



## Grundvandsbeskyttelse og økologiske dyrkningssystemer

En række parametre, som påvirker tab af kvælstof fra økologiske dyrkningssystemer er undersøgt for at kunne anvise økologiske dyrkningssystemer der vil give en god beskyttelse af underliggende drikkevandsmagasiner.

Betydelige mængder opløst organisk kvælstof blev udvasket under kløvergræsmarker. Om dette kvælstof omdannes til luftformigt kvælstof og undgår udvaskning er stadig et åbent spørgsmål. Med hensyn til nitratudvaskningen efter ompløjning af kløvergræsmarker var denne væsentligt lavere i lerblandet sandjord end i grovsandet jord, og der var en markant effekt af efterafgrøder. Udvasningen blev yderligere reduceret, når kornafgrøden blev høstet til ensilering, idet efterafgrøden dermed var bedre udviklet inden udvaskningssæsonen.

## Hvorfor forske i grundvandsbeskyttelse?

I Danmark har det høj prioritet, at vi kan drikke vores grundvand uden rensning. Der er en voksende erkendelse af, at rent grundvand kun kan oprettholdes gennem en aktiv indsats. Amterne udpeger områder med særlig drikkevandsinteresser og zonerer efterfølgende de arealer, som er særligt nitrat- og pesticidfølsomme. En perspektivrig mulighed for at regulere de forureningsfølsomme områder kan være, at man udlagde større sammenhængende arealer med økologisk jordbrug. Tabet af kvælstof afhænger af det økologiske dyrkningssystem, hvilket netop er det, der er fokus på i denne undersøgelse.

Vores hypotese er, at nogle af de driftsforanstaltninger, der kendetegner den økologiske driftsform, vil have en positiv effekt på både kvantiteten og kvaliteten af det grundvand, der dannes i forhold til konventionelle driftsformer. Det relevante ligger derfor i at udpege de aspekter af den økologiske dyrkningsform, der må formodes at påvirke grundvandskvaliteten i positiv retning. En vurdering af den samlede effekt af driftsforanstaltningerne på grundvandet for et givet økologisk dyrkningssystem forudsætter modelberegninger, som kan integrere effekten af de forskellige tiltag. Det betyder, at vi skal have bestemt effekten af de økologiske dyrkningssystemer på de modelparametre, der er betydende for nitratudvaskningen.

Især mangler der viden om, hvordan de hydrauliske parametre påvirkes af dyrkningssystemet, og om der er aspekter i de økologiske dyrkningssystemer, der medfører generelt større udvaskning af opløst organisk kulstof (DOC) fra pløjelaget, således at der kan ske en større DOC-dreven denitrifikation i underjorden af udvasket nitrat. Herved forsvinder det som frit kvælstof. Vi har identificeret nogle driftsforanstaltninger, som vi mener især vil have betydning. På grundlag af disse undersøgelser opstilles økologiske sædskifter, der i størst muligt omfang tilgodeser grundvandet. Der køres modelscenarier, som beregner udvaskningen fra umættet zone. Desuden vil der, for nogle af scenarierne blive modelleret for et helt opland for at undersøge, om eventuelle effekter i umættet zone også slår igennem i grundvandet på regionalt niveau.

## Hydrauliske egenskaber

Nogle af de driftsforanstaltninger, der kendetegner økologisk jordbrug kunne, i forhold til konventionelle driftsformer, have en positiv effekt på både kvantiteten og kvaliteten af det grundvand, der dannes. Nogle kunne tænkes at påvirke hydrauliske parametre således, at mindre kvælstof vil blive udvasket. Vi har undersøgt om mængden af husdyrgødning, et sundt sædskifte med stor andel af efterafgrøder samt jordløsning med efterfølgende on-landpløjning havde en effekt på de hydrauliske parametre.



Vi fandt dog ingen betydelige effekter. De mængder af organisk stof, man påvirker med almindelig landbrugsdrift, har ikke nævneværdig indflydelse på jordens vandholdende evne. Anvendelse af husdyrgødning, i stedet for mineralsk gødning, kan heller ikke forventes at påvirke jordens ledningsevne for vand i pløjelaget. Et højt næringsstofniveau giver - formodentlig pga bedre rodvækst - flere store porer og bedre ledningsevne for vand i jordlaget under pløjedybde. Effekten er uafhængig af, om næringsstofferne er tildelt som husdyrgødning eller som mineralsk gødning.

## Udvaskning af opløst organisk stof

Aspekter i de økologiske dyrkningssystemer, der medfører generelt større udvaskning af opløst organisk kulstof (DOC) fra pløjelaget, som f.eks. en større andel af kløvergræs og anvendelse af husdyrgødning, formodes at påvirke grundvandskvaliteten. Baggrunden for denne formodning er, at der ved den økologiske driftsform således tilføres mere organisk stof, som øger denitrifikationen (omdannelse af nitrat til luftformigt kvælstof) og dermed reducerer udvaskningen. Om dette reelt er tilfældet, har vi forsøgt at få svar på i markforsøg, hvor vi har bestemt, hvor meget organisk bundet kulstof og kvælstof der udvaskes fra kløvergræs eller fra en kornafgrøde etableret efter ompløjning af kløvergræs, og ved at undersøge om det udvaskede kulstof giver anledning til en øget denitrifikation i jordlagene under pløjelaget.

Undersøgelserne har fundet sted, dels på en lerblandet sandjord ved Forskningscenter Foulum, hvor målingerne blev foretaget under en gammel kløvergræs og efter en kornafgrøde etableret efter ugødet kløvergræs, og dels på en grovsandet jord ved Jyndevad, hvor målingerne fandt sted i kornafgrøder etableret efter kløvergræs. Kornafgrøderne blev her dyrket henholdsvis uden og med efterafgrøde. I forsøgsled med efterafgrøde blev kornafgrøden endvidere enten høstet som en grønafrøde til ensilering eller ved modenhed.

Kornafgrøden var enten ugødet eller blev gødet med 120 kg  $\text{NH}_4\text{-N}$  i gylle.

$\text{NO}_3$ -udvaskningen var væsentligt lavere i den lerblandede sandjord end i den grovsandede jord. Der var en markant effekt af efterafgrøder. Dette forstærkes yderligere ved, at man høster kornafgrøden til ensilering. Efterafgrøden bliver dermed

bedre udviklet inden udvaskningssæsonen starter. Resultaterne viser endvidere, at  $\text{NO}_3$ -udvaskningen kun udgjorde i størrelsesordenen fra under 50% til ca. 90% af den samlede N-udvaskning. Desuden blev der målt en udvaskning af organisk bundet N på op til 25 kg N/ha/år efter kornafgrøden høstet ved modenhed og uden efterafgrøde.

## Omdannes det organisk bundne N til frit N?

Spørgsmålet er dernæst, om udvaskningen af organisk bundet N skal tolkes som en ekstra udvaskningskomponent, eller om det organisk bundne N og C giver anledning til en øget denitrifikation og dermed en reduktion i nitratudvaskningen.

Forudsætningen for at der kan finde en denitrifikation sted er, at der for det første er iltfrie forhold, og for det andet, at der er organisk kulstof til stede i jorden, som tjener som energikilde for de denitrificerende bakterier. Iltfrie forhold opnås bl.a. ved højt vandindhold, og først når vandindholdet nærmer sig 80% af vandmætning sker der en denitrifikation af betydning. Mængden af organisk kulstof, der blev udvasket til 1 meters dybde, var 10-15 kg C/ha i den lerblandede sandjord og 90-160 kg C/ha i den grovsandede jord. Udvaskningen på de to jordtyper kan dog ikke direkte sammenlignes, idet målingerne blev foretaget i to forskellige udvaskningssæsoner med en afstrømning på henholdsvis ca. 200 og 600 mm.

Vi fandt imidlertid ikke, at udvaskning af organisk stof, i nævneværdig grad, gav anledning til en øget denitrifikation i jordlagene under pløjelaget. Kun ved højt vandindhold skete der en denitrifikation af betydning. Målinger af denitrifikationen blev dog kun foretaget til ca. 1 meters dybde, og resultaterne antyder derfor, at hvis det organiske stof udvaskes til større dybde, vil der i den temporært vandmættede zone, nær grundvandsspejlet, kunne forventes en øget denitrifikation. En udvaskning målt i en meters dybde behøver altså ikke at være ensbetydende med, at grundvandet belastes tilsvarende.

En vurdering af den samlede effekt af driftsforanstaltningerne på grundvandet for et givet økologisk dyrkningssystem forudsætter modelberegninger, som kan integrere effekten af de forskellige tiltag. De første resultater af dette arbejde vil snart være klar.



FØJO-forskningsprojekt:

## I.16 Økologiske dyrkningssystemers betydning på jordstruktur og hydrauliske parametre (ØKOVAND)

### Projektleder

Ole Hørbye Jacobsen,  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Afd. for Jordbrugsproduktion og Miljø  
Postbox 50, 8830 Tjele  
Tlf.: 89991761  
Tlf.: 8999 1761, Fax: 8999 1619,  
E-mail: Ole.H.Jacobsen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Ole Hørbye Jacobsen, Per Schjøning,  
Finn P. Vinther, Jens Peter Mølgaard, DJF,  
Søren Hansen, Henning Høgh Jensen,  
Hans Christian Bruun Hansen, Jim Rasmussen,  
Birgitte Gjettermand, KVL, Merete Styczen, DHI

### Udvalgte publikationer

Munkholm, L.J. and Schjøning, P. and Rüegg, K.  
(2004) *Mitigation of subsoil compaction by light traffic and on-land ploughing*. I. Soil response. [preprint]

Jørgensen, P.R. and Urup, J. and Helstrup, T. and Jensen, M.B. and Eiland, F. and Vinther, F.P.  
(2004) *Transport and reduction of nitrate in clayey till underneath forest and arable land*. Journal of Contaminant Hydrology 73:207-226.

Rasmussen, Jim and Høgh-Jensen, Henning  
(2004) *Origin and composition of Dissolved Organic C and N from grass-clover mixtures*. Poster presented at Cost Action 627 - Carbon Storage in European grasslands, Ghent, Belgium, June 3-6 2004.

Vinther, F.P. and Eriksen, J. & Hansen, E.M.

(2004) *Leaching of dissolved organic carbon (DOC) and nitrogen (DON) from grass-clover pastures after ploughing*. [oral] Presentation at DOM 2004 - International workshop: Dissolved Organic Matter and the Cycling of Carbon, Nutrients and Metals, Bayreuth, Germany, October 3-6 2004.

Schjøning, P. and Munkholm, L.J. & Elmholt, S.

(2003) *Jordkvalitet og dyrkningsmetoder* [Soil quality and management], in Holmstrup, M., Eds. Økologisk landbrug og naturen - gør økologisk landbrug en forskel for natur og miljø?, chapter 1, page 9-19. Miljøbiblioteket 1. Gads Forlag.

Vinther, F.P. (2003) *Kvælstof forsvinder* [Nitrogen disappears]. I Økologisk Jordbrug, No 297, s. 8.

Vinther, Finn P. and Hansen, Søren (2004) *SimDen - en simpel model til kvantificering af N<sub>2</sub>O-emission og denitrifikation*. [SimDen - a simple model for quantification of N<sub>2</sub>O-emission and denitrification.]. DJF rapport no. 104, Department for Agroecology, Danish Institute of Agricultural Sciences.

### Links

Projektets egen hjemmeside kan findes på <http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i16.html>

## Om FØJO II

Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) har siden 1996 initieret og koordineret forskning inden for økologisk jordbrug og fødevarerproduktion. FØJO er et forskningscenter uden mure, hvor aktiviteterne bygger på et samarbejde mellem forskere, forskningsinstitutioner, det økologiske jordbrugs organisationer, forbrugerorganisationer og myndigheder.

Hovedparten af den igangværende forskningsindsats, som populært kaldes FØJO II, afsluttes ved udgangen af 2004. Som et led i formidlingen udgives informationsfoldere om hvert af de 42 forskningsprojekter i indsatsen. Informationsfolderne kan sammen med mange andre oplysninger findes via web-stedet [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk).