

FOSFORTAB OG FOSFORREGULERING

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Både Natur- og Landbrugskommissionen og Husdyrreguleringsudvalget har foreslået en ny fosforregulering. Den forventes fra planperioden 2017/18. Artiklen giver en oversigt over principper for fosforregulering.

INDHOLD

[Formål med fosforregulering](#)[Den nuværende fosforregulering](#)[Husdyrreguleringsudvalgets anbefalinger](#)[Natur- og Landbrugskommissionens anbefalinger vedrørende fosforregulering](#)[Fremtidig fosforregulering](#)[Generel regulering af tilførsel af fosfor](#)[Afgørelsernes behov for fosfor](#)[Fosforbortførsel](#)[Balance mellem fosfor tilført i husdyrgødning og bortførsel af fosfor](#)[Akkumulering af fosfor i jord](#)[Miljømæssig effekt af regulering af fosforoverskuddet](#)[Metoder til at reducere fosforoverskuddet](#)[Målrettet fosforregulering](#)[Konklusion](#)[Referencer](#)

Fra 2017/18 forventes gennemført en ny fosforregulering med udgangspunkt i Natur- og Landbrugskommissionens og Husdyrreguleringsudvalgets anbefalinger. Den nuværende generelle regulering, der siden 1985 via harmonireglerne har lagt loft over, hvor meget fosfor, der kan tilføres i husdyrgødning pr. ha, har generelt sikret, at fosfortabet fra dansk landbrugsjord er lavt. En fortsættelse af denne regulering vil ikke føre til et større fosfortab, selvom der på visse husdyrbrug vil ske en fortsat akkumulering af fosfor i jorden. Hvis man i nogle områder til særligt sårbare recipienter ønsker at reducere fosforudledningen her og nu, skal man sætte målet ind mod brinkerrosion, erosion fra dyrkningsarealet samt evt. anvende virkemidler som vådområder og minivådområder.

Det har været forventet, at der skulle træde en ny fosforregulering i kraft fra 1. august 2016 gældende for planperioden 2016/17. På nuværende tidspunkt synes det snarere sandsynligt, at en ny regulering først bliver gældende fra planperioden 2017/18, fordi implementeringen af den målrettede regulering er forsinket. Nærværende

artikel kan derfor ikke beskrive, hvordan en ny fosforregulering vil blive, men beskriver de overvejelser, der kan ligge bag udformningen af en ny regulering. En ny fosforregulering er foreslået i afrapporteringen fra Husdyrreguleringsudvalget¹ og igen i afrapporteringen fra Natur- og Landbrugskommissionen i 2013². I denne artikel tages udgangspunkt i disse overvejelser, og der gengives en overordnet analyse af de enkelte modeller.

FORMÅL MED FOSFORREGULERING

Fosfor er et essentielt næringsstof for planter, og for at sikre fuldt udbytte, skal afgrødernes forsyning med fosfor fra jorden og fra tilført gødning være tilstrækkelig. Tab af fosfor til overfladevand kan skabe eutrofiering i form af uønsket stor plantevækst i søer og fjorde. Fosfor er det begrænsende næringsstof for planteproduktionen i de fleste søer, mens det er begrænsende for plantevæksten i fjorde i en del af året. Tab af fosfor til vandmiljøet kan resultere i, at der ikke opnås "god økologisk tilstand" i vandmiljøet, og man derfor ikke lever op til EU's vandrammedirektiv.

Fosfor er desuden en begrænset ressource. Fosfor udvindes i dag hovedsageligt fra marine sedimenter, der er koncentreret i relativt få lande (Marokko, Kina, Sydafrika, Jordan og USA), hvoraf en stor del af forekomsterne findes i Marokko. Selvom det er vanskeligt at sige, hvornår forsyningen med fosfor kan blive kritisk, så spiller ressourceproblematikken en rolle, når regulering af fosfor diskuteres.

Regulering af fosfor har således 2 formål:

- At minimere tabet af fosfor til vandmiljøet
- At minimere anvendelsen af fosfor af hensyn til ressourcespørgsmålet

Samtidig med at reguleringen skal sikre, at tilførslen af fosfor til afgrøderne er tilstrækkelig til at dække afgrødernes behov.

DEN NUVÆRENDE FOSFORREGULERING

Den hidtidige fosforregulering er en fortsættelse af den regulering, der blev indført med NPO-planen i 1985, hvor der blev indført et krav om et minimumareal pr. dyr, hvorpå husdyrgødning må spredes (harmoniarealet). Disse regler er videreført i Miljøministeriets bekendtgørelse om erhvervs-mæssigt dyrehold³. Disse regler giver en begrænsning i udsprede mængder af alle næringsstoffer i husdyrgødning. Grænsen er primært sat ud fra en begrænsning af tilførslen af kvælstof og har siden 1999 været sat til 140 kg kvælstof pr. ha for svin, fjerkræ og pelsdyr, mens den har været sat til 170 kg kvælstof pr. ha for kvæg. Dog kan kvægbrug, der er omfattet af de såkaldte undtagelsesbestemmelser fra Nitratdirektivet udbringe gødning svarende til 230 kg kvælstof pr. ha. Den udbragte fosformængde afhænger af forholdet mellem kvælstof og fosfor i gødningen. I tabel 1 er vist den udbragte mængde fosfor pr. ha for udvalgte dyretyper ved de normer, der er gældende for 2015/2016^{3,5}.

Tabel 1. Oversigt over maksimal tilførsel af fosfor ved harmoniregler og husdyrgødningsnormer for planperioden 2015/163,5

Dyretype	Maks. harmoni gældende, DE/ha	Kg P/DE, uden P reduktion	Tilførsel ved fuld harmoni, kg P/ha
Slagtesvin	1,4	23,99	34
Søer + smågrise	1,4	24,87	35
Kvæg, stor race*1)	1,7	14,77	25
Kvæg, stor race*2)	2,3	14,77	34
Kvæg, økologisk	1,4	14,31	20
Mink	1,4	30,45	43
Slagtekyllinger	1,4	34,43	48
Økologiske høns	1,4	36,90	52

*1) 1,7 DE pr. ha. *2) 2,3 DE pr. ha

Udover den generelle fosforregulering via harmonikravene reguleres de husdyrbrug, der har en miljøgodkendelse, efter denne, hvis de ligger i fosforfølsomme oplande. Beskyttelsesniveauet for udsprede arealerne er bestemt ud fra jordtype, dræningsforhold og fosfortal. Overordnet stilles krav til fosforoverskud på marker i henholdsvis fosforklasse 1, 2 og 3. Fosforklasse 1, der omfatter drænet jord med fosfortal mellem 4 og 6, må maksimalt have et fosforoverskud på 4 kg pr. ha, fosforklasse 2, som omfatter drænet lavbundsjord, må ikke have et overskud på over 2 kg, mens der ikke må være fosforoverskud på klasse 3, som omfatter drænedede lerjorde med fosfortal over 6.

Miljøstyrelsen oplyser, at ca. 25 pct. af arealet afvander til fosforfølsomme recipienter, og at ca. halvdelen af arealerne her er omfattet af reguleringen. Reguleringen gælder på bedriftsniveau.

HUSDYRREGULERINGSUDVALGETS ANBEFALINGER

Baggrunden for husdyrreguleringens arbejde var et ønske om at forenkle miljøgodkendelsesproceduren for husdyrbrug. Anbefalingen fra udvalget er, at arealdelen skal udgå af miljøgodkendelsen for husdyrbrug og i stedet omfattes af den generelle regulering. Udvalgets formulering:

"Udvalget anbefaler, at der for arealerne etableres nye generelle regler, der omfatter alle gødningstyper, og som differentieres og målrettes geografisk til at beskytte de sårbare områder, blandt andet for at nå EU's miljømål".

For fosfor er der vist 3 forskellige forslag til regulering. Dette fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Forslag til 3 forskellige fosforreguleringsmodeller fra Husdyrreguleringsudvalget, Udvalget for

+++ markante forbedringer (dvs. mere forenklet administration, omkostningseffektiv, målrettet og størst miljømæssigt potentiale)
 + til ++, forbedringer
 0: uændret
 -: forværring

Model	Administrative konsekvenser (xxx:enklest)	Effektivt i forhold til omkostningerne (xxx:billigst)	Målrkning i forhold til miljøproblemet (xxx:mest målrettet)	Miljømæssigt potentiale (xxx:størst potentiale)	
arealregulering3	Normer for fosfor (P1)	- (Lettelserne i miljøgodkendelserne er ikke store nok til at opveje den ekstra administration, som nye normer for P vil betyde)	- (Nye P-normer vil betyde krav på arealer med meget lille risiko for fosfortab til vandmiljøet)	0 (De nye krav kan stilles målrettet til udvalgte arealer, men kan kun kontrolleres på bedriftsniveau)	++ (Potentialet er lidt større idet reguleringen også vil omfatte handelsgødning)
	Skærpeelse af harmonikrav (P2)	+ (Lettelserne i miljøgodkendelserne er større end den ekstra administration, som følger af skærpede harmonikrav)	- (Ved skærpeelse af harmonikravet vil der ikke være samme virkemidler til rådighed for landmændene)	0 (Skærpede harmoniregler vil kunne målrettes på linie med den eksisterende regulering)	+ (Skærpede harmoniregler har i sig selv samme potentiale som eksisterende regulering, men kan virke på alle arealer fra første dag)
	Forbud mod visse typer husdyrgødning i visse områder (P3)	++ (Et enkelt forbud at administrere for kommunerne til erstatning for en kompleks regulering af fosforoverskud)	++ (Da indsatsen målrettes de absolut største risikoområder, er der en god miljøeffektivitet, selvom enkelte landmænd rammes hårdt)	+++ (Indsatsen målrettes de absolut største risikoområder)	- (Effekten er begrænset til visse typer arealer)

Modellen P1 tænkes omfattende fosfor i både handels- og husdyrgødning. Model P2 er en fortsættelse af den nuværende regulering af fosfor, hvortil der lægges skærpede harmonikrav i fosforfølsomme områder. P3 indebærer et forbud mod udbringning af visse typer husdyrgødning i særligt sårbare områder. P3 kan anvendes sammen med P1 eller P2.

NATUR- OG LANDBRUGSKOMMISSIONENS ANBEFALINGER VEDRØRENDE FOSFORREGULERING

Anbefaling nr. 12 handler om fremtidig fosforregulering. Her fremgår det at:

- Der skal udvikles og gennemføres en ny, målrettet og differentieret regulering af fosfor baseret på viden om, hvor og på hvilke typer af arealer, der er risiko for fosfortab samt forskellige vandområders sårbarhed i forhold til fosfor.
- En ny regulering af fosfor skal i videst muligt omfang erstatte den gældende regulering og skal så vidt muligt rumme muligheden for fleksibelt valg af virkemidler for den enkelte landmand.
- Fastlæggelse af nationale mål og strategi for udvinding af fosfor fra især husdyrgødning og spildevandsslam, herunder aske fra afbrænding, bør have høj prioritet.

FREMTIDIG FOSFORREGULERING

Natur- og Landbrugskommissionens anbefalinger er mere generelle end anbefalingerne fra Husdyrreguleringsudvalget. NLK peger meget på en målrettet tankegang, hvor regulering er rettet mod arealer med stort fosfortab kombineret med en følsom recipient. Husdyrreguleringsudvalget peger på det samme, men går mere dybt ind i forslag til konkrete modeller.

Ofte skelner man mellem en *generel regulering* og en *målrettet regulering*. En generel regulering kan strække sig fra

at opsætte ens regler for alle arealer uanset jordtype, recipientfølsomhed mv. til at indeholde specifikke, men veldefinerede regler for f.eks. jordtyper, geografisk beliggenhed etc. En generel regulering kan derfor gøres mere eller mindre målrettet. En *målrettet regulering* kan strække sig fra en hel individuel vurdering på markniveau, der kræver meget lokale oplysninger, til at være mere generel for et område.

GENEREL REGULERING AF TILFØRSEL AF FOSFOR

Regulering af tilførsel af fosfor kan specielt begrundes i hensynet til ressourceudnyttelse. Ved at stille et krav om maksimal tilladelig tilførsel af fosfor, kan man sikre, at der ikke tilføres mere fosfor, end afgrøderne har behov for. Samtidigt vil et sådant krav forebygge mod et potentielt fosfortab på lang sigt, fordi fosfor ikke akkumuleres i jorden. På kort sigt vil tabet af fosfor ikke eller kun i meget beskedent omfang påvirkes af en grænse for fosfortilførsel.

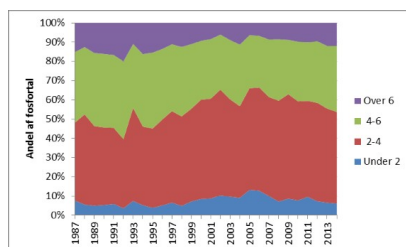
En planteavler uden husdyrgødning har umiddelbart ingen interesse i at tilføre mere fosfor end afgrøderne har behov for. Derimod kan husdyrproducenter have en sådan interesse, fordi fosforværdien i husdyrgødningen i nogle situationer er mindre end transportomkostningerne for husdyrgødningen.

AFGRØDERNES BEHOV FOR FOSFOR

I Danmark såvel som i udlandet fastsættes behovet for fosfor efter afgrødens forventede bortførsel af fosfor, og ud fra, hvor meget fosfor jorden kan stille til rådighed for afgrøden. I Danmark anvender vi fosfortallet (Pt) som et udtryk for, hvad jorden kan stille til rådighed for afgrøden. Generelt anses et Pt på 2-4 som middel og som et passende niveau. Inden for dette niveau vil afgrødernes behov tilnærmet være lig afgrødernes bortførsel set over en sædskifteperiode. Ved lavere Pt anbefales at tildele mere fosfor end bortførslen, og ved høje Pt en lavere fosformængde. Nyere resultater tyder på, at fosfortalsmetoden ikke er så præcis på grovsandet jord med lave pH-værdier og på lavbundsjord⁶. Desuden viser samme resultater, at der er en relativ stor usikkerhed ved bestemmelsen af fosfortallet, og en stor systematisk usikkerhed bestemt af det enkelte laboratorium og analysetidspunkt. Således var standardafvigelsen på forskellen mellem 2 analyser af samme jordprøve fra 0,50-0,97, mens standardafvigelsen på forskellen på gennemsnittet af 40 jordprøver analyseret i forskellige batch (ved forskellige tidspunkter) var fra 0,25 til 0,78 afhængigt af det valgte laboratorie.

En regulering, hvor fosforbehovet alene reguleres efter bortførslen af fosfor evt. tillagt et "tilladeligt overskud" og ikke tager hensyn til den tilgængelige fosformængde i jorden, vil resultere i et udbyttetab på nogle marker med mindre at fosforloftet sættes meget højt. Omvendt vil en regulering, hvor eventuelle tilførselsnormer for fosfor knyttes op på markens eller bedriftens fosfortal, være mere kompliceret og også problematisk set i forhold til både sammenhængen mellem fosfortal og fosforbehovet og ud fra usikkerheden på bestemmelse af fosfortal.

I figur 1 er vist fosfortal i Danmark opgjort fra de ca. 100.000 jordbundsanalyser, som DLBR-rådgivningen gennemfører for landmænd. Hovedparten af fosfortallene ligger mellem 2 og 4, dvs. det anbefalede niveau. 30-35 pct. af tallene ligger mellem 4-6, som betragtes som værende et højt niveau. 10 pct. af fosfortallene er under det anbefalede niveau på 2. 10-15 pct. af fosfortallene er over 6,0, og denne andel har stort set været konstant i perioden.



Figur 1. Fordeling af fosfortal i Danmark 1987-2014. Data fra Oversigten over Landsforsøgene 1987-2015.

FOSFORBORTFØRSEL

Bortførslen af fosfor afhænger både af afgrødevalg og udbytte. Koncentrationen af fosfor i afgrøderne betragtes at være næsten uafhængig af niveauet af fosfor i jord og af tilførslen af fosfor, når der er tale om jorde med et tilstrækkelig højt fosforindhold.

I forbindelse med husdyrgodkendelsesordningen har Vinther⁷ beregnet bortførslen af fosfor i forskellige sædskifter.

Tabel 3. Bortførsel af fosfor i sædskifter på sand- og lerjord. Fra husdyrgodkendelsesordningen. "Fosforbortførsel med afgrøder i standardsædskifter, Finn P. Vinther, Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø"⁷.

	Svine-, fjerkræ og pelsdyr	Kvægbrug 1,7 DE/ha	Kvægbrug 2,3 DE/ha
Sandjord	19,3	21,7	24,4
Lerjord	24,2	24,8	26,9

Beregningsen er foretaget med udgangspunkt i udbytter fra 2003-2008. Udbytterne i korn i perioden 2011-2015 ligger 3-7 hkg pr. ha højere end i nævnte periode. Desuden forventes udfasning af kvælstofnormer fra 2016-2017 at give en udbyttestigning svarende til 4-6 hkg pr. ha i korn på kort sigt og 7-8 hkg pr. ha på længere sigt. Udover stigende bortførsel med stigende udbytte, må det også forventes, at fosforkoncentrationen i kornet stiger med stigende kvælstoftilførsel. En analyse af udviklingen i fosforkoncentrationen i vinterhvede har vist et faldende indhold i takt med reduktionen i kvælstoftilførslen. Det må derfor antages, at bortførslen af fosfor i de kommende år vil være ca. 10-15 pct. højere end angivet i tabellen. Hvis det antages, at der er en generel stigning i udbytter som følge af bedre sorter og dyrkningsteknik på 0,7 hkg pr. ha pr. år, vil bortførslen af fosfor stige i niveauet 0,2 kg fosfor pr. ha pr. år eller 2 kg fosfor pr. ha over en 10-årig periode.

BALANCE MELLEM FOSFOR TILFØRT I HUSDYRGØDNING OG BORTFØRSEL AF FOSFOR

Med udgangspunkt i tabel 1 og tabel 3 kan forskellen mellem tilførsel af fosfor i husdyrgødning ved maksimal belægning af husdyr (fuld harmoni) og bortførsel af fosfor beregnes. Der er regnet med normer for husdyrgødning for planperioden 2015/16. Bortførsel af fosfor er beregnet ved at tillægge 15 pct. til de bortførselsnormer, der er vist i tabel 3.

Tabel 4. Forskel mellem maksimal tilførsel af fosfor i husdyrgødning og bortførsel af fosfor.

Dyretype	Fosforbalance	
	Sandjord	Lerjord
	Kg P pr. ha	
Slagtesvin	12	6
Søer + smågrise	13	7
Kvæg, stor race*1)	0	-4
Kvæg, stor race*2)	6	3
Kvæg, økologisk	0	-6
Mink	21	15
Slagtekyllinger	26	20
Økologiske høns	30	24

*1) 1,7 DE pr. ha. *2) 2,3 DE pr. ha

I praksis vil overskuddet være lidt mindre end angivet i tabel 4, fordi langt de fleste bedrifter med harmoniproblemer afsætter lidt mere husdyrgødning, end de er forpligtiget til. Det skyldes, at de er nødt til at operere med en vis sikkerhedsmargin for at undgå at overtræde harmonireglerne i det enkelte år⁸.

Overskuddet af fosfor er størst på sandjord som konsekvens af den lavere bortførsel. Overskuddet af fosfor er mindst for kvægbrug og størst for mink og fjerkræ. Brug af fosfor i handelsgødning vil være minimalt på svine-, fjerkræ- og pelsdyrbrug. På kvægbrug vil der i gennemsnit af bedriftens areal typisk blive brugt 2-3 kg fosfor pr. ha i placeret fosfor i startgødning til majs på brug med 1,7 DE og 5-6 kg pr. ha på brug med 2,3 DE pr. ha. Dette skyldes, at majs har brug for en let tilgængelig fosforkilde først i vækstsæsonen selv ved et højt fosforindhold i jorden. Dette forøger overskuddet af fosfor på kvægbedrifterne.

AKKUMULERING AF FOSFOR I JORD

Et overskud af fosfor vil medføre en akkumulering af fosfor i jorden, fordi tabet af fosfor generelt er meget lavt i forhold til tilførslen af fosfor. Målinger af fosforindholdet i Kvadratnettet i 1997 viste et gennemsnitligt indhold af fosfor i dansk landbrugsjord til 75 cm's dybde på 4.600 kg, hvoraf godt 40 pct. fandtes i pløjelaget (0-25 cm)⁹. En akkumulering på 10 kg fosfor pr. år svarer til en gennemsnitlig årlig stigning i jordens fosforindhold på 0,22 pct. I tabel 5 er vist, hvor mange år, der skal til ved de nuværende harmoniregler, fosforudskillelse og -bortførsel, for at

jordens indhold af fosfor er steget med 10 pct.

Table 5. Antal år ved nuværende fosforbalance før jordens fosforindhold er steget med 10 pct. Der er regnet med et gennemsnitligt indhold af fosfor i rodzonen på 4.600 kg pr. ha.

Dyretype	År før jordens fosforindhold er steget med 10 pct.	
	Sandjord	Lerjord
Slagtesvin	39	75
Søer + smågrise	36	64
Kvæg, stor race*1)	-	-
Kvæg, stor race*2)	77	150
Kvæg, økologisk	-	-
Mink	22	30
Slagtekyllinger	18	23
Økologiske høns	15	19

*1) 1,7 DE pr. ha. *2) 2,3 DE pr. ha

I forhold til det samlede indhold af fosfor er akkumuleringen ved den nuværende fosforregulering begrænset og udvikler sig kun langsomt over tid. Det antages, at 1.400 kg fosfor ud af det samlede indhold på 4.600 kg stammer fra tilført fosfor⁹.

I undersøgelsen i Kvadratnettet blev den såkaldte fosformætningsgrad målt. Fosformætningsgraden udtrykker, hvor stor en del af jordens bindingskapacitet for fosfor i form af jern- og aluminiumhydroxyder, der er brugt. Jo højere fosformætningsgrad, jo højere vil koncentrationen af fosfor i jordvæsken være, og jo større risiko for udvaskning af fosfor er der. Målingerne viste en fosformætningsgrad i 0-25 cm jordlaget på godt 30 pct., i laget 25-50 cm på 25 pct. og i laget 50-75 cm på 15 pct. I Holland betragtes en fosformætningsgrad på 25 pct. at være kritisk. Ved en fosformætningsgrad på 25 pct. kan der forventes en koncentration af fosfor i jordvæsken på 0,1 mg fosfor pr. liter. Selvom fosformætningsgraden tilsyneladende er høj i øverste jordlag, resulterer det ikke nødvendigvis i et stort tab af fosfor ved udvaskning, fordi fosfor kan bindes i de underliggende jordlag, hvor fosformætningsgraden er mindre.

MILJØMÆSSIG EFFEKT AF REGULERING AF FOSFOROVERSKUDET

Begrænsning af jordens indhold af fosfor har indflydelse på fosfortabet ved flere tabsveje.

Tabet af fosfor ved *erosion*, hvor fosfortabet sker ved transport af jordpartikler fra marken ud i vandmiljøet ved enten vand- eller vinderosion. Tabet af fosfor vil være direkte proportionalt med fosforindholdet i partiklerne. Reduktion af fosfortabet ved erosion vil dog mest effektivt ske ved at reducere tabet af jordpartikler og ikke ved at reducere fosforindholdet i jorden.

Tab af fosfor ved *overfladeafstrømning* vil forøges ved stigende fosforkoncentration i jorden, fordi der er en ligevægt mellem fosforindholdet i jorden og koncentration af fosfor i det afstrømmende overfladevand.

Tabet af fosfor ved *udvaskning* ved makropore- eller matriksafstrømning vil stige med stigende fosforindhold i jorden. Generelt er tabet af fosfor ved udvaskning lavt. I Poulsen og Rubæk, 2005⁹ er gennemgået forskellige undersøgelser, hvor sammenhængen mellem jordens fosforstatus og tab af fosfor ved udvaskning er gennemgået. Generelt forventes fosfortabet først at stige ved høje fosforindhold i jorden (fosfortal over 6).

Det nuværende tab af fosfor fra landbrugsjord kan betragtes som en konsekvens af, at fosfor har været reguleret gennem en generel regulering i form af en begrænsning af fosforoverskuddet ved tilførsel af husdyrgødning gennem harmonireglerne siden 1985. Der er dog en række af de tiltag, der primært er indført for at begrænse udvaskningen af kvælstof, der også har effekt på udvaskningen af fosfor. Det gælder f.eks. udbringningsreglerne for husdyrgødning, krav om efterafgrøder, forbud mod jordbearbejdning om efteråret mv. Tabet af fosfor fra landbrugsjord angives ifølge Poulsen og Rubæk, 2005⁹ til at være fra 440 til 1.180 ton pr. år svarende til 170 til 450 gram pr. ha pr. år. Se tabel 6. Det skal noteres, at godt halvdelen af tabet af fosfor skyldes brinkerrosion. Når brinkerrosion regnes med til landbrugstabet skyldes det, at fosforakkumuleringen i brinkerne stammer fra tidligere års tab af fosfor fra landbrugsjorden ved erosion.

Det angives, at tabet af fosfor ved udvaskning fra ikke-drænede jorder udgør ca. 50 gram pr. ha, mens det for drænede ikke-risikojorder udgør fra 30 til 100 gram pr. ha. Disse jordtyper udgør tilsammen mere end 90 pct. af landbrugsarealet. Det antages, drænede minerogene jorder, hvor der er risiko for et stort tab af fosfor, udgør 160.000 ha og tabet her er angivet til at være fra 90 til 560 gram fosfor pr. ha. For 75.000 ha drænede lavbundsgrunde angives tabet at være fra 400 til 3.000 gram fosfor pr. ha pr. år. Tabet af fosfor ved udvaskning er ud fra disse angivelser kun betydeligt på lidt under 10 pct. af det samlede landbrugsareal.

Det erosionstruede areal angives til at være 5 pct. af det samlede landbrugsareal svarende til 130.000 ha og tabet angives at være fra 50 til 150 gram pr. ha. Areal med overfladeafstrømning angives til det dobbelte og tabet fra 20 til 60 gram pr. ha.

En fortsættelse af den nuværende regulering med de fosforoverskud, som det indebærer på husdyrbedrifterne, vil næppe føre til nogen mærkbar stigning i fosfortabet. Akkumuleringen af fosfor er langsom i forhold til jordens nuværende fosforindhold, og risikoen for at mange jorder bliver fosformættede med stor udvaskning til følge er meget begrænset. Akkumuleringen vil formodentlig kun kunne medføre et ekstra fosfortab på ca. 10 pct. af landbrugsarealet, hvor udvaskningen af fosfor allerede i dag er relativt stor. Desuden kan tabet ved vand- og vinderosion på 5-10 pct. af landbrugsarealet blive marginalt påvirket.

Tabel 3.21 Kvantitative skøn over forskellige tabsposters betydning for dyrkningsbidrag nationalt plan. Kvaliteten af det faglige grundlag for at give disse skøn er angivet med g efter hvert tal: (++++) høj; (++++) god; (++) middel; (++) dårlig; (+) dur ikke

	Forudsætninger og skøn anvendt ved beregning	Tons fosfor pr. år
Vanderosion, partikulært fosfor	<ul style="list-style-type: none"> • Der mobiliseres jord svarende til 0,37 kg P/ha erosionstruet areal (afsnit 3.4.5) • <5% af det dyrkede areal (2.675.000 ha) er erosionstruet • 10-50% af det mobiliserede fosfor når frem til vandløb eller sø • Der er set bort fra fladerosion 	2-20(++)
Overfladisk afstrømning, opløst fosfor	<ul style="list-style-type: none"> • Koncentration af opløst fosfor i afstrømmende vand, 0,18 mg P/l (afsnit 3.5.2) • 10-30 mm af afstrømning løber af som overfladisk afstrømning på truet areal • Truet areal sættes til at være dobbelt så stort som det erosionstruede areal (<10% af det dyrkede areal) 	5-15(+)
Vinderosion	<ul style="list-style-type: none"> • Typisk erosionshastighed sat til afslibning af 1-2 mm jord (afsnit 3.4.4) • Jordens fosforindhold sættes til 566 mg P/kg jord. 1 mm jord svarer til 15 tons jord pr. ha • 5% af afslebet fosfor ender direkte i vandløb eller sø • Klimatiske betingelser for vinderosion forekommer hvert 10. år • Ca. 10% af det potentielt truede areal på 1-1,5 mill ha er aktuelt truet • Bidrag via den atmosfæriske deposition er ikke indregnet 	5-15(+)
Brinkerosion	<ul style="list-style-type: none"> • Tabrate på 6,7-15,8 g fosfor pr. meter vandløb i dyrkede oplande • 65.700 km vandløb i DK. Hent ca. 2.675,4,3 på dyrkede arealer • Tabet er formentlig overvurderet (se tabet) 	275-645(+++)
Tab via kunstige dræn på minerogene risikojorde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 100-500 g P/ha (afsnit 3.4.7) • Areal af drænede risikojorde sættes til 10-15 procent af de drænede minerogene jorde (som udgør:) (0,49 x (2.675.000 - 75.000) = 1.274.000 ha) 	15-90(+)
Tab via kunstige dræn på lavrisikojorde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 20-80 g P/ha (afsnit 3.4.7) • Areal af drænede lavrisikojorde sættes til 85-90% af de drænede minerogene jorde i Danmark (1.274.000 ha) 	20-90(+++)
Tab via kunstige dræn på lavbundsgrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 400-3.000 g P/ha (afsnit 3.4.7) • Areal af lavbundsgrunde (75.000 ha) der er drænede sættes til 100% 	30-225(+)
Øvre grundvand, drænet dyrket areal	<ul style="list-style-type: none"> • Der afstrømmer 90 mm med en koncentration på op til 0,017 mg P/l (tabel 3.15) via dræn fra det drænede areal (1.274.000 ha) 	<20(++)
Øvre grundvand, ikke drænet dyrket areal	<ul style="list-style-type: none"> • Fra udtrængte dyrkede arealer (51% af dyrket areal) afstrømmer 260 mm vand • Fosfor-koncentrationen sat til < 0,017 mg P/l (afsnit 3.4) • Risikoområder eksisterer formodentlig, men kan ikke identificeres med nuværende viden 	<60(++)
Dyrkningsbidrag	<ul style="list-style-type: none"> • Areal ud fra ovenstående skøn 	440-1180(+)

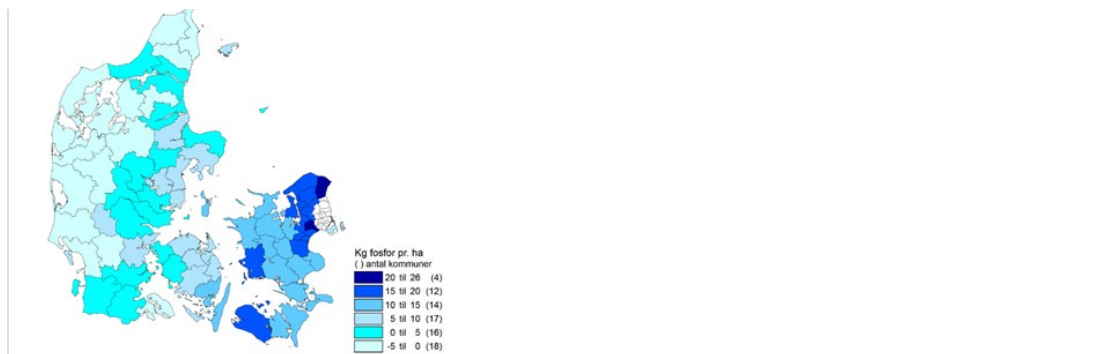
METODER TIL AT REDUCERE FOSFOROVERSKUDET

Fosforoverskuddet kan reduceres ved at stramme harmonireglerne med en fortsættelse af den nuværende regulering eller ved at indføre et loft for tilførslen af fosfor på ejendomsniveau i stil med det nuværende system for kvælstofregulering, jf. forslag fra husdyrreguleringsudvalget. Virkningen af de to reguleringsmåder vil være den samme.

Bedrifter, der bliver omfattet af strammere regler for tilførsel af fosfor i husdyrgødning, vil kunne tilpasse sig ved at øge udspretningsarealet (indgå flere gylleaftaler) og/eller ved at reducere fosforudskillelsen i husdyrgødning ved ændret fodringspraksis. Landmanden kan også vælge at tilpasse husdyrholdet, men det må anses som den sidste mulighed.

Tilpasning via et større udspretningsareal vil medføre ekstra omkostninger til transport af husdyrgødning. Størst omkostning vil opstå i husdyrintensive områder, hvor husdyrgødningen skal transporteres langt. Undersøgelser viser dog, at selv med betydeligt strammere harmonikrav kan husdyrgødningen fortsat bringes ud i nærområdet i stort set hele landet. Se figur 2. Generelt ses et lille overskud af fosfor (større tilførsel af fosfor i husdyrgødning end bortførslen) i de vestjyske kommuner, og et stort underskud af fosfor i kommuner i Østdanmark.





Figur 2. Forskel mellem beregnet bortførelse af fosfor med afgrøder (ud fra jordtyper, normudbytter mv.) og tilførelse af fosfor i husdyrgødning på kommuneniveau.

SEGES har belyst omkostningerne ved krav om øget udspretningsareal for Miljøstyrelsen i 2015⁸.

MÅLRETTET FOSFORREGULERING

Fosfortabet fra størstedelen af landbrugsarealet ligger på et lavt niveau. Jf. ovenstående sker der kun en betydelig udvaskning af fosfor fra ca. 10 pct. af arealet. Dertil skal lægges et tab ved erosion og overfladeafstrømning på 10 pct. af arealet. Der kan være sammenfald af arealer med stor udvaskning og stor erosion. Ikke alle recipienter er følsomme overfor en højt fosfortab. Hvis oplandet afvander til relativt åbne kystområder, har fosforudledningen ingen eller kun en beskedent betydning. Omvendt vil den miljømæssige betydning af fosfortab være stor i oplande til fosforfølsomme søer.

Risikoarealer for fosfortab er arealer, hvor der er en *kilde* til fosfortab. Denne kilde kan være et højt fosforindhold i jorden eller en stor nylig udbragt fosformængde i handels- eller husdyrgødning, hvor fosfor endnu ikke er bundet til jordmatricen. Samtidig skal der være en *transportvej* for fosfor fra rodzonen til recipienten. Denne transportvej kan f.eks. være erosion af jordpartikler eller makroporeflow gennem jorden til dræn. Endelig er regulering ud fra en miljømæssig vurdering kun nødvendig i oplande, der afvander til en følsom fosforrecipient. I figur 3 er illustreret konceptet for identifikation af risikoarealer.



Figur 3. Principskitse for identifikation af arealer, hvor den miljømæssige risiko for fosfortab er størst.

Problemet med en målrettet regulering er at udpege risikoarealerne. Dernæst er det et problem reguleringsmæssigt at sikre, at eventuelle tiltag til reduktion af udledningen sker netop på risikoarealer, og ikke andre steder på bedriften.

Fosforfølsomme recipienter er udpeget i vandplanerne. Arealer med risiko for erosion og overfladeafstrømning kan beregnes ud fra topografiske forhold, afstand til recipienten mv. Drænede lavbundsjord kan udpeges ud fra jordtypekort, og landmandens oplysninger om dræning. Mest problematisk synes det at udpege de 10 pct. af de drænede minerogene jorder, hvor udvaskningen gennem dræn er stor og kan udgøre et miljømæssigt problem. Her vil man ofte inkludere et alt for stort areal. En mulighed kan være at screene dræn for indhold af fosfor med målinger og herudfra gå videre med mere detaljerede oplysninger.

Aarhus Universitet har udviklet et såkaldt dansk fosforindeks netop med henblik på at kunne udpege risikoarealer med stort fosfortab. Samtidig indeholder værktøjet en oplandsbaseret tilgang, hvor man kan indlægge forskellige virkemidler til reduktion af fosfortab. Værktøjet er IT-baseret men i dag ikke tilgængeligt. Indekset er beskrevet af Heckraft og Andersen, 2008¹⁰. Der beregnes et indeks for fire forskellige tabsveje for fosfor (erosion, overfladeafstrømning, makropore- og matriksafstrømning), og der udpeges risikoarealer for hver af tabsvejene. Fosfortabet kvantificeres ikke direkte. Beregningen bygger på registerdata, og skal suppleres med lokale data, før det kan anvendes. De vigtigste lokale data er markens fosfortal og tilførelse af handels- og husdyrgødning. Samtidig skal den aktuelle arealbenyttelse inddateres. SEGES har i samarbejde med lokale planteavlkontorer gennemført

en afprøvning af fosforindekset med aktuelle data¹¹. Denne undersøgelse viser vigtigheden af, at der anvendes præcise lokale data for at udpege de reelle risikoområder. En effektiv brug af fosforindekset til reduktion af fosfortabet kræver derfor et samarbejde mellem landmand og evt. planteavlskonsulent og myndigheder.

En indsats mod fosfortab kan også målrettes mod brinkerosionen, som udgør mere end halvdelen af det samlede fosfortab. Bufferzoner, der beskytter brinkerne mod færdsel mv., nedsat grødeskæring mv. angives som virkemidler mod brinkerosion⁹

KONKLUSION

Den generelle regulering af fosfor i Danmark, som har været gældende siden 1985 og som består af en maksimal grænse for, hvor meget fosfor i husdyrgødning, der kan tilføres pr. ha, har været med til at sikre, at fosfortabet fra dansk landbrugsjord generelt ligger på et lavt niveau. Tiltag, der gennem årene primært er indført for at reducere udvaskningen af kvælstof (udbringningstider for husdyrgødning, efterafgrøder, forbud mod jordbearbejdning om efteråret) har også haft en vis reducerende virkning på fosfortabet.

Ved de nuværende regler sker der en vis overskudstilførsel af fosfor i husdyrgødning i forhold til bortførslen. Størst er overskuddet på mink- og fjerkræbedrifter (15-30 kg pr. ha pr. år), middel på svinebedrifter (6-13 kg fosfor pr. ha) og mindst på kvægbedrifter (-3 – 6 kg pr. ha). Set i forhold til jordens nuværende indhold af fosfor, vil overskud af fosfor i denne størrelsesorden først på meget lang sigt muligvis give anledning til et større fosfortab.

En ny regulering gående på at ændre de tilladelige tilførsler af fosfor i husdyrgødning vil kun have en meget begrænset effekt på fosfortabet, og det vil være en årrække før en eventuel ændring vil indtræde.

Brinkerosionen udgør mere end halvdelen af det samlede fosfortab fra dyrkningsjorden. En indsats mod brinkerosion vil derfor kunne reducere fosforudledningen.

Idet størstedelen af fosfortabet sker på en mindre del af arealet kan man målrettet gå efter at reducere fosfortabet her, og kun, hvis arealet afvander til fosforfølsomme recipienter. Hvis man vil have en effekt på fosfortabet på kort sigt, skal man primært søge at reducere erosionstab eller tabet ved overfaldeaftømning. Tabet ved udvaskning er vanskeligere at påvirke på kort sigt, med mindre at der anvendes drænvandsvirkemidler som vådområder eller minivådområder.

En hel målrettet fosforregulering vil imidlertid være administrativt tung, fordi den skal bygge på helt lokale forhold. Her kan individuelle aftaler mellem myndigheder og landmand være en mulighed.

REFERENCER

¹Husdyrreguleringsudvalget(2010): Anbefalinger fra Husdyrreguleringsudvalget. Miljøstyrelsen, 2010

<http://mst.dk/media/mst/66628/Endelig%20rapport%20-%20Husdyrreguleringsudvalget%20pdf.pdf>

²Natur og Landbrugskommissionen (2013): Natur og Landbrug – en ny start. April 2013.

http://www.naturoglandbrug.dk/slutrapport_2013.aspx?ID=52071

³Bekendtgørelse nr. 1318 af 26/11/2015: Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v.1)

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=175399>

⁴Husdyrreguleringsudvalget(2010): Rapport for arbejdsgruppen om arealregulering

http://mst.dk/media/mst/66626/Arealgruppens%20rapport_med%20forside.pdf

⁵NaturErhvervstyrelsen (2015): Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2015 til 31. juli 2016

https://naturerhverv.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-_og_harmoniregler_nyeste.pdf

⁶Rubæk, G.H, (2015): Validity and analytical robustness of the Olsen soil P test and other agronomic soil P tests used in Northern Europe, Miljøstyrelsen, in press.

⁷Vinther, F.P. "Fosforbortførsel med afgrøder i Standardsædskifter, Institut for JordbrugsproduktioFosfor i dansk landbrug.

⁸Knudsen, L., Birkmose, T.S., Rolighed, J., Andersen, H.E., Jacobsen, B. (2015): Analyse af bedriftsøkonomiske konsekvenser og ændret fosforoverskud på typebedrifter ved scenarier for en ændret fosforregulering. SEGES, In press.

⁹Poulsen, H.D. og Rubæk, G.H. (ed.) (2005): Fosfor i dansk Landbrug. Omsætning, tab og virkemidler mod tab. DJF rapport Husdyrbrug nr. 68 • December 2005. http://pure.au.dk/portal/files/309245/DJF_rapport_husdyr_nr_68

¹⁰Heckraft, G. og Andersen, H.E. (2008): Et nyt fosforindeks baseret på danske forhold. Bilag til Plantekongres 2008. https://www.landbrugsinfo.dk/.../plk08_p5_1_g_heckrath_res.pdf?...true

¹¹Hørfarter, R. (2010): Det danske P-indeks - hvad er det, og hvad kan det bruges til? https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Praecisionsjordbrug-og-GIS/Sider/pl_10_109.aspx