

GRUNDVANDSBESKYTTELSE VED ØKOLOGISK JORDBRUG

Forsker, geolog, ph.d. Birgitte Hansen
Centerleder, agronom, ph.d. Erik Steen Kristensen
Forskningscenter for Økologisk Jordbrug
Forskningscenter Foulum

ATV MØDE
VIRKEMIDLER I GRUNDVANDSBESKYTTELSEN

SCHÆFFERGÅRDEN
26. september 2001

RESUME

Økologisk jordbrug udgør et samlet koncept, som både kombinerer stor dannelse af grundvand, pesticidforbud, mange positive miljøeffekter og merindtjening i landbrugserhvervet som følge af en merpris på produkterne. Økologisk jordbrug er derfor i mange tilfælde at foretrække frem for f.eks. skovrejsning eller pesticidfri dyrkning. Der er imidlertid problemer med at kunne forudsige kvælstofudvaskningen fra økologisk jordbrug især på grund af vanskeligheder med at kunne simulere udvaskningen fra forskellige typer græsmarker, som anvendes i stor udstrækning i økologisk jordbrug. Hvis der i grundvandsfølsomme områder stilles krav om pesticidfri dyrkning og at nitratkoncentrationen skal være under f.eks. 50 mg/l vurderes det, at disse krav vil kunne opfyldes relativt enklest og billigst ved økologisk drift.

INDLEDNING

I "Aktionsplan II – økologi i udvikling" fra det Økologiske Fødevareråd (januar 1999) er der givet flere anbefalinger med det formål at øge mulighederne for det økologiske jordbrugs betydning i forbindelse med beskyttelsen af miljøet og fremme af en bæredygtig udvikling af jordbruget. Ligeledes afsluttede Bichel-udvalget arbejdet om pesticider (marts 1999) med flere anbefalinger til Miljø- og energiministeren, som kæder økologisk jordbrug sammen med grundvandsbeskyttelse. Der eksisterer derfor flere politiske incitamenter for at bruge økologisk jordbrug som redskab til grundvandsbeskyttelse i følsomme indvindingsområder.

I Økologisk jordbrug er der en række centrale mål med hensyn til miljø og natur:

1. at arbejde så meget som muligt i lukkede stofkredsløb og benytte stedlige ressourcer
2. at bevare/øge jordens frugtbarhed
3. at undgå alle former for forurening, som kan hidrøre fra jordbrugsmæssig praksis

Ligeledes er der flere restriktioner i økologisk jordbrug, som har relation til udvaskning af pesticider og næringsstoffer:

1. Industrielt fremstillede gødninger og pesticider er ikke tilladte
2. Maks. 25% af den afgrødespecifikke kvælstofnorm kan indkøbes i form af konventionel husdyrgødning
3. Maks. 15-25% af foderbehovet til husdyrene kan være af konventionel oprindelse

Restriktionerne revideres løbende i Plantedirektoratet i takt med udviklingen i økologisk jordbrug, og f.eks. er der netop indført en stramning med et gødningsmaksimum på $1,4 \text{ De ha}^{-1}$. Ligeledes har malkekvægbrugene netop indført krav om 100% økologisk foder. På plantebrug kan der maks. importeres 70 kg N/ha i organisk gødning. Pesticidforbuddet i økologisk jordbrug betyder, at økologisk jordbrug i lighed med naturlige økosystemer direkte beskytter grundvandet mod pesticidrester. På den anden side kan høj tilførsel af N i husdyrgødning eller planterester resultere i risiko for en høj næringsstofudvaskning. I nærværende artikel beskrives de muligheder, der er i at anvende økologiske produktionsmetoder til beskyttelse af grundvandet.

ØKOLOGISK JORDBRUG KONTRA SKOV

Skal der vælges økologisk jordbrug eller skovrejsning, når der skal laves indsatsplaner for de følsomme indvindingsområder? Spørgsmålet kan let tænkes at blive aktuelt. Valget kræver flere overvejelser og er bl.a. afhængig af de lokale nedbørs-, jordbunds- og geologiske forhold. På Sjælland findes der f.eks. lerede og drænedede jorde med komplicerede geologiske forhold, lave nedbørsmængder i forhold til resten af landet, og stor befolkningstæthed med behov for meget drikkevand. Her er det vigtigt at vælge landbrugsafgrøder frem for skov, idet fordampningen herved mindskes, hvilket vil resultere i en større mængde vand, der nedsiver mod grundvandet hvert år, og dermed en større grundvandsdannelse. På sandjorderne er det mere oplagt at vælge skov, men her er der konkurrence fra heden, der ligesom landbrugsafgrøderne har en lavere fordampning i forhold til skove. Et andet forhold, som taler for økologisk jordbrug frem for skovrejsning, er, at man ved at vælge økologisk jordbrug kan bidrage til, at landbrugserhvervet overlever i de egne af landet, hvor man ellers kan frygte en marginalisering. Dernæst er pesticiderne jo ikke tilladte i økologisk jordbrug, mens de kan anvendes i skovbruget. Ligeledes er økologisk jordbrug en mere reversibel produktionsform end skov. Et sidste punkt, som taler til fordel for økologisk jordbrug, er merpriserne på produkterne. Af ulemper ved økologisk jordbrug frem for skov kan nævnes, at udvaskningen af næringsstoffer er størst fra landbruget. Målinger i Danmark af kvælstofudvaskningen fra økologisk jordbrug viser værdier mellem 27 og 40 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Hansen, 1998), mens udvaskningen fra skove normalt er under 3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Gundersen og Rasmussen, 1990). Ligeledes er der forskellige opfattelser af, om naturværdien bliver større eller mindre ved omlægning til økologisk jordbrug kontra skovrejsning.

ØKOLOGISK JORDBRUG KONTRA PESTICIDFRI DYRKNING

Et andet oplagt spørgsmål vil være, om der skal vælges økologisk jordbrug frem for pesticidfri konventionel dyrkning i de kommende indsatsplaner? En af de væsentligste grunde til at vælge økologisk jordbrug er, at der er mange andre positive miljøeffekter ved økologisk frem for konventionelt jordbrug (Tabel 1). Her skal fremhæves den biologiske aktivitet (bakterier, svampe, springhaler, mider og regnorm), som på lige fod med fraværet af pesticidudvaskning er meget bedre i økologisk end i konventionelt jordbrug (Axelsen og Elmholt, 1998). Dette skyldes det alsidige sædskifte samt både det reducerede brug af gødninger og brugen af udelukkende organiske gødninger i økologisk jordbrug. Sædskiftets miljøtilstand er også bedre i økologisk i forhold til konventionelt jordbrug på grund af: 1) større mængder og artsdiversitet i udkrudtsforaen, 2) lavere tæthed af bladlus, 3) højere tæthed af nytteinsekter (løbebiller og edderkopper) og højere antal af fugle (Sanglærker og Viber) (Reddersen, 1999). Dette skyldes hovedsagelig sædskiftets alsidighed og forbuddet mod anvendelse af pesticider i økologisk jordbrug. Derfor må der også forventes en bedre miljøtilstand i markerne alene ved pesticidfri konventionel dyrkning frem for traditionel konventionel dyrkning.

Tabel 1 Økologisk jordbrugs effekt på miljøet i forhold til konventionelt jordbrug (++) meget bedre, + bedre, 0 det samme, - værre) (Hansen et al., 2000b)

Kategori	Indikatorgruppe	Effekt	Vigtigste "driving force"
Ressourceforbrug	Nitrogen	+/0/-	
	Fosfor	+/0	
	Kalium	+/0	
	Energi	++/+	
Vandmiljøet	Pesticidudvaskning	++	Forbud mod pesticider
	Nitratudvaskning	+/0	Sædskiftet og brug af næringsstoffer
	Fosforudvaskning	+/0	
Jorden	Organisk stof	+/0	
	Biologisk aktivitet	++	
	Struktur	+/0	
Økosystemet	Sædskiftet	++/+	Sædskiftet og forbud mod pesticider
	Halvkulturrealer	+/0	Forbud mod pesticider og brug af næringsstoffer
	Småbiotoper	+/0	
	Landskabet	+/0	Sædskiftet og gårdens layout

Brugen af fossil energi og produktionen af drivhusgasser er også lavere i økologisk end i konventionelt jordbrug (Dalgaard et al., 2000). Det skyldes hovedsageligt et lavere indirekte energiforbrug relateret til forbuddet mod anvendelse af kunstgødning i økologisk jordbrug. Som et sidste punkt fremhæves kvælstofforbruget på landbrugsbedriften. I økologisk jordbrug er der for de fleste brugstyper et lavere overskud af kvælstof i bedriften (Halberg et al., 1995) og i marken (Hansen et al., 2000a) end på tilsvarende konventionelle brug. Men der findes dog i dag brugstyper med et højt kvælstofoverskud som f.eks. visse økologiske svinebrug (Hansen et al., 2000a). Her er der derfor især behov for en udvikling i fremtiden.

Derudover forventes en merpris på de økologiske produkter, som ikke findes alene ved pesticidfri dyrkning. Af ulemper ved den økologiske frem for den pesticidfri dyrkning kan nævnes, at den økologiske omlægning tager tid, og at der må forventes et lavere afgrødeudbytte i økologisk jordbrug end pesticidfri dyrkning jævnfør resultaterne fra Bichel-udvalget.

KVÆLSTOFTILDELINGEN I ØKOLOGISK JORDBRUG

Plantedirektoratet modtager hvert år gødningsregnskaber for langt de fleste bedrifter. På baggrund heraf er der i tabel 2 udarbejdet en oversigt over kvælstofdeling m.m. i økologiske brugstyper.

Det fremgår af tabel 2, at kvælstof fordelingen opgjort som effektivt kvælstof er betydeligt lavere i de økologiske jordbrugstyper. Inden for de økologiske brugstyper er fordelingen mindst på plantebrugene, som udgør ca. 1/3 af de økologiske bedrifter. Det er desværre ikke muligt at forudsige kvælstofudvaskningen direkte ud fra kvælstof fordelingen i tabel 2. Der er her nødvendigt at inddrage modelværktøjer.

Tabel 2 Kvælstoftildeling og kvælstofkvoter i økologiske og ikke økologiske jordbedrifter i Danmark (Plantedirektoratet, 2000)

	Antal	Areal ha	Handels- gødning	Organisk gødning	Husdyr- Gødning ¹	Tilført ² kg N/ha	Kvote ² kg N/ha
----- kg N pr. bedrift -----							
Ikke økologisk	51.415	49,3	4.640	43	1.604	128	139
Økologisk	3.636	47,0	0	77	1.482	33	117
<i>Brugstype</i>							
Kvæg	1.537	59,0	0	95	2.796	49	152
Svin	290	28,2	0	17	943	34	120
Blandet brug	734	19,4	0	69	565	33	133
Plantebrug	1.075	53,8	0	72	376	8	58

1 Effektivt kvælstof. Den totale mængde kvælstof gange den i gødningsreglerne fastsatte andel, der skal indgå i gødningsregskabet

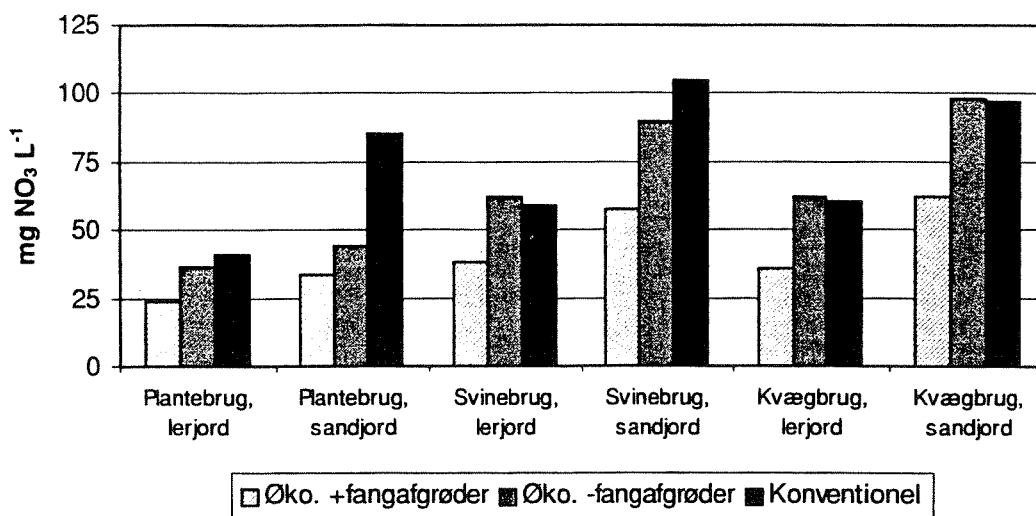
2 Beregningen af gennemsnittet er sket med bedriftens areal som vægt

KVÆLSTOFUDVASKNING

Under FØJO har der forløbet (1999/2000) et videnssyneseprojekt omkring grundvandsbeskyttelse og økologisk jordbrug (Hansen et al., 2001). Videnssynese går i korthed ud på at indsamle og sammenstille den eksisterende viden på et område og diskutere denne viden i et forum af eksperter inden for forskellige discipliner og fagområder. Det overordnede formål var at give en status omkring grundvandsbeskyttelsen og økologisk jordbrug, herunder især N-udvaskning. Projektet sammenkoblede den viden, som findes omkring miljøbelastning fra økologisk jordbrug, med den viden, som findes omkring forureningsproblemer i grundvandet. I videnssynesen er der ikke nået en endelig konklusion omkring grundvandskvaliteten. Dette skyldes især, at der på nuværende tidspunkt ikke eksisterer en velegnet nitratudvaskningsmodel, der kan forudsige udvaskningen fra økologisk jordbrug, blandt andet på grund af problemer med at kunne forudsige N-udvaskningen fra forskellige typer græsmarker, der anvendes i stor udstrækning i økologisk jordbrug. F.eks. er det vist, at det meget udbredte modelværktøj DAISY p.t. er uegnet til at forudsige N-udvaskning i økologiske brug (Jensen et al., 1999). Arbejdet i videnssynesen har imidlertid resulteret i en samling af resultater angående N-udvaskningen fra økologisk jordbrug.

Både feltundersøgelser og modelberegninger på markniveau har generelt vist, at N-udvaskningen fra økologisk jordbrug er lav (e.g. Figur 1 og Tabel 3). Ligeledes viser de fleste undersøgelser, som sammenligner økologisk med konventionelt jordbrug et højere N-udvaskningspotentiale fra konventionelt jordbrug. Det er dog svært at lave generelle konklusioner om N-udvaskningen fra økologiske og konventionelle systemer, da: I) årstal og varighed af undersøgelserne varierer, II) resultaterne er afhængige af den anvendte metode, III) jordtype og klima varierer og IV) de fleste undersøgelser har været på kvægbrug. Kun få undersøgelser har for eksempel beskæftiget sig med økologiske plante- og svinebrug. Det må også erkendes, at nitratudvaskningen i nogle økologiske produktionssystemer er for høj til at sikre beskyttelse af grundvandet. Der er således et stort behov for at analysere og udvikle for

bedrede modelværktøjer og økologiske produktionssystemer, der kan sikre en tilstrækkelig beskyttelse af grundvandet.



Figur 1 Modelleret N-udvaskning ($\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$) fra konventionelle og økologiske brugstyper på sand- og lerjorde (Hansen et al., 2001)

Der findes kun få regionale undersøgelser som omhandler N-udvaskningen fra økologisk jordbrug. En nyere dansk undersøgelse har vist, at effekten af omlægningen til økologisk jordbrug på N-udvaskningen er meget afhængig af, hvilke bedriftstyper der omlægges, og hvor meget belægningsgraden ændres (Tabel 3). F.eks. betyder en stor selvforsyningsgrad med foder og gødning på den økologiske bedrift en lav N-udvaskning. I nogle europæiske lande, som f.eks. Tyskland, er det en udbredt opfattelse, at grundvandsforureningen med nitrat er lavere fra økologisk jordbrug. Andre lande, som Danmark, ønsker flere videnskabelige beviser, før man vil bruge økologisk jordbrug som et redskab i grundvandsbeskyttelsen.

Tabel 3 Nitratudvaskning fra det økologiske sædskifte ved Foulum (modificeret efter Askegaard, 1999)

	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	Gennemsnit
Mm år ⁻¹	578	64	208	338	297
Kg N ha ⁻¹ år ⁻¹	57	4	24	67	38
Mg NO ₃ -N L ⁻¹	10	6	12	20	12
Mg NO ₃ L ⁻¹	43	28	51	87	52

Tabel 4 25% omlægning af regionalt landbrugsområde ved Bjerringbro ved 4 forskellige økologiske scenarier. N-udvaskningen er modelleret med SKEP-modellen, og i parentes ses modellering med Simmelsgaard II modellen. Resultaterne for N-udvaskningen gælder kun for de 25% af arealet, som omlægges (modificeret efter Heidman et al., 2000).

Scenario	Før omlægning kg N/ha/år	Efter omlægning kg N/ha/år	Relativ ændring i N- udvaskning, %
I) Kun kvægbrug omlægges	125 (103)	92 (39)	27 (62)
II) Omlægning som i 1997	110 (94)	74 (37)	32 (60)
III) Kun plante- og svinebrug omlægges	58 (51)	72 (50)	-25 (5)
IV) Omlægning i SFL-området, 100% selvforsyning med foder og gødning.	78 (67)	42 (26)	47 (59)

CENTRALE KRAV FOR GRUNDVANDSBESKYTTELSE VED LANDBRUGSDRIFT

Landbruget kan forurene grundvandet på overvejende to måder, nemlig med pesticider og kvælstof. Det må derfor være et ultimativt krav, at pesticider ikke anvendes i grundvandsfølsomme områder. Med hensyn til kvælstof må kravet være, at nitratkoncentrationen pr. l vand, som forlader rodzonen, skal være under f.eks. 50 mg/l. Hvis kravene formuleres på den måde, er der således ingen sikkerhed for, hvilken driftsform, der vælges. Det vurderes imidlertid, at kravene vil kunne opfyldes relativt enklest og billigst ved økologisk drift ved at justere dyretætheden, brugstypen og sammensætningen af sædskiftet til lokale forhold, som er relateret til klima, jordtype, geologi etc.

REFERENCER

- Anonym, 2000. Gødningsregnskaber. Fysisk kontrol. Statistik 1998/99. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Plantedirektoratet.
- Askegaard, M., Eriksen, J., Søgaard, K., og Holm, S., 1999. Næringsstofhusholdning og planteproduktion i fire økologiske kvægbrugssystemer. DJF rapport, 12, 112 p.
- Axelsen, J. AA., og Elmholt, S., 1998. Scenarium om 100% økologisk jordbrug i Danmark, A3.4. Jordbundens biologi. Rapport for Bichel-udvalget.
- Dalgaard, T., Halberg, N., og Fenger, J., 2000. Simulering af fossilt energiforbrug og emission af drivhusgasser. Tre scenarier for omlægning til 100% økologisk jordbrug i Danmark. FØJO-rapport nr 5, 69 pp.
- Gundersen, P. og Rasmussen, L., 1999. Nitrification in forest soils: effects of nitrogen deposition on soil acidification and aluminium release. Rev. Of Environm. Contamin. Abd Toxicol., 1-45.
- Halberg, N., Kristensen, E.S. og Kristensen, I.S., 1995. Nitrogen turnover on organic and conventional mixed farms. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 8(1), 30-51.

- Hansen, B., 1998. Kvælstofomsætning og review af undersøgelser omkring N-udvaskning i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 2, 15-26.
- Hansen, B., Kristensen, E.S., Grant, R., Høgh-Jensen, H., Simmelsgaard, S.E. and Olesen, J.E., 2000a. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems - a modelling approach. *European Journal of Agriculture* 13, 65-82.
- Hansen, B., Alrøe, H.F. and Kristensen, E.S., 2000b. Assessing the environmental impact from organic farming – with special attention to Denmark. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 83, 11-26.
- Hansen, B., Ernstsén, V. og Henriksen, H.J., 2001. Status omkring grundvandsbeskyttelse ved omlægning til økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 10.
- Heidmann, T., Børgesen, C., Mogensen, L., Dalgaard, T og Nielsen, F., 2000. Fremgangsmåde ved N-modellering. Kapitel 4, FØJO rapport (in press).
- Reddersen, J., 1999. Naturindhold i økologisk jordbrug. Natur, miljø og ressourcer i økologisk jordbrug. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug. FØJO-rapport, 3, 69-84.
- Jensen, L.S., Müller, T., Eriksen, J., Thorup-Kristensen, K. & Magid, J. 1999. Simulation of plant production and N fluxes in organic farming systems with the soil-plant atmosphere model DAISY. In: *Designing and testing Crop rotations for organic farming. Proceedings from an international workshop. DARCOF Report no. 2: 235-249.*