

Økologisk landbrug og naturen

Martin Holmstrup er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Terrestrisk Økologi i Silkeborg. Han er uddannet som biolog og har en doktorgrad i arbejdet med spørgsmål om, hvordan jordbundsdyr reagerer på, og er tilpasset, forskellige former for stress, f.eks. klimastress, giftstress og landbrugets jordbearbejdning.

Gösta Kjellsson er seniorrådgiver ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Terrestrisk Økologi i Silkeborg. Han er ph.d. i planteøkologi og arbejder med risikovurdering af genmodificerede planter (GMP).

Knud Tybirk er seniorrådgiver ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet, Kalø. Han er ph.d. i biologi og arbejder med naturen i agerlandet i forbindelse med en række forsknings- og overvågningsprojekter.

Niels Elmegaard er seniorbiolog ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Terrestrisk Økologi i Silkeborg. Har bl.a. beskæftiget sig med konsekvenser af pesticidforbruget i landbrug, skovbrug, frugtavl, frilandsgrønsager, væksthuse og planteskoler.

Rasmus Ejrnæs er seniorforsker og biolog ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet, Kalø. Han er ph.d. i græslandsøkologi og naturbeskyttelse. Har undersøgt miljøets betydning for mangfoldighed og arts-sammensætning i græslandsvegetation.

Ruth Grant er hortonom og seniorrådgiver ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi, hvor hun arbejder med næringsstof- og pesticidtab fra landbrug, regelstyring i landbruget og evaluering af vandmiljøhandlingsplaner.

Jesper S. Schou er seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Systemanalyse i Roskilde, og uddannet miljøøkonom. De seneste 10 år har han arbejdet med analyser af landbrugets miljøpåvirkning i relation til gødnings- og pesticidanvendelse samt arealanvendelsen.

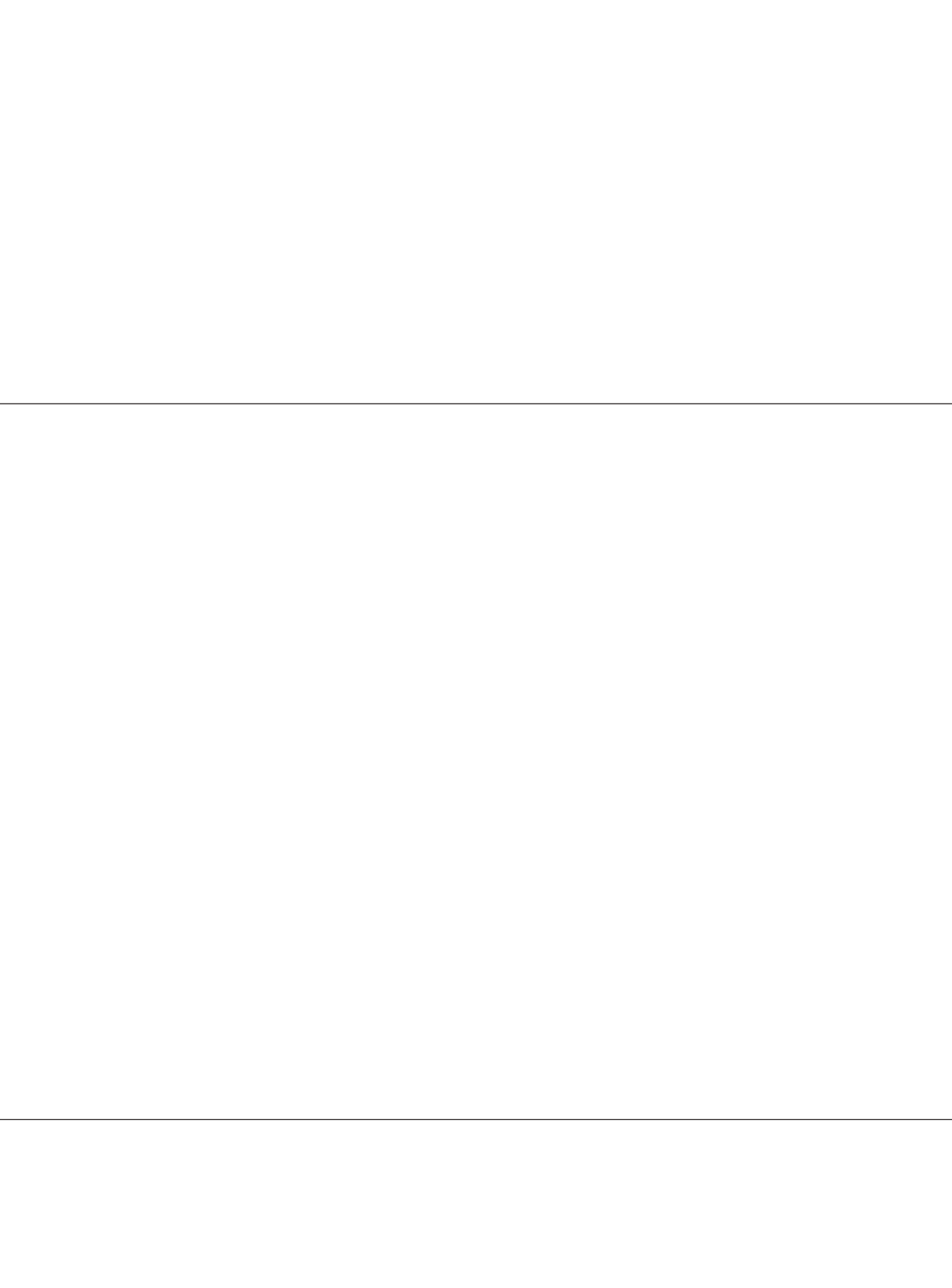
Susanne Elmholt er seniorforsker ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Foulum. Hun er uddannet biolog og agronom med ph.d. inden for pesticiders virkning på jordens mikroorganismer. Hendes arbejdsområde er jordbundens svampe.

Per Schjøning er uddannet agronom og ansat som seniorforsker ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Foulum. Forsker i, hvordan landbrugets driftsforanstaltninger påvirker jordens frugtbarhed og kvalitet, herunder især jordens fysiske egenskaber.

Lars J. Munkholm er ph.d. i landbrugsvidenskab og seniorforsker ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Foulum. Forsker i, hvordan forhold som gødsning, sædskifte, jordbearbejdning og trafik påvirker jordstruktur og plantevækst, herunder specielt rodvækst.

Vibeke Langer er ph.d. i landbrugsvidenskab og lektor på den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole inden for fagområdet økologisk jordbrug. Hun forsker og underviser i økologisk jordbrug, og interesserer sig især for den rolle, landmandens dyrkningsmetoder og naturforvaltning spiller for agerlandets natur.





Økologisk landbrug og naturen

– gør økologisk landbrug en forskel for natur og miljø?

Redigeret af:

Martin Holmstrup

Med bidrag af:

Gösta Kjellsson

Knud Tybirk

Niels Elmegaard

Rasmus Ejrnæs

Ruth Grant

Jesper S. Schou

Susanne Elmholt

Per Schjønning

Lars J. Munkholm

Vibeke Langer

**Økologisk landbrug og naturen
– gør økologisk landbrug en forskel for natur og miljø?**

Redigeret af
Martin Holmstrup

Med bidrag af
Gösta Kjellsson, Knud Tybirk, Niels Elmegaard, Rasmus Ejrnæs,
Ruth Grant, Jesper S. Schou, Susanne Elmholt, Per Schjøning,
Lars J. Munkholm og Vibeke Langer

© 2003 Danmarks Miljøundersøgelser, forfatterne
og G.E.C.Gads Forlag. Aktieselskabet af 1994, København

Alle rettigheder forbeholdes.
Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem
eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk,
elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd,
overført til databanker eller på anden måde, uden forlagets
skriftlige tilladelse.
Enhver kopiering fra denne bog må kun ske efter reglerne i lov
om ophavsret af 14. juni 1995 med senere ændringer.
Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen

Illustrationer og montage: Juana Jacobsen og Kathe Møgelvang,
Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.
Omslag: Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.
Omslagsfotos: Elin Jørgensen (øverst) og CDanmark.
Scanning og tryk: Narayana Press, Gylling
Indbinding: Damm's Forlagsbinderi ApS, Randers

Denne bog er trykt på 130g Cyclus Print.
Overskydende papir og pap er genbrugt.

ISBN 87-12-04018-5

1. udgave, 1. oplag 2003

Gads Forlag
Klosterstræde 9
1157 København K
Tlf: 33 15 05 58
Fax: 33 11 08 00
www.gads-forlag.dk
E-mail: sekr@gads-forlag.dk

Indledning 6

Martin Holmstrup



Jordkvalitet og dyrkningsmetoder 9

Per Schjønning, Lars J. Munkholm og Susanne Elmholt



Livet i jorden 21

Susanne Elmholt og Martin Holmstrup



Biodiversitet og naturkvalitet 33

Knud Tybirk, Niels Elmegaard, Rasmus Ejrnæs, Vibeke Langer og Martin Holmstrup



Økologisk landbrug og genmodificerede planter 43

Gösta Kjellsson



Vandmiljøet og økologisk landbrug 53

Ruth Grant



Økonomi og økologisk landbrug 67

Jesper S. Schou

Litteratur 76

Ordliste 80

Stikordsregister 82

Indledning



Figur 0-1
Mange mennesker forbinder økologisk landbrug med bedre forhold for natur og miljø. I bogen prøver vi at besvare om det faktisk er sådan i virkeligheden.

Foto: Hans Jørgen Lysholm.

Økologisk mad er populær. Både fordi mange mennesker er bekymrede for deres egen sundhed og hvad de spiser, men også fordi det er en udbredt opfattelse, at det er nødvendigt at dyrke afgrøder efter principper, der kan nedbringe miljøbelastningen fra landbruget. I den forbindelse har mange peget på økologisk landbrug som en – i miljømæssig forstand – bæredygtig form for landbrug. Men hvad betyder begrebet "bæredygtighed"? Der findes ikke nogen fast definition af hvad bæredygtighed er. Faktisk er det bestemt af de holdninger og politiske interesser, der findes i samfundet til enhver tid. Og således er opfattelsen af bæredygtighed ændret med tiden, hvilket også har medført at det økologiske landbrug til stadighed er i udvikling.

I disse år opfattes økologisk landbrug som en driftsform baseret på lokale og fornyelige ressourcer, og hvor der i videst muligt omfang tages hensyn til naturen og miljøet. De principper for økologisk landbrug, som har relevans for natur og miljø, kan opsummeres i disse 5 punkter, der er modificeret fra Økologisk Landsforenings avlsgrundlag:

1. Arbejde så meget som muligt i lukkede stofkredsløb og benytte stedlige ressourcer.
2. Bevare jordens naturlige frugtbarhed, ved ikke at udpine jorden, men at føre de næringsstoffer tilbage, som man fjerner med afgrøden. Ved at bevare en god og funktionsdygtig landbrugsjord forhindrer man også jorderosion, og sørger for at naturlig frigivelse af plantenæringsstoffer kan ske ved forvitring.
3. Undgå alle former for forurening, som kommer fra landbrugsmæssig praksis, det vil sige ikke at bruge pesticider til ukrudt- og skadedyrsbekæmpelse. Herunder hører også, at der ikke tillades brug af genmodificerede afgrøder.
4. Arbejde hen imod, at byernes og fødevarerindustriens affaldsprodukter opnår en kvalitet, så de kan genbruges som gødningsmidler i landbruget.
5. Gøre alt, hvad der er muligt, for at sikre at alle levende organismer lige fra mikroorganismer til planter og dyr, som landbrugeren arbejder med, bliver forbundsfæller.

Siden det økologiske landbrug er blevet en mere etableret bedriftsform op gennem firserne og videre frem, har vi fået en meget bedre og mere detaljeret dokumentation for hvilke konsekvenser denne form for landbrug har for miljø og sundhed. Denne viden er i Danmark bragt et stort skridt videre som følge af de sidste års forskningsprogrammer indenfor økologisk landbrug.

Bogen har til hensigt at gøre status over den viden man har omkring miljøpåvirkning og naturindhold inden for økologisk landbrug. Som undertitlen antyder – gør det en forskel? – vil den gennemgående angrebsvinkel være en sammenligning med konventionelt landbrug.

Bogen indeholder 6 kapitler. Kapitel 1 og 2 omhandler jorden som dyrkningsmedie. Hvad karakteriserer en god og frugtbar jordbund, hvad består den af, og hvorledes påvirker landbrugsdriften disse forhold? Er der fordele forbundet med økologisk landbrug? Påvirkning af jordens levende organismer beskrives fordi de har en stor rolle i spørgsmålet om jordens frugtbarhed. I kapitel 3 ses der på om den økologiske landbrugsdrift giver bedre forhold for landskabets vilde planter og dyr. Herefter går bogen i kapitel 4 over til at se på om gen-modificerede planter i tilstødende konventionelle bedrifter udgør en trussel for økologisk landbrug, der som bekendt ikke tillader brugen heraf. I kapitel 5 ses der på om økologisk landbrug er en løsning til landbrugets utilsigtede tilførsel af næringsstoffer til grundvand og vandmiljø. I bogens sidste kapitel behandles økonomiske aspekter af omlægning til økologisk landbrug. Hvad koster de miljømæssige fordele ved økologisk landbrug samfundet? De enkelte kapitler er skrevet, så de kan læses i sammenhæng eller enkeltvis.



Jordkvalitet og dyrkningsmetoder



Ligesom der findes vandkvalitet, luftkvalitet og fødevarekvalitet, findes der jordkvalitet. Og jordens kvalitet hænger nøje sammen med dens struktur, f.eks. dens indhold af partikler og porer. Dette kapitel handler om, hvordan økologisk og konventionelt landbrug påvirker jordkvaliteten. På nogle områder er økologisk landbrug bedst, men ikke på alle.

Foto: Highlights.

Jordkvalitet

I økologisk landbrug baseres planteproduktionen på jordens naturlige frugtbarhed. Der kan ikke anvendes sprøjtemidler og kunstgødning som "akut hjælp" til en skrantende afgrøde. Landmanden kan derimod forsøge at fremme frugtbarheden gennem sædskifte, organiske gødninger og jordbearbejdning. Udvikling af økologisk landbrug kræver en god forståelse af, hvordan disse redskaber bedst fremmer frugtbarheden.

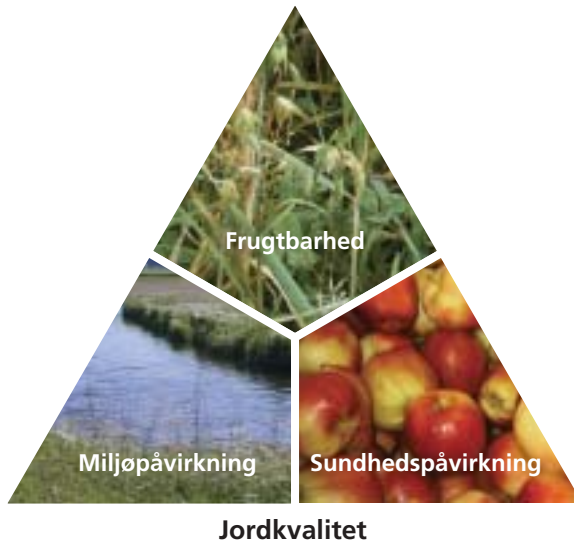
Betegnelsen "jordfrugtbarhed" bruges mest om jordens evne til at give en stor høst. Men i moderne landbrug er der også andre hensyn at tage – f.eks. til miljøet. Derfor er man i stedet begyndt at bruge ordet "jordkvalitet". Som så mange andre begreber stammer det fra USA (soil quality). Der har man brugt ordet siden begyndelsen af 1990'erne.

I forvejen kender vi til "vandkvalitet" og "luftkvalitet", men "jordkvalitet" er langt mere kompliceret. Det skyldes, at jord ikke er et ensartet materiale, hvor man kan fastlægge en grænseværdi for et givet stof f.eks. efter dets giftighed for mennesker; man spiser jo ikke jord som man drikker vand. Det skyldes også, at jord skal opfylde en række forskellige formål samtidig, for at man kan tale om en god jordkvalitet.

En landbrugsjord med god kvalitet er 1) frugtbar, dvs. giver stor biologisk produktion, 2) god for miljøet, dvs. har ringe eller ingen negativ indflydelse på det omgivende miljø, og 3) fremmer menneskets sundhed, hvilket bl.a. sker gennem en høj kvalitet af afgrøderne (figur 1-1).

Det lyder jo enkelt. Men det kan være svært for landmanden at opfylde alle tre mål samtidig. F.eks. øger det jordkvaliteten, nemlig frugtbarheden, at give husdyrgødning, men tilførsel af husdyrgødning kan samtidig reducere jordkvaliteten (miljøvirkningen), fordi det kan medføre øget udvaskning af kvælstof fra marken.

Alle de egenskaber, der kendetegner en høj jordkvalitet, har meget at gøre med jords struktur, dvs. dens opbygning af hhv. faste partikler og hulrum. F.eks. skal der være mange store porer (hulrum) i jorden, for at den kan optage vand ved stærk regn og sørge for et godt luftskifte til planterødder og jordens levende organismer. Jordstrukturen bestemmer også, hvordan boligen ser ud for jordens mikroorganismer og smådyr. Det har meget stor betydning i forbindelse med deres omsætning af organisk stof og for deres vekselvirkning med sygdomsfremkaldende mikroorganismer.



Figur 1-1
Jordkvalitet er en kompleks størrelse, der omfatter alle funktioner af betydning for jordens produktivitet, dens påvirkning af det omgivende miljø og dens indflydelse på menneskets sundhed.

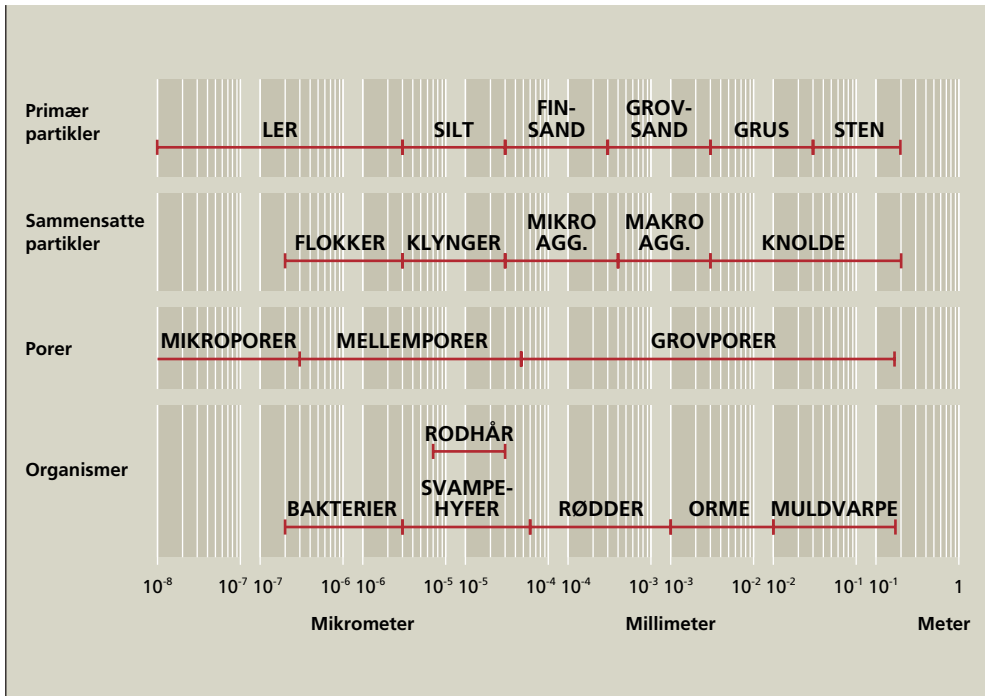
I det følgende beskrives, hvorledes jorden er sammensat, hvordan jordstruktur opbygges og stabiliseres, samt hvilke dyrkningsmetoder, der har størst betydning for at sikre en god jordstruktur. Jordstrukturen diskuteres med det overordnede jordkvalitetsbegreb in mente og det vurderes, om økologisk landbrug fremmer jordkvaliteten.

Jordens opbygning

Jordens bestanddele

Jord består af en blanding af mineralske partikler som sand og ler, organisk stof som humus og døde eller levende organismer samt vand og luft. De mineralske partikler er små, deres diameter ligger mellem under 1 mikrometer ($1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$) og nogle cm (figur 1-2). Oftest er de imidlertid bundet sammen i større enheder (figur 1-3) med organisk stof eller elektrisk tiltrækning som det beskrives nærmere i næste afsnit. De mindste af denne type enheder kaldes "flokker". Flere flokker kan bindes sammen til "klynger", der kan danne mikroaggregater (aggregat = krumme) og til sidst makroaggregater, der er større end 250 mikrometer, og jordknolde.

Disse sammensatte partikler har meget stor betydning for jordens funktioner og dermed for jordkvaliteten, som det vil fremgå af det følgende.



Figur 1-2

Tilnærmede størrelser af jordens partikler, porer og levende organismer. Bemærk, at størrelserne er vist på en logaritmisk skala.

Jordens porer

Hulrummene mellem partiklerne kaldes porer og svinger tilsvarende i størrelse fra det mikroskopiske, som man har i form af sprækker mellem enkelte lerpartikler, til flere centimeter, som man kender fra muldvarpegange (figur 1-2).

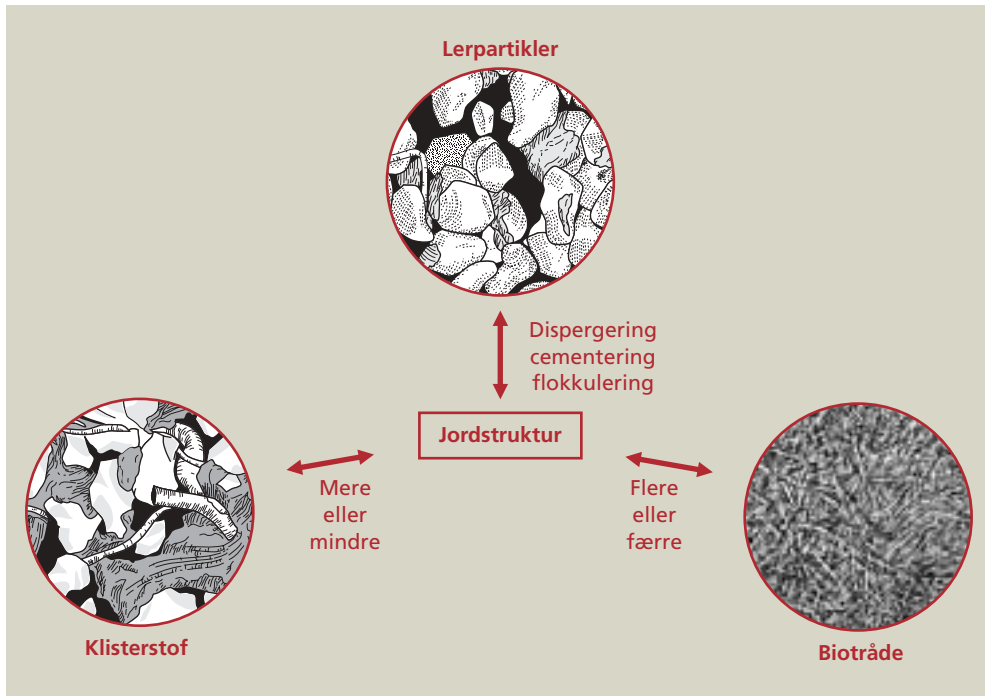
Porerne er vand- eller luftfyldte. Når jorden er afdrænet naturligt om foråret, er alle porer, som er mindre end ca. 30 mikrometer, stadig vandfyldte, mens større porer indeholder luft. Og hvis en afgrøde har brugt alt det vand, den kan suge ud af jorden, findes der kun vand i porer, der er mindre end 0,2 mikrometer.

I dette kinesiske æskesystem af hulrum findes en masse livsformer i størrelse fra bakterier til muldvarpe.

Opbygning og stabilisering af jordstruktur

De kræfter, der får jordens mineralske bestanddele til at danne partikler – og sikrer, at disse ikke falder fra hinanden igen – er som nævnt dels elektrisk tiltrækning, dels organisk stof.

Lermineralerne, der udgør en vigtig del af jordens mineralske bestanddele, har en negativt ladet overflade, som naturligt får dem til at danne større enheder. Umiddelbart vil ens



Figur 1-3
Jordens struktur dannes gennem en vekselvirkning mellem de mineralske partikler (især ler), organiske stoffer (klisterstoffer) fra planter og mikroorganismer samt planterødder og svampehyfer (biotråde).

ladede mineraler frastøde hinanden, men hvis der kommer et mellemed med positiv ladning ind imellem to af dem, vil der opstå en partikel. Som mellemed kan både organiske stoffer, der kan have positivt ladede kemiske grupper, eller positivt ladede ioner (f.eks. Ca^{++}) i jordvæsken fungere.

De småpartikler, der dannes ved elektrisk tiltrækning, kan så blive knyttet sammen til større aggregater ved hjælp af organiske stoffer. Det kan f.eks. være klisterstoffer som polysakkarider, der er udskilt fra mikroorganismer og rødder, eller det kan være biotråde i form af svampehyfer og planterødder (figur 1-3). Både organisk gødning og et godt sædskifte øger den biologiske aktivitet og er derfor centrale for at stabilisere jordstrukturen.

Mekanisk påvirkning, f.eks. jordbearbejdning, kan slå partiklerne i stykker. Man siger, at partiklerne dispergeres eller slemmes. Partikler, der kan modstå denne proces ved rystning af jord i vand, kaldes vandstabile. Mere præcist bruges udtrykkene dispersion, slemning og vandstabilitet om lermineralerne, men i praksis gør det ikke den store forskel, om man f.eks. taler om vandstabile partikler eller vandstabilt ler.

Måling af jordkvalitet

Som nævnt flere gange er jordens struktur af stor betydning for dens kvalitet. Man kan derfor ved at undersøge strukturen få et mål for kvaliteten. I de forsøg, der beskrives i det følgende, har man målt jordkvaliteten ved at måle mængden af vandstabil ler (vægt) og mængden af grovporer (rumfang).

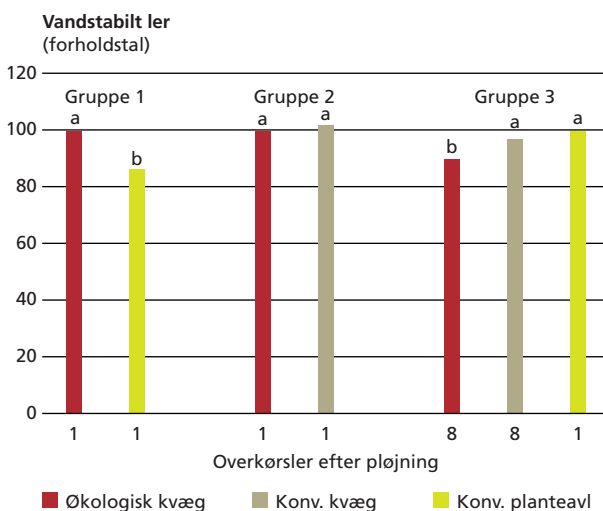
Dyrkningsmetodernes indflydelse på jorden i pløjelaget

Dyrkningsmetoderne har stor indflydelse på jordkvaliteten. Skiftet mellem afgrøder og brugen af organisk gødning påvirker jordkvaliteten på det lange sigt, mens færdsel med traktorer og vogne samt jordbearbejdning giver en øjeblikkelig og ofte markant påvirkning af jorden. I dette afsnit bruges eksempler til nærmere at belyse, hvordan disse dyrkningsmetoder påvirker jordens funktioner.

I et nu afsluttet projekt under Forskningscenter for Økologisk Jordbrug undersøgte Danmarks JordbrugsForskning i alt 7 marker, der var fordelt på 3 grupper naboejendomme – to grupper med 2 marker og en gruppe med 3 marker; se tabel 1-1. Markerne i den enkelte gruppe lå altså tæt på hinanden og havde derfor ens jordtype. Der var én økologisk drevet mark fra en kvægbrugsejendom i hver gruppe. De økologiske marker blev sammenlignet med marker fra konventionelle kvægbrugsejendomme eller konventionelle ejendomme uden

Figur 1-4
Indholdet af vandstabil ler (g stabil ler pr. g ler i alt) for syv danske jorde med forskellig driftsform. Her udtrykt som forholdstal med "Økologisk kvæg" = 100 i gruppe 1 og 2 samt "Planteavl" = 100 i gruppe 3. Jorde med samme bogstav (inden for den enkelte gruppe) er ikke statistisk forskellige. Se tabel 1-1 for nærmere beskrivelse af driftsformer.

Resultater fra Danmarks JordbrugsForskning.



Gruppe	Mark med	Omlagt til økologi, år	Organisk gødning (t pr. hektar pr. år)	Sædskifte
1	Økologisk kvægbrug	1958	4,5	Grovfoder + græs i skiftet
	Planteavl	-	0,8	Salgsafgrøder: korn, et enkelt år raps. Kun undtagelsesvis halmnedmuldning
2	Økologisk kvægbrug	1951	5,6	Grovfoder + græs i skiftet
	Konv. kvægbrug	-	4	Grovfoder ÷ græs i skiftet
3	Økologisk kvægbrug	1951	4,4	Grovfoder + græs i skiftet
	Konv. kvægbrug	-	6,6	Grovfoder + græs i skiftet
	Planteavl	-	4	Salgsafgrøder: korn, raps, ærter. Systematisk halmnedmuldning

Tabel 1-1
Udvalgte karakteristika
for syv jorde med forskellig
dyrkningshistorie.

husdyr. Man kan ikke umiddelbart sammenligne marker på tværs af grupper. Tabel 1-1 viser nogle detaljer i den måde, markerne blev dyrket på. I den følgende gennemgang vil det være klogt jævnlige at konsultere tabellen for disse oplysninger.

To af de jordegenskaber, der blev målt i de beskrevne marker, var mængden af vandstabil ler samt rumfang af jordens grovporer. I det følgende vurderes driftsformens indflydelse på jordkvaliteten i form af disse to kvalitetsegenskaber (figur 1-4 og 1-5).

Mængden af vandstabil ler

Resultaterne fra gruppe 1 viser tydeligt, at ren planteavl giver meget stor reduktion i mængden af vandstabil ler i forhold til den alsidigt drevne mark fra kvægbruget (figur 1-4).

I modsætning hertil indeholder de to marker med kvæg i gruppe 2 stort set den samme stabilitet. Det har altså ikke betydet noget for mængden af vandstabil ler, om jorden har været dyrket efter de økologiske regler, når blot den har fået husdyrgødning og er drevet med et alsidigt sædskifte.

I gruppe 3 fandt man den største mængde vandstabil ler i marken med ensidig planteavl. Det er ret overraskende. Og dog: Det viste sig, at jorden i de to kvægbrug, der indgår i gruppen, var stærkt pakket efter ikke mindre end otte gange

kørsel på jorden mellem efterårets pløjning og forårets prøveudtagning. Den megen trafik skyldtes flere gange harvning til såbed, såning af kornafgrøde, tromling og såning af udlæg samt udbringning af ajle i foråret. I modsætning hertil står en enkelt overkørsel om foråret på planteavlsbruget, idet afgrøden her blev sået med en maskine, der kombinerede harvning og såning.

Resultaterne i figur 1-4 viser således tydeligt, at et alsidigt sædskifte og brug af husdyrgødning til jorden er godt for jordkvaliteten på langt sigt. Lige så tydeligt viser resultaterne, at jordbearbejdning og kørsel på jorden kan virke mindst lige så stærkt i negativ retning på kort sigt. Og her var det faktisk den økologisk dyrkede jord, der havde det dårligst.

Mængden af grovporer

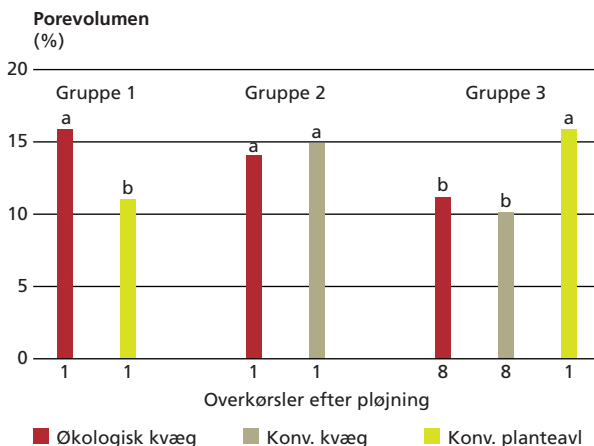
I gruppe 1 har marken med ensidig planteavl et meget mindre rumfang af grovporer end marken med økologiske kvægbrug (figur 1-5).

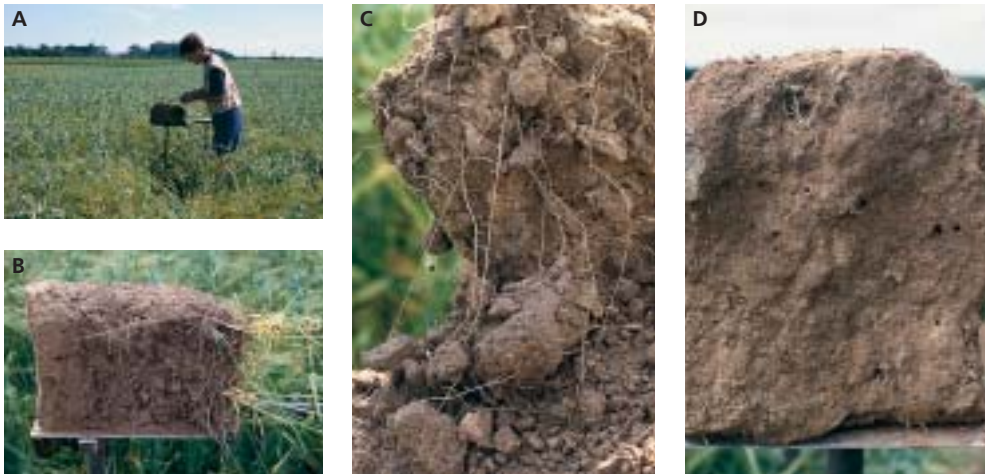
De to kvægbrugs-jorde i gruppe 2 har ens porerumfang; igen har de økologiske kriterier ingen betydning, når blot jorden er drevet med et alsidigt sædskifte og har fået husdyrgødning.

I gruppe 3 kan de lave værdier for grovporerumfang i markerne fra begge kvægbrugsejendomme forklares ved jordpakning forårsaget af kørsel på jorden. Også for denne jordkvalitetsegenskab viser maskinfærdsel på jorden (korttidsvirkning) sig altså at give en markant formindskelse af de gode egenskaber, man kunne forvente efter sædskiftet og husdyrgødningen (langtidsvirkningerne).

Figur 1-5
Jordens rumfang af porer større end 30 mikrometer i procent af hele jordens rumfang for syv danske jorde med forskellig driftsform. Jorde med samme bogstav inden for den enkelte gruppe er ikke statistisk forskellige. Se tabel 1-1 for nærmere beskrivelse af driftsformer.

Resultater fra Danmarks JordbrugsForskning.





Figur 1-6

Til venstre (A) ses en 30 cm dyb jordprøve udtaget i en sandblandet lerjord om sommeren, hvor jorden er bevokset med en afgrøde af byg/ært med udlæg af kløvergræs. Prøven (B) ligger vandret – til højre ses afgrøden. Man ser en tydelig overgang mellem det løse jord i pløjelaget og pløjesålen derunder. I midten (C) er pløjelagsjorden forsigtig fjernet og det ses, hvorledes rødderne kun kan komme gennem pløjesålen via eksisterende regnormegange. Til højre (D) den samme prøve fotograferet fra neden (dvs. i 30 cm dybde), hvor de omtalte rødder næsten udelukkende kommer til større dybder gennem regnormegangene. Resultater fra Danmarks JordbrugsForskning.

Fotos: Lars J. Munkholm.

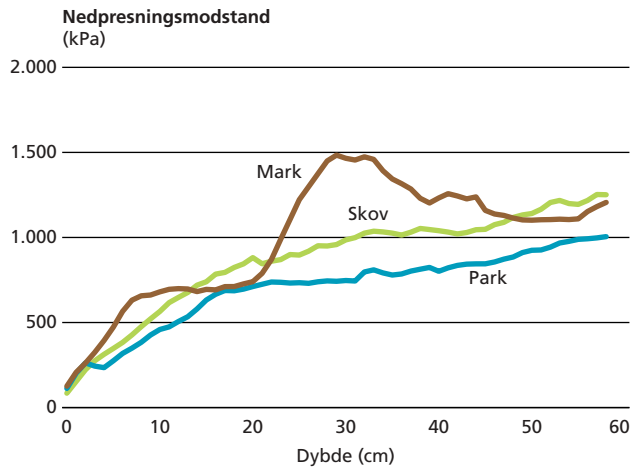
Dyrkningsmetodernes indflydelse på underjorden

Ved kørsel med tunge maskiner kan der også ske sammenpakning af jorden under pløjelaget – den såkaldte underjord. Sådant en sammenpakning kaldes en pløjesål, og der er ingen tvivl om, at den reducerer jordkvaliteten. Flere funktioner berøres: der bliver dårligere betingelser for nedsivning af vand, for luftskifte til planterødderne og for selve rodvæksten. Figur 1-6 viser et billede af en jord med en tydelig pløjesål. Bemærk, hvorledes rødderne kun kan komme gennem det kompakte lag ved at søge ind i lodrette regnormegange.

I reglerne for økologisk landbrug findes der ingen retningslinier for, hvilke maskiner der må anvendes i produktionen. Det betyder, at de fleste økologiske landmænd anvender stort set samme redskaber og jordbearbejdningsmetoder som deres konventionelle kolleger.

Figur 1-7
Den mekaniske modstand mod nedpresning af et stålspyd om foråret (nedpresningsmodstand, kPa) viser jordens sammenpakning og er her målt i en østjysk morænejord for henholdsvis en ikke-trafikeret park, en skov samt en jord i landbrugsmæssig drift.

Resultater fra Danmarks JordbrugsForskning.

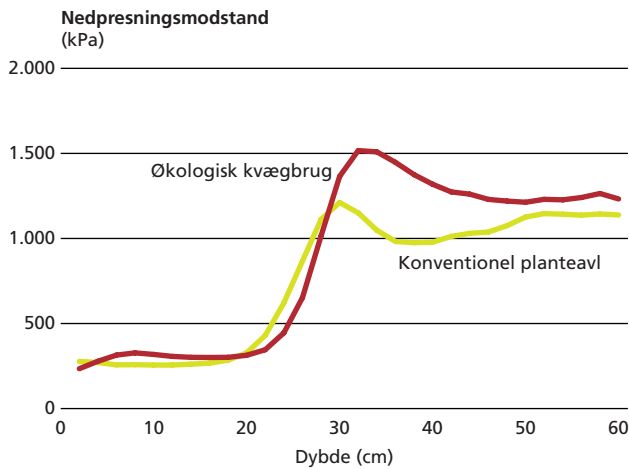


Af figur 1-7 fremgår meget tydeligt, at nutidens maskiner forårsager pakning af jorden under pløjedybden. I en park, hvor der aldrig har kørt store maskiner, findes en jævnt stigende sammenpakning ned gennem jorden. Det skyldes det faldende indhold af humus og biologisk aktivitet. I skoven foretages lejlighedsvis færdsel med store maskiner, og dette har givet større sammenpakning i stort set hele dybden. Endelig ses i landbrugsjorden en markant stigning til en ganske stærk sammenpakning lige under pløjelaget. Det skyldes primært den gentagne pakning ved pløjning – deraf navnet pløjesål. Jorden kan også pakkes ved kørsel med andre tunge maskiner som f.eks. gyllevogne, hvor pakningsvirkningen kan gå ganske dybt – der er målt pakning ned til en meters dybde.

Næsten et halvt århundrede med økologisk driftsform i den ene af de to nabomarker i gruppe 1 har ikke kunnet forhindre, at underjorden også er pakket dér (figur 1-8). Kurveforløbet for begge marker ligner den for landbrugsjorden i figur 1-7.

Konklusioner

En landbrugsjord har en god kvalitet, når den giver en stor afgrøde af høj kvalitet og ikke påvirker det omgivende miljø negativt. Jordens struktur har meget stor betydning for jordkvaliteten. Et alsidigt sædskifte og tilførsel af husdyrgødning har en positiv langtidsvirkning på jordens stabilitet. Derved



Figur 1-8
Jordens sammenpakning målt som nedpresningsmodstanden i en økologisk kvægbrugsmark henholdsvis en ensidig planteavlsmark (gruppe 1, tabel 1-1). De høje værdier i ca. 30 centimeters dybde er udtryk for, at jorden er pakket, dvs. har en såkaldt pløjesål.
Resultater fra Danmarks JordbrugsForskning.

bliver jorden mindre følsom over for bl.a. vanderosion, idet jordens krummer ikke nedbrydes, og overskudsvand kan sive ned i jorden. Kørsel med maskiner på jorden og den mekaniske påvirkning ved jordbearbejdning (korttidsvirkninger) har en markant negativ indflydelse på de positive langtidsvirkninger.

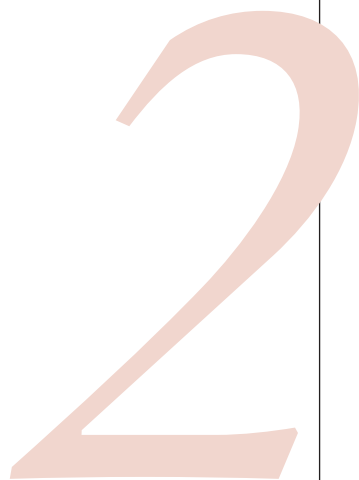
Det alsidige sædskifte og tilførsel af husdyrgødning er en integreret del af det økologiske dyrkningskoncept, mens det kan fravælges i konventionelt landbrug pga. muligheden for at benytte pesticider og kunstgødning. Økologisk landbrug giver derfor betingelser for en god langtidsvirkning på jordkvaliteten. Konventionelt landbrug kan give de samme gode betingelser, hvis der er tale om alsidige sædskifter og brug af husdyrgødning, som det f.eks. er tilfældet hos konventionelle kvægbrug. Ensidig planteavl uden brug af organisk gødning giver en markant forringelse af jordkvaliteten.

For såvel de økologiske og som de konventionelle landmænd gælder, at de i højere grad end tilfældet er i dag bør være opmærksomme på den skadelige virkning af trafik og intensiv jordbearbejdning. Ved anvendelse af traditionelle (store) maskiner pakkes jorden under pløjedybde. Dermed reduceres jordkvaliteten langvarigt. Pakningsskader i dybder under ca. 40 cm betragtes som stort set permanente. De nuværende regler for økologisk landbrug tager ikke højde for denne skadetype.

Det bør sluttelig anføres, at økologisk landbrug kan påvirke andre jordkvalitetsegenskaber end dem, der er behandlet i dette kapitel.

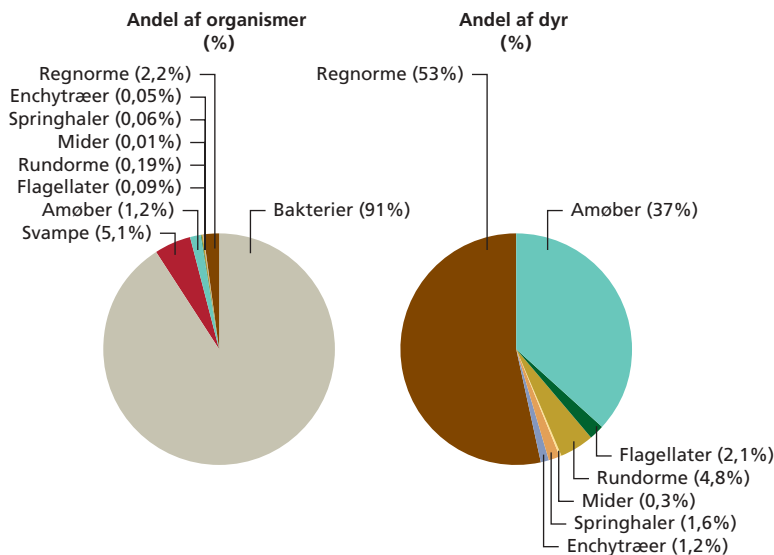


Livet i jorden



Når jordbundens mikroorganismer og smådyr har det godt, er jorden som regel også god at dyrke planter i. Og jordbundens levende organismer trives, hvis de får rigeligt med næring og fred og ro. Det første kan økologiske jorde levere, men på grund af mekanisk ukrudtsbehandling ofte ikke det sidste. En del af de konventionelt dyrkede marker giver jordbundsorganismer lige så gode betingelser, så økologisk dyrkning er ikke en absolut betingelse for et godt jordliv.

Foto: Janeck Scott-Fordsmand.



Figur 2-1

De forskellige hovedgrupper af jordbundsorganismer i en typisk landbrugsjord. Til venstre vises hvor stor en del af alle jordbundens organismer, de enkelte grupper udgør. Til højre samme slags opgørelse for dyrene alene. Alle tal er udregnet efter vægt.

En af hjørnestenene i økologisk landbrug er "Den levende Jord". Med dette menes, at dyrkningen af jorden skal tage hensyn til de levende organismer i jorden, der naturligt findes her. Og blandt disse levende organismer udgør mikroorganismene mellem 90 og 95% udregnet efter vægt – resten er de såkaldte jordbundsdyr. I dette kapitel fortælles om de forskellige organismer i den dyrkede jord, og om den betydning, dyrkningsformen har for, hvor mange og hvor aktive de er (figur 2-1).

Mikroorganismene

Der findes mange forskellige mikroorganismer, først og fremmest et utal af forskellige arter af bakterier og svampe. I ét gram af en almindelig landbrugsjord kan der let være 10.000.000 (10 millioner) bakterier, 100.000 svampesporer og 100 m svampetråde (hyfer). De er imidlertid så små, at de meget sjældent kan ses med det blotte øje. Beregninger viser, at de i kraft af deres enorme antal typisk optræder med en samlet vægt (biomasse) i landbrugsjord på omkring 5 tons pr. hektar.

Mikroorganismer er afgørende for mange af jordens funktioner – specielt i økologisk landbrug, hvor man ikke må anvende kunstgødning og pesticider. Her hviler en stor del af

ansvaret for planternes næringsstofforsyning og for sygdomsregulering på mikroorganismene.

De løser opgaven med at sikre planterne næringsstoffer ved at nedbryde (mineralisere) plante- og dyrerester, så disses indhold af f.eks. kvælstof, fosfor og kalium gøres tilgængeligt for planterne. Nogle af mikroorganismene kan desuden optage luftens kvælstof på en måde, så det bliver brugbart for planterne – hvad det ellers ikke er.

Med hensyn til at holde plantesygdomme nede forholder det sig sådan, at mange mikroorganismer faktisk optræder som antagonister over for andre, sygdomsfremkaldende mikro-

Boks 2-1

Jordens svampe og bakterier

De fire fotografier til venstre viser nogle af de svampe, der er almindelige i jord. Man har anbragt nogle få sporer af dem tre steder på en gelé i de små skåle, fotografiet viser. Efter nogen tid spirer sporerne frem til svampetråde, der danner tæpper, som man kan se. Således ser svampene ud, når de dyrkes i rene laboratoriekulturer. I jorden optræder de blandet og er i øvrigt så små, at man sjældent ser dem.

Fotografiet øverst til højre viser nogle typiske svampehyfer, der er spiret frem fra en spore; fotograferet i lysmikroskop ved 500 x forstørrelse. Fotografiet nederst til højre viser nogle typiske, stavformede bakterier.



Fusarium culmorum



Alternaria infectoria



Svampespore



Cladosporium herbarum



Mucor hiemalis



Bakterier

Fotos: Susanne Elmholt (tv), Jens H. Pedersen (ø.tv.) og Niels Birger Ramsing (n.th.)

organismer. At optræde som antagonist betyder, at man modvirker noget – her betyder det, at de holder patogenerne i skak. Det kan de gøre på forskellig måde, f.eks. ved at konkurrere med dem om næringsstoffer eller ved kemisk krigsførelse.

Mikroorganismene er også med til at danne en god jordstruktur (se kapitel 1). Og endelig spiller de en meget vigtig rolle i jordens fødekæder, fordi de er føde for mange af jordens dyr (se billeder af nogle af disse svampe i boks 2-1).



Figur 2-2
Lumbricus terrestris, som også går under betegnelsen "stor regnorm".

Foto: Martin Holmstrup.

Jordbundsdyrene

Ud over svampe og bakterier finder man som nævnt også et stort antal dyr i landbrugsjord, hvis man kigger ordentligt efter. De mest iøjnefaldende er selvfølgelig regnormene, på grund af deres størrelse (figur 2-2). Men der er mange andre dyr, som er mindre, men alligevel har en funktion i jordens økosystem. Der kan være forskellige insektlarver, f.eks. billelarver, fluelarver og de store stankelsbenslarver. Går vi nedad i størrelse, finder man enchytræer, som er nært beslægtede med regnormene, men meget mindre (figur 2-3).

En stor dyregruppe er mikrolededyr, som omfatter springhaler og mider (figur 2-4 og 2-5). Springhaler er primitive insekter med 3 par ben, men uden vinger. Miderne er beslægtede med edderkopper og har ligesom dem 4 benpar. Der findes også rundorme, som er meget små, men utrolig talrige (figur 2-6). Endnu talrigere er de encellede dyr, protozoerne, hvor især flagellater og amøber dominerer i jorden.

Rundorme og protozoer fungerer som en slags ferskvandsdyr og kan kun leve i den tynde vandfilm, der omgiver jordpartiklerne, hvorimod mikrolededyr er luftåndende og tilknyttet de luftfyldte porer. Kun regnorme, enchytræer og insektlarver er så store, at de er i stand til at flytte på jordens bestanddele.

Størstedelen af jordbundsdyrene æder svampe og bakterier, der som nævnt er de vigtigste nedbrydere af dødt plante- og dyrevæv. De æder imidlertid også store mængder dødt plantemateriale og organisk gødning, som tilføres jorden. En mindre del af jordbundsdyrene, f.eks. nogle rundorme og mider, er rovdyr, der æder andre dyr.

Det, at jordbundsdyrene fortærer dødt plante- og dyrevæv gavner i høj grad plantevæksten. Herved findeles det døde plantevæv nemlig, så svampe og bakterier har en større overflade at angribe, og herved stimuleres mineraliseringen.



Figur 2-3
Enchytræ – en af de små "regnorme". Længde ca. 15 mm.

Foto: Jesper Grønne.



Figur 2-4

Jordbundens højdespringere: springhaler. Den bageste del er normalt foldet op under kroppen, men den kan slås ned mod underlaget og give dyret et ordentligt hop. På fotografiet i midten er denne del af kroppen slået helt ud. Den viste art er 2-3 mm lang.

Foto: Jesper Grønne.



Figur 2-5

Rovmide på jagt efter springhaler. Længden er 2 mm.

Foto: Jesper Grønne.



Figur 2-6

Forende med mund hos to forskellige rundorme. Hele ormen er ca. 0,2 mm lang.

Foto: Jonas Lekfeldt.



Figur 2-7

Planterødder, der er vokset ned igennem en regnormegang.

Foto: Martin Holmstrup.

Regnorme indtager desuden store mængder jord, så plantemateriale blandes grundigt med mineraljord, hvorved jordens struktur forbedres (se kapitel 1). Den samme virkning har regnormenes transport af plantemateriale fra overfladen og ned i jorden, samt deres modsatrettede transport af mineraljord fra dybere jordlag til overfladen. Endelig har regnormenes lodrette gange stor betydning for dræning af jorden efter regnskyl og for jordens luftudveksling med atmosfæren. Planterødder kan udnytte gangene til ubesværet at vokse ned gennem pløjesålen (figur 2-7).

Økologisk landbrug og livet i jorden

Økologisk landbrug er kendetegnet ved en række faktorer, der påvirker livet i jorden. Nedenfor beskrives nogle af de vigtigste.

Variet afgrødevalg

Inden for økologisk landbrug dyrker man bl.a. afgrøder med stort rodnet (f.eks. græs) og bælgplanter (f.eks. kløver, ærter, bønner, lucerne og lupin). Disse afgrøder er til gavn for mikroorganismene.

Boks 2-2

Mikroorganismer i økologisk og konventionelt dyrket landbrugsjord



Bygkerne med naturlig vækst af *Penicillium*, fundet i marken lige efter høst.

Foto: Susanne Elmholt.

Siden slutningen af 1980'erne er der på Danmarks Jordbrugs-Forskning lavet flere undersøgelser af mikroorganismer i økologisk og konventionelt dyrket jord. Her nævnes et par eksempler, men flere kan findes i litteraturlisten side 76.

Eksempel 1

I 1989-91 undersøgte vi forekomst af de to svampeslægter *Penicillium* og *Fusarium* i fire jorde, der var dyrket økologisk i hhv. 2, 8, 11 og 31 år. Hypotesen var, at jo flere år en mark dyrkes økologisk, jo flere svampe er der i jorden. Jordprøver blev udtaget i marker med vinterhvede og kløvergræs. Resultaterne viste større forskelle mellem de to afgrøder end mellem de fire økologiske jorde. Resultaterne viste dog også, at forekomsten af slægten *Penicillium* og af bestemte arter af *Fusarium* (f.eks. *F. solani* og *F. equiseti*) var højere i jorde, der var dyrket økologisk i en længere årrække. Det tydede altså på, at nogle mikroorganismer bliver hyppigere, jo længere tid jorden har været dyrket økologisk, men også på, at en enkeltfaktor som afgrødevalg helt kan overskygge driftsformens virkning.

Eksempel 2

I 1993-97 undersøgte vi 65 jorde, hvoraf 25 var økologisk dyrket, 21 var konventionelt dyrkede husdyrbrug og 20 var konventionelt dyrkede planteavlbrug. Også i denne undersøgelse tydede resultaterne på, at forekomst af *Penicillium* svampe er større i økologisk dyrket jord. Der kan ikke gives en entydig forklaring på dette. Men man ved, at mange arter af *Penicillium* kan danne stofskifteprodukter (sekundære metabolitter), der virker kraftigt over for andre organismer. Og måske giver det dem en særlig konkurrencefordel under de betingelser, der råder i økologisk dyrket jord.

Rødder udskiller forskellige stoffer – og afstøder hele tiden udtjente rodceller. Begge dele tjener som næring for mange mikroorganismer, så derfor er et stort rodnet til gavn for dem (se boks 2-2, eksempel 1). Bælgplanter kan som nævnt ovenfor binde luftens kvælstof og gøre det plantetilgængeligt. Det skyldes, at disse planter kan indgå i et fællesskab, en symbiose, med bestemte jordbakterier af slægten *Rhizobium*. I symbiosen dannes der knolde på rødderne, hvori *Rhizobium*-bakterierne lever og udfører kvælstoffikseringen (-bindingen) (figur 2-8).

Mange danske og udenlandske undersøgelser har vist, at mikroorganismernes aktivitet og mængde er større i jord med græs- og bælgplanter end med korn. Ensidig dyrkning af korn, som det ses hos mange konventionelle planteavlere, har desuden den ulempe, at bestemte sygdomsfremkaldende mikroorganismer kan blive opformeret, når man år efter år dyrker meget ensartede afgrøder. Dette øger behovet for pesticidanvendelse.

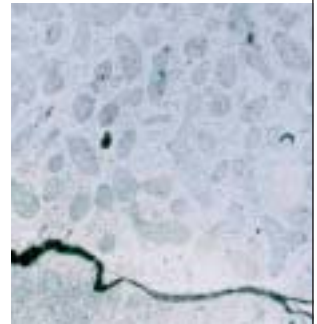
Tilførsel af organisk stof

I økologisk landbrug må man ikke anvende kunstgødning. Derfor tilføres organisk materiale, der indeholder næringsstoffer. Det kan være i form af husdyrgødning eller i form af efterafgrøder. Efterafgrøder er planter, der sås, når afgrøden er høstet. De pløjes ned inden såning af næste afgrøde og tjener kun det formål at tilføre jorden næringsstoffer. Men de stimulerer samtidig mikroorganismernes aktivitet i jorden. Tilførsel af husdyrgødning virker desuden meget positivt på stort set alle jordbundsdyr.

Ingen anvendelse af pesticider

Økologer anvender ikke pesticider. Dvs. at bekæmpelse af både ukrudt, skadedyr og plantesygdomme foregår på anden vis – dels ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse dels ved et varieret sædskifte. Sædskiftet tilrettelægges, så man opnår bedst mulig hæmning af både ukrudt, sygdomme og skadedyr.

Der er lavet en del undersøgelser af pesticiders utilsigtede virkninger på jordens gavnlige mikroorganismer. De viser, at de fleste pesticider, der anvendes i moderne landbrug, har forholdsvis små og kortvarige virkninger. Derfor kan man konkludere, at ensidigt sædskifte og mindre tilførsel af organisk stof har en mere negativ virkning på jordens mikroorganismer end brugen af pesticider. Det er dog sandsynligt, at visse arter af jordbundsorganismer er særligt følsomme over for et givet pesticid og derfor gradvist kan forsvinde, hvor dette stof anvendes.



Figur 2-8
Knolde med *Rhizobium* på
kløverrod (tv) og *Rhizobium*-
bakterier i stor forstørrelse.

Foto: Erik Steen Jensen.

Hovedparten af de pesticider, der anvendes i Danmark i dag, har ingen eller kun en lille og kortvarig negativ virkning på jordbundsdyr. Mekanisk ukrudtbekæmpelse har derimod en meget stor negativ virkning på regnorme og de fleste springhaler og mider.

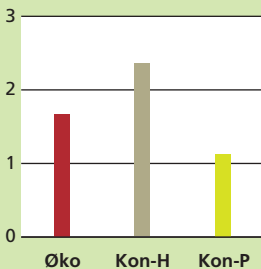
Giver økologisk landbrug bedre forhold for livet i jorden?

Økologiske landmænd bruger ofte et sædskifte, som indebærer flerårige kløvergræsmarker, hvor jorden ikke forstyrres med jordbearbejdning. Sammen med tilførsel af organisk stof (gødning og efterafgrøde) bidrager dette til stor aktivitet blandt mikroorganismene og til gode forhold for jordbundsdyrene.

Boks 2-3

Svampes fordeling på en mark

Ergosterol
(mikrogram pr. gram jord)

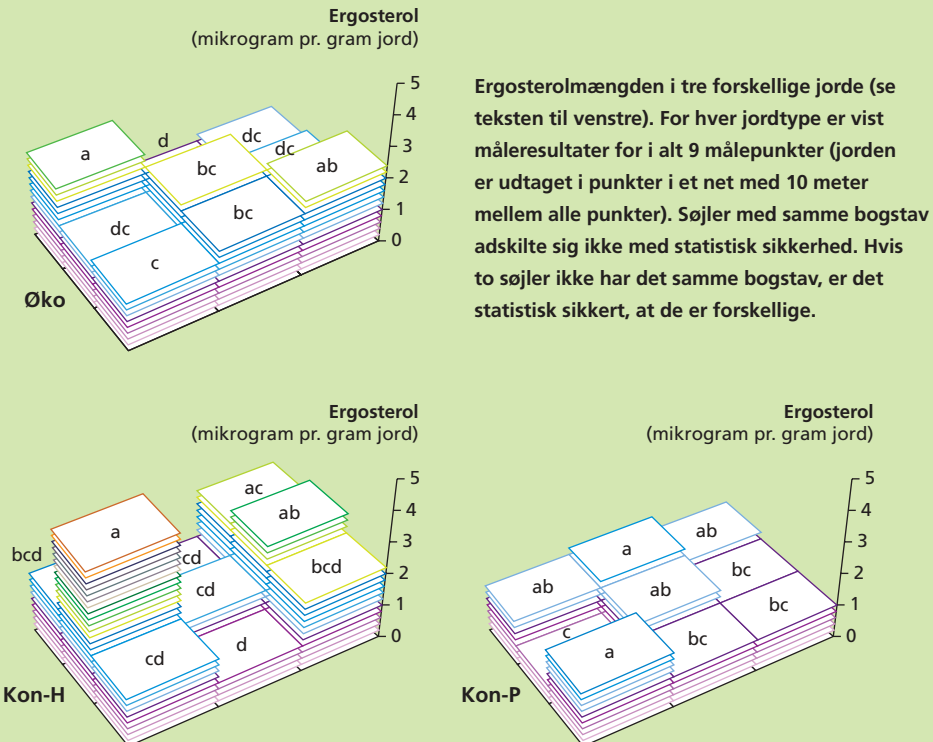


Gennemsnitlige indhold af ergosterol i de tre jorde.

I 1997 undersøgte vi tre jorde, én var økologisk (Øko), én konventionel med husdyrbrug (Kon-H) og én konventionel med planteavl (Kon-P). Det er de samme jorde, som kaldes "Gruppe 3-jorde" i kapitel 1. Vi målte jordens indhold af ergosterol. Ergosterol er et stof, der findes i svampenes cellevægge. Mængden af ergosterol kan bruges som mål for mængden af svampe. Man får altså ikke noget at vide om, hvilke svampe der findes i jorden, men derimod et udtryk for deres masse (vægt). Resultatet viste statistisk sikkert, at der var mere ergosterol i Kon-H end i Kon-P, mens Øko lå ind imellem og ikke adskilte sig fra nogle af de to konventionelt dyrkede jorde. Resultatet var i tråd med de forskelle, der var i de tre systemer f.eks. brugen af græs og kløver i sædskiftet og input af husdyrgødning. Resultaterne viste også, at der var stor rumlig variation i ergosterol-indhold hen over marken, specielt i Kon-H- og Øko-jorden – se figuren på side 29.

Konventionelt landbrug er meget mere forskelligartet end det økologiske. I den ene ende af den konventionelle skala har vi kvægbedrifter med varieret sædskifte og tilførsel af store mængder husdyrgødning, dvs. landbrug der – bortset fra pesticidanvendelsen – ligner de økologiske meget. I den anden ende af skalaen finder man meget ensidigt kornsædskifte, meget lav tilførsel af organisk stof og stort forbrug af pesticider og kunstgødning. Det er klart, at enhver sammenligning mellem økologisk og konventionelt landbrug afhænger af, hvilken type konventionelt landbrug man vælger til sin sammenligning. Et eksempel på dette ses i boks 2-3, hvor svampebiomasse i økologisk jord sammenlignes med svampebiomasse i to meget forskellige konventionelle jorde.

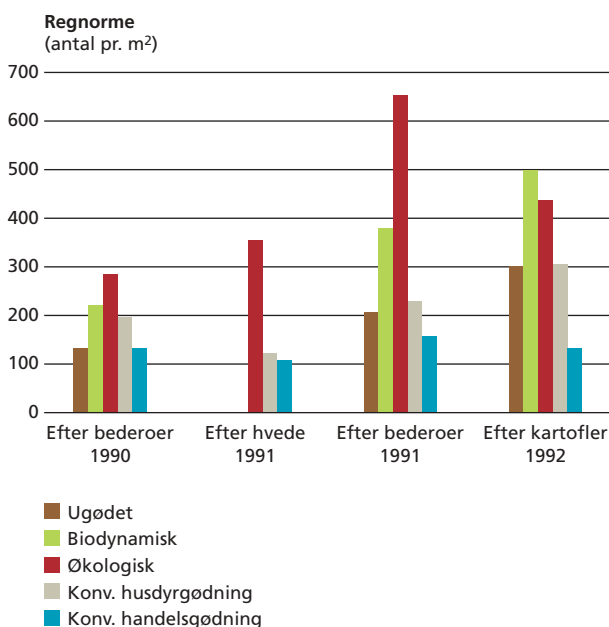
I boksen er der desuden vist et eksempel på, at der ofte er stor variation i mikroorganismernes forekomst forskellige steder på et areal. Det kan påvirke resultaterne kraftigt. Selv



Figur 2-9

Sammenligning af regnorme-
bestanden i fem forskel-
lige marker: en ugødet, en
biodynamisk, en økologisk,
en konventionel med dyre-
gødning og en konventionel
med kunstgødning.
Der blev udført sammen-
ligning på sådanne marker
efter dyrkning af fire forskel-
lige afgrøder, som det ses
under søjlerne.

Efter Pffiffer & Mader 1997.



om alle økologiske landmænd bruger varieret sædskifte og anvender organisk gødning i stor udstrækning, har undersøgelser i økologisk landbrug vist stor variation fra jord til jord. Dette er bl.a. forårsaget af forskelle i jordbearbejdning, hvor den økologiske praksis ikke adskiller sig væsentligt fra de konventionelle landmænds. Eksempler på dette kan findes i kapitel 1.

Der er lavet mange undersøgelser, der sammenligner aktivitet og forekomst af mikroorganismer i økologisk og konventionelt dyrket jord. Når man skal vurdere resultaterne er det altså vigtigt at være meget opmærksom på forudsætningerne. Er det virkelig langtidsvirkningen af forskellige dyrknings-systemer, der sammenlignes, eller skyldes en målt forskel f.eks. bare, at den økologiske jord har et meget mere varieret sædskifte end den konventionelle. En forskel man lige så let kunne have opnået i to konventionelt dyrkede jorde med forskelligt sædskifte.

Hvis økologisk landbrug drives optimalt, er alle forudsætninger for en levende og frugtbar jord opfyldt: Et varieret sædskifte og tilførsel af organisk gødning på det rigtige tidspunkt og i rigtige mængder giver næringsgrundlaget for en stor og aktiv bestand af mikroorganismer. En skånsom

jordbearbejdning giver mulighed en god vand- og ilttilførsel, der også er livsvigtige betingelser for mikroorganismene. Men optimalt sædskifte, gødskning og jordbearbejdning er enkeltelementer i landbrugsdriften og kan også opfyldes i konventionelt landbrug.

Det er meget vanskeligt at påvise, at den økologisk driftsform som sådan giver bedre forhold for mikroorganismene, dertil er der alt for stor variation mellem de økologiske jorde indbyrdes. Det nærmeste vi kommer på dette er en række undersøgelser, der tyder på, at bestemte mikroorganismer trives særlig godt i økologisk dyrket jord. Se boks 2-2, eksempel 1 og 2.

Når det gælder jordbundsdyr kan man tilsvarende sige, at visse elementer i den økologiske dyrkningspraksis virker positivt (figur 2-9). Dette gælder altså især dyrkning af græs igennem flere år og anvendelse af husdyrgødning. Den udbredte anvendelse af mekanisk ukrudtsbekæmpelse i økologisk landbrug – og jordbearbejdning som sådan – vil dog i nogle år have en mere negativ virkning på jordbundsdyrene, end hvis ukrudtsbekæmpelsen foregik med pesticider.

Som det blev konkluderet for mikroorganismene er det ikke den økologiske driftsform som sådan, der virker positivt på jordbundsdyr. Men fordi anvendelsen af flerårige græsmarker og tilførsel af organisk gødning er langt mere udbredt i økologisk landbrug end i det konventionelle, er der i de fleste tilfælde bedre forhold og dermed betydeligt flere jordbundsdyr på de økologiske marker.



Biodiversitet og naturkvalitet



Vi har bl.a. økologisk landbrug for at få en bedre naturkvalitet – dvs. flere vilde dyr og planter og flere levesteder til dem. Spørgsmålet er så, om økologisk landbrug nu også leverer varen. Dette kapitel besvarer spørgsmålet med et "ja, måske" ud fra en række videnskabelige undersøgelser.

Foto: Knud Tybirk.



Figur 3-1

Såvel mangfoldigheden på en orkidé-eng som samspillet mellem planter og insekter er afgørende for naturkvaliteten i landbruget.

Fotos: Knud Tybirk.

Gennem de sidste årtier er der blevet langt færre agerhøns, lærker og harer i Danmark. Alle tre arter er karakteristiske for dyrkede marker, og man har ofte diskuteret, om tilbagegangen for netop disse arter skyldes det konventionelle landbrugs driftsformer, blandt andet brug af pesticider.

I et lidt længere tidsperspektiv på 200 år er naturkvaliteten (her forstået som både biodiversitet, dvs. mangfoldigheden af vilde dyre- og plantearter, og mangfoldigheden af biotoper – levesteder for dyr og planter) gået tilbage i agerlandet i takt med opdyrkning, gødskning, dræning og på det seneste også tilgroning af enge, moser, overdrev og heder (figur 3-1). Især stedfaste og nøjsomme organismer har fået det svært, og det er eksempelvis gået ud over mange plantearter og sommerfugle.

I dette kapitel diskuteres, om økologisk landbrug gør en forskel for de vilde planter og dyr i og uden for markerne. Økologiske landmænd vil ifølge deres idégrundlag tage mest muligt hensyn til alle levende organismer, men får naturen egentlig bedre vilkår ved omlægning til økologisk landbrug?

Naturkvalitet er svært at måle

Naturkvalitet kan opgøres på forskellige måder. En meget anvendt måde er simpelthen at sammenligne mangfoldigheden af vilde dyr og planter på en række enkeltmarker fra forskellige dyrkningssystemer. Man kan også lave undersøgelser på bedriftsniveau, hvor der inddrages alle de levesteder og organismer, der findes på den enkelte landmands forskellige jorder (se kapitel 2). Endvidere er mangfoldighed på landskabsniveau (f.eks. en ådal, hvor mange bedrifter har jord, figur 3-2) væsentlig. Her er det de gode levesteders antal, størrelse og indbyrdes sammenhæng, der er afgørende. Alternativt kan man vurdere, hvordan sammensætningen af vilde dyr og planter afviger fra en referencetilstand, f.eks. den tilstand landskabet havde, før moderne landbrug slog igennem i 1960'erne.

Naturkvaliteten inkluderer ud over mangfoldigheden også vigtige funktioner og processer i økosystemet. I agerlandet handler dette om, at landmandens dyrkningspraksis ud over at bevare naturkvaliteten, også skal tilgodese jordens evne til eksempelvis at recirkulere næringsstoffer, opretholde et højt afgrødeudbytte, modvirke erosion, tilpasse sig variationer i klimaet og levere rent drikkevand.



Figur 3-2
Man kan måske godt – med besvær – regne ud, hvad det koster at bevare et naturområde som dette i Nørreå-dalen. Men hvordan beregner man områdets værdi, som jo i en cost-benefit-analyse skal modsvare udgifterne.

Foto: Knud Tybirk.

I dette kapitel vil tre hovedspørgsmål blive belyst:

1. Er økologisk landbrug bedre til at beskytte og give plads til mangfoldigheden af de almindelige arter af planter og dyr som er særligt knyttet til agerlandet?
2. Er økologisk landbrug bedre til at beskytte mangfoldigheden af netop de arter som er gået stærkt tilbage i agerlandet gennem de sidste 200 år?
3. Giver økologisk landbrug en bedre funktion af økosystemet?

Det kan allerede her afsløres, at svaret på de tre spørgsmål er JA, MÅSKE og JA. Men sagen er ikke så simpel, som spørgsmålene umiddelbart antyder. For at beskrive naturkvaliteten i agerlandet på en overskuelig måde er det nødvendigt at skelne mellem forskellige levesteder for vilde planter og dyr. Landbruget påvirker de forskellige arealtyper meget forskelligt. Her vil der blive skelnet mellem selve marken og de udyrkede arealer, der i øvrigt er en del af en landbrugsbedrift. Endelig er det som nævnt vigtigt at vurdere naturkvalitet på landskabsniveau (f.eks. en ådal), fordi mange dyr og planter påvirkes kraftigt af den opsplitning af deres levesteder, der er sket i de seneste årtier.



Figur 3-3

I en moderne kornmark er der så vidt det overhovedet er muligt kun én art – afgrøden.

Foto: Susanne Elmholt.

Plante- og dyreliv på dyrkede marker

En lang række undersøgelser på økologiske og konventionelle marker har vist, at der er flest arter på de økologiske marker. Flere af undersøgelserne er imidlertid foretaget som en sammenligning mellem kornmarker, der er blevet dyrket henholdsvis økologisk eller konventionelt. Idéen har været at lave sammenligninger, hvor man kunne se bort fra forskelle i sædskifte. Men netop fordi disse undersøgelser ikke inddrager sædskiftet, siger resultaterne desværre ikke ret meget om forskelle på bedriftsniveau (figur 3-3).

Endvidere er mange af disse resultater fra før den store omlægningsfase fra 1995 til 2000. I den periode øgedes effektiviteten i dansk økologisk landbrug, og bedriftstørrelserne steg markant. F.eks. er mekanisk ukrudtsbekæmpelse (se nedenfor) blevet en udbredt praksis i økologisk planteavl, mens det konventionelle landbrug har nedsat forbruget af pesticider til ukrudtsbekæmpelse. Så vi ved ikke, om resultaterne fra dengang holder i dag.

Der er især tre faktorer, der adskiller levevilkårene på markerne i økologisk og konventionelt landbrug: pesticider, gødning og sædskifte.

Pesticider

Fraværet af pesticider i økologisk landbrug giver naturligvis bedre levevilkår for de organismer, man sprøjter imod i konventionelt landbrug. I stedet benyttes betydelig mere mekanisk jordbearbejdning (strigling, harvning og radrensning) mod ukrudt i økologiske marker. Men dette har imidlertid også stor betydning for mange af markens dyr både over og under jorden. Det gælder f.eks. for ynglende fugle, fordi deres reder bliver ødelagt af den mekaniske ukrudtsbekæmpelse (boks 3-1).

Økologiske kornmarker har altså en del mere, og mere forskelligt, ukrudt end konventionelle. Typisk kan man i en økologisk kornmark se valmuer, kornblomster og kamille, som oftest er sprøjtet væk i en konventionelt drevet kornmark. Selv før ukrudtssprøjtning er foretaget i konventionelle marker er der flere arter af urter på økologiske marker, og forskellen bliver endnu mere udtalt efter en sprøjtning på de konventionelle (se også boks 3-2).

Boks 3-1**Lærken på økologiske og konventionelle bedrifter**

En række modelscenarier har været gennemført i et område ved Bjerringbro for at analysere økologisk landbrugs påvirkning af lærkebestanden. Tætheden af ynglepar og antallet af unger, der bliver flyvefærdige på en sæson, bestemmes af landskabets sammensætning, f.eks. markstørrelse, afgrøderne, småbiotoper m.m., samt landbrugsdrift og vejret. Fraværet af pesticider ved en omlægning til økologisk brug vil umiddelbart virke positivt på lærkebestanden, fordi der bliver mere føde tilgængeligt. Men dette kan opvejes af en række andre forhold, som har betydning såsom hvilken bedriftstype, der omlægges, sædskifte- og afgrødetype samt driftsintensitet.

I scenarierne havde de økologiske kvægbedrifter et meget ensartet sædskifte og økologiske svin var udegående. Både økologisk plante- og svineavl samt mælkeproduktion kan virke negativt på fuglenes bestandstæthed og ungeproduktion sammenlignet med konventionel drift – specielt for ensartede sædskifter i store områder med mange græssende køer og svin. Dyrene forstyrrer og tramper i rederne, og intensive markstriglinger mod ukrudt kan ødelægge rederne, hvis de udføres på et for sent tidspunkt.

En lærke, en lærkerede og nogle lærkeunger. Foto: Anders Riis.

**Boks 3-2****Blomstrende urter – ej blot til pynt**

Mange forbrugere vil gerne have salat- og kålhoveder, der ikke er sprøjtet med kemiske bekæmpelsesmidler. Hvis der altså ikke sidder masser af bladlus på salatbladene eller i kålhovedet. Hos økologiske gartnere forsøger man sig med at dæmpe angrebet af bladlus ved at så blomstrende urter i grønsagsafgrøderne for at tiltrække bladlusenes naturlige fjender, snyltehvepse og svirrefluer. Hvis urterne blomstrer på det rigtige tidspunkt, dvs. når nyttedyrene har brug for dem, og hvis urtestriberne står tæt, bliver bladlusangrebet i grønsagerne nedsat betragteligt. Dette er et godt eksempel på en frugtbar udnyttelse af naturens egne mekanismer i økologisk landbrug.

Tagetes mellem salat og kål. Foto: Helge Pedersen.





Figur 3-4

Bladlus, der angribes af galmyggelarve (øverst). Galmyggelærve spiller en rolle i biologisk bekæmpelse i drivhuse, ikke ude i marken. For at markskadedyr ikke skal tage overhånd, er det vigtigt, at rovdyr som mariehøns (nederst) er til stede.

Fotos: Fritjof Lind og Niels Elmegaard.

Gødning

Den anden forskel er som nævnt, at der anvendes mindre gødning på økologiske marker, og at denne gødning hovedsageligt er organisk. Det betyder især noget for jordbundsorganismerne, der populært sagt får mere og bedre mad (se kapitel 2). Det kan få afsmittende virkninger op i fødekæderne, idet nogle jordbundsdyr er vigtige fødeemner for overjordiske dyr som insekter og edderkopper, der igen er føde for fugle. Jordbundsdyrene er endvidere vigtige for næringsstofomsætningen og jordens struktur.

Mindre gødning betyder også mindre næringsværdi i afgrøderne, hvilket bl.a. får den konsekvens, at der er færre bladlus i økologisk korn. Dette kan dog også skyldes, at bladlusenes naturlige fjender har bedre forhold i de økologisk dyrkede marker.

Det lavere gødningsniveau eller den øgede anvendelse af organisk gødning i økologiske marker påvirker derimod ikke markfloraen væsentligt.

Sædskifte

Økologiske kvæggårde har flere græsmarker end konventionelle. Selv græsmarker, der kun ligger urørt et par år, har vist sig at spille en vigtig rolle som levested for både snyltehvepse og rovbiller, der angriber bladlus i kornmarker (figur 3-4).

I dyrkede marker er der nogle få fuglearter, der bygger rede, f.eks. sanglærke og vibe. Sanglærken foretrækker lysåbne afgrøder som vårbyg, men kan også have fordel af en vis afgrødevariation, idet afgrøder gror til og bliver for tætte for lærken i løbet af sæsonen. Viben og bomlærken foretrækker også meget åbne afgrøder og afgræssede marker. Disse fugle skulle derfor klare sig bedst på økologisk bedrifter, men ukrudtsbekæmpelse ved hjælp af strigling og harvning i økologiske marker har som nævnt den modsatte virkning.

Blandt pattedyrene er det kun haren, der normalt yngler i pløjede marker. Harebestanden har været på retur gennem 40 år. Årsagerne hertil er ikke endeligt afklaret, men det vides, at haren har en fordel, hvis der dyrkes mange forskellige afgrøder på en bedrift – et område, hvor de økologiske marker skulle kunne give de bedste vilkår.

På flerårige græsarealer indvandrer ofte mus, der kan danne fødegrundlag for rovfugle som tårnfalk, musvåge og ugle, samt rovdyr som ræv og lækat. Græsmarkerne er også glimrende for harer og hjortevildt.

Plante- og dyreliv på udyrkede arealer

Der er kun få undersøgelser af plante- og dyrelivet uden for markerne på økologiske bedrifter. De viser bl.a., at de relativt få almindelige plantearter, der kan klare sig i et næringsrigt og forstyrret landskab, også er dominerende på økologiske bedrifter. Hegnenes almindelige flora i økologiske brug er dog mere mangfoldig end hegn på konventionelle brug (boks 3-3).

Hegn, diger og grøftekanter er hjemsted for flere musearter og deres fjender f.eks. lækat og brud. En række fuglearter kan have reder i hegn og søge føde i marken. Det gælder agerhøne, fasan og gulspurv. Disse arters ynglesucces afhænger blandt andet af hegnets kvalitet som redeskjul og markens indhold af insekter. Tornsangeren både yngler og søger føde i hegn og er hyppig langs vinterrapsmarker. En del af agerlandets fuglearter klarer sig bedre på de økologiske bedrifter end konventionelle, men om det skyldes højere kvalitet af de udyrkede arealer eller større fødeudbud på markerne er ikke altid entydigt.

Boks 3-3

Hegnsvegetation på økologiske og konventionelle landbrug

I 2001 blev 26 levende hegn i Syd- og Vestjylland undersøgt grundigt. 10-15 år gamle løvtræshegn omgivet af henholdsvis økologiske marker i omdrift gennem mindst 10 år og konventionelle marker blev sammenlignet. Vegetationen i hegnene var domineret af almindelige planter som stor nælde, burresnerre, agertidse, kvik og hundegræs, men der viste sig dog at være markante forskelle på antallet af plantearter i de to driftsformer.

Hegn i økologiske marker havde i gennemsnit 38 plantearter for hver 100 meter hegn, mens hegn i konventionelle marker kun havde 29 arter. Ved de økologiske hegn var der desuden et større artsantal i den stribe af urtevegetation, der findes langs hegnene ud mod marken, hvorimod der ikke kunne konstateres forskelle i antallet af urter centralt i hegnet. Dette kan skyldes, at pesticider, der driver fra marken ind over hegnene, kun påvirker den omtalte yderstribe.



På overgangen mellem hegnets buske og markens afgrøder ses en stribe vilde urter – den såkaldte fodpose.

Foto: Knud Tybirk.



Figur 3-5

Økologiske brug kan se ud som dette fra "Danmarks sidste bonde", Børge Jørgensen (tv). Flere bedrifter af denne art ville give et mere varieret landskab end det, vi har vænnet os til.

Foto: Per Schjøning.

Forskelle på landskabsniveau

Man ved endnu ikke ret meget om, hvordan økologisk landbrug påvirker landskabet (figur 3-5). Det er klart, at der skal en høj koncentration af økologiske bedrifter til, før man kan tale om et "økologisk landskab" – og et sådant vil være vanskeligt at sammenligne med et tilsvarende "konventionelt landskab". For at vurdere naturkvaliteten på landskabsniveau bør man også inkludere kulturhistoriske og æstetiske forhold.

En faktor af stor betydning for naturkvalitet på landskabsniveau er, i hvor høj grad landskabet varierer med hensyn til de vigtigste bedriftstyper, afgrøder (afgrødediversitet), småbiotoper (f.eks. hegn og vandhuller), halvnaturarealer og skov. Men også hvor stor afstanden er mellem de enkelte landskabs-elementer. Dette vil være afgørende for, at de sjældne arter med ringe evne til spredning vil have gunstige forhold, hvilket kan have betydning for deres overlevelse. Men indtil videre må det konstateres, at der er for lille viden til at forudsige, om økologisk landbrug vil gøre en forskel, når man betragter naturkvalitet på landskabsniveau.

Konklusioner

Som det fremgår af dette kapitel er spørgsmålene om naturkvalitet i landbrugslandet meget komplekse. For at kunne påvise forskelle mellem økologisk og konventionel driftsform er der behov for en lang række informationer og konkrete sammenlignelige undersøgelser på såvel enkeltmarker, småbiotoper, halvnaturarealer, hele landbrugsbedrifter og landskaber. Det må understreges, at det er vigtigt at gøre sig klart, hvilke typer konventionelle gårde der omlægges til hvilken type økologiske gårde, når man skal vurdere, om omlægningen er til fordel for naturkvaliteten. Endvidere kan naturkvaliteten mellem bedriftstyper inden for henholdsvis konventionelt og økologisk landbrug sagtens være mere forskellig end mellem konventionelle og økologiske bedrifter med samme produktion.

Påvirkningerne på naturen er forskellige fra økologisk og konventionelt landbrug, men det giver ikke altid entydige forbedringer af naturens kvaliteter at lægge om til økologisk drift. Samtidig går udviklingen inden for både det konventionelle og det økologiske landbrug meget hurtigt i disse år, således at det ikke kan tages for givet, at der er de samme forskelle mellem økologisk og konventionelt landbrug som dem, der blev konstateret i tidligere undersøgelser fra 1980 til 1995.

Vender vi tilbage til de tre hovedspørgsmål fra indledningen af kapitlet kan vi konkludere således:

Spørgsmål 1 må besvares med et *JA – økologisk landbrug giver plads til flere af agerlandets almindelige vilde planter og dyr.*

Spørgsmål 2 må bevarer med et *MÅSKE – i nogle tilfælde findes der på økologiske bedrifter lidt flere plantearter i marknære levesteder, hvor påvirkningen fra driften er stor (f.eks. levende hegn). Men oftest findes de samme almindelige arter som i konventionelt landbrug. Disse forhold er stadig mangelfuldt undersøgt, især for halvøknaturtyper hvor internationale naturbeskyttelsesinteresser gør sig gældende.*

Spørgsmål 3 må besvares med et *JA – økologisk landbrug vil forbedre levedmulighederne for nyttige dyr og planter, fødekæder, de økologiske kredsløb og dermed økosystemfunktioner som kan være til fordel for produktionen.*

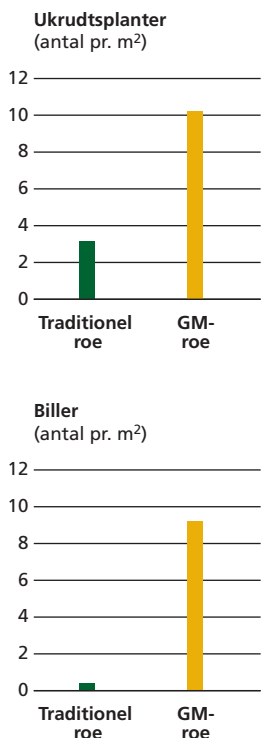


Økologisk landbrug og genmodificerede planter



Økologiske produkter må ikke indeholde genmodificerede organismer. Den regel bliver det sværere og sværere at overholde, fordi genmodificerede planter vinder indpas i det konventionelle landbrug. Dette kapitel fortæller, hvordan de genmodificerede planter finder vej til økologiske marker, og hvad man kan gøre for at mindske risikoen.

Foto: DJF, Foulum.



Figur 4-1

Brug af genmodificerede, herbicidtolerante roeplanter gør det muligt at sprøjte senere mod ukrudt end i marker med traditionelle roer. Det betyder, at der kan eksistere en veludviklet ukrudtsflora og tilsvarende være et rigere insektliv på marker med GM-roer.

Data fra Elmegaard og Bruus Pedersen, 2001.
Foto: Marianne Bruus Pedersen.

Gensplejsning, også kaldet genmodifikation (GM), anvendes inden for planteforædling, fordi det relativt hurtigt fører til nye sorter af næsten alle dyrkede planter – sorter med præcise egenskaber, der ønskes.

De egenskaber, der indsættes, er oftest evnen til at tåle ukrudtsmidler (herbicidtolerance, figur 4-1) og til at modstå insektangreb (insektresistens), men der udvikles også GM-planter (GMP) med andre egenskaber, f.eks.: svampe- og virusresistens, nye eller ændrede indholdsstoffer (f.eks. proteiner og kulhydrater), tørke- og kuldetolerance samt nedsat blomstringsevne og frøsetning. Mere generelt kan man også tale om genmodificerede organismer (GMO), f.eks. husdyr eller bakterier.

GM-planterne gennemgår en grundig økologisk, landbrugsmæssig og sundhedsmæssig risikovurdering inden for kan godkendes til markedsføring og konventionel dyrkning i EU. Risikovurderingen baseres bl.a. på resultaterne fra flere års forsøgsudsætninger.

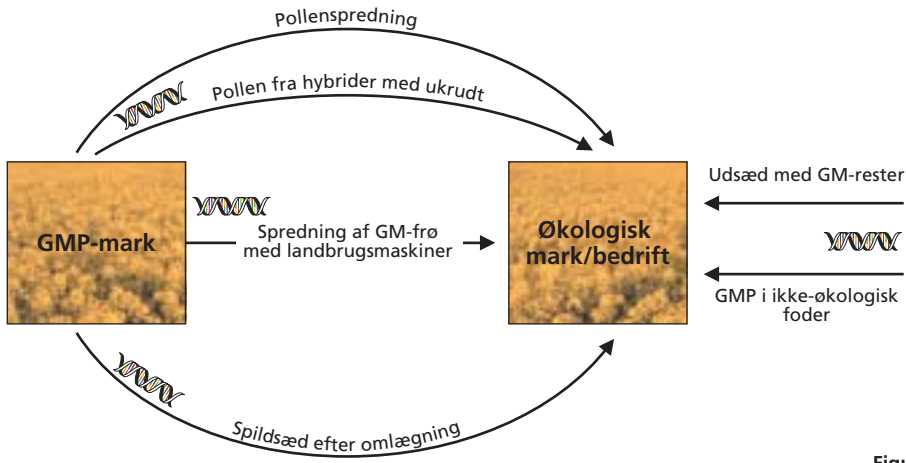
Ifølge den gældende lovgivning er det ikke tilladt at dyrke genmodificerede planter på økologiske marker. Man mener, at det er uacceptabelt i forhold til miljø og sundhed. Samtidig ønsker man, at forbrugerne skal have mulighed for at kunne fravælge genmodificerede fødevarer. På trods af et højt informationsniveau er den andel af danskerne, der er skeptiske over for genteknologien, ikke blevet mindre i de senere år. Den udbredte skepsis skyldes også risikoen for monopolisering inden for fødevarerbranchen, etiske forbehold samt et generelt ubehag ved den sprøjtemiddelanvendelse, herbicidresistente afgrøder kan føre med sig.



Traditionel roe.



GM-roe.



Figur 4-2
Oversigt over de måder,
hvorpå genmodificerede
planter (GMP) kan finde vej
til økologisk landbrug.

De konkrete problemer, økologiske avlere må se i øjnene med hensyn til genmodificerede planter, fremgår af figur 4-2.

GM-forurening via foder og frø

Mest aktuell er risikoen for GM-forurening af kreaturerne foder. F.eks. indeholdt nogle partier soja, importeret til Danmark i 2001 til brug i økologisk foder, identificerbare rester af genmodificeret materiale – og partiet måtte kasseres.

Foderet i de økologiske fjerkræ- og svinebesætninger består for en stor del af soja. Samtidig er sojabønnen den afgrøde, der på verdensplan i størst omfang dyrkes som genmodificeret. Således var 63% af det samlede sojaareal i 2001 dyrket med GM-sorter. GM-forureningen af soja, raps og majs kan påvises i det maskinelt forarbejdede foder, men overlever ikke fordøjelsen i dyrenes tarmkanal, så de findes ikke i det animalske slutprodukt. Foderet indeholder heller ikke spiringsdygtige frø.

Opblanding af konventionel såsæd med GM-sorter er en anden kilde til forurening af økologiske afgrøder. Dette skyldes, at der mangler økologisk såsæd af mange arter (f.eks. hvidkløver, lucerne og hybridraps), og det derfor er tilladt i begrænset omfang at anvende konventionel såsæd. Specielt raps og majs importeret fra Nordamerika til flere EU-lande har vist sig at indeholde GM-frø i større omfang. Dette ville være kritisk for den økologiske landmand, hvis de var brugt som såsæd.

En tredje kilde er overlevende frø fra tidligere konventionel dyrkning af arealer, der omlægges til økologisk dyrkning. Specielt spildfrø af f.eks. genmodificeret raps kan overleve i jorden mere end 5 år og vil kunne opformerer i marken og omgivelserne og give problemer. Kornsorterne inklusive majs overlever derimod normalt mindre end 1 år i jorden og opformerer derfor ikke. Endelig vil GM-frø måske i fremtiden blive spredt med komposteret byaffald og ikke-økologisk husdyrgødning. Sandsynligheden for at der sker en opformering på de økologiske marker er dog formentlig ret lille.

En potentielt større spredningskilde er overslæb af GM-frø med landbrugsmaskiner. Hvis økologiske og konventionelle landmænd, der dyrker GM-afgrøder, har maskinfællesskab, vil det kræve grundig rensning at hindre overslæb af frø fra hjul eller mejetærsker. Ved høst af særlig kritiske afgrøder som f.eks. raps bør fælles anvendelse af redskaber helt undgås.

Spredning af GMP med pollen

På længere sigt vil spredningen af de gener, der bærer de genmodificerede egenskaber, med pollen og frø kunne blive et mærkbart problem for det økologiske landbrug (tabel 4-1). Dette vil måske ske allerede fra 2003, når nye GM-afgrøder forventes godkendt til dyrkning efter indførelse af nye regler for mærkning og overvågning.

Figur 4-3
Kløver bliver bestøvet af humle- og honningbier, som kan sprede pollen videre til andre kløvermarker op til 2-3 km borte.

Foto: Gösta Kjellsson.



	Direkte pollenspredning	Krydsninger med vilde arter	Frøspild og opformering i sædskifte
Lavrisiko-afgrøder			
Markært, hestebønne	Lav risiko (selvbestøver)	Ingen i Europa	Opformeres ikke i marken
Hvede	Lav risiko (selvbestøver)	Ingen i Nordeuropa	Frø overlever normalt mindre end 1 år i jorden; opformeres ikke
Højrisiko-afgrøder			
Raps	Høj risiko (bestøves af både vind og bier)	Krydser med agerkål og kiddike	Frø kan overleve mere end 5 år i jorden; opformeres let i marken
Hvid- og rødkløver	Høj risiko (bestøves af bier)	Krydser med vilde kløverplanter	Frø kan overleve i 5 til 20 år i jorden; opformeres og etableres let
Majs	Høj risiko (vindbestøvning)	Ingen i Europa	Frø overlever normalt mindre end 1 år i jorden; opformeres ikke
Rug	Høj risiko (vindbestøvning)	Ingen i Europa	Frø overlever normalt mindre end 1 år i jorden; opformeres ikke
Rajgræs	Høj risiko (vindbestøvning)	Krydser med vilde arter af rajgræs	Frø overlever i 1 til 4 år; opformeres og etableres let

Tabel 4-1
Spredningsrisiko for nogle forskellige økologiske afgrøder. Genspredningen kan ske direkte med pollen fra de genmodificerede planter eller indirekte via krydsninger med ukrudt og vilde slægtninge.

Hvis en GM-afgrøde kan sprede sine pollen til en tilsvarende økologisk afgrøde og bestøve denne, så vil det også ske på et eller andet tidspunkt, hvis markerne ligger i den samme egn. Der er dog store forskelle i spredningsrisikoen. For nogle afgrøder som f.eks. majs, kløver og raps er der høj risiko for bestøvning fra GM-sorterne, fordi disse arter er fremmedbestøvede, og pollen med GM-generne let kan spredes til de økologiske marker med vinden og insekter (se tabel 4-1).

Andre plantearter har langt mindre spredningsrisiko. Dette gælder for mange selvbestøvede planter som f.eks. kornsorterne byg og hvede samt for ærter og kartofler, hvor pollenspredningen, der foregår via humlebier, sker over en meget begrænset afstand (figur 4-3).

GM-gener fra f.eks. raps behøver ikke at blive overført direkte til økologiske marker, men kan tage omvejen over vilde slægtninge som agerkål og kiddike, der findes som

Boks 4-1

StarLink-majs

Majs var en af de første afgrødeplanter, der blev genmodificeret. I dag er dyrkning af GM-majs vidt udbredt, især i USA.

Foto: Gösta Kjellsson.

Sagen om den såkaldte StarLink-majs fra USA er et godt eksempel på konsekvenser af GM-spredning. StarLink-majs er en insektresistent sort til foderbrug, der i begyndelsen udgjorde blot ca. 1 % af den samlede majsproduktion, men som til sidst havde spredt sine egenskaber til knap halvdelen af landets samlede produktion af majs. Da StarLink-majs ikke var godkendt til fødevarerbrug (risikoen for allergi hos mennesker var ikke blevet undersøgt), var omstændighederne særlig uheldige. Sagen medførte importrestriktioner fra andre lande og tilbagekaldelse af produkter. Misere skyldtes flere forskellige forhold som f.eks.: Mangelfulde oplysninger til landmanden fra producenten, dårlig brug af sikkerhedsbestemmelser (værnebælter og isolationsafstande) og specielt en utilstrækkelig adskillelse af frøene i produktledet. Sagen havde mange retslige eftervirkninger, men viste klart vigtigheden af klare retningslinier og effektiv kontrol hos både myndigheder, producent, avler og distributør.



Figur 4-4

Et fangbælte med konventionel raps (forrest) omkring en mark med GM-raps (bagest) formindsker risikoen for pollenspredning med bier.

Foto: Gösta Kjellsson.

Risiko	Afhjælpes/formindskes ved
GMO-forekomst i økologisk foder (specielt majs og soja)	Kontrol af foderpartier, øget dansk eller udenlandsk produktion af GMO-frit foder
GMO-forekomst i økologisk såsæd	Kontrol af såsæd, selvstændig dansk produktion af GMO-fri såsæd
Pollenspredning af GM-gener	Øget isolationsafstand til spredningskilder, fangbælter omkring marken, GMP-fri dyrkningszoner, brug af lavrisiko afgrøder
Overlevelse af GM-frø i marken og opformering i sædskiftet	Prøvetagning og overvågning, selektiv bekæmpelse, ændret omlægnings-periode

Tabel 4-2
Metoder til at formindske risici af GM-afgrøder for økologisk jordbrug. Forholdsreglerne gælder særlig for højrisiko-afgrøderne (se tabel 4-1).

ukrudt i marken eller vokser i naturen. Herfra kan de så spredes videre til økologiske rapsplanter.

I Nordamerika, hvor dyrkning af GM-afgrøder har foregået længst tid, er der flere eksempler på, at der er sket en uventet spredning til andre konventionelle og økologiske afgrøder. I Canada og mange andre steder dyrker man f.eks. nogle særlige rapssorter, der ikke selv producerer pollen (hansterile). De skal bestøves fra andre rapssorter og netop derfor er de særlig udsatte for at blive det fra GM-raps.

Hvis de almindelige fodergræsser i landbruget blev genmodificeret ville det i praksis være umuligt at forhindre genspredning. Det skyldes bl.a., at de er vindbestøvede og at vilde og dyrkede typer findes vidt udbredte i landskabet. Holland har i 2001 ansøgt om tilladelse til at udsætning genmodificeret rajgræs på forsøgsbasis. Denne plante er dog gjort mere miljøvenlig ved at have fået forsinket eller helt fraværende blomstring, så den ikke kan sprede pollen eller frø. Forsøgsudsætninger og risikovurdering forventes dog først at være afsluttet i 2010, hvorefter firmaet kan tage stilling til en eventuel ansøgning om markedsføring.

Hvordan kan GM-spredningen begrænses?

Udvikling af hansterile sorter har allerede været omtalt; de vil jo i hvert fald ikke kunne sprede deres egenskaber med pollen. En anden metode består i at forsyne de genmodificerede planter med endnu en ny egenskab, som forhindrer deres frø i at kunne spire – evt. ved hjælp af et såkaldt terminator-gen. Specielt for U-landene er terminator-teknologien dog begrænsende, fordi man så ikke kan bruge en del af høsten til såsæd året efter. Det gør landmanden afhængig af såsæd fra producenten og øger monopoliseringen.

Man kan også begrænse spredningen af pollen fra GM-afgrøder ved at holde passende afstand mellem markerne. Denne såkaldte isolationsafstand kan f.eks. fastsættes, så genoverførslen begrænses til mindre end 1% (figur 4-4).

De nuværende danske afstandskrav ved frøavl af selvbestøvede arter varierer mellem 200 m (majs), 500 m (rapshybrider) og 800 m (roer). Danmarks Miljøundersøgelser er ved at undersøge, hvordan dyrkningsmønster, vindforhold og insektspredning påvirker pollenspredningen for at komme med forslag til realistiske isolationsafstande og andre tiltag, der minimerer risikoen for GM-spredning til økologiske marker.

Risikoen for at få blandet GM-planter ind i en økologisk afgrøde kan reduceres, hvis den tid, der skal gå før en konventionelt dyrket mark kan bruges til økologisk dyrkning, øges. Risikoen for GM-forurening kan også mindskes ved at anvende lavrisiko-afgrøder i sædskiftet (se tabel 4-2). Samtidig er det nødvendigt at foretage en effektiv jordbearbejdningen, der kan begrænse problemer med spildfrø og ukrudtshybrider. Endelig kan man etablere et overvågningsprogram af de økologiske marker, så man tidligt kan opdage GM-spildplanter og -ukrudtshybrider og tage forholdsregler mod yderligere spredning.

Konklusioner

Der vil ikke være nogen væsentlige sundheds- eller miljø-mæssige risici ved de GM-afgrøder, der forventes markedsført i EU. Det sørger den omfattende risikovurdering for. Men de dyrkningsmæssige konsekvenser kan blive problematiske for økologisk landbrug. For højrisikoafgrødernes vedkommende, det vil bl.a. sige raps, kan fuldstændig GMO-frihed formentlig kun opnås ved at etablere helt GMO-fri områder. For de fleste andre afgrøder forventes det dog, at passende forholdsregler såsom isolationsafstande mellem GMP-marker og økologiske marker, fangbælter omkring markerne (se figur 4-4) samt kontrol af såsæd og foder vil gøre det muligt at holde GMO-indholdet i de enkelte led på et så lavt niveau, at slutproduktet indeholder mindre end 1% GMO.

Ny forskning og den seneste viden om risikoen for spredning af de forskellige GM-planter er en forudsætning for at kunne foreslå effektive forholdsregler med færrest mulige ulemper for det økologiske landbrug. Under Forskningscenter for Økologisk Jordbrug blev der i 2002 lavet en analyse af de konsekvenser, genmodificerede planter har for økologisk landbrug. På baggrund af denne analyse er der iværksat to forskningsprojekter med deltagelse af Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugsforskning, der skal undersøge, hvordan GM-spredningen kan begrænses. Samtidig har Fødevarerministeriet iværksat en udredning af mulighederne for sameksistens mellem genmodificerede, konventionelle og økologiske afgrøder. Det er forhåbningen, at disse og lignende tiltag i EU vil medvirke til, at det økologiske landbrug fortsat kan udvikles som en alternativ niche under de nye markedsvilkår.



Vandmiljøet og økologisk landbrug



Ved at omlægge flere og flere landbrug til økologisk drift håber man at kunne nedbringe vandforureningen med både kvælstof og pesticider. Og økologisk landbrug har i sig muligheden for at spille rollen, men der er et stykke vej endnu. På kvælstofsiden er økologisk landbrug endnu ikke meget bedre end det konventionelle landbrug, og på pesticidesiden er der en række uheldige konsekvenser af det totale forbud.

Foto: CDanmark.

Der har siden midten af 1980'erne været fokus på landbrugets bidrag til vandmiljøets dårlige tilstand. Forureningen skyldes for en stor dels vedkommende landbrugets udledning af kvælstof og pesticider. I økologisk landbrug er der forbud mod anvendelse af pesticider, så det er indlysende, at jo mere af denne driftsform, jo mindre pesticidforurening. Økologisk landbrugs gavnlige virkning på kvælstofforureningen er derimod mindre entydig, og meningerne i den offentlige debat er delte.

Dette kapitel handler først om betydningen og omfanget af forureningen; derefter behandles forsøgene på at mindske udledningen af kvælstof og pesticider fra landbruget. I kapitlets hovedafsnit undersøges det økologiske og det konventionelle landbrugs kvælstofproblemer nærmere.

Kvælstof og pesticider i vandmiljøet

Udvaskning af kvælstof fra dyrkede arealer er den væsentligste årsag til kvælstofforurening i vores grundvand, søer og fjorde (figur 5-1). Særlig stor udvaskning sker fra arealer, der tilføres mere kvælstof, end afgrøden kan optage. Brug af pesticider i landbruget rummer også en fare for vandmiljøet.



Figur 5-1
Søbred præget af stærk
næringsstofftilførsel.

Foto: Jens Møller Andersen.

Kvælstof

Høje koncentrationer af kvælstof (nitrat) gør grundvandet uanvendeligt som drikkevand. I henhold til EU's drikkevandsdirektiv er den højst tilladte koncentration af nitrat i drikkevand 50 mg pr. liter målt som nitrat, mens den anbefalede værdi er 25 mg pr. liter. Omkring 500 mindre vandværksboringer er lukket inden for de seneste 10 år på grund af høje nitratkoncentrationer i indvindingsvandet. I søer, fjorde og havområder kan øgede tilførsler af kvælstof føre til øget algevækst med heraf følgende forringelser i vandkvalitet, f.eks. dårlige iltforhold.

Pesticider

Under udsprøjtningen kan pesticider med vinden blive ført til vandområderne. Endvidere kan pesticider transporteres med det vand, der på jordoverfladen strømmer direkte ud i vandløbene. Endelig kan pesticider blive vasket ned til grundvandet gennem revner og sprækker i jorden. Pesticidrester er fundet i alle dele af vandkredsløbet, hvor der er lavet undersøgelser: regnvand, jordvand, drænvand, vandløb, vandhuller, søer og grundvand.

I vandværkernes boringskontrol er der fundet pesticider og deres nedbrydningsprodukter i 23% af de undersøgte boringer, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 9% af boringerne. For vandløb er der gennem Vandmiljøplanens Overvågningsprogram fundet pesticider i ca. 27% af de prøver, der er analyseret herfor. Oftest er koncentrationerne under grænseværdien for drikkevand.

Grænseværdien for pesticider i drikkevand er i henhold til EU's drikkevandsdirektiv 0,1 mikrogram pr. liter. Mængder af denne størrelsesorden er normalt ikke af toksikologisk betydning for mennesker. Pesticiders virkning over for dyr og planter i vandmiljøet er meget lidt undersøgt i Danmark, men udenlandske undersøgelser tyder på, at en målbar skadevirkning først indtræder ved væsentligt højere koncentrationer.

Forbrug og forsøg på begrænsning

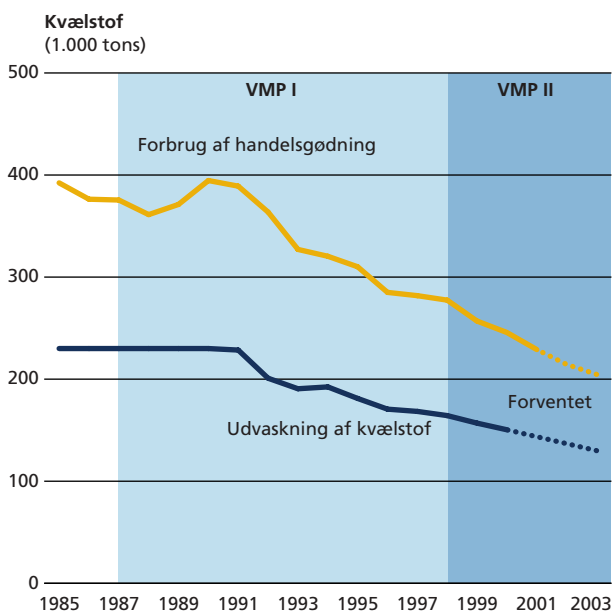
Siden 1960'erne er der sket en voldsom stigning i landbrugsproduktionen, bl.a. som følge af øget import af handelsgødning og kvælstofrigt foder til husdyrene og på grund af et stigende forbrug af sprøjtemidler.

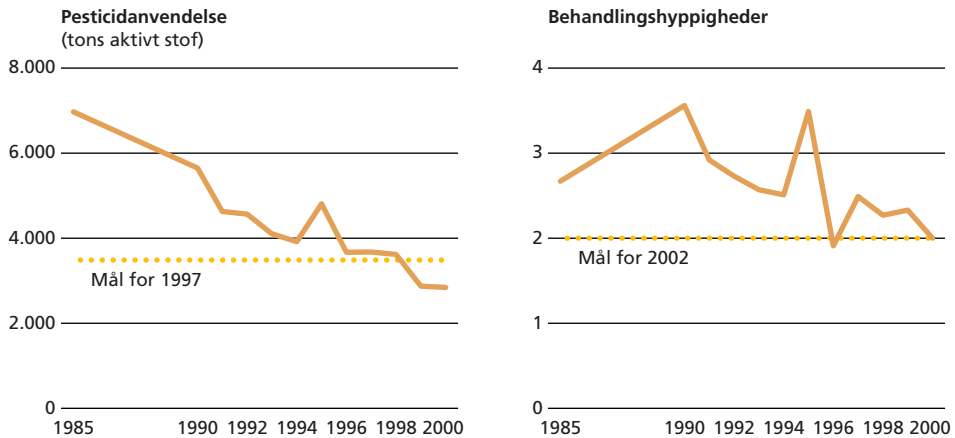
Kvælstof

Fra 1960 til 1985 steg det danske forbrug af kvælstofgødning i form af handelsgødning fra ca. 100.000 tons til ca. 400.000 tons. Samtidig optrådte iltsvind og fiskedød gentagne gange i Kattegat. Det førte til vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987. Målet var at halvere kvælstofudvaskningen til vandmiljøet. Det var imidlertid ikke så let at nå denne målsætning, så der blev vedtaget nye handlingsplaner: Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug i 1991 og 1996 og Vandmiljøplan II i 1998. Virkemidlerne i de første handlingsplaner var først og fremmest rettet mod gødningsanvendelsen, men i Vandmiljøplan II blev der taget flere instrumenter i brug. Det drejer sig bl.a. om, at en større del af dansk landbrug skal drives efter økologiske principper.

Gødningsreglerne for økologisk landbrug er strammere end for landbruget generelt (se boks 5-1). Da Vandmiljøplan II skulle udformes, mente man derfor på Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, at der fra økologisk landbrug ville blive udvasket 10 kg kvælstof mindre pr. ha end fra konventionelt landbrug. Vandmiljøplanen skulle give en samlet reduktion af kvælstofudvaskningen på 34.000 tons, og man forventede, at økologisk landbrug i perioden fra 1998 til 2003 kunne bidrage hertil med ca. 1.600 tons (figur 5-2).

Figur 5-2
Udviklingen i forbruget af handelsgødning og udvaskningen af kvælstof siden 1985. Under Vandmiljøplan II forventes der omlagt 160.000 ha til økologisk jordbrug. Det skønnes, at forbruget af kvælstof fra handelsgødning herved vil blive reduceret med 11.000 tons og udvaskningen af kvælstof vil blive reduceret med 1.600 tons i alt om året. Målsætningen i Vandmiljøplan II er en samlet reduktion i udvaskningen af kvælstof på ca. 34.000 tons kvælstof.





Pesticider

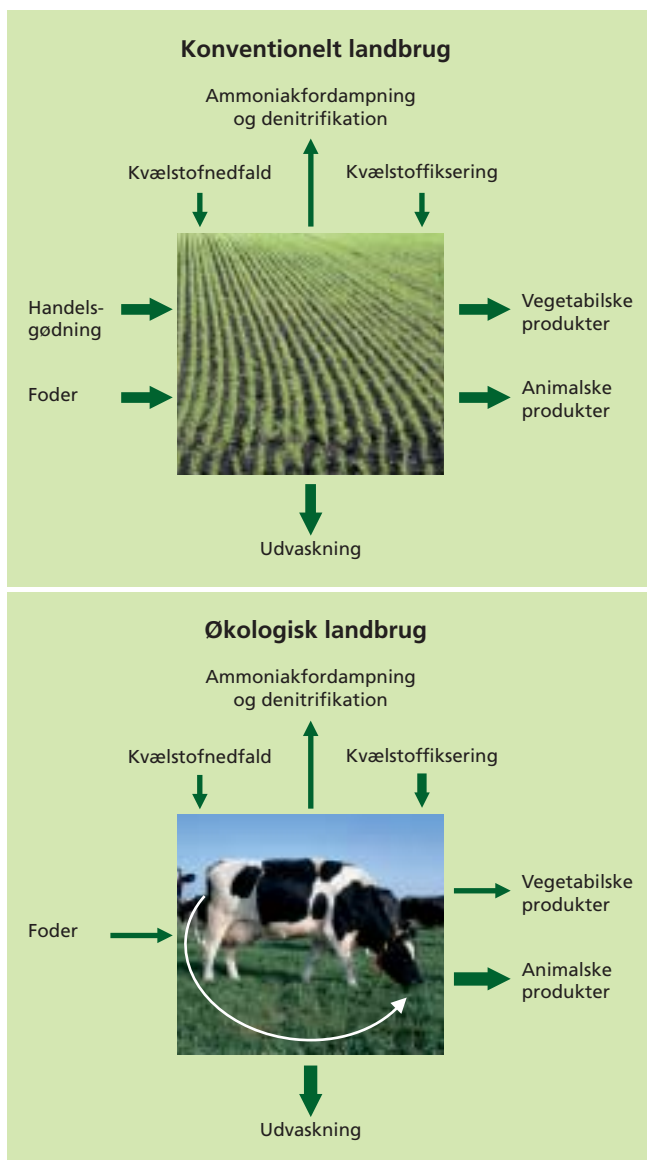
Forbruget af pesticider er steget igennem perioden fra 1960 og frem til 1985. I 1986 blev den første Pesticidhandlingsplan vedtaget, og målet var at halvere pesticidforbruget inden udgangen af 1996. Halveringen skulle omfatte både mængden af solgte aktive stoffer og behandlingshyppigheden (dvs. det antal gange en afgrøde sprøjtes med den godkendte dosis). Man udstedte bl.a. forbud mod særligt sundheds- og miljøskadelige bekæmpelsesmidler og indførte tilskud til sprøjtefri bræmmer i særligt følsomme landbrugsområder (SFL-områder). I "10-punktsprogrammet til beskyttelse af grundvand og drikkevand" fra 1994 blev "fremme af økologisk landbrug" inddraget som et af punkterne.

Den ønskede reduktion af mængden af brugte aktive stoffer blev nået i 1996. Det skyldtes dog især, at man gik over til såkaldte mini-midler, dvs. midler, der er mere giftige, så de kan anvendes i lavere vægtdosis. Behandlingshyppigheden blev ikke halveret (figur 5-3). Herefter blev Pesticidhandlingsplan II vedtaget i 2000. Målet i denne plan var at reducere behandlingshyppigheden mest muligt. Første delmål var en reduktion til 2,0 inden udgangen af 2002. Dette var et meget lempeligt mål, idet behandlingshyppigheden allerede i 2000 lå på et niveau omkring 2,0. Der vil blive sat et nyt delmål hvert tredje år. Man vil bl.a. udvide det økologisk dyrkede landbrugsareal for at nå målene.

Figur 5-3
Udviklingen i forbruget af pesticider i Danmark i perioden 1985-2000. I Pesticidhandlingsplan II fra 2000 er målet at reducere behandlingshyppigheden mest muligt. Delmålet for 2002 blev omtrent nået allerede i 2000. Efter 2002 vil der blive sat et nyt delmål.

Kvælstofforurening fra forskellige landbrugsformer

Kvælstof er det næringsstof, som indgår med størst mængde i landbrugsproduktionen. Omsætningen kan illustreres ved et såkaldt kvælstofkredsløb, der viser kvælstofstrømmene i landbruget, se figur 5-4.



Figur 5-4
Skematisk oversigt over henholdsvis konventionelt og økologisk drevet landbrugs kvælstofregnskab. Pilenes tykkelse angiver den relative betydning af de forskellige til- og frafrørsler.

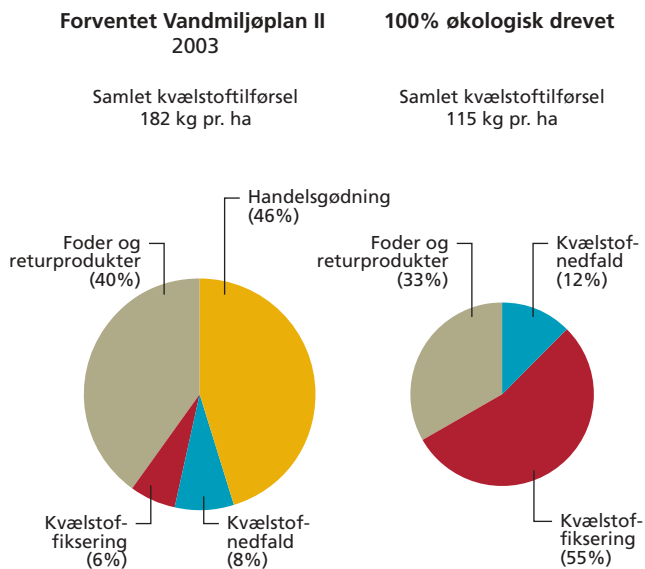
Kvælstofregnskab	kg kvælstof pr. hektar
Tilførsel	
Handelsgødning	100
Fodermidler	78
Nedfald fra atmosfære	15
Kvælstoffiksering	16
I alt	209
Fraførsel	
Animalske produkter	41
Vegetabiliske produkter	25
I alt	66
Overskud	143
Overskuddets skæbne	
Ammoniakfordampning	36
Denitrifikation	17
Opbygning af jordens organiske materiale	10
Kvælstofudvaskning	80
I alt	143

Tabel 5-1
Øverst vises kvælstofregnskabet for dansk landbrug i 1999 med angivelse af tabsposter (tilnærmet efter Kyllingsbæk et al., 2000). Ca. 32 % af det tilførte kvælstof udnyttes i produktionen, den restende del tabes til omgivelserne eller indbygges i jordens organiske materiale. Nederst vises, hvad der sker med kvælstofoverskuddet.

I det konventionelle landbrug tilføres kvælstof gennem handelsgødning og importerede fodermidler. Desuden tilføres der kvælstof ved nedfald fra luften og via kvælstoffikserende afgrøder, f.eks. ærter og kløver, som optager kvælstof direkte fra luften. Der bortføres kvælstof med solgte landbrugsprodukter, men kun ca. 32% af det tilførte kvælstof ender i disse produkter (tabel 5-1). Resten er et overskud, som tabes til omgivelserne eller ophobes i dyrkningssystemet.

Internt i landbrugssystemet foregår en lang række processer. Dyrene producerer husdyrgødning. Gødningen indeholder ammoniak, og en del kvælstof tabes ved ammoniakfordampning. Husdyrgødningen og det indkøbte handelsgødning bringes ud på markerne for at forsyne afgrøderne med de nødvendige næringsstoffer. Kvælstof i handelsgødning og det uorganiske kvælstof i husdyrgødningen er umiddelbart tilgængeligt for planterne. Husdyrgødning inde-

Figur 5-5
Forskellige poster for tilførsel af kvælstof til dansk landbrug i to forskellige situationer. Til venstre den forventede fordeling, når Vandmiljøplan II er fuldt indført; til højre i den tænkte situation, at 100 % af landbrugsarealet drives økologisk, se i øvrigt tabel 5-2. Den største tilførselspost i konventionelt landbrug er handelsgødning. I økologisk landbrug er det kvælstoffiksering.



holder imidlertid også kvælstof bundet i organisk materiale, og det vil blive frigivet i takt med, at det organiske materiale nedbrydes. Omsætningen af organisk materiale kan ske til langt hen på efteråret, afhængig af temperatur og fugtighed.

En del af det tilførte kvælstof vil være tilbage i jorden, efter at afgrøden er høstet. Dette kan blive omdannet til uskadeligt, luftformigt kvælstof (denitrificeret), når jorden er våd. Det kan også blive indbygget i jordens organiske materiale. Ikke mindst jordens indhold af kvælstof kan blive udvasket til det omgivende miljø, især i efterårs- og vinterperioden med ned-sivende overskudsnedbør.

I økologisk landbrug må der ikke anvendes handelsgødning, og der er sat grænser for, hvor meget importeret foder, man må anvende. Planternes forsyning med næringsstoffer sker først og fremmest ved dyrkning af kvælstoffikserende afgrøder og grøngødning efter en hensigtsmæssig flerårig sædskifteplan. Udbredt dyrkning af efterafgrøder (også kaldet fangafgrøder) skal sikre, at der er voksende afgrøder på marken hele året, således at også kvælstof, der frigives om efteråret og vinteren, bliver opsamlet.

I det økologiske landbrug må der tilføres husdyrgødning i mængder svarende til 140 kg kvælstof pr. ha. Heraf må op til 70 kg kvælstof pr. ha være ikke-økologisk husdyrgødning eller restprodukter fra fødevarerindustri m.m. I det konventio-

	Ved fuldt virkende Vandmiljøplan II (kg kvælstof pr. ha)	Økologisk scenario 1 (kg kvælstof pr. ha)	Økologisk scenario 2 (kg kvælstof pr. ha)
Tilførsel			
Handelsgødning	82	0	0
Fodermidler	73	35	40
Kvælstofnedfald	15	15	15
Kvælstoffiksering	12	59	65
I alt	182	109	120
Fraførsel			
Animalske produkter	42	30	35
Vegetabiliske produkter	18	7	7
I alt	60	37	42
Overskud	117	71	78

nelle landbrug er der lignende grænser for, hvor meget husdyrgødning, man må bruge: højst 140 kg kvælstof pr. ha ved anvendelse af svinegødning, og 170 kg kvælstof pr. ha ved anvendelse af kvæggødning.

Med de begrænsninger, der er i indkøb af kvælstof i det økologiske landbrug, bliver kvælstoftilførslen væsentligt mindre end i konventionelt landbrug. Den største tilførsel kommer fra fiksering af kvælstof. I et scenario, hvor man forestillede sig 100% omlægning til økologisk landbrug i Danmark, har Danmarks Miljøundersøgelser beregnet, at kvælstoffikseringen vil udgøre over halvdelen af den totale tilførsel (figur 5-5).

Den andel af kvælstoftilførslen, der udnyttes til produktion i økologisk landbrug ligger på ca. 35% og svarer stort set til udnyttelsen i det konventionelle brug. I scenariet med 100% omlægning til økologisk landbrug blev det beregnet, at forskellen mellem tilført og fraført kvælstof, dvs. kvælstofoverskuddet, ville blive på omkring 75 kg kvælstof pr. ha. Ved gældende landbrugspraksis i Danmark i 1999 var overskuddet som nævnt ovenfor på 143 kg kvælstof pr. ha, og når Vandmiljøplan II er fuldt gennemført, forventes overskuddet at være ca. 117 kg kvælstof pr. ha (tabel 5-2). På dette punkt nærmer det konventionelle og økologiske landbrug sig hinanden, efterhånden som de generelle regler i landbruget strammes.

Tabel 5-2
Det forventede kvælstofregnskab for dansk landbrug i tre forskellige situationer. I venstre kolonne når Vandmiljøplan II i 2003 har opnået fuld virkning, dernæst i to tænkte situationer, hvor 100% af landbruget drives økologisk. I den midterste situation har man det nuværende udbytte, til højre tænker man sig, at udbyttet er forbedret.

Efter Grant, 2000.

	Aktuel landbrugspraksis, 2000			Økologiske scenarier		
	Planteavl	Svinebrug	Kvægbrug	Planteavl med korn og rækkeafgrøder, grønbrak (kløvergræs) hvert 4. år	Svinebrug med import af husdyrgødning og med 75 % selvforsyning med foder	Kvægbrug uden import af husdyrgødning og vmd 85 % selvforsyning med foder
Høstudbytte	kg pr. ha	a.e pr. ha	a.e pr. ha	kg pr. ha	a.e pr. ha	a.e pr. ha
	7600	72	66	3400	36	35
Kvælstoftilførsel	kg pr. ha	kg pr. ha	kg pr. ha	kg pr. ha	kg pr. ha	kg pr. ha
Handelsgødning	120	91	87	0	0	0
Husdyrgødning	25	84	129	44	142	125
Nedfald fra atmosfære	15	15	15	15	15	15
Fiksering	6	6	32	49	50	71
I alt	167	196	253	108	207	211
Kvælstoffraførsel						
Ved høst	111	113	131	48	78	119
Overskud	56	83	122	60	129	92

Tabel 5-3

Høstudbytter og kvælstofregnskab for marken ved aktuel landbrugspraksis i 2000 (Grant et al. 2001), og for typiske scenarier for økologisk jordbrug (Kristensen & Olesen, 1998). På de enkelte økologiske brug kan overskuddet af kvælstof i marken være både større og mindre end ved konventionelle brug. a.e. = afgrødeenhed: ca. 100 kg tørstof.

Der kan imidlertid være stor forskel på, hvordan de enkelte brug forvalter næringsstofferne. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug har set på forskellige økologiske sædskifter og har beregnet, at overskuddet af kvælstof på marken kan varierer fra 60-129 kg pr. ha. Det skal bemærkes at denne opgørelse ikke medtager det overskud, der evt. måtte være i stalden. Til sammenligning fandt Danmarks Miljøundersøgelser, at der for forskellige konventionelle brugstyper var et kvælstofoverskud på marken på 56-122 kg pr. ha (tabel 5-3). Man kan således ikke i alle tilfælde være sikker på, at økologisk drift har en bedre kvælstofhusholdning end det konventionelle brug.

Dilemmaet i det økologiske landbrug

I økologisk landbrug tilstræbes det at bevare næringsstofferne i jorden ved opbygning af en pulje af letomsætteligt organisk materiale. Det stiller store krav til landmanden at forvalte denne pulje. Under ugunstige dyrkningsbetingelser, f.eks. ved sygdomsangreb, tørke mv. kan der være risiko for, at efterfølgende perioder med megen nedbør kan føre til øget tab af kvælstof fra den store pulje af organisk materiale i jorden.

I det økologiske landbrug skal husdyrene have adgang til græsning i mindst 150 dage i sommerperioden (se boks 5-2). Herved ender en stor del af husdyrgødningen direkte på græsmarkerne. Det giver anledning til øget ammoniakfordampning. Da gødningen desuden lægges i koncentrerede klatter i stedet for at blive spredt mere jævnt, bliver udvaskningen af kvælstof større end ved opstaldning. Problemet kan være særlig stort i svineproduktionen, især hvis græsset ødelægges, hvor grisene går.

I stalden må dyrene ikke bindes eller fikseres, og de skal være velforsynede med ren og tør strøelse. I disse såkaldte dybstrøelsesstalde produceres husdyrgødning med stort indhold af organisk materiale. Når det bringes ud på markerne, er kun en mindre del tilgængeligt for afgrøderne, den resterende del er bundet i det organiske materiale, som først skal omsættes inden det bliver tilgængeligt. Herved er der risiko for, at kvælstoffet frigives i perioder, hvor der ikke er afgrøder i god vækst til at optage det. Dette giver anledning til øget udvaskning af kvælstof.

Der er som nævnt i økologisk landbrug forbud mod at anvende kemiske sprøjtemidler. Landmanden skal forebygge angreb af skadedyr, sygdomme og ukrudt gennem et hensigtsmæssigt sædskifte, mekanisk jordbehandling mv. (se boks 5-1).

Boks 5-1

Plantebeskyttelse i økologisk landbrug

Der må ikke anvendes kemiske bekæmpelsesmidler mod planteskadegørere (skadedyr og sygdomme) og ukrudt i økologisk landbrug. Plantedirektoratet har i stedet tilladt følgende midler og metoder.

- Valg af hensigtsmæssige plantearter og -sorter, således at planterne har størst mulig konkurrenceevne.
- En hensigtsmæssig sædskifteplan, således at sædskiftesygdomme undgås og konkurrenceevne optimeres.
- Mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan ske ved harvning, strigling, radrensning, hakning, pløjning mv.
- Beskyttelse af skadegøreres naturlige fjender, f.eks. ved etablering/vedligeholdelse af levende hegn og ved forbedring af ynglemuligheder.
- Flammebehandling af ukrudt.

Boks 5-2

Vandmiljøplan II's gødningsregler**Regler for landbrug generelt**

Vandmiljøplan II indebærer, at hver landbrugsbedrift får tildelt en kvælstofkvote, som udregnes efter de afgrøder, der er på bedriften. Man fastsætter et bestemt forbrug for hver afgrøde og ganger det med det areal, den pågældende afgrøde dækker. Forbruget (kaldet kvælstofnormen) er 10 % lavere end den økonomisk optimale mængde.

Forbruget af kvælstof i handelsgødning og evt. husdyrgødning må ikke overstige ejendommens kvælstofkvote.

Desuden stilles der i Vandmiljøplan II krav til, hvor godt kvælstoffet i husdyrgødning skal udnyttes af planterne. Kravet stiger i løbet af perioden med Vandmiljøplan II og er udtrykt i % følgende:

	2000	2002	2003
Kvæggylle	65	70	75
Svinegylle	60	65	70
Fast gødning	55	60	65
Dybstrøelse	35	40	45

Ifølge EU's regler må der højst tilføres 170 kg kvælstof i husdyrgødning pr. ha. I Danmark har vi imidlertid bestemt, at der højst må

tilføres 140 kg kvælstof pr. ha med svinegødning og 170 kg kvælstof pr. ha med kvæggødning. Hvis kvæggødbredene har grovfoder på mere end 70 % af arealet, har Danmark opnået undtagelse fra EU's regler i en periode indtil 2005, således at der må tilføres 230 kg kvælstof pr. ha.

Desuden må der ikke udbringes flydende husdyrgødning fra høst og indtil 1. februar. For etablerede overvintrende græsarealer samt på arealer hvor der den følgende vinter skal være vinterraps er det dog tilladt at udbringe flydende husdyrgødning fra høst og indtil 1. oktober.

Og så skal hver ejendom have mindst 65 % grønne marker, dvs. marker med græs, udlæg/efterafgrøder, vinterkorn, vinterraps, roer og/eller majs. Herudover skal hver ejendom have efterafgrøder på mindst 6 % af arealet, dvs. græs, frøgræs og korsblomstrede afgrøder. En efterafgrøde skal efterfølges af en forårssået afgrøde.

Endelig skal hver enkelt landmand indsende et gødningsregnskab til Plantedirektoratet, som kontrollerer at alle regler er overholdt.

Yderligere gødningsregler for økologisk landbrug

Økologisk landbrug skal både efterleve ovennævnte generelle regler for landbruget og en række særskilte regler.

Der må ikke anvendes handelsgødning. I stedet kan jordens frugtbarhed opretholdes ved dyrkning af kvælstoffikserende afgrøder, grøngødning og planter med dybt rodnet.

Der må højst tilføres 140 kg kvælstof pr. ha med husdyrgødning. Der må som grundregel kun anvendes gødning fra økologiske

bedrifter, dog kan der anvendes op til 70 kg kvælstof pr. ha fra ikke økologiske bedrifter

Foder til husdyrene skal være økologisk. Hvis der ikke er tilstrækkelig økologisk foder på det danske marked, kan der dog anvendes foder med en ikke-økologisk andel på op til 10 % for kvæg og 20 % for andre dyr.

Alle dyr skal i perioden fra 15. april til 1. november have adgang til græsning i mindst 150 dage.

Den mekaniske ukrudtsbekæmpelse kan være harvning, "strigling", radrensning, pløjning mv. Herved vil der ske en forøget omsætning af jordens organiske materiale. Det kan igen betyde at der frigives kvælstof på ugunstige tidspunkter.

De nævnte eksempler viser konflikten i økologisk landbrug – ikke alle forhold peger i samme retning. Den bedre dyrevelfærd kan medføre større tab af kvælstof. Ingen brug pesticider forøger risikoen for sygdomsangreb og nedsat udbytte, som giver betingelser for større tab af kvælstof. Ingen brug af kemiske udkrudtsmidler kræver øget mekanisk jordbearbejdning, som skaber betingelser for øget tab af kvælstof.

Perspektiver

Udnyttelsen af kvælstof i produktionen er ikke væsentlig forskellig i økologisk og konventionel landbrugsdrift. Det lavere produktionsniveau i økologisk landbrug gør imidlertid, at der skulle være mulighed for mindre kvælstofudvaskning herfra. Endvidere vil der ikke forekomme udvaskning af pesticider.

Økologisk landbrug har da også været et af "instrumenterne" i de seneste danske handlingsplaner, der har haft til formål at begrænse udvaskningen af kvælstof og pesticider til grundvand og overfladevand. Desuden har Det Økologiske Fødevareråd i Aktionsplan II – økologi i udvikling fra 1999 peget på økologisk landbrug som interessant i forhold til den regionale grundvands- og drikkevandsbeskyttelse. Det Økologiske Fødevareråd har opstillet følgende anbefaling:

Anbefaling nr. 68. Det anbefales at undersøge mulighederne for udvikling af nye samarbejdsformer mellem landbrugere, regionale/ lokale myndigheder samt andre interessenter i forbindelse med udnyttelsen af miljøbeskyttelsespotentialer i økologisk landbrug.

Som vist i dette kapitel kan man imidlertid ikke i alle tilfælde regne med, at der er lavere kvælstoftab fra økologiske bedrifter. Det Økologiske Fødevareråd uddyber derfor også anbefalingen med, at hvis en koordineret omlægning til økologisk drift i drikkevandsområder med sikkerhed skal reducere nitratudvaskningen, er der behov for at udvikle økologiske driftsformer, som har et meget lavt kvælstoftab. En oplagt mulighed er at stille krav om dyrkning af efterafgrøder og forsøge at finde nye og effektive efterafgrøder, f.eks. afgrøder med dybtgående rodnet, som kan optage kvælstof fra et stort jordvolumen.



Økonomi og økologisk landbrug



Økologisk landbrug skal både være til for naturen og for landmandens pengepung. I dette kapitel undersøges det sidste forhold. Det viser sig, at der skal tilskud til for at kompensere for den mindre produktivitet og den større risiko, der er ved økologisk landbrug. Det, samfundet får for tilskuddet, er de natur- og miljøgevinster, økologisk landbrug kan give.

Foto: Hans Jørgen Lysholm.

Økonomiske aspekter af økologisk produktion dækker en lang række emner lige fra den enkelte landmands driftsøkonomiske resultat til efterspørgslen efter økologiske produkter og prissætning af de virkninger på natur, miljø, dyrevelfærd og sundhed der følger af økologisk landbrug.

I dette kapitel vises en driftsøkonomisk sammenligning af produktion og økonomi på en økologisk og en konventionelt drevet malkekvægbedrift, og betydningen af økologitilskuddet diskuteres. Mælkeproduktionen er valgt, fordi det er den absolut mest betydende produktion inden for økologisk landbrug, og fordi denne driftsform derfor også giver det bedst mulige statistiske grundlag for sammenligninger.

Sammenligningen betragter altså økologisk produktion ud fra den enkelte landbrugsbedrifts synspunkt, men for en diskussion af konsekvenserne af en omlægning af det samlede danske landbrug til økologisk drift henvises til boks 6-1. Afslutningsvis tages spørgsmålet: "Er tilskud til økologisk drift en god samfundsforretning?" op.

Boks 6-1

Omlægning af det samlede danske landbrug til økologisk drift

I tilknytning til Bichel-udvalgets arbejde i 1999 gennemførte L.B. Jacobsen og S.E. Frandsen (se litteraturlisten) en samfundsøkonomisk analyse af konsekvenserne af at omlægge hele det danske landbrug til økologisk produktion. En sådan generel omlægning vil have konsekvenser for hele den danske samfundsøkonomi. Størrelsen af virkningerne vil naturligvis afhænge af forudsætningerne, bl.a. af hvorvidt der kan opnås merpriser for danske landbrugsprodukter på eksportmarkederne, hvordan produktiviteten i den økologiske produktion udvikler sig og mulighederne for at importere foder.

Den gennemførte analyse viste, at med den nuværende produktivitet i økologisk produktion vil landbrugsproduktionen blive reduceret med mellem 20 og 35 %. Dette betyder både, at den enkelte landmand mister indtjening, og at samfundet mister forbrugsmuligheder, fordi eksporten af landbrugsvarer og dermed valutaindtjeningen falder. Den reducerede landbrugsproduktion frigør arbejdskraft fra landbruget og dets følgeindustrier, hvilket reducerer real-lønnen og kommer de øvrige sektorer til gode, men samtidig reduceres danskernes købekraft.

Gennem modelberegninger med en såkaldt makroøkonomisk model, der samler de nævnte virkninger, kan der sættes tal på den samlede reduktion i forbrugsmulighederne for en gennemsnitlig husstand. Disse analyser viser, at forbrugsmulighederne for en husstand på 4 personer ved en fuld økologisk omlægning af dansk landbrug vil falde med mellem 12.000 og 19.000 kr pr. år. Det skal understreges, at analysen ikke omfatter værdien af evt. gevinster for natur, sundhed og dyrevelfærd, hvorfor beregningerne kun viser omkostningerne ved at opnå disse.



Økologisk og konventionel mælkeproduktion

Den økologiske mælkeproduktion (figur 6-1) adskiller sig fra den konventionelle ved en række regler, der kan opfattes som minimumskrav for de økologiske producenter. De centrale er, at der ikke må anvendes pesticider og handelsgødning i markdriften, men der er også krav om, at køerne skal være på græs mindst 150 dage om året, og at staldforholdene skal tillade daglig motion hele året. Økologiske husdyr skal desuden have adgang til grovfoder hver dag, og der skal anvendes mindst 90% økologisk foder; senest fra 2005 øges dette til 100%.

Disse regler udgør de væsentligste forskelle i forhold til konventionel drift og er også medvirkende til de forskelle i driften, som fører til meromkostninger ved økologisk mælkeproduktion sammenlignet med konventionel. I en driftsøkonomisk sammenhæng er især to ting væsentlige. 1) Det lavere udbytte fra markdriften, der er en følge af, at der ikke anvendes pesticider og handelsgødning, giver højere omkostninger til produktion af foder. Dette skyldes, at der skal anvendes et større areal, for at producere en given mængde foder. 2) Kravet om, at køerne skal gå mindst 150 dage på græs, kan vanskeliggøre en optimal fodring, hvilket vil reducere mælkeydelsen pr. ko. Omvendt får de økologiske producenter en merpris for deres mælk (se boks 6-2), ligesom de har mulighed for at modtage et særligt økologitilskud foruden de generelle landbrugstilskud.

Figur 6-1
Mælkeproduktion er en af de mest betydende grene inden for økologisk landbrug.

Foto: Knud Tybirk.

Boks 6-2**Prisen på en liter mælk og forbrug af økologiske varer**

En del af meromkostningerne ved økologisk produktion modsvares af højere priser på de økologiske produkter. Forskellen mellem prisen på økologisk og konventionelt producerede varer kan opfattes som den vilje, forbrugerne af økologiske varer har til at betale for natur-, sundheds- og dyrevelfærdsgevinster. Ifølge GFK Danmark og Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut udgør økologisk mælk 27 % af alt mælk, der sælges i Danmark. For kød er andelen under 2 % og for øvrige fødevarer er den ca. 3 %.



Køledisk med mejeriprodukter. Foto: Peter Bondo Christensen.

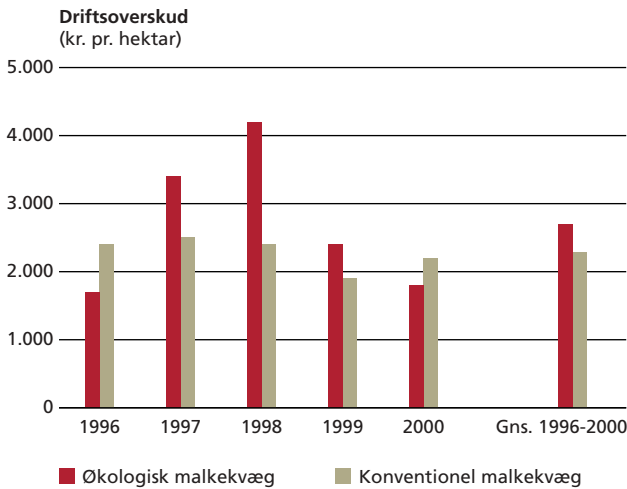
Forbrugerprisen på konventionelt produceret sødmælk er omkring 6 kr pr. liter, mens den er omkring 8 kr pr. liter for økologisk produceret sødmælk. Merprisen for forbrugerne er således 2 kr pr. liter, hvoraf moms udgør 0,4 kr. Dvs. før moms er forbrugernes merpris for økologisk mælk på 1,6 kr pr. liter.

Den pris, afregningsprisen, som producenterne modtager fra mejeriet, er ca. 2,40 kr pr. liter for konventionelt produceret mælk og 2,85 kr pr. liter for økologisk produceret mælk. Merprisen for producenterne er således 0,35 kr pr. liter. Den resterende del af forbrugernes merpris (1,25 kr pr. liter) går til dækning af meromkostninger og avancer ved at håndtere både økologiske og konventionelle mejeriprodukter på mejerier og i detailhandel.

Driftsøkonomisk sammenligning

Figur 6-2 viser for årene 1996 til 2000 udviklingen i det gennemsnitlige driftsoverskud pr. hektar, som er det beløb, der er til rest til ejeren, når alle øvrige produktionsomkostninger er betalt. I 2000 var driftsoverskuddet i den konventionelle produktion ca. 15% højere end i den økologiske, men som gennemsnit for hele perioden har det været højest i den økologiske produktion.

Der har tydeligt været større udsving i driftsoverskuddet for den økologiske produktion, hvilket viser en større risiko fra år til år ved denne produktionsform. Ud fra et økonomisk ræsonnement skal det gennemsnitlige driftsoverskud derfor være højere i den økologiske produktion end i den konventionelle for at opveje den større risiko og stille de to driftsformer driftsøkonomisk ens. Dette kaldes i økonomisk teori for en risikopræmie.



Figur 6-2
Driftsoverskud pr. hektar
for økologiske og konven-
tionelle malkekvægbrug.
Repræsentativt gennemsnit
for perioden 1996 til 2000.

Kilde: Landbrugsregnskabsstatistik
fra Fødevareøkonomisk Institut.

I tabel 6-1 er det gennemsnitlige driftsregnskab for 2000 vist for hhv. økologisk og konventionel mælkeproduktion. Indtjeningen fordeler sig nogenlunde ens på de forskellige poster. Kvægproduktionen incl. tilskud til husdyravl (bl.a. EU's husdyrpræmier) udgør således ca. 80% af indtjeningen i både økologisk og konventionel drift.

Salgsafgrødeproduktion – dvs. den del af afgrøderne, der sælges fra bedriften - incl. tilskud til planteavl (EU's hektarpræmier) udgør hhv. 10 og 14%, mens andre tilskud, herunder tilskud til økologisk produktion, naturligvis udgør en større andel for den økologiske drift. Salgsafgrødernes mindre andel af indtjeningen i den økologiske produktion afspejler sig også i salgsafgrødernes arealandel. I 2000 udgjorde salgsafgrøder således 22% af arealet på de økologiske malkekvægsbrug mod 32% på de konventionelle.

Økologitilskuddets betydning

Som et regneeksempel (eller en følsomhedsanalyse) kan posten "andre tilskud" i den økologiske produktion sættes til samme niveau som i den konventionelle. Dette giver et indtryk af, hvordan indtjeningen i den økologiske mælkeproduktion ville være, hvis det alene var merprisen på mælk – og dermed forbrugernes betalingsvilje – som kompenserer landmanden for de øgede omkostninger ved den økologiske produktionsmetode.

Tabel 6-1

Driftsøkonomisk opgørelse for økologiske og konventionelle malkekvægbrug, 2000. Tallene for økologisk brug omfatter alene allerede omlagte brug, dvs. økologiske brug der ikke modtager omlægningsstøtte.

Kilde: Landbrugsregnskabsstatistik fra Fødevarerøkonomisk Institut.

	Økologisk	Konventionel
Areal pr. bedrift, hektar	109	74
heraf forpagtet	35 %	27 %
Indtjening, 1000 kr		
Salgsafgrøder	120	110
Kvæg (incl. mælk)	1.806	1.228
Andre husdyr	26	65
Tilskud til planteavl	108	106
Tilskud til husdyravl	14	27
Økologitilskud og andre tilskud	114	27
Øvrige kilder	51	35
A. Indtjening i alt	2.239	1.598
Variable omkostninger, 1000 kr		
Udsæd og indkøbt gødning	51	56
Kemikalier	-	21
Foder	429	330
Maskinstation	173	98
Lejet arbejdskraft	172	93
Øvrige	304	235
B. Variable omkostninger i alt	1.129	833
C. Dækningsbidrag, 1000 kr (A-B)	1.110	765
Dækningsbidrag, kr pr. hektar	10.200	10.400
Faste omkostninger, 1000 kr		
Forpagtning	93	47
Vedligehold	140	107
Afskrivninger	284	195
Renter	400	259
D. faste omkostninger i alt	917	608
Driftsoverskud, 1000 kr (C-D)	193	157
Driftsoverskud, kr pr. hektar	1.790	2.120

Det skal bemærkes, at den driftsøkonomiske opgørelse i tabel 6-1 er vist for allerede omlagte økologiske brug. Kvægbrug under omlægning til økologisk produktion kan ud over det generelle økologitilskud på 600 kr pr. ha modtage et omlægningstilskud på 450 kr pr. ha de første to år under omlægningen.

Reduceres posten "andre tilskud" for økologisk drift til samme niveau pr. hektar som for konventionel drift, reduceres det gennemsnitlige driftsoverskud i perioden 1996-2000 for økologiske produktion til ca. 10% under det gennemsnitlige driftsoverskud i samme periode for den konventionelle mælkeproduktion. Som nævnt før har der gennemsnitligt været et større driftsoverskud i den økologiske mælkeproduktion end i den konventionelle, når der ses på perioden 1996-2000, men dette dækker over betydelige udsving i den økologiske produktion.

Regneeksemplet viser, at bortfald af økologitilskuddet vil reducere driftsoverskuddet og dermed aflønningen af landmanden til under niveauet for konventionel drift. Samtidig er der som nævnt betydeligt større udsving i driftsoverskuddet fra år til år i den økologiske drift. At økologitilskuddet bidrager til at hæve den gennemsnitlige indtjening ved økologiske drift over niveauet for konventionel, kan således ses som et bidrag til både at dække meromkostningerne ved økologisk drift samt til den risikopræmie, som skal være til stede for at opveje de større udsving i driftsoverskuddet, hvis den økologiske mælkeproduktion skal være konkurrencedygtig.

Er tilskud til økologisk drift en god samfundsforretning?

Ifølge Direktoratet for Fødevareerhverv udgjorde den samlede udbetalte arealstøtte i 2001 til økologisk landbrug 125 mio. kr. Dermed er økologitilskuddet den næststørste miljørelaterede ordning inden for landbrugserhvervet, kun overgået af de miljøvenlige landbrugsforanstaltninger, hvor udbetalingerne var på 165 mio. kr i 2001 (disse ordninger kan økologiske bedrifter også få del i). I en miljøøkonomisk og miljøpolitisk sammenhæng er det derfor et væsentligt spørgsmål, hvilke velfærdsgevinster tilskuddet til økologisk landbrug fører med sig, idet disse gevinster er kernen i ræsonnementet bag tilskuddet.



Figur 6-3

De fleste værdsætter en varieret natur, men det er svært at afgøre, hvad prisen er.

Foto: Bent Wiklund.

De foregående kapitler har behandlet de forskellige natur- og miljøvirkninger, som økologisk drift har sammenlignet med konventionel drift, men de har også vist, at det er vanskeligt at redegøre præcist for størrelsen af disse.

Eksempelvis vil fraværet af pesticider i den økologiske produktion oplagt medføre en gevinst for grundvandets og overfladevandets kvalitet, men i hvilket omfang det også gavner naturen vil f.eks. afhænge af, hvilken form for mekanisk ukrudtsbekæmpelse, der gennemføres i stedet.

Desuden består gevinsterne ved omlægning til økologisk produktion af sammensatte goder fordelt på både natur, sundhed og dyrevelfærd, hvilket vanskeliggør en opgørelse af dem. For at gøre dette, kræves dels generelle opgørelser af biodiversitets- og sundhedsvirkningerne, og dels at der på grundlag deraf gennemføres meget omfattende studier af befolkningens præferencer – eller betalingsvilje – for de opgjorte gevinster. Det nuværende vidensgrundlag giver ikke mulighed for at sætte tal på gevinsterne ved økologisk produktion til brug for en egentlig cost-benefit-analyse (figur 6-3).

Afrunding

Som afslutning på de økonomiske analyser kan det konstateres, at det gældende økologitilskud bidrager til risikopræmien, som skal til for gøre økologisk mælkeproduktion konkurrencedygtig, og til at dække meromkostningerne ved økologisk drift. Samtidig fører økologisk drift til gevinster for natur, sundhed og dyrevelfærd, som tilskuddet altså bidrager til at øge.

Hvorvidt økologisk produktion netto fører til en velfærdsøkonomisk gevinst eller omkostning, afhænger af om gevinsterne kan modsvare den reducerede produktion, der følger af økologisk drift. Resultatet af en sådan analyse vil oplagt også være afhængigt af omfanget af en omlægning til økologisk brug, idet både omkostninger og gevinster påvirkes heraf. Et relevant spørgsmål i den forbindelse er, hvorvidt de nævnte gevinster ved økologisk produktion kunne opnås til lavere omkostninger gennem andre og mere målrettede initiativer, f.eks. ved at differentiere økologitilskuddet efter de forventede konsekvenser for natur, miljø eller dyrevelfærd.

Litteratur

Kapitel 1

Anbefalet videre læsning

Schjønning, P. 1996.

Den frugtbare jord: Jordstrukturen skal plejes som din vigtigste afgrøde. *Agrologisk*, 3 (1996), 16-17.

Schjønning, P. & Elmholt, S. 1996.

Den frugtbare jord: Frem med spaden. *Agrologisk*, 3 (1996), 20-21.

Schjønning, P., Munkholm, L.J. & Rasmussen, K.J. 1999.

Økologer skal køre med små vogne. *Økologisk Jordbrug*, nr. 187, s. 11.

Schjønning, P., Munkholm, L.J., Elmholt, S., Deboz, K., Mikkelsen, G.H. & Trautner, A. 2000.

Den danske dyrkningsjords tilstand og kvalitet – konsekvenser af trafik og jordbearbejdning. *Tidsskrift for Landøkonomi* 4/00, 293-300.

Schjønning, P., Elmholt, S. & Christensen, B.T. (eds.) 2003.

Managing Soil Quality – Challenges in Modern Agriculture. CAB International, Wallingford, UK.

Schjønning, P., Elmholt, S., Munkholm, L.J. & Deboz, K. 2002.

Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 88, 195-214.

Schjønning, P., Munkholm, L.J., Elmholt, S., Deboz, K. & Jensen, U.B. 1999.

Jordens strukturegenskaber – et centralt element i frugtbarhedsbegrebet. *MILJØFORSKNING*, 39, 7-14.

Kapitel 2

Referencer

Pfiffner, L. & Mader, P. 1997.

Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture & Horticulture* 15, 3-10.

Anbefalet videre læsning

Andersen, C. 1997.

Regnorme. *Natur og Museum* nr. 4, december 1997.

Gjelstrup, P. & Petersen, H. 1987.

Jordbundens mider og springhaler. *Natur og Museum* nr. 4, 1987.

Coleman, D.C. & Crossley, D.A., Jr. 1996.
Fundamentals of Soil Ecology. Academic Press, San Diego, California, 205 pp.

Dick, R.P. 1992.
A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40, 25-36.

Petersen, J.H. 1998.
Svamperiget. Gads Forlag, København.

Ryan, M. 1999.
Is an enhanced soil biological community, relative to conventional neighbours, a consistent feature of alternative (organic and biodynamic) agricultural systems? *Biological Agriculture and Horticulture* 17, 131-144.

Stockdale, E.A., Shepherd, M.A., Fortune, S., & Cuttle, S.P. 2002.
Soil fertility in organic farming systems – fundamentally different? *Soil Use and Management* 18, 301-308.

Kapitel 3

Anbefalet videre læsning

Hald, A.B. 2002.
Økologisk jordbrug og natur. *Jord og Viden* 15: 14-17.

Jensen, E.S. m.fl. 2002.
Visioner for fremtidens jordbrug. Gads Forlag, København, 367 pp.

Langer, V., Dalgaard, T., Mogensen, L., Heidmann, T., Elmegaard, N., Odderskær, P. & Hasler, B. (red.) 2002.
Omlægning af økologisk jordbrug i et lokalområde. FØJO rapport nr. 12. – Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Tybirk, K. & Alrøe, H.F. (red.) 2001.
Naturkvalitet i økologisk jordbrug. FØJO rapport nr. 9, 1-86.
– Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Kapitel 4

Referencer

Elmegaard, N. & Bruus Pedersen, M. 2001.
Flora and fauna in Roundup tolerant fodder beet fields. NERI Technical Report No. 349. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Anbefalet videre læsning

Damgaard, C., Kjellsson, G., Kjær, C. & Strandberg, B. 1998.
Gensplejsede planter. TEMA-rapport fra DMU, 23/1998. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Kjellsson, G. & Boelt, B. (red.). 2002.
Konsekvenser af genmodificerede afgrøder for økologisk jordbrug. FØJO rapport nr. 16. – Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Mejlgaard, N. & Siune, K. 2001.
Folk og forskning – Bioteknologi i vidensamfundet. Rapport fra Analyseinstitut for Forskning 2001/7. – Analyseinstitut for Forskning, Århus.

Kapitel 5

Referencer

Folketinget. 1998.
Aftale vedrørende Vandmiljøplan II, af 17. februar 1998.

Grant, R. 2000.
Kvælstof og fosfor – balancer og miljømæssige konsekvenser. Scenarium om 100% økologisk jordbrug i Danmark. Arbejdsrapport fra DMU nr. 126. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Kristensen, E.S. & Olesen, J.E. (red.) 1998.
Kvælstofudvaskning og -balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. FØJO rapport nr. 2. – Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Kyllingsbæk, A., Børgesen, C.B., Andersen, J.M., Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Vinther, F.P., Heidmann, T., Jørgensen, V., Simmelsgaard, S.E., Nielsen, J., Christensen, B.T., Grant, R. & Blicher-Mathiesen, G. 2000.
Kvælstofbalancer i dansk landbrug. Mark- og staldbalancer. Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Paulsen, I., Jørgensen, J.O., Laubel, A.R., Jensen, P.G. & Pedersen, M. 2001.
Landovervågningsoplande 2000. NOVA 2003. Faglig rapport fra DMU nr. 376. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Anbefalet videre læsning

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jørgensen, V., Kyllingsbæk, A., Poulsen, H.D., Børsting, C., Jørgensen, J.O., Schou, J., Kristensen, E.S., Waagepetersen, J. & Mikkelsen, H.E. 2000.
Vandmiljøplan II. Midtvejsevaluering. Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Hansen, B., Ernsten, V. & Henriksen, H.J. 2001.
Status omkring grundvandsbeskyttelse ved omlægning til økologisk jordbrug. FØJO rapport nr. 10. – Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Strukturdirektoratet. 1999.

Aktionsplan II – Økologi i udvikling.

Plantedirektoratet. 2000.

Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion, August 2000.

Langer, V. (red.) 2002.

Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde. Scenarier for natur, miljø og produktion. FØJO rapport nr. 12. – Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele.

Kapitel 6

Referencer

Jacobsen, L.B. & Frandsen, S.E. 1999.

Analyse af de samfundsøkonomiske konsekvenser af en omlægning af dansk landbrug til økologisk produktion. SJFI – Working Paper no. 5/1999.

Anbefalet videre læsning

Christensen, J. & Frandsen, S.E. (red.) 2001.

Økonomiske perspektiver for økologisk jordbrug. Rapport nr. 124. – Fødevareøkonomisk Institut.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 2001.

Regnskabsstatistik for økologisk jordbrug 2001, serie G. – Fødevareøkonomisk Institut.

Wier, M. & Smed, S. 2000.

Forbrug af økologiske fødevarer. Faglig rapport fra DMU nr. 319. – Danmarks Miljøundersøgelser.

Ordlister

Ammoniak: Kemisk forbindelse bestående af kvælstof og brint (NH_3). Fordamper let; kan opløses i vand og giver da ammonium (NH_4^+).

Biologisk produktion: Levende organismers dannelse af organisk stof. Planter danner organisk stof ved fotosyntese, en proces hvor kuldi-oxid i luften (eller vandet) omdannes til organisk stof ved hjælp af energi fra sollys (heraf navnet fotosyntese = dannelse vha. lys); andre stoffer indgår også, men i langt mindre mængde. Dyr danner egentlig ikke organisk stof, men omdanner det organiske stof, de æder, til andet organisk stof, kuldi-oxid og vand. Der findes undtagelser fra disse generelle regler, men de er uden betydning i denne sammenhæng.

Biotop: Naturområde med et karakteristisk plante- og dyreliv. Eksempler er hede, bøgeskov, overdrev.

Cost-benefit-analyse: Undersøgelse, hvor man sammenligner udgifter (cost) og indtægter eller fordele (benefit) ved en given foranstaltning, f.eks. omlægning fra konventionelt til økologisk landbrug.

Denitrifikation (denitrificering): Proces, hvorved nitrat (NO_3^-) omdannes til frit kvælstof (N_2) og evt. lattergas (N_2O), der begge er luftformige og derfor vil fordampe væk. Processen udføres af bestemte bakterier i tilfælde, hvor der er iltmangel i jorden.

Driftsøkonomi: Økonomisk teori, der beskæftiger sig med en virksomheds økonomiske indsats i form af råvarer, arbejdskraft mv. og det endelige produktionsresultat.

Efterafgrøde: Afgrøde, der dyrkes efter hovedafgrøden (oftest korn), bl.a. med det formål at kunne holde på jordens planteneringsstoffer, eller fordi den skal tjene som grøntgødning.

Erosion: Nedbrydning af fast klippe og fjernelse af løse aflejringer fra et område. Forårsages af fysiske og kemiske processer, f.eks. temperatursvingninger, vandstrømme, vindbevægelse og biologiske processer.

Gen (= arveanlæg): Den del af en DNA-streng, som indeholder koden for et bestemt protein, og dermed bestemmer en bestemt egenskab hos den celle, der indeholder genet.

Grænseværdi: Det højst tilladte indhold af et givet stof i f.eks. fødevarer, drikkevand eller andet. Fastlæggelsen tager hensyn til stoffets giftighed, men praktiske hensyn som målbarhed og økonomi spiller også en rolle.

Humus: Organisk stof af kompliceret sammensætning, som er vanskeligt at nedbryde for jordbundens organismer. Opstår som en slags restprodukt, når organisk stof, især plantemateriale, nedbrydes.

Hybrid: Organisme, hvis fædrende og mødrende ophav er genetisk forskellige. Hybrider mellem individer fra forskellige arter forekommer, men arterne er da oftest nært beslægtede (hest og æsel, raps og agerkål).

Hyfer: Tråd af svampeceller; det, svampe består af, hvis de da ikke er encellede. Selv store, faste paddehatte består af hyfer.

Ion: Atom eller molekyle, som har flere eller færre elektroner end normalt; den elektriske neutralitet er dermed brudt, og ionen er enten positivt eller negativt ladet. Se f.eks. nitrat.

Logaritmisk skala: Talskala, hvor afstandene mellem tallene ikke er lige lange, men har en længde, der svarer til logaritmen til tallene. F.eks. er afstanden mellem 0 og 10 og mellem 10 og 100 henholdsvis 10 og 100 på en almindelig skala. På en logaritmisk skala er den derimod logaritmen til 10 og til 100, hvilket giver hhv. 1 og 2. Afstandenene bliver mindre og mindre, jo større tallene bliver. Det kan man bl.a. udnytte, når meget forskellige størrelser skal bringes sammen på samme figur – f.eks. når man vil vise størrelsen af lerminerale og sten.

Mineralisering: Nedbrydning af organisk stof; en række processer, der tilsammen bevirker, at stoffets mineralske bestanddele frigøres og opløses, så planter kan optage dem (plantenæringsstoffer). Se også nedbrydning.

Modelscenario, se scenario.

Nedbrydning: I de fleste sammenhænge bruges betegnelsen om de processer, der fører til, at de store organiske molekyler, som levende organismer er bygget af, bliver til mindre molekyler. Typisk bliver de til kuldioxid, vand og mineraler (plantenæringsstoffer), men før de når så langt, optræder andre, knap så små molekyler, f.eks. bliver stivelse til glucose, som så til sidst bliver til kuldioxid og vand. Nedbrydning kan finde sted uden for celler eller inde i celler.

Nitrat: Ion bestående af kvælstof og ilt (NO_3^-), letopløselig i vand.

Organisk stof: Forskellige kemiske forbindelser, hvis hovedbestanddel er kulstof. Typiske eksempler er polysakkarider og proteiner.

Polysakkarid: Navnet kommer af "mange" (poly) og sukkerstof (sakarid). Organisk stof, hvor et stort antal små sukermolekyler er sat sammen til et stort molekyle; eksempelvis kan mange glucosemolekyler forbinde sig til et stivelsesmolekyle.

Rapshybrid, se hybrid.

Scenario: En tænkt situation, et fremtidsbillede. Kan have form af en matematisk model. F.eks. har man lavet "udslipsscenerier", modelverdener, hvor man har regnet sig frem til et samfunds udslip af drivhusgasser på baggrund af fastlagte faktorer som industriproduktion, transport, livsstil m.v.

Sort: En organisme, der ved mutation, krydsning eller anden manipulation har opnået egenskaber, der afviger fra ophavets, udgør sammen med sit eget afkom en sort. Da betegnelsen kun bruges om dyrkede planter og derfor især har økonomisk betydning, er det afgørende, at egenskaberne ikke ændrer sig, når den nye organisme får afkom.

Svampestrå (hyfer), se hyfer.

Sædskifte: (Regelmæssig) vekslen mellem forskellige afgrøder på samme mark.

Udlæg: Afgrøde, der sås i en anden afgrøde, som kaldes dækafgrøden.

Ukrudtshybrid, se hybrid.

Økosystem: Afgrænset del af naturen, hvorfra stoffer kun i mindre grad krydser grænserne til andre, tilstødende dele. Omfatter både de levende og de ikke-levende bestanddele. Eksempler er en skov og en sø.

Stikordsregister

A

Afregningspris · 70
Agerhøne · 34, 39
Agerkål · 47
Alternaria · 23
Ammoniak · 59, 80
Ammoniakfordampning · 59, 63
Amøber · 24
Antagonist · 24
Arealstøtte · 73

B

Bakterier · 22, 23
Behandlingshyppighed · 57
Bestandsdele, jordens · 11
Biodiversitet · 34
Biotop · 34, 80
Biotråde · 13
Bladlus · 37, 38
Bomlærke · 38
Brud · 39
Bælgplanter · 26

C

Cladosporium · 23
Cost-benefit-analyse · 35, 74, 80

D

Denitrificering · 60, 80
Driftsoverskud i mælkeproduktion · 70
Driftsregnskab · 71
Driftsøkonomi · 68, 80
Driftøkonomisk opgørelse for mælkeproduktion · 72
Drikkevand · 55, 57
Drikkevandsdirektiv · 55
Dybstrøelse · 63
Dyreliv · 36, 39
Dyrevelfærd · 63

E

Efterafgrøde · 27, 60, 80
Enchyrtræer · 24
Ergosterol · 29

F

Fangafgrøde · se efterafgrøde
Fangbælte · 48
Fasan · 39
Flagellat · 24
Flokker · 11
Fodergræs · 49
Fodpose · 39
Forbrugerpris · 70
Fremmedbestøvede planter · 47
Fusarium · 23

G

Genmodificeret · 44
Gensplejsning · 44
GM · 44, se genmodificeret
GM-forurening · 45
GM-frø · 46
GMO · 44
GMP · Se GM-plante
GM-plante · 44
GM-spredning · 45
 begrænsning af · 50
Grovporer · 15, 16
Grundvand · 55, 57
Grænsseværdi · 10, 80
 for pesticider · 55
Gulspurv · 39
Gødning · 10, 18, 27, 30, 38, 60
Gødningsregler · 64

H

Handelsgødning · 56, 60
Hansteril · 49, 50
Hare · 34, 38

Hegnsvvegetation · 39
Herbicidtolerance · 44
Hjorte · 38
Humus · 11
Husdyrgødning · 10, 15, 16, 18, 27, 59
 ikke-økologisk · 46
 tilladt brug · 60
Hyfer · 22, 80

I

Insektlarver · 24
Insektresistens · 44
Isolationsafstand · 50

J

Jordaggregat · 11
Jordbearbejdning · 13, 36
Jordbundsdyr · 22, 24
Jordens bestanddele · 11
Jordfrugtbarhed · 10
Jordkrumme · 11
Jordkvalitet · 10
 måling af · 14
Jordpakning · 16, 17
Jordstruktur · 12

K

Kiddike · 47
Klisterstoffer · 13
Kuldetolerance · 44
Kvælstof · 53, 54
Kvælstofbegrænsning · 56
Kvælstofbinding ·
 se kvælstoffiksering
Kvælstoffikserende afgrøder · 60
Kvælstoffiksering · 27
Kvælstofforbrug · 56
Kvælstofforurening · 58
Kvælstofgødning · 56

Kvælstofoverskud · 62
Kvælstofregnskab · 59, 60, 61
Kvælstoftab · 63
Kvælstofudvaskning · 56, 60, 63

L

Landskab · 40
Ler · 11
Lerminerale · 12
Lækat · 39
Lærke · 34, 37, 38

M

Majs · 45
Mider · 24
Mikroledyr · 24
Mikroorganismer · 22
Mineralisering · 23, 81
Mineralske partikler · 11
Mini-midler · 57
Mucor · 23
Mus · 38
Mælkeproduktion · 71,
se også økologisk m.

N

Naturkvalitet · 34
Nedpresningsmodstand · 18
Nitrat · 55, 81

O

Omlægning · 36, 46, 61
Omlægningstilskud · 73

P

Pakning af jord · 16,
se også jordpakning
Pakningsskader · 17, 19
Pesticigrænse i drikkevand · 55
Pesticidbegrænsning · 57
Pesticider · 27, 36, 53, 55, 57, 63
Pesticidforbrug · 57
Pesticidhandlingsplan · 57
Plantebeskyttelse · 65

Planteliv · 36, 39
Plantesygdomme · 23
Pløjesål · 17, 25
Pollen · 47
Pore · 12
Protozoer · 24

R

Rajgræs · 49
Raps · 45, 47
Regnorme · 24, 30
Rhizobium · 27
Risikopræmie · 70
Rovbiller · 38
Rovdyr · 38
Rovfugle · 38
Rundorme · 24

S

Salgsafgrødeproduktion · 71
Sand · 11
Selvbestøvede planter · 47
SFL-områder · 57
Snyltehveps · 37, 38
Soil quality · 10
Soja · 45
Spildfrø · 46
Spredningsrisiko for GM-
afgrøder · 47, 49
Springhaler · 24
Starlink-majs · 48
Svampe · 22, 23, 28
Svampetråde · 22, 81
Svirreflue · 37
Sygdomsangreb · 63
Sygdomsfremkaldende mikro-
organismer · 23
Sædskitte · 16, 18, 28, 30, 36,
38, 81
Såsåed · 45

T

Terminator-gen · 50
Tilskud · 71, 73

Tornsanger · 39
Tørkeresistens · 44

U

Udlæg · 17
Ukrudtsbekæmpelse · 36, 38, 63
Underjord · 17

V

Vandmiljø · 53
Vandmiljøplan · 56, 64
Vandstabilitet · 13
Vandstabil ler · 13, 15
Vibe · 38

Ø

Økologisk foder · 45
Økologisk landskab · 40
Økologisk lovgivning · 44
Økologisk mælk · 70
Økologisk mælkeproduktion · 68
meromkostninger ved · 69
Økologiske dilemma, det · 63
Økologiske regler · 17, 19, 44, 46,
54, 56, 69
Økologitilskud · 71

Økologisk landbrug og naturen

Red. Martin Holmstrup

Gavner økologisk landbrug naturen? Eller gør det mere skade end gavn? I debatten om økologisk landbrug siges der ja til begge spørgsmål. I denne bog giver en række fagfolk deres, videnskabeligt begrundede svar.

De har bl.a. undersøgt, hvordan økologisk landbrug påvirker

- jordbundens kvalitet
- dyrelivet i jorden
- biodiversiteten i den omgivende natur
- vandmiljøets tilstand

– og sammenligner i bogen med, hvordan konventionelt landbrug påvirker de samme forhold.

Desuden behandler bogen de særlige problemer, der knytter sig til brugen af gensplejsede organismer og til økonomien i økologisk landbrug.

