad kan anvendes til sådanne analyser.

Engelske erfaringer har vist, at for en given jordtype, der ikke gødes med fosfor, kan faldet i fosfortallet beskrives med en eksponentielt aftagende kurve (figur 5 og 6). Det betyder, at faldet er betydeligt større, når jorden har et højt fosfortal som udgangspunkt. I de engelske forsøg var halveringstiden for fosfortallet 8-10 år.

Engelske erfaringer giver også et fingerpeg om, hvordan fosfortallet vil opføre sig ved moderat gødskning (svarende til, hvad der potentielt kan fjernes fra en sådan jord med den givne afgrødefølge) på en given jordtype, hvor der via tidligere gødskning er etableret høje, moderate og lave fosfortal: Når jorden som udgangspunkt havde høje fosfortal, faldt fosfortallet

Forhold, der kan have påvirket udviklingen i fosfortal

1. Ændringer i analysernes repræsentativitet forårsaget af faldende analyseantal, ændringer i markstørrelse, reduceret analysehyppighed på marker med høj P status, speciel strategi for prøveudtagning i forbindelse med præcisionsjordbrug (mange prøver fra samme mark, der ikke blandes til en fællesprøve), samt forøgelse af pløjedybden, hvorved underjord bliver blandet ind i prøveudtagningslaget.

2. Systematiske ændringer af tidspunkt for gødnings-tilførsel og tidspunkt for prøveudtagning vil kunne påvirke fosfortallet, da fosfortallet varierer med årstiderne (alt andet lige, vil fosfortallet være højere ved forårsudtagning sammenlignet med en efterårsudtagning) og stige umiddelbart efter gødningstilførsel. Jordprøveudtagning foretages derfor ideelt før gødningstilførsel og på samme tid på året hver gang, hvis resultaterne skal sammenlignes over tid. Tidspunktet for tilførsel af specielt husdyrgødning har ændret sig til hyppigere forårsudbringning, og andelen af jordprøver, der udtages om foråret, har formodentlig været stigende i perioden, men det er uvist, i hvilket omfang dette har påvirket udviklingen af fosfortallet.

3. Systematiske ændringer i analysernes kvalitet. Analysemetoden er velbeskrevet og analyserne er udført ved autoriserede laboratorier, hvilket har bidraget til at sikre en høj standard og sammenlignelighed i resultaterne mellem laboratorierne og fra år til år. Metoder til bestemmelse af den lettilgængelige fosfor er imidlertid meget følsomme overfor både prøveforbehandling, ekstraktionstid, -temperatur og voldsomheden af den udrystning, der foretages. Små systematiske ændringer i sådanne faktorer vil kunne forårsage små ændringer i analyseresultatet, som vil være svære at få øje på det enkelte år, men som vil kunne manifestere sig i lange tidsserier.

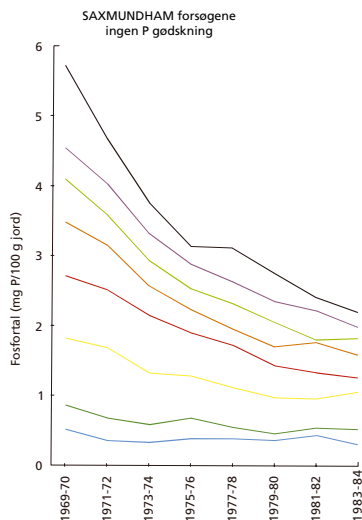
4. Øget grad af ligevægt mellem fosforpuljer i jorden. Lades en jord uberørt, vil der med tiden opstå en ligevægtssituation mellem jordens fosforpuljer. Ligevægtene forstyrres ved gentagne tilførsler af store mængder letopløseligt P. Det er derfor muligt, at de

stadig mindre fosforoverskud som tilføres, forårsager mindre forstyrrelser, således at jorden kommer tættere på en ligevægtssituation, og dermed også tættere på et "ligevægts fosfortal".

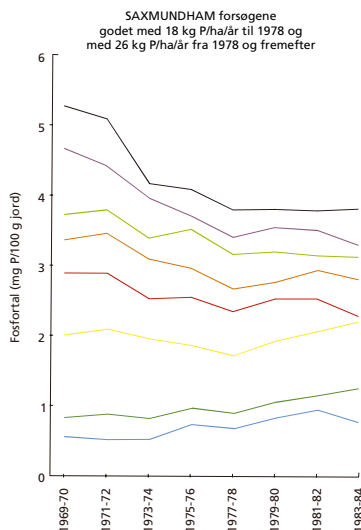
5. Forskellig påvirkning af fosfortallet fra husdyr- og handelsgødning. Effekten af fosfor i husdyrgødning og letopløseligt handelsgødning på fosfortallet anses for at være ens, men denne antagelse bygger på et spinkelt datagrundlag. Mængden af handelsgødning er faldet siden begyndelsen af 1990'erne, medens mængden af husdyrgødningsfosfor har været forholdsvis konstant. En evt. nedsat følsomhed i fosfortallet overfor husdyrgødning vil derfor virke stagnerende på fosfortallet.

6. Større allokering af fosfor til underjorden. Undersøgelser i KVADRATNETTET har vist, at det fosforoverskud, som tilføres jorden, ophobes i såvel pløjelaget som underjorden. Det fosfor, som allokeres til underjorden, vil ikke indgå i analysen af fosfortallet. Andelen af fosfor, der allokeres til underjorden, er muligvis stigende i moderne landbrug.

7. Øget omfordeling og tab af jord ved jordbearbejdning og erosion. Tab af overjord på erosionspåvirkede marker vil reducere pløjelagets tykkelse, og en stadig større andel af underjorden, som typisk indeholder mindre fosfor, vil med tiden indgå i jordprøven. Den omfordeling af overjord, som finder sted ved jordbearbejdning på skrånende arealer, vil påvirke jordprøven på lignende vis: Visse steder i marken vil muldlaget fortykkes, medens stigende andele af underjord vil indgå i jordprøven de steder i marken, hvorfra der fjernes jord. Undersøgelser har vist, at jordbearbejdning kan fjerne knap 10 kg P pr ha årligt fra visse dele af en skrånende mark, samtidig med at en tilsvarende mængde fosfor begravnes andetsteds på marken.



Figur 5. Udviklingen i fosfortallet på en engelsk lerjord (Saxmundham) i omdrift, hvor der ikke blev gødet med fosfor fra 1969 og fremefter, (efter Johnston, A.E., Lane, P., Mattingly, G.E.G., Poulton, P.R., Hewitt, M.V. 1987. Effects of soil and fertilizer P on yields of potatoes, sugar beet, barley and winter wheat on a sandy clay loam soil at Saxmundham, Suffolk. *J. Agr. Sci., Cambridge* 106: 155-167)



Figur 7. Udviklingen i bikarbonatekstraherbart fosfor på en engelsk lerjord (Saxmundham) i omdrift, (data fra kilden i figur 5).

forholdsvis hurtigt de første år, hvorefter faldet langsomt ebbede ud, i takt med at jordens fosfor nåede til en form for ligevægtssituation (figur 7). Jo højere fosfortallet var som udgangspunkt, des større var faldet i begyndelsen.

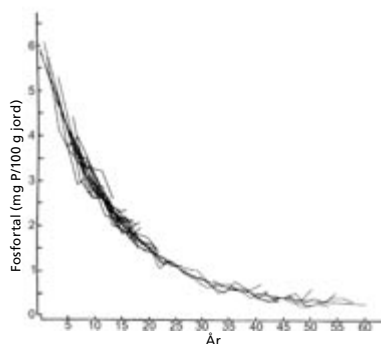
Ved moderate fosfortal synes ligevægtene mellem fosfor i forskellige puljer allerede at være indtrådt, og fosfortallet var forholdsvis stabilt i forsøgsperioden (14 år). Når jorden havde et meget lavt fosfortal som udgangspunkt, steg fosfortallet derimod langsomt. Det skyldtes, at udbyttet og dermed fosforfjernelsen på disse jorde var lavere som følge af de lave fosfortal, og fosfor

tilførtes derfor i overskud til jorden.

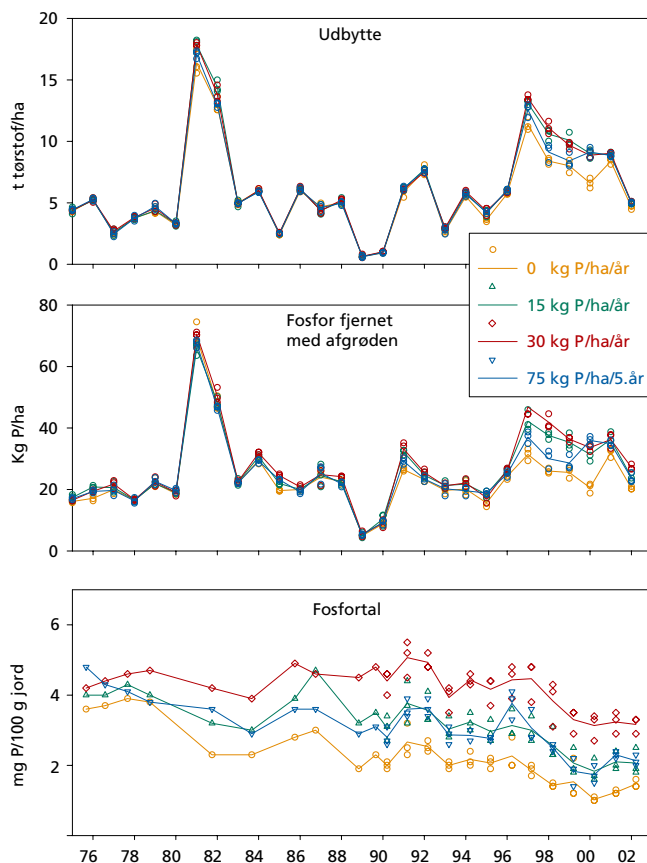
I 1975 blev der ved den daværende Rønhave Forsøgsstation anlagt et fosforgødskningsforsøg med fire behandlinger. Behandlingerne var: Ingen fosforgødskning, 15 kg P/ha/år, 30 kg P/ha/år og 75 kg P/ha hvert femte år. Fosfor blev givet som superfosfat. Andre næringsstoffer blev tilført efter behov.

Udviklingen i fosfortallet i forsøget i Rønhave fremgår af figur 8.

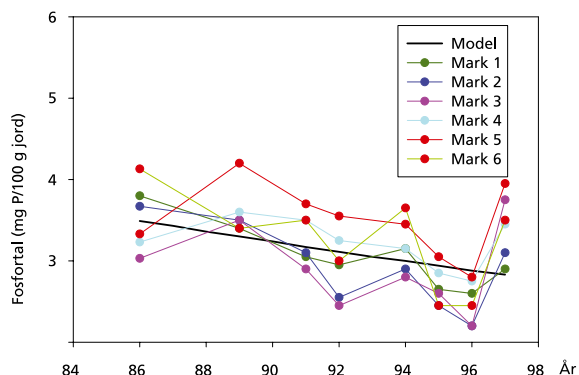
Forsøget er ikke velegnet til en nærmere analyse af fosfortallets udvikling i den samlede forsøgsperiode, fordi der er sket en betydelig overslæbning af jord mellem parcellerne, som ikke har været permanent adskilt. Fra 1997 og frem til 2001 var afgrøden kløvergræs, og i denne periode var overslæbningen mellem forsøgsparcellerne derfor elimineret. Da kløvergræsafgrøden samtidig fjerner forholdsvis meget fosfor, er alle behandlinger tilført mindre P, end der fjernes med afgrøden (figur 8) i de fire år med kløvergræs, hvilket har resulteret i et tydeligt fald i fosfortallet i alle behandlinger (figur 8). Omløjning af kløvergræsmarken forud for vinterhvede i 2001 bremser faldet i fosfortallet i de tre fosforgødede behandlinger og får ligefrem fosfortallet til at



Figur 6. De kurver, der kunne beskrive faldet for de individuelle udgangssituationer, der også ligger til grund for figur 5, kan forskydes vandret, så de alle falder på den samme eksponentielle henfaldskurve (efter Johnston, A.E.; Poulton, P.R., Lane, P. 1986. Modelling the long-term residual effects of phosphorus residues in soil. *J. Sci. Food Agr.*, 37(1): 8-8.).



Figur 8. Fosfortallets udvikling, fosfor fjernet med afgrøderne og udbytte i fosforfødgingsforsøget i Rønhave



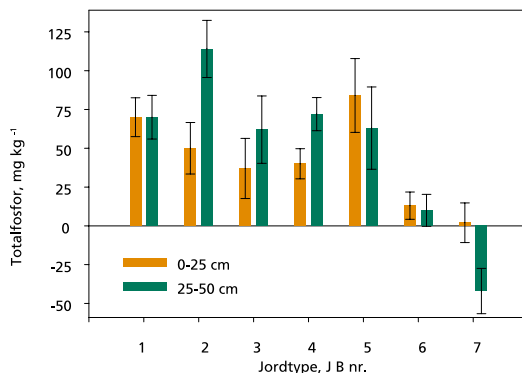
Figur 9. Udviklingen i fosfortal i seks markere fra systemforskningsarealet ved Forskningscenter Foulum.

stige i den behandling, der ikke modtager fosforgødning. Dette kan til dels skyldes, at der igen sker overslæbning, men formentlig er der også tale om, at fosfor bundet i plantemateriale fra kløvergræsmarken bliver frigivet i forbindelse med opløjningen. Som det også fremgår af figur 8 er målinger af fosfortal under markforhold behæftet med stor usikkerhed, hvilket giver sig udslag i stor spredning i målingerne indenfor en behandling det enkelte år og mellem to på hinanden følgende år.

I systemforskningsarealerne ved Forskningscenter Foulum, som blev anlagt i slutningen af 1980'erne, kan udviklingen i fosfortal også relateres til nettotilførslen af fosfor. I dette forsøg er der ikke problemer med overslæbning, da arealet er meget store. I forsøgsperioden blev arealet gennemsnitligt tilført 8 kg P/ha/år mere med gødningen, end der blev fjernet med afgrøderne. I samme periode faldt fosfortallet gennemsnitligt med 0,06 enheder om året, når faldet blev beskrevet med en ret linie (figur 9). Desværre er forsøgsperioden forholdsvis kort og variationen mellem de målte fosfortal meget stor. Derfor er det vanskeligt umiddelbart at tilpasse ikke lineære kurver i stil med dem, der blev anvendt i de engelske forsøg, til fosfortallets udvikling i dette forsøg.

Fosfor i underjorden

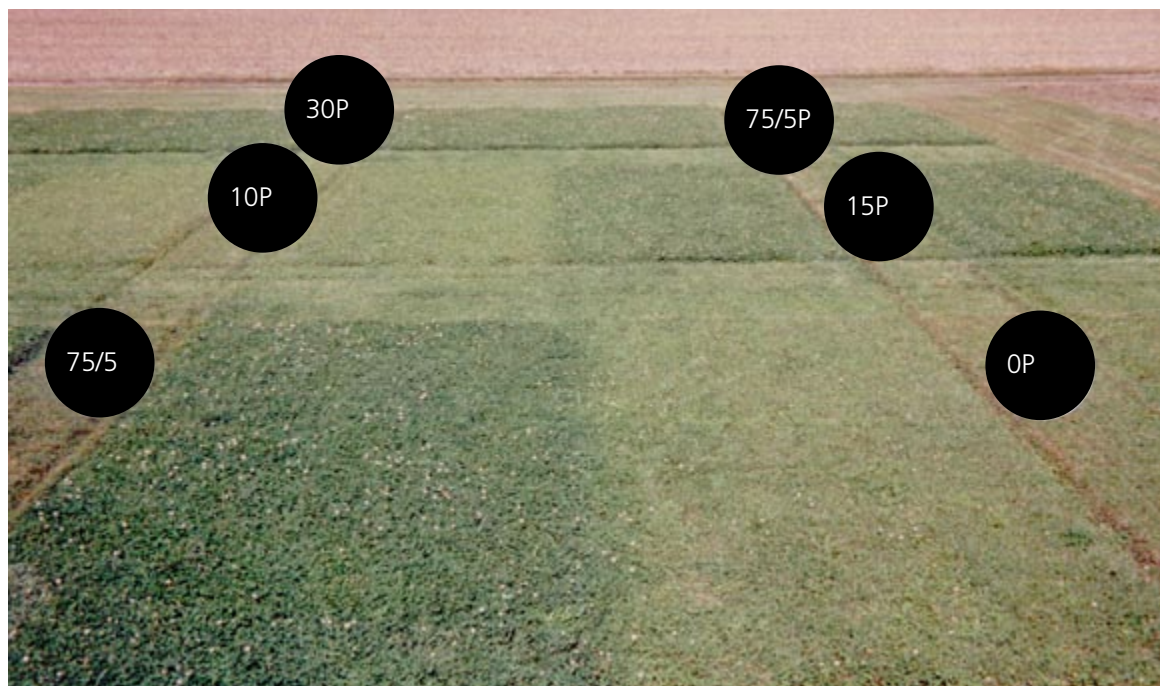
Jord betragtes typisk som et statistisk medie, hvortil fosfor bindes effektivt. Derfor har man hidtil forventet, at det gødningsfosfor, som ikke umiddelbart blev optaget af planterne, forblev i pløjelaget på dyrkede jorde. Dette er dog langt fra altid tilfældet. Ofte findes en betragtelig andel af det tilførte fosforoverskud i jordlagene under pløjelaget. Der er formentlig flere mekanismer i spil, som kan lede fosforet længere ned i jorden. Dyb jordbearbejdning er en oplagt mekanisme. Det samme er jordbearbejdningserosion, hvor overjorden fra et sted med tiden begraver overjorden et andet sted. Det er vist, at fosfor



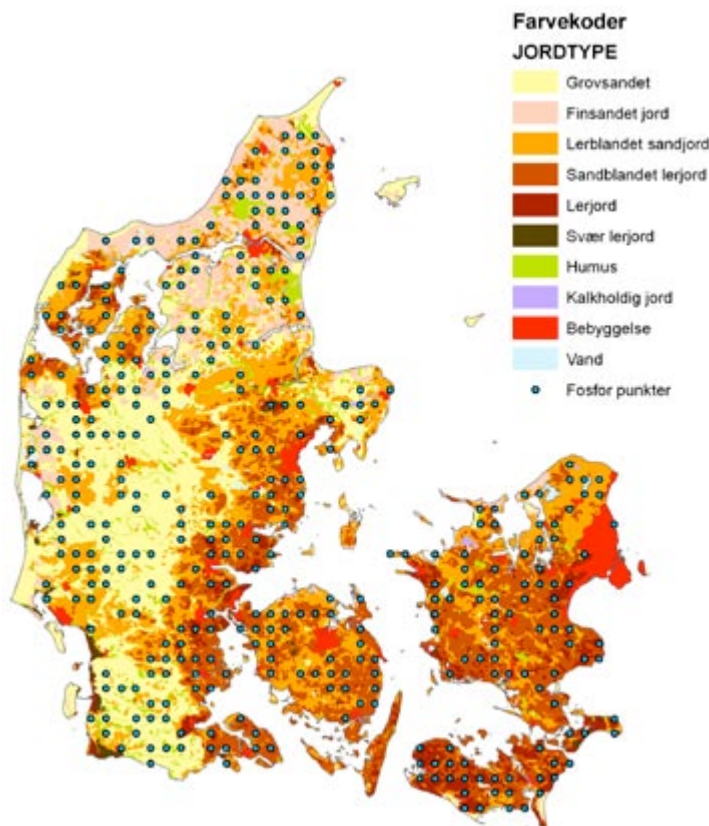
Figur 11. Stigningen i jordens indhold af totalfosfor i perioden 1986 til 1997 i 0-25 og 25-50 cm dybde. Data fra undersøgelser i KVADRATNETTET.

tilført med husdyrgødning kan forplante sig til større dybder end handelsgødningsfosfor. Også livet i jorden (regnorme, planter og andet) har betydning for opblandingen af jorden

i rodzonen. Det samme har vejrforhold: Overskudsnedbør kan føre til nedslemning af jord i porer og sprækker, sprækker kan dannes ved tørke, og der sker en opblanding som følge af frost/tø



Fosforgødsning forsøges ved Rønhave september 2000, hvor afgrøden var en hvidkløver-græs blanding. 0P: Ingen fosforgødsning siden 1975. 15P: 15 kg/ha fosfor årligt siden 1975. 30P: 30 kg/ha fosfor årligt siden 1975. 75/5: 75 kg. fosfor hvert 5. år siden 1975.



Figur 10. Punkter i KVADRATNETTET som er analyseret for fosfor.

fluktuationer. En meget stor del af det fosfor, der trænger længere ned i jordprofilen flyttes, medens det er bundet til jordens partikler - også de helt små partikler, som benævnes kolloider.

Måling af fosforindholdet i de to øverste jordlag i KVADRATNETTET i henholdsvis 1986 og 1997 (figur. 10) demonstrerer klart, at gødningsfosfor tilført i overskud akkumuleres i såvel pløjelag som i det underliggende jordlag

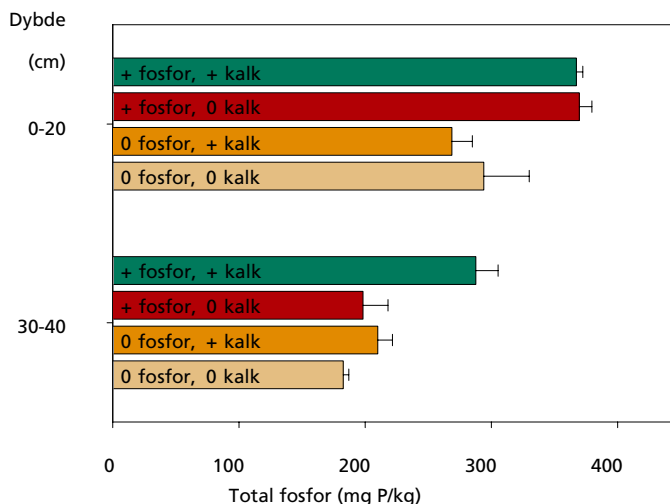
(figur 11). I et markforsøg ved St. Jydevad Forsøgsstation, som blev anlagt i 1944 med fosforgødningsbehandlingerne "0 fosfor" (ikke gødet med fosfor i forsøgsperioden) og "+fosfor" (gødet med 156 kg fosfor pr. ha ved forsøgets anlæggelse og derefter 15,6 kg P/ha/år) og kalkbehandlingerne er "0 kalk" (ikke kalket i hele forsøgsperioden) eller "+ kalk" (kalket til et tilstræbt reaktionstal på 7,2), ses der også en akkumulering af fosfor i underjorden (figur

12). Akkumuleringen ses, men vel at mærke kun i den behandling, der har fået både kalk og fosfor og derfor dyrkningsmæssigt har en rimelig tilstand. I de to ukalkede behandlinger er jorden så sur, at afgrøden mistrives og dør efter få ugers vækst. Figuren demonstrerer, at disse ekstreme dyrkningsforanstaltninger har påvirket akkumuleringen af fosfor i underjorden. Hvilke forskelle der måtte være mellem mere realistiske dyrkningsforanstaltninger under danske forhold, har vi p.t. næsten ingen viden om.

Det fosfor, som er akkumuleret under dyrkningslaget, er ikke nødvendigvis tabt. Så længe det er i rodzonen, vil afgrøderne stadig kunne udnytte det i et eller andet omfang, og undersøgelser har vist, at op til 30 % af det fosfor, en afgrøde optager, kan stamme fra underjorden. Erkendelsen af, at underjorden på mange danske landbrugsjorde kan spille en betydelig rolle for afgrødernes fosforforsyning bør udnyttes, og udforskes bedre i fremtiden.



Bygplanter fra forsøget ved St. Jydevad. (Behandlingerne "+P+kalk" og "0P, 0kalk")



Figur 12. Indholdet af totalfosfor i to jordlag i i et markforsøg ved St. Jynde vad med vekselvirkning mellem kalkning og fosforgødskning.

Konklusion

- Fosfortallet ændrer sig langt mindre, end nettotilførslen af fosfor til landbrugsjord betinger, fordi der sker en omlejring mellem let- og sværttilgængelige fosforpuljer i jorden.
- Udviklingen i fosfortallet over tid påvirkes af fosfortilførslen, og specielt ved høje fosfortal kan fosfortallet falde over tid på trods af overskudstilførsel af fosfor.
- Ved moderate fosfortal (mellem 3 og 4) og med en fosfortilførsel, der erstatter det fosfor, afgrøden fjerner, kan fosfortallet være svagt faldende, og ud fra en agronomisk betragtning vil dette på sigt muligvis udløse et behov for at øge fosfortilførslen.
- Fosforindholdet er ikke kun steget i pløjelaget, men også i underjorden på grund af forskellige transportprocesser som jordbehandling, transport gennem sprækker og makroporer.
- Fosforindholdet i underjorden kan betyde mere for afgrødens fosforforsyning end hidtil antaget.

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 10 28 / www.agrsci.dk

Prisen for 2005:
Markbrugsserien kr. 272,50
Husdyrbrugsserien kr. 225,00
Havebrugsserien kr. 187,50.

Adresseændringer meddeles særskilt til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)
Britt-Ea Jensen og Jette Ilkjær (red.)

Layout og tryk:
DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X - Markbrug

Forfattere:

*Gitte Rubæk og Goswin Heckrath
Afd. for Jordbrugsproduktion og Miljø*

*Leif Knudsen
Dansk Landbrug, Landscentret*

*Forsidefoto:
Udtagning af jordprøver med All
Terrain Vehicle (ATV) udstyr. ATV'en
er monteret med en automatisk
jordprøveudtager, stregkodelæser og
GPS-modtager.*

*(Foto Jørgen Evald Jensen,
LandboNord)*

Grøn Viden

Erkendtlighed

Udarbejdelsen af denne Grøn Viden er finansieret via Erhvervsfinansieret Planteavlsforskning i samarbejde med Dansk Landbrug, Landscentret og Fødevareministeriets forskningsprogram under Vandmiljøplan III. Forfatterne takker IACR Rothamsted, UK, for tilladelse til at reproducere deres figurer.