

Hvordan kan udvaskningen og belastningen af vandmiljøet yderligere reduceres?

Det antages ofte, at kvælstofudvaskningen bestemmes af, hvor meget der gødes med, eller hvor stort overskuddet er. Langvarige forsøg med økologiske og konventionelle planteavlssædskifter giver et mere nuanceret billede.

tekst Jørgen E. Olesen, professor, Aarhus Universitet

I slutningen af 1980'erne blev det for alvor klart, at udledninger af kvælstof og fosfor fra såvel byer som landbrug i Danmark medfører store miljøkonsekvenser for vandmiljøet i vandløb, søer, fjorde, kystnære områder og det åbne hav.

Der er siden gjort en meget stor indsats for at reducere udledningerne. Det er især sket gennem rensning af spildevand og ved regulering af landbrugets anvendelse af husdyrgødning og kvælstofgødninger. Med nuværende kvælstofnormer på 15 procent under det økonomisk optimale er der heller ingen tvivl om, at det har haft betydelige økonomiske konsekvenser for landbruget.

På trods af den store indsats er miljøtilstanden i mange fjorde og kystnære områder fortsat utilfredsstillende. En del af dette tilskrives, at udledningerne af kvælstof fra landbruget fortsat er for højt. Der er derfor brug for at reducere udledningerne yderligere, og spørgsmålet er, om det er muligt at opnå en sådan reduktion ved at reducere kvælstoftilførslen, eller om der skal helt andre tiltag i brug. Sådanne overvejelser er også afgørende, hvis Natur- og Landbrugskommissionens anbefalinger om en mere intelligent og differentieret regulering af kvælstofanvendelsen skal finde vej til virkeligheden.

Kvælstofudvaskning

Kvælstof tabes fra dyrkningssystemet ved ammoniakfordampning, kvælstofudvaskning og denitrifikation. Under danske forhold udgør kvælstofudvaskningen normalt den største tabspost. Kvælstof udvaskes fra planternes rodzone under forhold, hvor der er ophobet nitrat i jorden, og hvor overskudsnedbør betinger afdræning til dræn eller grundvand. Dette sker især i vinterhalvåret, hvor fordampningen er lav.

Nedbørmængderne er størst i den vestlige del af landet, og kvælstofudvaskningen er derfor også normalt størst her. Over de seneste 50 år er nedbørmængderne steget i Danmark med omtrent 100 mm om vinteren, og det har medført tilsvarende øget afstrømning og dermed øget risiko for udvaskning af kvælstof.

Mængden af nitrat i jorden er bestemt af balancen mellem tilførsel i gødning og planterester, frigivelsen af mineralisk kvælstof ved mikroorganismernes omsætning af jordens organiske stof og af planternes optagelse af kvælstof. Den nuværende regulering af kvælstofanvendelsen fokuserer især på at undgå tilførsel af mere kvælstof, end planterne kan optage. Det er derfor nu sjældent, at afgrøderne ved høst ikke har tømt jorden for mineralisk kvælstof. Derfor skyldes den fortsat høje kvælstofudvaskning fra dansk landbruget ikke så meget kvælstoftilførsel i gødning som frigivelse (mineralisering) af kvælstof fra jordens organiske stof i efterårsperioden, hvor temperaturen fortsat er høj, men hvor der i mange af de nuværende dyrkningssystemer er for ringe plantedække til at sikre effektiv kvælstofoptagelse.

Hvad betyder kvælstoftilførsel?

Reguleringen af kvælstofudvaskningen i Danmark har overvejende fokuseret på krav om reduktion i kvælstoftilførsel. Det har ofte været antaget at en mertilførsel på 10 kg N/ha resulterer i en øget udvaskning på omkring 3 kg N/ha. Ofte benyttes matematiske modeller til at beregne, hvor stor denne marginaludvaskning er. Modellerne afviger en del, men som gennemsnit fås en medudvaskning på 1,8 og 4,7 kg N/ha for mertilførsel på 10 kg N/ha ved henholdsvis lavt og højt gødskningsniveau. Generelt findes også en større effekt på sandjord sammenlignet med lerjord.

Her er der i figur 1 udnyttet data fra langvarige forsøg med planteavlssædskifter til at undersøge udvaskningens afhængighed af kvælstoftilførsel i gødning og planterester. Forsøget er gennemført med økologiske og konventionelle planteavlssædskifter og afspejler det nuværende gødningsniveau i danske planteavl. Figuren viser at marginaludvaskningen varierer mellem forsøgssteder med værdier på 0,3, 0,7 og 2,6 kg N/ha for mertilførsel på 10 kg N/ha ved henholdsvis Flakkebjerg, Foulum og Jyndevad. På sandjorden ved Jyndevad fås altså en merudvaskning ved øget N-tilførsel, hvilket ligger i samme størrelse som modellernes beregninger, mens merudvaskningen på de mere lerede jorder ved Foulum og Flakkebjerg ligger noget lavere. Dette kunne tale for, at et øget gødskningsniveau på lerjord kun i ringe grad vil øge udvaskningen, men også at en reduktion i gødningsniveauet næppe vil have nogen mærkbar effekt på miljøet.

Hvad betyder kvælstofoverskuddet?

Kvælstofoverskuddet beregnes som forskellen mellem tilført og fraført kvælstof til en bedrift eller en mark. For planteavl kan fraførslen beregnes som kvælstof i det høstede udbytte, og tilførslen udgøres af kvælstof i husdyr- og handelsgødning, kvælstoffiksering og deposition fra luften. Den vanskeligste post at bestemme er kvælstoffikseringen, der især har betydning for økologiske dyrkningssystemer.

Det er ofte anført, at kvælstofoverskuddet kan bruges som grundlag for beregning af kvælstofudvaskning. Det er naturligvis rigtigt, at der set over en lang tidshorison bør være en sammenhæng mellem kvælstofoverskuddet og kvælstofudvaskningen. Samtidig fanger kvælstofoverskuddet formentlig også en del af de jordtype- og klimabetingede forskelle i udvaskningen.

Figur 2 viser, at kvælstofoverskuddet ikke formår at beskrive forskelle i kvælstofudvaskning mellem forskellige dyrkningssystemer inden for samme lokalitet. Det skyldes formentlig, at der kan være store forskelle i systemerne med hensyn til, om der sker en ophobning eller nedbrydning af organisk stof i jorden. Disse ændringer i jordens indhold af organisk bundet kvælstof er så store, at det er vanskeligt at benytte kvælstofoverskuddet som indikator for udvaskningen fra konkrete dyrkningssystemer.

Hvad betyder afgroederne?

Det er især vegetationsdækket efterår og vinter, der er afgørende for kvælstofudvaskningens størrelse. Det hænger naturligvis sammen med, at der er i denne periode ofte er et nedbøroverskud, som er med til at drive udvaskningen, hvis der er mineralsk kvælstof til stede i jorden.

Figur 3 viser, at udvaskningen reduceres med næsten en tredjedel ved i stedet for en bar jord om efteråret at etablere en velvoksende efterafgrøde. Vintersæd er ikke nær så effektiv, da denne afgrøde først etableres sent i efteråret og derfor ikke når at optage en tilstrækkelig stor mængde kvælstof inden vinteren. Figuren viser også, at en mark med en velvoksende bestand af ukrudt og spildplanter kan være noget mere effektiv til at reducere kvælstofudvaskningen end vintersæd.

Belastning af vandmiljøet

I virkeligheden er belastningen af vandmiljøet ikke kun afhængig af, hvor store mængder kvælstof der udvaskes fra rodzonen. Efter at nitrat er udvasket, kan der nemlig ske en betydelig fjernelse via denitrifikation, især hvis vandet passerer gennem områder med iltfattige forhold.

Det kan ske, hvis vandet strømmer gennem grundvand eller vådområder, inden det rammer søer og fjorde. Den mindste fjernelse finder sted, hvis vandet strømmer direkte gennem dræn til fjorden. Der er derfor også store muligheder for miljøforbedringer ved at sikre, at nitratholdigt vand strømmer gennem områder med muligheder for denitrifikation, inden det rammer recipienten.

Hvordan kan udledningerne reguleres fremover?

I Danmark har vi allerede høstet alle de lavest hængende frugter, når der drejer sig om at reducere kvælstofudledninger af nitrat til vandmiljøet. Resultaterne i figur 1 viser, at det kun i meget begrænset omfang er muligt at reducere udledningerne yderligere ved at reducere gødskningen, snarere kunne resultaterne i figur 3 tale for, at gødningsmængderne kan øges, hvis der etableres effektive efterafgrøder, eller hvis der dyrkes flerårige afgrøder som for eksempel græs.

Natur- og Landbrugskommissionen anbefalede en mere differentieret regulering, der i højere grad tager hensyn til, hvor stor risikoen er for at kvælstoftilførsel til den enkelte mark havner i vandmiljøet. Som det fremgår af ovenstående er der tale om meget komplekse sammenhænge mellem afgrøder, jord og vandstrømning i landskabet. Kortlægning af dette tager tid, og metoderne til en sådan kortlægning på markniveau er slet ikke på plads endnu. Det kræver meget mere forskning, netop fordi der er tale om komplekse sammenhænge.

Der foreligger dog allerede nu en regional kortlægning af, hvor stor en del af kvælstofudvaskningen, der ender i vandmiljøet. Ved at kombinere dette med viden om klimaforhold og jordtyper, må det være muligt at opstille normer for hvor, store mængder kvælstofudvaskning, der kan tillades i forskellige vandoplunde. Hermed bør det også være muligt at tildele den enkelte landmand kvoter for udledt kvælstofmængde, der så kan overholdes enten gennem afgrødevalg eller ved at ændre på gødningsniveauet.

Forsøgsresultaterne i denne artikel og den generelle viden på området viser, at det i langt højere grad er afgrødevalg og vegetationsdække i efteråret snarere end gødningsniveauet, der er afgørende for kvælstofudvaskningen. Det bør også afspejle sig i den fremtidige regulering af landbruget. Det skal i øvrigt her understreges, at der ikke i forsøgsresultaterne kunne findes forskel på kvælstofudvaskningen fra konventionelle og økologiske dyrkningssystemer, når der blev taget hensyn til kvælstoftilførsel og vegetationsdække i efteråret. Der er derfor ingen lette løsninger på problemet, men behov for udvikling af lokalt tilpassede løsninger, der fungerer og kan dokumenteres.

Figur 1

Målt kvælstofudvaskning i sædskifteforsøgene ved Jyndevad, Foulum og Flakkebjerg som gennemsnit af fire-årige rotationer i perioden 2005-2008 afhængig af tilførsel af kvælstof i gødning og planterester. De fuldt optrukne linjer

viser effekt af stigende tilførsel for systemer med fuldt vegetationsdække (efterafgrøder) i efteråret og de brudte linjer tilsvarende for systemer uden vegetationsdække.

Figur 2

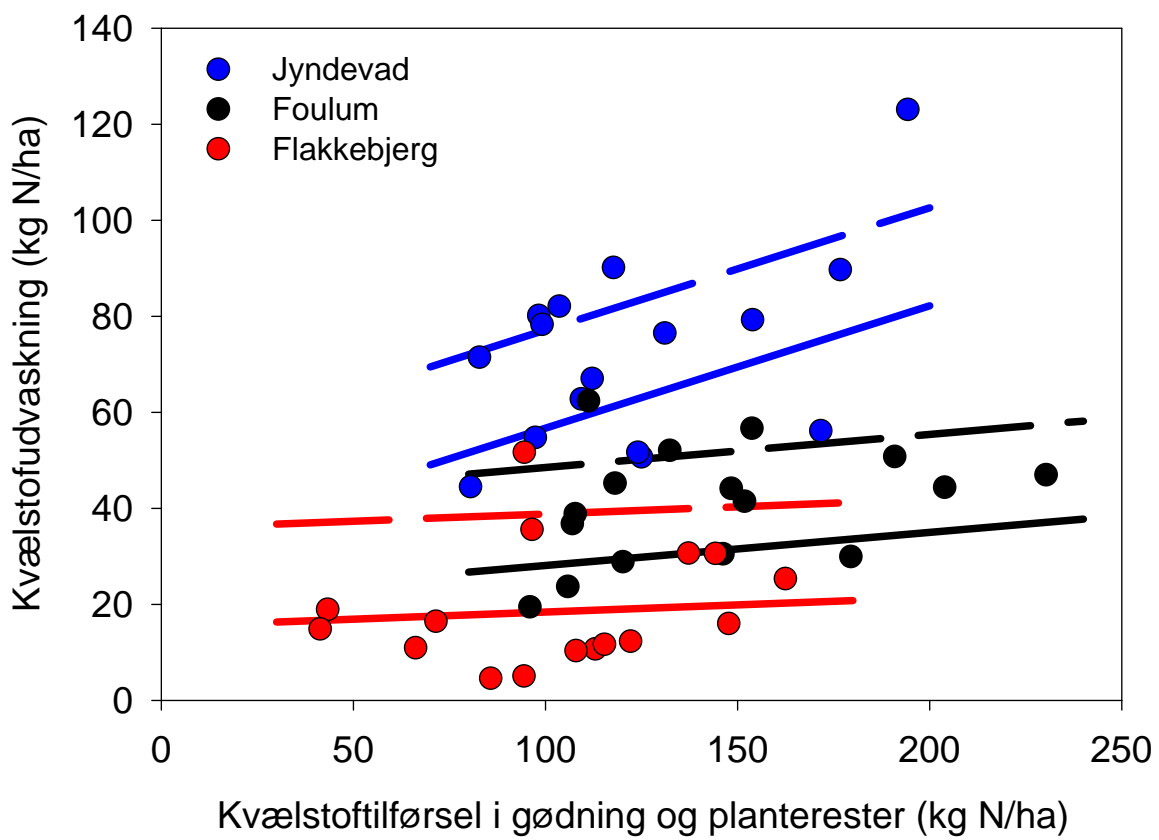
Målt kvælstofudvaskning i sædskifteforsøgene ved Jyndevad, Foulum og Flakkebjerg som gennemsnit af fire-årige rotationer i perioden 2005-2008 afhængig af kvælstofoverskuddet, der er beregnet som tilførsel af kvælstof i gødning, biologisk kvælstoffiksering og deposition minus fraført kvælstof i udbyttet. Linjerne viser de beregnede effekter af kvælstofoverskud på udvaskningen for hver lokalitet.

Figur 3

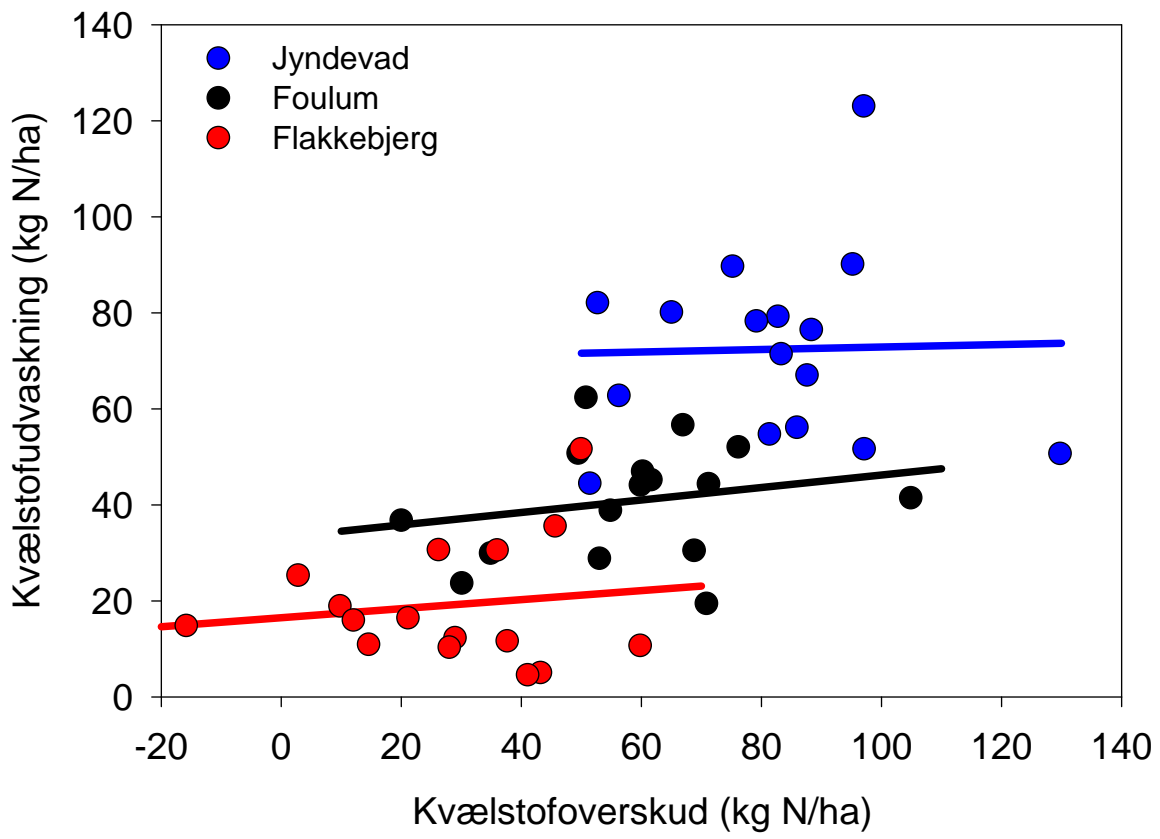
Gennemsnitlig kvælstofudvaskning i sædskifteforsøgene ved Jyndevad, Foulum og Flakkebjerg afhængig af plantedække i efteråret. Forskellen på søjlerne med ukrudt og bar jord er, at bestanden af ukrudt og spildplanter i situationerne med 'ukrudt' har fået lov til at vokse og dermed optage en del af kvælstoffet, mens der er gennemført stubbearbejdning i situationerne med 'bar jord'.

Forsøg med sædskifter

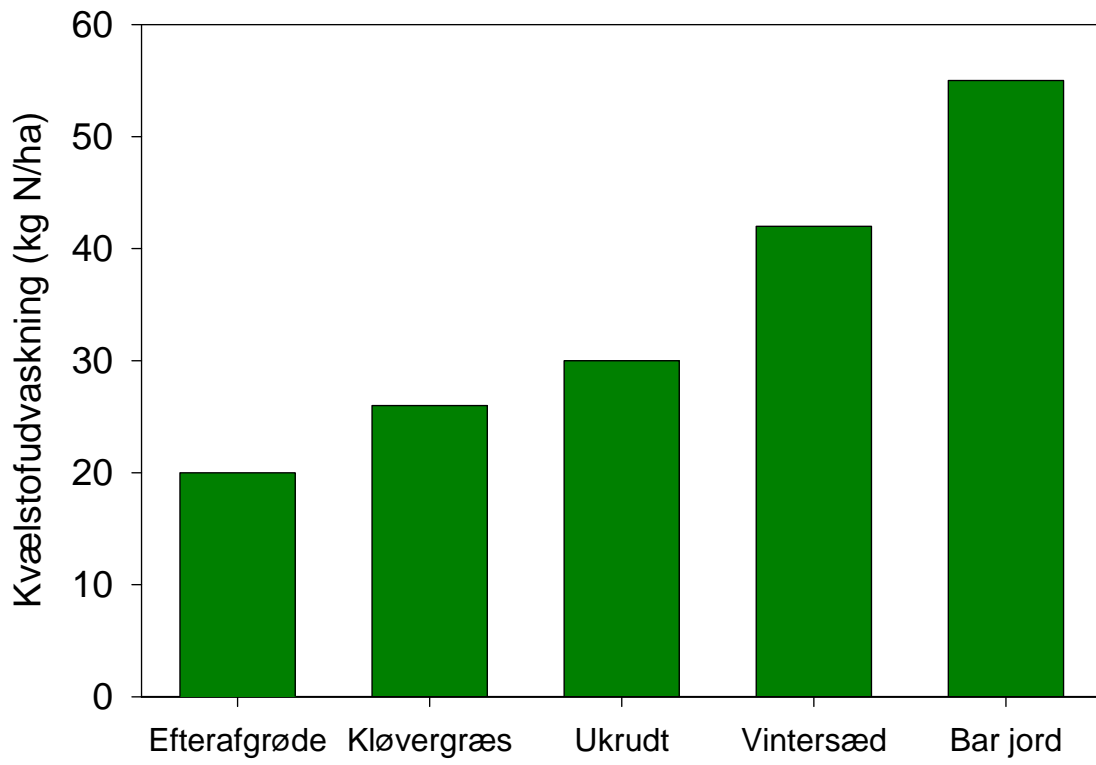
I 1997 blev der anlagt forsøg med forskellige økologiske planteavlssædskifter ved tre forsøgsstationer i Danmark: Jyndevad (JB1, 861 mm nedbør), Foulum (JB4, 668 mm) og Flakkebjerg (JB6, 548 mm). I forsøget indgik sædskifter med og uden helårsgrøngødning med kløvergræs, med og uden efterafgrøder og med og uden anvendelse af gødning (gylle). I 2005 blev en del af forsøgsbehandlingerne konverteret til konventionelle planteavlssædskifter med og uden efterafgrøder. Der er i forsøget gennemført detaljerende målinger af kvælstofbalance, herunder kvælstofudvaskning. Her præsenteres resultater fra 2005-2008, hvor der i det økologiske fire-marks sædskifte med grøngødning blev dyrket vårbyg, kløvergræs, kartofler og vinterhvede, mens det økologiske og konventionelle sædskifte med salgsafgrøder bestod af vårbyg, hestebønne, kartofler og vinterhvede. Forsøget gennemføres fortsat på Foulum.



Figur 1



Figur 2



Figur 3