

# TIDSSKRIFT FOR LANDØKONOMI

---

NR. 3  
DECEMBER 2016  
202. ÅRGANG

### **Ansvarshavende redaktør**

- \* Seniorrådgiver Henning Otte Hansen  
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi,  
Københavns Universitet

### **Redaktion**

- \* Professor Carsten Daugbjerg  
Crawford School of Public Policy  
Australien
- \* Kontorchef Niels Lindberg Madsen  
Landbrug & Fødevarer, Axelborg
- \* Professor Peter Nedergaard  
Institut for Statsvidenskab  
Københavns Universitet
- \* Professor Niels Strange  
Skov & Landskab  
Københavns Universitet
- \* Chefkonsulent  
Torben Wiborg  
LMO
- \* Afdelingsleder Jesper S. Skou  
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi,  
Københavns Universitet

### **Oplag**

- \* 550 stk.

### **Tryk**

Ecograf ApS Højbjerg

### **Abonnement**

- \* 550 kr. excl. moms pr. år
- \* Medlemmer af Det Kongelige Danske  
Landhusholdningsselskab modtager gratis  
Tidsskrift for Landøkonomi

### **Løssalg**

150 kr. excl. moms og forsendelse

### **Udgivere**

- \* Det Kongelige Danske  
Landhusholdningsselskab  
c/o Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi  
Københavns Universitet  
Rolighedsvej 25  
1958 Frederiksberg C  
Mail: 1769@1769.dk  
www.1769.dk
- \* Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi  
Københavns Universitet  
Rolighedsvej 25  
1958 Frederiksberg C  
Tlf. 35 33 68 00  
Fax. 35 33 68 01  
Mail: ifro@ifro.ku.dk  
www.ifro.ku.dk

### **Sats & layout**

- \* Henning Otte Hansen

# INDHOLD

---

## Redaktionelt forord:

<b>Lokale eller globale fødevarer? .....</b>	<b>179</b>
Henning Otte Hansen, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet	

## Artikler fra konferencen „Feeding the Future ´16“

<b>Feeding the Future ´16 - en introduktion .....</b>	<b>185</b>
Frederik Lüttichau, Præsident for Det kongelige Danske Landhusholdningsselskab	

<b>Feeding the World: Hvordan kan medier hjælpe med at udnytte viden i landbruget? .....</b>	<b>187</b>
Owen Roberts, Ed.D. President, International Federation of Agricultural Journalists	

<b>Dansk landbrug og verdens behov for fødevarer .....</b>	<b>189</b>
Steen Gade, tidl. SF-ordfører for landbrug, miljø, klima og udviklingspolitik, tidligere direktør for Miljøstyrelsen samt formand for Globe Europe.	

<b>Merproduktion og mindre udledning i græsmarken.....</b>	<b>193</b>
Uffe Jørgensen og Poul Erik Lærke, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet	

<b>Big data - en ny grøn revolution?.....</b>	<b>203</b>
Svend Christensen, Institutleder og professor ved Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet.	

<b>Landbrugets globale udvikling.....</b>	<b>209</b>
Henning Otte Hansen Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet	

## Øvrige artikler

<b>Landbrugets fremtid: Hvor står vi? Hvad ønsker samfundet? .....</b>	<b>221</b>
Søren Kjeldsen-Kragh, professor emeritus Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet	

<b>Landbrugets trædemølle: Gælder den stadig?.....</b>	<b>241</b>
Henning Otte Hansen Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet	



# REDAKTIONELT FORORD

---

## Lokale eller globale fødevarer?

Landbrugs- og fødevaremarkederne er i udvikling, og der er mange forskellige og undertiden modsatrettede tendenser. Nye forbrugersegmenter opstår og vokser, inspiration fra fremmede madkulturer skaber ny efterspørgsel, og den internationale markedsføring påvirker også markederne.

To modsatrettede tendenser viser sig på landbrugs- og fødevaremarkederne i disse år:

På den ene side er der klare tendenser i retning af mere globalisering, liberalisering og mere fælles internationale forbrugerønsker. Globaliseringen indebærer større international handel, større transnationale virksomheder og mere bevægelse over landegrænser m.h.t. kapital, arbejdskraft, viden m.m.

Med globaliseringen vil råvarerne købes, hvor de er billigst - over hele verden - og dermed udvaskes eller forsvinder den lokale sjæl. På den måde kan man „shoppe rundt“ og finde de billigste eller bedste varer fra hele verden.

Der er en tendens til, at fødevarerne skal være ensartede over hele verden, og de skal passe ind i fødevareindustriens eller detailhandlens globale mærkevarestrategi. Der satses på stor-drift med markedsføring via global reklameindsats og globale mærkevarer. Netop den teknologiske udvikling og massekommunikation gør det nemmere at markedsføre produkter på internationale markeder, og vi får dermed mere ensartede produkter.

Også detailhandlen bliver mere og mere international, idet en stigende andel af deres omsætning finder sted uden for deres oprindelige hjemland. Selv om der sker en vis tilpasning af varesortimentet til de enkelte landes behov, vil der også via detailhandlens internationalisering ske en ensartning af fødevareudbudet.

På den anden side er der også en række markeds- og forbrugertendenser i retning af mere fokus på det lokale, nære og oprindelige. Nogle forbrugere efterspørger således fødevarer produceret og afsat i nærområdet. Det er ikke nogen ny tendens, men den er blevet forstærket i de senere år. Som udsagnene i boks 1 illustrerer, er debatten er aktuel i Danmark.

## Boks 1. Aktuelle udsagn om lokale fødevarer

### Boom i salg af lokale fødevarer giver flere blod på tanden

*DR Nordjylland, 20/9 2016*

### I Coop vil vi give dig lokale råvarer

*Coop 19/10 2016*

### Detailhandlen kæmper om de lokale producenter

*FoodCulture 14/10 2016*

### Vadehavslam: Forskel mellem store danske aktørers erklærede forkærlighed for danske egne produkter og den faktiske evne/vilje til at formidle en merpris . . .

*Tidsskrift for Landøkonomi 2016/1*

### Lokale fødevarer er både sundt for dig og godt for Danmark

*FoodCulture 14/10 2016*

### Lokalt er autentisk

Det er et nærhedsprincip. Forbrugerne har et ønske om, at det skal være lokale varer og ikke tomater fra Spanien. Der er noget autentisk og spændende ved det. De ønsker noget fra deres egen egn, og ikke det alle andre køber  
*Kvickly, Haderslev. I Jyske Tidende 30. oktober 2016*

### Lokale fødevarer erobrer dagligvarehandlen

Vinden er med de små fødevarerproducenter. Der er ved at ske så stort et skift i detailbranchen, at de lokale varer fremover kan blive en fast del af sortimentet.

*Business.dk. 16. Juli 2014*

### Danskerne spiser stadig flere lokale fødevarer

Det betyder meget for mange at få historien med, og derfor ligger der et kæmpe potentiale i at producere varer med lokal identitet. . . Det er fortællingen, der gør forskellen. At det kommer fra et sted, man selv potentielt kunne tage ud at besøge  
*Information, 28. september 2016.*

Den stigende opmærksomhed omkring lokale fødevarer er ikke kun et dansk fænomen - der er tilsyneladende tale om en international tendens, omend der generelt er tale om et nicheområde.

Efterspørgslen efter lokale fødevarer kan være en modreaktion på det mere og mere globaliserede og industrielle vareudbud, der findes. I efterspørgslen efter lokale fødevarer ligger der også et ønske om at komme tilbage til rødderne. Denne nye tendens ligger også tæt op af forbrugerønsket om „oprindelse“: Nogle forbrugere lægger vægt på at kunne spore fødevarerne tilbage til den landmand, som har produceret varerne.

Mange supermarkeds kæder har taget denne tendens til sig: Man forsøger at profilere sig på dette område, og man får adgang til mere unikke varer, som konkurrenterne måske ikke har. Samtidig placerer supermarkederne sig i en stærkere markedsposition: Hvor de før var afhængige af få store fødevarerleverandører, får de nu adgang til flere mindre udbydere, og det giver supermarkederne en langt stærkere forhandlingsposition. På den måde opnår supermarkeds kæderne en styrket forhandlingsposition og større markeds magt ved at satse mere på lokale fødevarer.

Også på udbudssiden er der tiltag i retning af fokus på lokale produkter: Små lokale mejerier og mikrobryggerier er ofte opstået med udgangspunkt i en lokal identitet. Man har således forsøgt at differentiere varerne fra de store globale mærker, og man lægger mere vægt på nærheden til producenten, lokale egenskaber m.m. Produkterne kan dels opfylde en lokal efterspørgsel, dels afsættes på internationale markeder men med en „lokal identitet eller historie“ eller et egnsmærke. På den måde bliver lokale varer afsat internationalt.

Fremkomsten af flere gårdbutikker er også et udslag af ønsker om at komme tættere på producenten, springe mellemlid over og sikre en kortere tid og afstand mellem produktion og forbrug. Der findes steder i Europa, hvor gårdbutikker tegner sig for 30 procent af detailhandelens totale omsætning.

I en amerikansk stikprøveundersøgelse (Fortune 16. august 2015) svarede halvdelen af kunderne, at de er villige til at betale op til 10 pct. mere for lokalt producerede fødevarer. En tredjedel er villig til at betale op til 25 pct. mere. Her bemærkes det, at „lokal“ er blevet en betegnelse for kvalitet, friskhed, autentisk, troværdig, miljøvenlig og gavnlig for lokalområdet. Ofte er betydningen af „lokal“ usikker, og lokale fødevarer er blevet en for stor del af supermarkedernes markedsføring og profilering.

Der er også i Danmark eksempler på, at begrebet „lokalt producerede fødevarer“ er uklart. Der er tilfælde, hvor fødevarer med lokale danske stednavne - hvor forbrugerne opfatter dem som lokale fødevarer - er produceret i udlandet.

Der er imidlertid også eksempler på, at man argumenterer for lokale fødevarer i et forsøg på at beskytte den indenlandske landbrugsproduktion og de indenlandske landmænd. Her er der tale om forsøg på protektionisme og ikke i sig selv et argument for lokale fødevarer.

Hvad betyder udbredelsen af lokale fødevarer for dansk landbrug og fødevarerindustri? Først skal det slås fast, at tendensen m.h.t. mere fokus på lokale fødevarer er én ud af flere tendenser, og at den ikke er - og næppe bliver - mere end en niche. Nogle landmænd kan givetvis via lokal produktion i samarbejde med fødevarervirksomheder eller detailkæder få en profitabel produktion. Spørgsmålet er imidlertid, om sådanne partnerskaber er ligeværdige og holdbare på længere sigt.

Danske landmænd er nok de landmænd i verden, der er mest afhængige af udenlandske - ikke-lokale - markeder. Derfor kan øget fokus på lokale fødevarer umiddelbart være en ulempe. Omvendt spiller de danske fødevarer en meget lille rolle for forbrugernes samlede efterspørgsel - selv i de vigtigste eksportlande - så der vil helt sikkert være plads til både lokale og danske fødevarer i indkøbskurvene verden over.

Dette nummer af Tidsskrift for Landøkonomi har som tema: Feeding the Future. Baggrunden er, at Yara og Det Kongelige Danske Landhusholdningsselskabet i september afholdt en

konference med samme emne. Indlederne blev bedt om at sende en artikel baseret på - eller med udgangspunkt i - deres indlæg på konferencen. Dette resulterede i seks modtagne artikler, som gengives i dette nummer af Tidsskrift for Landøkonomi.

Første artikel indeholder den *introduktion*, som Frederik Lüttichau, Præsident for Det kongelige Danske Landhusholdningsselskab gav på konferencen. Frederik Lüttichau tog udgangspunkt i, at landbruget gennem mange årtier har bevist, at vi er i stand til at forsyne et stigende befolkningsantal med tilstrækkelige fødevarer: Vi kan producere mere og billigere mad, verdens fødevareforsyning bliver bedre, og kvaliteten af fødevarer er i top. Denne positive udvikling kan dog ikke uden videre fortsætte: Vi står over for nogle helt nye globale udfordringer – udfordringer, som vi må forholde os til og tackle bedst muligt og i tide.

Den næste artikel er af Owen Roberts, Præsident for IFAJ, den internationale forening af landbrugsjournalister. Emnet er *Feeding the World: Hvordan kan medier hjælpe med at udnytte viden i landbruget?* I artiklen understreges det, at god kommunikation mellem landmænd og deres videnskilder er afgørende for, at landmændene kan udvikle og optimere deres bedrifter. Landbrug og forskning har længe været forbundet: Landmænd ønsker og har brug for at få adgang til forskningsresultater, og medierne er et redskab til at sikre denne adgang. Journalister hjælper med at flytte viden fra dem, der har det, til dem, der har brug for det. Bedre videnbaseret landbrug er afgørende vigtigt i arbejdet med at skabe en fremtid med større bæredygtighed og fødevarer sikkerhed.

Den næste artikel, *Dansk landbrug og verdens behov for fødevarer* er skrevet af Steen Gade, tidligere SF-ordfører for landbrug, miljø, klima og udviklingspolitik, tidligere direktør for Miljøstyrelsen samt formand for Globe Europe. Steen Gade understreger, at det aldrig vil kunne blive et dansk projekt at løse verdens fødevareproblemer. Derimod kan Danmark på den globale scene bidrage med vore erfaringer. Både gode og dårlige, og så viderebringe de gode. Det gælder forhold som effektivitet, organisering, sundhed, miljø og klima.

Den næste artikel, er skrevet af Uffe Jørgensen og Poul Erik Lærke, begge fra Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Artiklen har titlen *Merproduktion og mindre udledning i græsmarken*, og undertitlen *Omlægning til flerårige græsser kan sikre opfyldelse af en række miljømålsætninger i landbruget og understøtte en lokal produktion af protein*. I artiklen fokuseres der på omlægning til flerårige afgrøder, som kan være med til at understøtte gennemførelsen af EU's Vandrammedirektiv og Nitratdirektivet samt understøtte de nye EU-mål for reduktion af drivhusgasser i landbruget. Forbedrede dyrkningssystemer kan i nogle tilfælde fordoble det samlede biomasseudbytte, og der er en mulighed for at erstatte noget af den importerede protein fra sojabønner.

*Big data - en ny grøn revolution?* er titlen på den næste artikel, skrevet af Svend Christensen, Institutleder og professor ved Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet. Udgangspunktet er, at der er behov for en intensiveret primærproduktionen for at



sikre en nødvendig produktionsudvidelse. Det kan bl.a. ske med nye forædlingsmetoder og anvendelse af store datamængder fra satellitter, droner og intelligente maskiner. Det vil fortsætte i de kommende år, hvor nye metoder vil genere endnu flere data og skabe et helt nyt grundlag for forædling af fremtidens afgrøder. De nye metoder vil ikke kun skabe højere udbytte, men også speede forædlingsprogrammer op og dermed reducere antallet af år, som det tager at forædle og fremavle nye sorter.

Den sidste artikel fra konferencen har titlen *Landbrugets globale udvikling* og undertitlen *Den globale udvikling for et bæredygtigt landbrug, der skal producere nok mad, energi og industriråvarer til en stadig markant stigende verdensbefolkning*. Udgangspunktet for artiklen er, at landbrugs- og fødevaremarkederne verden over står over for betydelige udfordringer i de kommende årtier: Stigende befolkning, endnu flere mennesker i byerne samt et næsten konstant landbrugsareal lægger et pres på landbrugsmarkederne og forudsætter stigende produktivitet. Det konkluderes bl.a., at hovedproblemet i den globale fødevarerforsyning ikke er mangel på fødevarer, men derimod mangel på købekraft i den fattige og sultende del af befolkningen. Stigende ustabilitet og markedsusikkerhed kendetegner også landbrugets globale udvikling, og det vil fortsætte fremover.

Uden for temaet følger den anden artikel af professor emeritus, Søren Kjeldsen-Kragh. *Landbrugets fremtid: Hvad ønsker samfundet?* Mens første artikel beskrev landbrugets fremtid ud fra landbrugserhvervets synsvinkel, ser denne artikel på erhvervet ud fra samfundets synsvinkel. I artiklen ses i første omgang på, hvordan landbrugets produktionsmetoder påvirker vandmiljøet, jorden, luften, klimaet og naturen med dets dyre- og planteliv. Dernæst behandles nogle af de etiske problemer i forbindelse med landbrugets udvikling. Endelig ses der på, hvordan landbrugets produktionsformer og produkter relaterer sig til menneskers sundhed. Det konkluderes bl.a., at der er to ting, som borgere er stærkt interesseret i, og det er de eksternaliteter, der er knyttet til landbrugsproduktionen, og det er kvaliteten af de fødevarer, som produceres.

Den sidste artikel har emnet: *Landbrugets trædemølle: Gælder den stadig?* Trædemøllen begynder, når ny teknologi udvikles og bliver taget i anvendelse af nogle landmænd, som er hurtige til at implementere og udnytte ny viden. Disse landmænd formår at få en økonomisk fordel af den nye teknologi. I takt med at flere og flere landmænd tager den nye teknologi i anvendelse, stiger produktionen, og dermed falder priserne. Dermed forsvinder den umiddelbare økonomiske fordel, som de innovative landmænd fik, da den bliver spist af de faldende priser. De efternølende ("fodslæbende") landmænd, som først ret sent tager ny teknologi i anvendelse, oplever dermed kun de negative effekter af teknologiudviklingen, nemlig prisfald. Landmænd i trædemøllen vil altid være nødt til at løbe hurtigere og anvende ny teknologi for at opveje det fald i realpriser og bytteforhold, som landbruget altid vil stå overfor. Forbrugerne får i sidste ende fordel i form af billigere fødevarer.

I artiklen konkluderes det, at trædemøllen, dens forudsætninger og afledte virkninger stadig er fuldt gældende. Det er ikke muligt for et enkelt land eller region af bremse trædemøllen på lang sigt. På lokalt plan kan man løse nogle sociale og økonomiske problemer skabt af trædemøllen gennem nemmere afvandring.

God læselyst.

Ph.D., cand. agro. & merc. Henning Otte Hansen (ansvarshavende redaktør)  
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet

# FEEDING THE FUTURE - EN INTRODUKTION

---

Frederik Lüttichau, Præsident for Det kongelige Danske Landhusholdningsselskab

## **Konferencen og Det kongelige Danske Landhusholdningsselskab**

Velkommen til konferencen, "Feeding the future".

Dagens konference-emne ligger meget tæt på Landhusholdningsselskabets kerneaktiviteter. Landhusholdningsselskabet er netop et forum for debatten om bæredygtig brug af det åbne land og dets ressourcer til gavn for jordbrug, samfund og miljø. Landhusholdningsselskabet blev stiftet i 1769 og er Danmarks ældste landbrugsorganisation.

Selskabet har hen over årene haft afgørende betydning for samfundet gennem sin formidling af viden til landbrug og fødevarerindustri. Historisk set er det sket gennem information, opbygning af konsulenttjeneste i landbruget, udbredelse af viden om forsøg og meget mere.

Vores kerneaktiviteter i dag er afholdelse af fremsynede og debatskabende seminarer samt udgivelse af Tidsskrift for Landøkonomi og andre publikationer. Disse aktiviteter fremmer samspillet mellem fødevarerproduktion, jordbrug og miljøforhold - fri af politiske interesser og geografiske grænser.

## **Hvorfor er "feeding the future" vigtigt?**

Set på den baggrund kan man stille sig selv spørgsmålet: Hvorfor er "feeding the future" vigtigt? Landmænd i hele verden – men især i Danmark – har jo gennem mange årtier bevist, at vi er i stand til at forsyne et stigende befolkningsantal med tilstrækkelige fødevarer: Vi kan producere mere og billigere mad, verdens fødevarerforsyning bliver bedre, og kvaliteten af fødevarer er i top.

Denne positive udvikling kan dog ikke uden videre fortsætte: Vi står over for nogle helt nye globale udfordringer – udfordringer, som vi må forholde os til og tackle bedst muligt og i tide:

1) Befolkningsudviklingen ser ud til at fortsætte. FAO har netop opjusteret skønnene for den fremtidige befolkningsudvikling til nu 11,2 mia. mennesker i 2100.

2) Allerede i dag lider mere end 800 millioner mennesker af kronisk sult. I en verden, hvor klimaforandringer skaber mere ekstremt vejr, er risikoen for fejlslagen høst endnu større – og dermed er faren for nye store sultkatastrofer steget faretruende.

3) Middelklassen stiger – efterspørgslen efter fødevarer stiger. Med stadig flere rige borgere i en række nyindustrialiserede lande stiger efterspørgslen efter animalske produkter – kød og mejeriprodukter – og dermed stiger efterspørgslen efter korn endnu mere. Muligheden for nye fødevarerkriser med kraftigt stigende kornpriser vil blive endnu mere aktuel.

4) Landbrugsarealet kan ikke øges mere – ikke uden det går ud over følsomme arealer med regnskov. Det betyder altså, at produktiviteten – høstudbytterne – må stige betydeligt og vedvarende fremover, hvis vi fortsat skal brødføde verdens befolkning.

5) På dette konstante landbrugsareal skal landbruget ikke alene producere fødevarer: Landbruget skal producere meget andet – herunder bioenergi. Spørgsmålet er, hvordan og hvor vi skal producere?

6) Til sidst – men måske ikke mindst – kræver denne fortsatte stigning i både produktion og produktivitet, at landbruget får mulighed for at udnytte de teknologiske muligheder. Teknologi har været en meget vigtig drivkraft for landbruget gennem århundreder – og teknologi vil også fortsat være altafgørende for landbrugets udvikling – både i Danmark og globalt. Derfor er det vigtigt, at landbruget – på et bæredygtigt men fordomsfrit grundlag – får mulighed for fortsat at udnytte teknologiske forspring.

Vi skal ikke nødvendigvis finde svarene på alle spørgsmålene i dag! Men det er vigtigt, at vi får klarhed over de udfordringer, vi står overfor. Vi skal også lidt tættere på nogle af de mulige løsninger, som findes. Og vi skal ikke mindst tænke langsigtet.

# FEEDING THE WORLD

## - HVORDAN KAN MEDIER HJÆLPE MED AT UDNYTTE VIDEN I LANDBRUGET?

---

Owen Roberts, Ed.D.

President, International Federation of Agricultural Journalists

I arbejdet for at brødføde fremtiden og en sultende befolkning er de ofte oversete landbrugsmedier en vigtig allieret. Landbrugsmedierne har en traditionel formidlingsrolle, som indebærer formidling eller mobilisering af viden fra kilder såsom universitetetslaboratorier, til brugere som landmænd og andre i landbrugs- og fødevarersektoren.

Der findes også andre måder, hvorved denne overførsel af viden og information kan finde sted - f.eks. via møder og via sociale medier.

I mange lande er de konventionelle landbrugsmedier imidlertid allerede vel-etableret og fungerer som en leverandør af information, som hjælper landmændene til blive mere produktive og effektive.

Globalt set er der én organisation, som udelukkende omfatter landbrugsmedier, nemlig International Federation of Agricultural Journalists (IFAJ) med 5.000 medlemmer i 45 lande. Organisationen har til formål til at støtte og fremme landbrugets journalistik, og pressefrihed.

IFAJ har fire prioriteter: Ungdomsudvikling, faglig udvikling, globalt opsøgende arbejde og partnerskaber. Ligesom landmændene er også landbrugsjournalister nødt til at være opmærksomme på at pleje den næste generation af journalister.

Artiklen er oversat fra engelsk til dansk af redaktøren.

Problemet er, at mens der er landbrugsskoler, som uddanner nye landmænd, er der ingen skoler, som udelukkende har til formål at uddanne og udvikle nye landbrugsjournalister. Uden for USA er der ingen egentlig akademisk uddannelse for journalister, som er interesseret i landbruget. Dette område mangler helt, og det er problematisk.

God kommunikation mellem landmænd og deres videnskilder er afgørende for, at landmændene kan udvikle og optimere deres bedrifter. Landbrug og forskning har længe været forbundet: Landmænd ønsker og har brug for at få adgang til forskningsresultater, og medierne er et redskab til at sikre denne adgang. Journalister hjælper med at flytte viden fra dem, der har det, til dem, der har brug for det. Bedre videnbaseret landbrug er afgørende vigtig i arbejdet med at skabe en fremtid med større bæredygtighed og fødevarer sikkerhed.

Ved at hjælpe landmændene til at udvikle mere produktive og rentable landbrug, har landbrugsjournalister en rolle i at øge produktionen af fødevarer, fibre, foder og energi og i at reducere sult og reducere fattigdom i landdistrikterne. Journalister bidrager med perspektiv i særlige situationer, og ved at rejse spørgsmål og mobilisere viden - emner, som bliver uddybet og udvidet, når journalister er forbundet via et globalt netværk såsom IFAJ.

Journalister formidler information om forskning, produktion og politik. Så det er forståeligt, at deres rolle undertiden bliver misforstået af informationskilder, der ser journalister primært som leverandører af deres viden. Journalister betragter sig selv som evigt søgende efter balance - og det betyder, at man ikke blot skal præsentere blot ét perspektiv, uanset kilden. I et demokrati er det vigtigt, at alle perspektiver bliver fremført.

I visse situationer kan disse perspektiver komme i konflikt. Velmenende kilder til viden om landbrug - såsom forskere og offentlige rådgivere og vidensformidlere - spekulerer på, hvorfor journalister ikke bare formidler viden til producenterne, uden at søge balance eller perspektiv fra andre personer.

Svaret kan findes ved blot at kigge på undertrykkende regimer, hvor balancen ikke er tilladt. Landmænd får ikke hele historien og ingen uddybelse. Så hvordan kan de tage gode vidensbaserede beslutninger, hvis perspektiverne, som de præsenterer, er ensidige eller snævre? Set fra IFAJs side har journalister brug for frihed, information, adgang til kilder og globale forbindelser for at kunne kommunikere succesfuldt med landmænd.

IFAJ støtter unge journalister og tilbyder faglig udvikling (i form af konkurrencer, seminarer, workshops og konferencer). For at udvide vores aktiviteter og for at etablere kontakt med så mange journalister som muligt har vi opbygget en strategisk alliance med FAO samt med landbrugsvirksomheder med globale netværk, såsom Yara, Alltech, John Deere og DuPont Pioneer.

Vi har også ændret vores 60-årige vedtægter ved at acceptere medlemmer fra

lande, der ikke har pressefrihed. I årtier har pressefrihed været et krav - IFAJ vil kun acceptere landbrugsjournalistik fra lande, der har pressefrihed. Denne begrænsning var baseret på den bekymring, at undertrykkende regimer på en forbryderisk måde kunne understøtte en "journalistforening", hvis medlemmer reelt var regeringens skribenter, og ikke journalister fri til at sige deres mening.

Såfremt IFAJ accepterede denne form for medlemskab, ville disse regimer prale af, at deres lande ikke undertrykte medierne, fordi deres "journalister" var medlemmer af vores organisation, og vores organisation bygger på pressefrihed.

Ved hjælp af de traditionelle midler var det næsten umuligt for IFAJ at skelne mellem en legitim og falsk forening uden at besøge landet.

Men ved hjælp af nutidens elektroniske kommunikation og sociale medier er det blevet lettere at kontrollere ægtheden af medlemmer som sande journalister, selv i undertrykkende regimer. Det sker ved at scanne internettet eller ved at kommunikere gennem værktøjer som Skype, Twitter, Facebook og endda noget så simpelt som e-mail. Som følge heraf har IFAJ hilst næsten en halv snes foreninger fra nye medlemslande velkommen i de seneste to år.

Ved denne udvidelse af IFAJs aktiviteter har flere journalister fået mulighed for at komme i forbindelse med hinanden, udveksle historier og informere andre om vigtige oplysninger, som kunne have en positiv - eller negativ - effekt på deres landbrugssektor. Således som den globale økonomi fortsætter med at vokse, bliver denne rolle for journalister vigtigere end nogensinde.

# DANSK LANDBRUG OG VERDENS BEHOV FOR FØDEVARER

---

Steen Gade, tidl. SF-ordfører for landbrug, miljø, klima og udviklingspolitik, tidligere direktør for Miljøstyrelsen samt formand for Globe Europe.

Når jeg tager de lange briller på og ser på dansk landbrugs fremtid i en verden, der vokser med 1½ milliard mennesker frem til 2050, og hvor der samtidig bliver 2-3 milliarder flere med samme levestandard som vores, tegner der sig 2 retninger.

Den ene er udvikling af et mere effektivt og mere teknologisk avanceret økologisk landbrug. Et landbrug, der vil omfatte betydeligt større dele af det danske landbrugsareal end i dag, og hvor det samtidigt vil være et afgørende element i andre politikker. Særlig i dansk natur- og biodiversitetspolitik.

Den anden er det industrialiserede konventionelle landbrug, der vil ændre sig med større og større vægt på miljø. Først og fremmest forstået som en produktionsform med mindre og mindre output af pesticider, kvælstof, fosfor og klimagasser.

Begge retninger vil altså ændre sig, og der vil kunne opstå en konvergens mellem de to, hvis det fremmes politisk af effektiv lovgivning.

Det vil nemlig aldrig kunne blive et dansk projekt at løse verdens fødevarerproblemer ved at se på vores produktive kapacitet. Man kan jo sætte sig ned og regne det ud. I dag brødføder vi 15 mio. mennesker i verden. Hvis vi droppede hele den animalske produktion, viser nogle udregninger, at vi ville kunne brødføde op mod 80 millioner,

og hvis vi var 100% animalske 11 mio. mennesker i en verden med 9 milliarder i 2050.

Nej; det vi som land kan bidrage med på den globale scene er vore erfaringer. Både gode og dårlige, og så viderebringe de gode. Både når der gælder effektivitet, organisering, sundhed, miljø og klima.

Og det er netop, hvad der er brug for. Der er fødevarer nok i dag. Det er ikke på grund af mangel, at der er sult og underernæring. Her skal vi have fat i mange andre faktorer. Fordeling af fødevarer, spild, distribution, forkert produktion og forbrug samt dårlige fødevarer.

Og hvis der er politisk opbakning til det, vil vi også uden al for stort besvær kunne klare de næste 1½ milliard mennesker. Da jeg blev født (det var i 1945), var vi mellem 2 og 3 milliarder på kloden, og det ser ud til, at jorden befolkning stabiliserer sig med 10-11 milliarder. Så vi skal ikke gå i panik, men forstå, hvad der truer. Nemlig klimaændringerne, der også fører til vandproblemer – både for lidt og for meget – mange nye steder, markedsfejl med al for meget spekulation i fødevarerproduktionen samt stigende risiko for, at markeder lukkes, mangel på distribution og al for meget spild, pres på arealerne for at producere energiafgrøder og tab af biodiversitet. Og ikke mindst sundhedsskader. Både



på grund af fejlnærning med for meget og forkert madforbrug og for lidt – og ofte forkert – madforsyning. Alt i alt en stor opgave, der kræver meget fokus og stor indsats i de kommende år. Men altså muligt.

Den forståelse er også baggrunden for, at hele verden i efteråret 2015 vedtog målene for verdens tilstand år 2030. Om 15 år skal sult være fjernet, der skal være skabt fødevarer sikkerhed med forbedret ernæring, og landbruget skal være ændret til et bæredygtigt landbrug. "Vi kan blive den generation, der fjerner sulten" proklamerede FN's generalsekretær Ban Ki Moon, da det blev vedtaget.

Det har været på vej længe. Jeg oplevede f.eks. i 1996 FN's fødevarer topmøde i Rom, hvor målet om at halvere antallet af mennesker, der går sultne i seng, først blev formuleret. Det blev kritiseret ganske meget – og moralsk med rette – at det kun handlede om at halvere, men alligevel blev det mål først endeligt vedtaget i år 2000 i de FN-mål for udviklingen frem til 2015, der blev kaldt årtusinde målene. Men nu er vi der. Ingen sult i 2030. Og så samtidig de andre mål om sundhed, fødevarer sikkerhed og bæredygtighed knyttet til landbrug.

Her er det, at gode og dårlige erfaringer kommer ind i billedet. FN formulerede det på den måde i 2015: "Tiden er inde til at gentænke, hvordan vi producerer, fordel og forbruger vores fødevarer". Produktion og forbrug af fødevarer skal simpelthen gentænkes. Professor på Stockholms Universitet Johan Rockström siger det sådan: "Fødevarer produktionen i alle dens aspekter er ikke bæredygtig, hverken i relation til sundhed, miljø eller klima." – Sådan ser det også ud for mig.

Derfor er det afgørende spørgsmål, hvad det er, Danmark kan bidrage med. Hvad vi har opnået, og hvor vi vil kunne inspirere.

Det er desværre helt underkendt, at økologi er et af de områder, hvor vi kan levere. Vi var det første land i verden, der lavede en lovgivning om økologisk landbrug blandt andet med mærkning og om-lægningsstøtte. Og vi er – derfor – i dag i førerfeltet på økologi. Vi har således det største forbrug pr. indbygger af økologiske produkter og er også i topfeltet med produktion, selv om vi godt kunne gøre det langt bedre.

Den viden, der ligger bag den placering, er meget vigtig i verden. De to FN-organisationer UNEP (miljø) og UNCTAD (økonomisk udvikling) har således redegjort for, at indførelse af økologisk landbrug vil føre til 80% øgning i udbytterne i udviklingslande. I Afrika en fordobling af produktionen indenfor en tidsramme på mellem 3 og 10 år, samtidig med, at det medvirker til at beskytte natur og klima. Netop de problemer, som store dele af Afrika kæmper med. Manglende vækst i produktionen og miljøødelæggelser når produktionen øges.

Det andet, jeg vil nævne, er vores langstrakte, men med de lange briller på – rimeligt effektive – nedbringelse af kvælstof- og fosforudslip fra landbrugsproduktionen. Alt sammen startede i midten af 1980'erne med NPO (kvælstof, fosfor og organisk stof) -handlingsplanen, og er med forskellig styrke – alt efter politisk sammensætning af Folketinget – fortsat indtil i år. Kvælstofoverskuddet var i 1980'erne – ifølge tal fra DMU, Århus Universitet – 106.000 tons. Et tal der var faldet til 56.000 tons i 2011. En indsats, der skæmmes vold-



somt af beslutningerne fra det nuværende regeringsflertal om fra i år at tillade mere forurening. Vi skal nemlig for at leve op til vandrammedirektivet ned på noget, der ikke er højere end 30.000 tons, senest i 2027. Den gode historie, og noget vi vil kunne levere til verden, er således det, vi har gjort indtil 2016. Både teknologisk, politisk og metodemæssigt. Trist at det skæmmes af et så voldsomt brud med en mere end 30-årig udvikling.

Det tredje, jeg vil nævne, er den fugl på taget, som den tidligere regerings nedsatte "Natur- og Landbrugskommission" lagde op til. Et nyt reguleringssystem for landbruget med udgangspunkt i den enkelte bedrift og med specifikke krav til drift og gødningsforbrug m.m. Med ret til større gødningsforbrug på de mest robuste jorde

og stærkere restriktioner på de arealer og bedrifter, hvor gødningsforbruget let forurener grundvand og vandområder. Systemet vil være innovativt og avanceret, og rigtigt gennemført vil det for alvor kunne bidrage til planlægning af det åbne land med henblik på mere natur, fremme biodiversitet, klima og klimatilpasning og mindre og mindre forurening fra brugen af pesticider og næringsstoffer.

På den måde har dansk landbrug rigtig meget at bidrage med foruden den betydelige produktionseffektivitet, som man altid nævner. Men det kræver et bredere syn på, hvad der er brug for i verden end den alt for ofte ensidige fokus på produktionsmængden. Det handler om bæredygtighed. Samme dagsorden i Nord som i Syd.



# MERPRODUKTION OG MINDRE UDLEDNING I GRÆSMARKEN

**Omlægning til flerårige græsser kan sikre opfyldelse af en række miljømålsætninger i landbruget og understøtte en lokal produktion af protein**

---

Uffe Jørgensen seniorforsker Inst. for Agroøkologi, Aarhus Universitet. uffe.jorgensen@agro.au.dk  
og

Poul Erik Lærke seniorforsker Inst. for Agroøkologi, Aarhus Universitet. poule.laerke@agro.au.dk

## **Sammendrag**

Produktion af flerårige afgrøder reducerer tabet af næringsstoffer, nedsætter behovet for pesticider samt understøtter jordens kulstofindhold sammenlignet med produktion af enårige korn- og frøafgrøder. Omlægning til flerårige afgrøder kan således være med til at understøtte gennemførelsen af EU's Vandrammedirektiv og Nitratdirektivet samt understøtte de nye EU-mål for reduktion af drivhusgasser i landbruget.

Danmark har et særligt sårbart vandmiljø på grund af et stort landbrugsareal, en stor andel med sandjord, en lang kystlinje og meget nedbør. I nogle landbrugsområder skal kvælstofudvaskningen reduceres markant for at opfylde kravene i Vandrammedirektivet, og der vil kræves radikale ændringer for stadig at kunne opretholde en rentabel afgrødeproduktion. Nationale scenarier viser, at der kan produceres op til 10 millioner tons ekstra biomasse i Danmark uden at reducere fødevarerproduktionen eller øge det dyrkede areal, hvis industriel bioraffinering udvikles og implementeres. I et af scenarierne, hvor der blev opnået yderligere miljøfordele, blev der estimeret en reduktion af nitratudvaskningen på ca. 23.000 tons N årligt fra afgrødernes rodzone. Det svarer omtrent til den reduktion, der kræves for at kunne opfylde Vandrammedirektivets krav for Danmark. Selvom langt mere organisk materiale vil blive anvendt til bioraffinering, skønnes kulstofniveauet i jorden at være stort set uændret i dette miljøscenario. Scenariet blev beregnet ved at konvertere ca. 9 % af landbrugsjorden fra etårige afgrøder til flerårige græsser.

Nye forsøgsresultater understøtter, at forbedrede dyrkningssystemer i nogle tilfælde fordobler det samlede biomasseudbytte, samtidig med at kvælstofudvaskningen reduceres markant, når der omlægges arealer fra kornproduktion til græsproduktion. Græsser og bælg-sæd har et højere indhold af protein med bedre kvalitet (højt lysin- og methioninindhold) end korn- og frøafgrøder. Hvis det lykkes at ekstrahere og formulere græsproteinet til et konkurrencedygtigt foderprodukt, giver det en interessant mulighed for at erstatte noget af den importerede protein fra sojabønner.

Denne artikel er baseret på kapitlet "Perennial Grasses for Sustainable European Protein Production" trykt i "Perennial Biomass Crops for a Resource-Constrained World. Barth, S., Murphy-Bokern, D., Kalinina, O., Taylor, G., Jones, M. (eds.), Springer International Publishing Switzerland (2016), s. 33-41".

## Europæisk landbrug er udfordret

Nytænkning i landbruget har gennem tiderne været med til at understøtte udviklingen af det moderne samfund. Udviklingen er sket ved en kombination af mange små trinvis innovationer (inkrementel innovation) samt enkelte store ændringer baseret på radikale innovationer (van der Veen, 2010).

Gennem de seneste århundreder er der sket en omfattende optimering i europæisk landbrug og de nuværende systemer er meget effektive. For at nå målet for yderligere bæredygtig intensivning af landbrugets systemer vil det være nødvendigt med nytænkning og udvikling af nye fødevarer-kæder (Kuyper og Struik, 2014). Et oplagt eksempel er udvikling af alternativer til høj-input, høj-emissions etårige korn- og frø-afgrøder, som er ansvarlige for hovedparten af emissionerne fra dansk planteavl. I Danmark anvendes i øjeblikket 77 % af kornproduktionen til energifoder (Gylling et al., 2013), hvilket ikke er et højprismarked.

I 2012 blev omkring 20 % af verdens svinekød og 15 % af verdens kyllingekød produceret i EU. Dette skaber en stor efterspørgsel efter højkvalitetsprotein, som er egnet til intensiv produktion af enmavede dyr. EU er nettoimportør af højværdige proteinprodukter og er næsten 70 %

afhængig af import (tabel 1); for sojabønneprodukter er det over 97 % med en årlig import af omkring 30 millioner tons sojamel (Parajuli et al., 2015). Denne afhængighed af en enkelt råvare gør den europæiske husdyrproduktion sårbar over for prisændringer (EIP-AGRI, 2014).

En anden stor udfordring for Europa er at reducere de miljømæssige påvirkninger fra landbruget efter de retningslinjer, som er fastsat i flere direktiver og politikker såsom Vandrammedirektivet (VRD), Nitratdirektivet og den nye klimapolitik for EU med specifikke reduktionsmål for drivhusgasser i landbruget. Disse mål kan være meget vanskelige at nå i nogle områder med de nuværende produktionssystemer, i det mindste på en omkostningseffektiv måde. Danmark har et særligt sårbart vandmiljø på grund af et stort landbrugsareal, store sandjordsarealer, en lang kystlinje til indre farvande og meget nedbør. Danmark har siden 1980'erne halveret nitratudvaskningen ved at gennemføre en række foranstaltninger vedrørende forbedret gødningshåndtering, faste N-normer for alle afgrøder, lovpligtige efterafgrøder m.v. (Dalgaard et al., 2014). Alligevel skal nitratudvaskningen reduceres yderligere i nogle områder for at opfylde kravene i Vandrammedirektivet, og der kræves radikale ændringer for at kunne reducere

**Tabel 1. Oversigt over proteinrige fodermidler i EU i 2012 (EIP-AGRI, 2014)**

Fødevarer	EU produktion (Mt)		EU forbrug (Mt)	
	Produkter	Protein	Produkter	Protein
Sojabønner / -mel	1.189	452	34.134	15.904
Raps- og solsikkefrø / mel	27.481	5.213	19.721	6.329
Anden bælgfrugt	3.045	670	2.800	616
Grøntpiller	4.056	771	3.900	741
Andet planteprotein	2.877	654	5.859	1.260
Subtotal	38.648	7.760	66.414	24.850
Fiskemel	398	275	599	433
Total	39.046	8.035	67.013	25.283

næringsstoffet og samtidig opretholde en rentabel landbrugsproduktion.

### **Enårige afgrøder versus flerårige afgrøder**

Produktion af flerårige afgrøder reducerer tabet af næringsstoffer, reducerer behovet for pesticider samt understøtter jordens kulstofbeholdning sammenlignet med produktion af enårige korn- og frøafgrøder (Cadoux et al., 2014; Pugesgaard et al., 2014; Pugesgaard et al., 2015).

Selvom vandkvaliteten vil blive forbedret i afgrødesystemer med lang vækstsæson, kan vandinfiltreringen til grundvand og fødnings af åer reduceres på grund af en højere årlig fordampning. Ny forskning viser imidlertid, at ikke alle flerårige afgrøder øger vandforbruget (Ferchaud et al., 2015). Derudover er der en øget vandinfiltrationskapacitet i græs i forhold til enårige afgrøder (Franzluebbers et al., 2014), hvilket kan reducere tabet ved overfladisk afstrømning af vand. Disse forhold bør dog analyseres nærmere.

Potentialet for en sikker vandforsyning til afgrøderne over en lang vækstperiode er højest i det nedbørsrige Nordvesteuropa, selvom optimeringer også kan lade sig gøre i vandbegrænsede områder såsom ved brug af vinterdyrket grøn biomasse (Tsiplakou et al., 2014). I de fugtige tempererede regioner kan flerårige græsser og bælgplanter fange solens stråler mere effektivt end enårige korn- og frøafgrøder. En stor del af vækstsæsonen i enårige korn- og frøafgrøder anvendes til afgrødens modning, høst, jordbearbejdning og såning (Cadoux et al., 2014; Dohleman og Long, 2009; Pugesgaard et al., 2015). Potentielt kan biomasseudbyttet fordobles og det forventes at stige i Danmark under klimaændringer (Jørgensen et al., 2012). Græs med  $C_3$

fotosyntese er mest lovende under kølige forhold i nordlige egne og  $C_4$  græsser er mest lovende i sydlige egne (Cadoux et al., 2014; Jiao et al., 2016).

### **Grøn bioraffinering af græsser kan give bæredygtigt foderprotein og bioenergi**

Høst af grøn biomasse passer ikke godt ind i de nuværende landbrugsmarkeder, der er mere rettet mod håndtering af korn og frø til foder til enmavede dyr. Men udvikling af teknologi til industriel separation og opgradering af grøn biomasse er en lovende mulighed for at koble de bedste agronomiske potentialer med nye industrielle teknologier i et radikalt forbedret agro-industrielt system (Kammes et al., 2011; Parajuli et al., 2015; Sanders og Bos, 2013; Sharma et al., 2011).

Det høje indhold af protein med en god aminosyresammensætning (højt indhold af lysin og methionin) i græs og bælgplanter er af særlig interesse (Houseman og Connell 1976; Maciejewicz-Rys og Hanczakowski, 1990). Europæisk produceret bladproteinkoncentrat kan være en egnet erstatning for proteinprodukter fra sojabønner, hvis produktion kan have store miljøpåvirkninger i f.eks. Brasilien (Harvey, 2014). Selvforsyning med proteinfoder er især interessant for økologiske produktionssystemer, hvor GMO, pålidelig certificering og høje priser sætter spørgsmålstegn ved en fremtidig bæredygtig udvikling af en økologisk animalsk sektor baseret på importeret soja.

Den grønne biomasse separeres i en saft der indeholder de letopløselige proteiner, samt en fiberfraktion, som kan anvendes til kvægfoder med høj fordøjelighed (det kan være nødvendigt at tilsætte melasse) (Klop et al., 2015), og Aarhus Universitet har etableret et pilotanlæg til test og udvikling af denne proces (<http://dca.au.dk/>

forskning/biobase/groen-protein/). Fiberfraktionen indeholder stadig fiberbundne proteiner, der muligvis vil kunne passere vommen.

Et igangværende PhD-projekt under bioraffineringsplatformen BioValue SPIR undersøger fiberfraktionens egnethed til kvægfoder i detaljer. En sådan simpel decentral separering af den lokalt dyrkede biomasse til højværdige foderfraktioner (der anvendes til henholdsvis en- og flermavede dyr) vil være værdifuld og reducere behovet for import (Seppala et al., 2014), men det er stadig usikkert om der kan udvikles en god forretning på konceptet (Termansen et al., 2015). Det vil formentlig, ud over yderligere udvikling af teknologien, kræve at de reducerede miljøpåvirkninger tilskrives en værdi, som kan indregnes i forretningsplanen.

Ud over at øge produktionen af proteinfoder i Europa, vil omlægning til mere produktive dyrkningssystemer resultere i biprodukter, som vil være til rådighed for enten biobaserede materialer eller til bioenergi. Hvis udbyttet af biomasse per arealenhed øges kan biproduktet, efter fremstilling af fødevarer eller foder, være tilgængeligt uden negativ miljøeffekt forårsaget af indirekte arealændringer (ILUC). ILUC-effekten bevirker i nogle tilfælde, at produktion af for eksempel raps-biodiesel og deciderede energiafgrøder ikke er bæredygtig (Tonini og Astrup, 2012).

Bladprotein er også blevet foreslået produceret direkte til konsum, hvilket yderligere vil øge ressourceeffektivitet af fødevarereproduktionen. Der er flere eksempler på brugen af f.eks. lucerneprotein i fødevarer, omend kun i begrænset omfang (Linemann og Dijkstra, 2002). Men udnyttelsen til direkte konsum er langt mindre ligetil end brugen til foder (Chiesa og Gnan-

sounou, 2011). Derfor vil den første udnyttelse af grøn protein formentlig primært ske i den animalske sektor, der bruger 30 % af jordens samlede areal (mest vedvarende græsarealer), men også 33 % af det globale areal med agerjord anvendes til at producere foder til husdyr (Steinfeld et al., 2006), og fodersektoren har en stor økonomisk betydning.

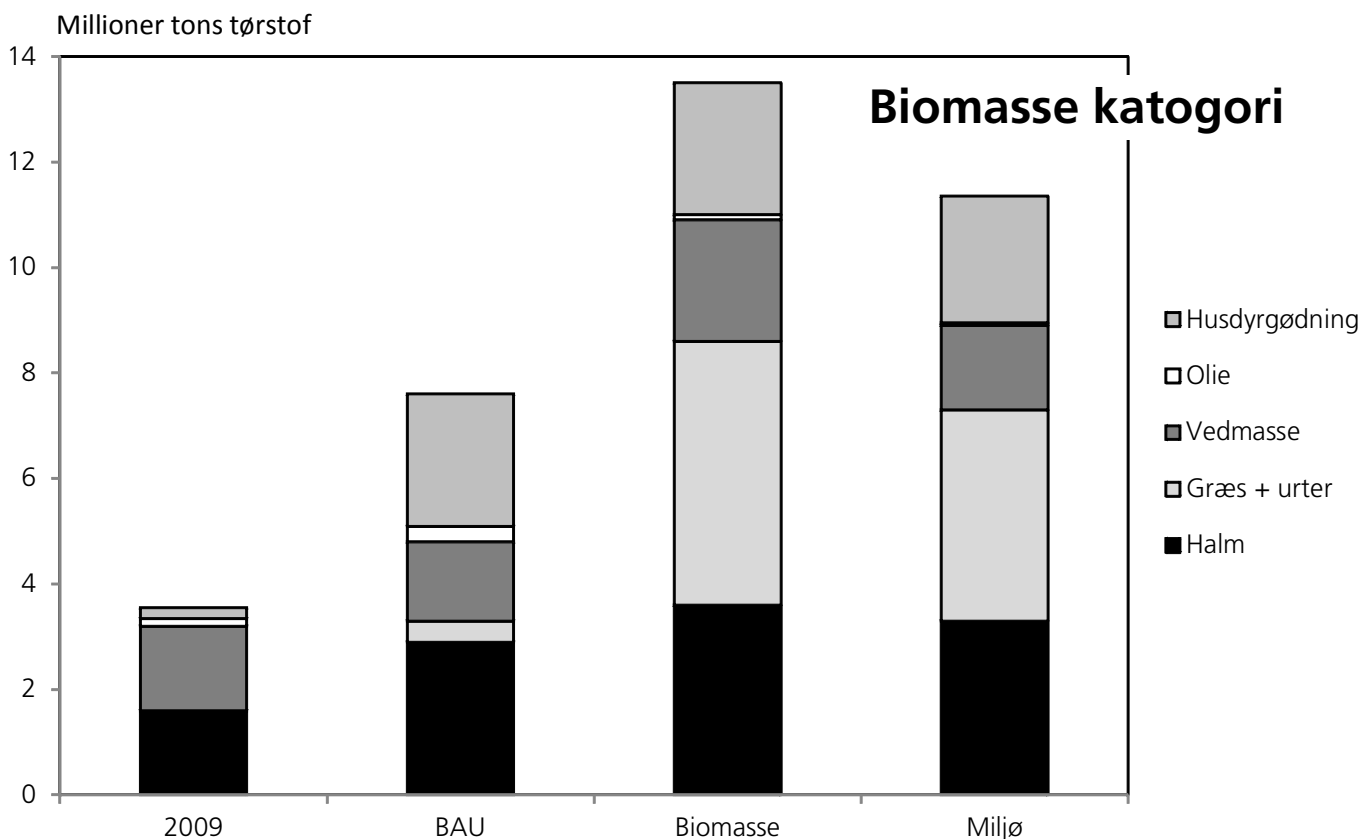
### **Et scenario for øget produktion af biomasse og udnyttelse til bioraffinering i Danmark**

Gyilling et al. (2013) har undersøgt, om det ville være muligt at øge produktionen af biomasse fra landbrug og skovbrug med 10 millioner ton i Danmark uden at forårsage en reduktion i fødevarereproduktionen, uden at øge af omfanget af opdyrkede områder, og uden negativ indvirkning på vandmiljøet og biodiversitet. Bevarelse af jordens frugtbarhed og kulstofindhold var ligeledes vigtige faktorer.

Rapporten beskriver tre scenarier: 1) Et business-as-usual scenario blot med en øget udnyttelse af de eksisterende ressourcer i landbrug og skovbrug. 2) Et biomasse-optimeret scenario, hvor både landbrug og skovbrug er justeret til at producere maksimal eksport af biomasse. 3) Et miljø-optimeret scenario med flerårige græsser der kan forbedre både produktiviteten og miljøvenligheden.

Resultaterne viste, at de optimerede scenarier var i stand til at levere yderligere 8-10 millioner tons biomasse til bioraffineringsindustrien i 2020 (figur 1). Dette er muligt, uden at gå på kompromis med fødevarereproduktionen, hvis 10-15 % af de grønne og gule kategorier af biomasse omdannes til dyrefoder i raffinaderierne. Især den store grønne biomassekategori (græsser i miljø scenariet) vil være i stand

**Figur 1. Scenarier for øget levering af biomasse til danske bioraffinaderier i forhold til anvendelse af biomasse til energi i 2009**



Kilde: Gylling et al. (2013).

Note. Scenarierne er: business-as-usual (BAU), biomasse-optimeret, og miljø-optimeret.

til at levere betydelige mængder af proteinfoder. Men meget afhænger af, hvor effektivt biomassen omdannes, og hvordan foder kan udvindes, lagres og udnyttes effektivt i husdyrsektoren. Processen med at indføre nye dyrkningssystemer, høstmetoder og nye afgrøder til landbruget er kompleks, og gennemførelsen vil ikke ske automatisk, hvis landmændene ikke ser fordele ved det. Et aktivt samarbejde mellem industri, landbrug, myndigheder og forskning skal derfor etableres (Gylling et al., 2013; Parajuli et al., 2015).

I miljø-scenariet blev der estimeret en reduktion af nitratudvaskningen fra rodzonen på ca. 23.000 tons N årligt for Danmark (Gylling et al., 2013). Det svarer omtrent til den reduktion, der kræves for at

sikre den manglende målopfyldelse i Vandrammedirektivet (De Økonomiske Råd, 2015). Selvom langt mere organisk materiale vil blive mobiliseret til bioraffinering, har vi vurderet, at jordens kulstofniveau vil være stort set uændret i miljø-scenariet (Jørgensen et al., 2013). Dette gælder specielt, hvis der fastholdes en tilbageførsel af tungt omsætteligt kulstof med afgasset gylle i stedet for f. eks. at afbrænde fiberfraktionen.

Nye resultater fra projektet GrassMargins EU ([www.grassmargins.org](http://www.grassmargins.org)) og fra danske projekter (f.eks. [www.biovalue.dk](http://www.biovalue.dk)) bekræfter, at den forventede stigning i det samlede udbytte af biomasse, samtidig med at kvælstofudvaskning reduceres, er realistisk hvis jord, der i øjeblikket anvendes



des til enårige afgrøder, konverteres til græsproduktion. Udvalgte resultater beskrives i det følgende.

### Forsøgsmetodik

Der blev etableret markforsøg på tre lokaliteter med henholdsvis grovsand (JB1), sandjord (JB4) og sandblandet lerjord (JB6). Græsarterne rørgræs (*Phalaris arundinacea*), strandsvingel (*Festuca arundinacea*), hundegræs (*Dactylis glomerata*), elefantgræs (*M. x giganteus*), rajsvingel (hybrid mellem *Festuca* og *Lolium*) og to kløvergræsblandinger sammenlignes med forskellige kombinationer af enårige arter og med reference til traditionelle sædskifter eller monokulturer (f.eks. majs efter majs) med fire gentagelser på hver lokalitet.

Afgrøderne blev tildelt gødning, pesticider og vandet på de niveauer, der var forventet for at sikre optimal vækst. Kløver-

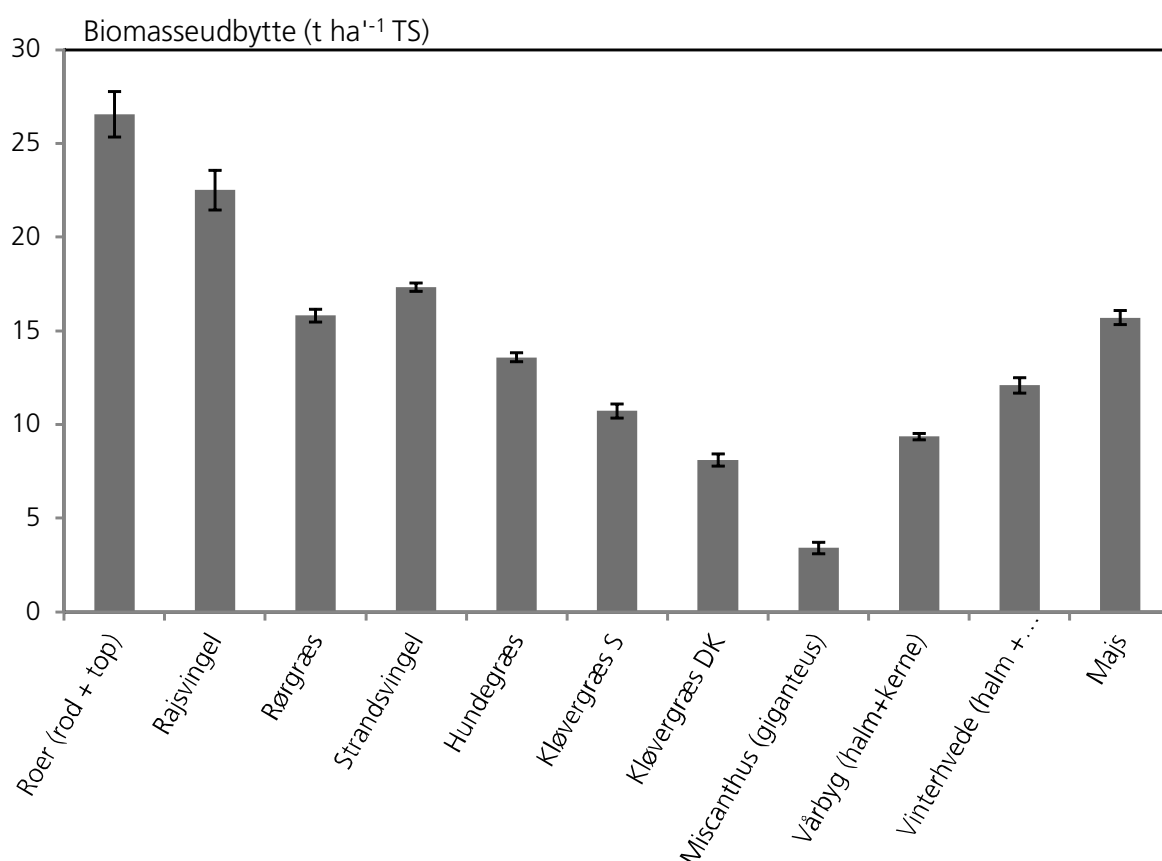
græsblandingerne fik dog ikke nogen N-gødning efter etablering. Koncentrationen af nitrat under rodzonen blev målt med keramiske suggekopper, installeret i 1,25 m's dybde, i alle gentagelser, og der blev taget prøver ca. hver 3. uge.

### Første års resultater på græsproduktivitet og miljøpåvirkning

Tørstofudbyttet af udvalgte afgrøder på én lokalitet er angivet i figur 2 for det første hele forsøgsår i 2013. Elefantgræs var stadig i etableringsfasen med et lavt udbytte. Men rajsvingel producerede 22,5 tons ha<sup>-1</sup> tørstof i 3 slæt, hvilket var omkring det dobbelte af det samlede (halm + kerne) høstudbytte af vårbyg og vinterhvede, som er de nuværende vigtigste afgrøder i Danmark.

Det lave udbytte af kløvergræs kan primært tilskrives mangel på kvælstofgødning.

**Figur 2. Samlede tørstofudbytter af udvalgte afgrøder på en lerblandet sandjord på AU Foulum, Danmark i 2013. +/- standardafvigelse er angivet.**





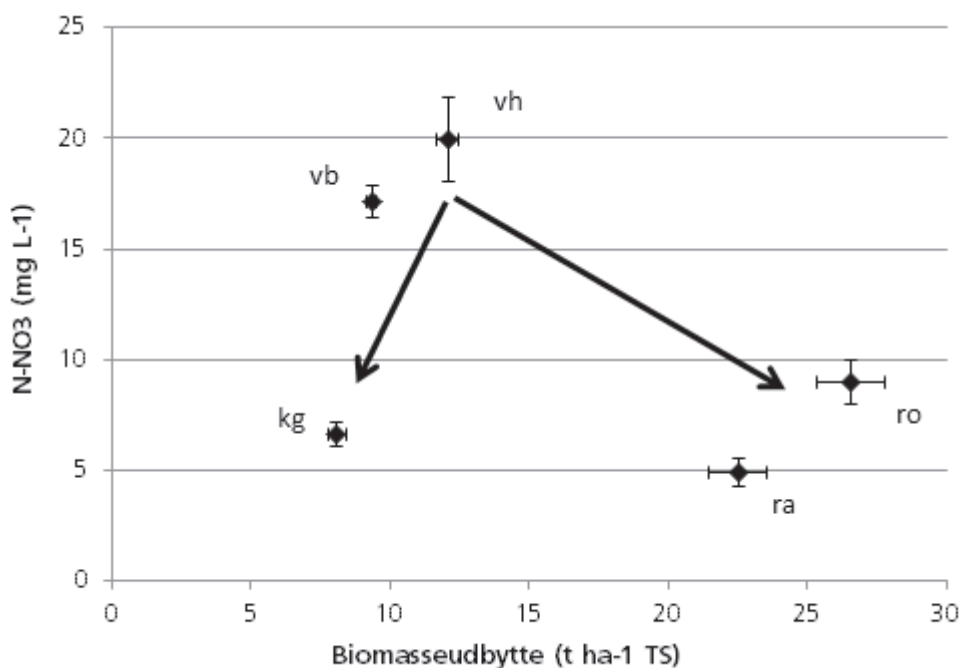
Det højeste udbytte blev opnået i roer (rod + top). Der forventes ikke meget protein i roden af roer, men den kan anvendes til ethanol eller biogas, hvilket allerede praktiseres nogle steder (Borjesson et al., 2015). I 2014 var udbyttet i kornafgrøder højere end i 2013, men alle rene græsafgrøder (stadig bortset fra elefantgræs) producerede ca. 20 tons  $\text{ha}^{-1}$  tørstof (data ikke vist). Under varmere forhold end i Danmark, giver majs ofte højere eller tilsvarende udbytte som græsser (Muyllé et al., 2015), men i denne undersøgelse fra Belgien blev græsserne kun gødet med  $249 \text{ kg N ha}^{-1}$ , hvilket sandsynligvis ikke var nok til at øge udbyttet af græs i renbestand til over 15-20 tons  $\text{ha}^{-1}$ .

Gennemsnitlige nitrat-N-koncentrationer i jordvand, hvor vinterhvede (gødet med  $175 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) eller vårbyg ( $130 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) var blevet høstet, var  $17\text{-}20 \text{ mg L}^{-1}$  i det efterfølgende efterår og vinter (14. okto-

ber 2013 til 31. marts 2014), mens Nitrat-N-koncentrationerne var  $5\text{-}10 \text{ mg L}^{-1}$  under intensivt gødet rajsvingel ( $425 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), ugødet kløvergræs og roer ( $130 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Figur 3). Det sandsynliggør, at nitratudvaskning kan halveres ved at skifte fra kornafgrøder til intensiv græs- eller roeproduktion. En sådan bæredygtig intensivering synes mere perspektivrig end de andre mulige veje til reduceret miljøpåvirkning, fx ugødet kløvergræs, som angivet i figur 3. I andre studier er der imidlertid opnået højere udbytter i bælg-sæds-baserede systemer uden anvendelse af kvælstofgødning (Hauggaard-Nielsen et al., 2016).

En ændring i afgrødemønsteret er selvfølgelig betinget af økonomien i anvendelse af biomassen fra græs, såsom den førnævnte udvinding af protein til foder eller fødevarer. Hvis græsserne udelukkende anvendes til energi, kan effekterne af ILUC

**Figur 3. Nitratkoncentrationer i jordvand**



Anm. Gennemsnitlige nitratkoncentrationer i jordvand ekstraheret under rodzonen i efteråret og vinteren efter produktionsåret 2013 versus tørstofudbytter i vinterhvede (vh), vårbyg (vb), rajsvingel (ra), roer (ro) og kløvergræs (kg). +/- standardafvigelsen er angivet. Mulige udviklingsveje til reduktion af nitratudvaskning fra de nuværende kornbaserede produktionssystemer er angivet med pile.

underminere drivhusgasfordelen (Tonini og Astrup, 2012). Yderligere miljømæssige fordele ved at ændre til græsprøduktionen, opnås ved den store reduktion i brugen af pesticider: Ifølge statistikken over pesticid-anvendelse var græsafgrøders behandlingsindeks 0,04 pr. ha i 2013, hvilket skal sammenlignes med et gennemsnitligt behandlingsindeks på 3,76 på tværs af hele det dyrkede areal (Miljøministeriet, 2014). Endvidere vil græsafgrøder normalt øge jordens kulstofindhold, mens etårige afgrøder har tendens til at reducere jordens kulstofindhold (Taghizadeh-Toosi et al., 2014).

En ulempe ved den intensive græsafgrødeproduktion kan være udledning af lattergas, og simple IPCC beregninger giver høje emissioner, da de er direkte relateret til mængden af N-gødskning. Lattergasemissionen vil blive målt i vores eksperimenter fra 2017. De første N-balancer viser imidlertid, at vi høster mere kvælstof, end vi tildeler som gødning på græsserne, og der synes ikke at være meget plads til et stort N tab i systemet i form af gas. Andre forsøg har vist, at bælglplanter giver lavere emission af lattergas end gødede græssystemer (Schmeer et al., 2014) og hvis et højt udbytte kan sikres i kløvergræs eller i rene bælglplanteafgrøder kan det give den bedste effekt i forhold til klimaet. Intensiv græsprøduktion forbedrer ikke i væsentlig grad biodiversiteten, men den lave anvendelse af pesticider og lave tab af næringsstoffer mindsker påvirkningerne på de tilstødende naturområder.

### **Fremtidsperspektiver**

Under danske forhold har græsser og bælgsæd et højere indhold af protein med bedre kvalitet (højt lysin- og methioninindhold) end korn-og frøafgrøder (Jørgensen et al., 2013). Muligheden for at erstatte impor-

teret sojabønneprotein med protein udvundet af flerårige græsser til brug i den danske husdyrproduktionssektor er interessant (Termansen et al., 2015). Pilot udvindingsfaciliteter og dyrefoderforsøg er derfor nu etableret ved Aarhus Universitet og vil blive suppleret af økonomi- og bæredygtighedsanalyser i hele forsyningskæden i de kommende år under BioValue SPIR.

Derudover sammenlignes en række græs- og bælglplanter i renbestand og i blandinger for at finde de mest produktive systemer med de laveste miljøpåvirkninger, og deres proteinindhold karakteriseres (Solati et al., 2016). I en opdateret version af +10 millioner tons planen (Gylling et al., 2016) beregnes en meget stor samlet effekt på drivhusgasemissionen fra dansk land- og skovbrug samt energisektoren, hvis planens scenarier gennemføres, og de kan således benyttes som et led i at opfylde Danmarks reduktionskrav på klimaområdet. Opnåelsen af disse interessante perspektiver står og falder dog med, om det lykkes at udvikle så effektive bioraffineringssteknikker, at der kan opnås en god forretningsøkonomi i de nye produktkæder.

### **Referencer**

- Borjesson, P., Prade, T., Lantz, M., Bjornsson, L. (2015). Energy Crop-Based Biogas as Vehicle Fuel-The Impact of Crop Selection on Energy Efficiency and Greenhouse Gas Performance. *Energies* 8, 6033-6058.
- Cadoux, S., Ferchaud, F., Demay, C., Boizard, H., Machet, J.M., Fourdinier, E., Preudhomme, M., Chabbert, B., Gosse, G., Mary, B. (2014). Implications of productivity and nutrient requirements on greenhouse gas balance of annual and perennial bioenergy crops. *Global Change Biology Bioenergy* 6, 425-438.
- Chiesa, S., Gnansounou, E. (2011). Protein extraction from biomass in a bioethanol refinery - Possible dietary applications: Use as animal feed and

- potential extension to human consumption. *Bio-resource Technology* 102, 427-436.
- Dalgaard, T., Hansen, B., Hasler, B., Hertel, O., Hutchings, N.J., Jacobsen, B.H., Jensen, L.S., Kronvang, B., Olesen, J.E., Schjørring, J.K., Kristensen, I.S., Graversgaard, M., Termansen, M., Vejre, H. (2014). Policies for agricultural nitrogen management-trends, challenges and prospects for improved efficiency in Denmark. *Environmental Research Letters* 9.
- De Økonomiske Råd, 2015. *Økonomi og Miljø 2015*, 375 s.
- Miljøministeriet (2014). *Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 2014*, 100 s.
- Dohleman, F.G., Long, S.P. (2009). More productive than maize in the midwest: How does Miscanthus do it? *Plant Physiology* 150, 2104-2115.
- EIP-AGRI (2014). *Focus Group on Protein Crops: Final Report*, 48 s. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/eip-agri-focus-group-protein-crops-final-report>
- Ferchaud, F., Vitte, G., Bornet, F., Strullu, L., Mary, B. (2015). Soil water uptake and root distribution of different perennial and annual bioenergy crops. *Plant and Soil* 388, 307-322.
- Franzluebbers, A.J., Sawchik, J., Taboada, M.A. (2014). Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America. *Agriculture Ecosystems & Environment* 190, 18-26.
- Gylling, M., Jørgensen, U., Bentsen, N. S., Kristensen, I. T., Dalgaard, T., Felby, C., Johannsen, V. K. (2013). +10 Mio. Tons Planen: Muligheder for en øget dansk produktion af bæredygtig biomasse til bioraffinaderier. *Fødevarerøkonomisk Institut, Københavns Universitet*, 32 s.
- Gylling M, Jørgensen U, Bentsen NS, Kristensen IT, Dalgaard T, Felby C, Larsen S, Johannsen VK (2016). The +10 Million Tonnes Study: Increasing the sustainable production of biomass for biorefineries. Updated Edition 2016. Department of Food and Resource Economics, University of Copenhagen, 40 s.
- Harvey, M. (2014). The Food-Energy-Climate Change Trilemma: Toward a Socio-Economic Analysis. *Theory, Culture & Society* 31, 155-182.
- Hauggaard-Nielsen, H., Lachouani, P., Knudsen, M.T., Ambus, P., Boelt, B., Gislum, R., 2016. Productivity and carbon footprint of perennial grass-forage legume intercropping strategies with high or low nitrogen fertilizer input. *Science of The Total Environment* 541, 1339-1347.
- Houseman, R.A., Connell, J. (1976). Utilization of Products of Green-Crop Fractionation by Pigs and Ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 35, 213-220.
- Jiao X, Sørensen KK, Andersen MN, Sacks EJ, Zhu X, Lærke PE, Jørgensen U. 2016. Can miscanthus C4 photosynthesis compete with festulolium C3 photosynthesis in a temperate climate? *Global Change Biology. Bioenergy*. Tilgængelig fra: DOI 10.1111/gcbb.12342
- Jørgensen, U., Elsgaard, L., Sørensen, P., Olsen, P., Vinther, F.P., Kristensen, E.F., Ejrnæs, R., Nygaard, B., Krogh, P.H., Bruhn, A., Rasmussen, M.B., Johansen, A., Jensen, S.K., Gylling, M., Bojesen, M. (2013). *Biomasseudnyttelse i Danmark - potentielle ressourcer og bæredygtighed*. DCA Rapport Nr. 033, 127p.
- Jørgensen, U., Olesen, J. E., Lærke, P. E., Sørensen, K. K., Raulund-Rasmussen, K., Jensen, P. E., Felby, C. (2012). Solens energi kan omdannes mere effektivt til biomasse. I: *Robust og Bæredygtig Bioenergi*, s 15-17, Proceedings of the Danish Strategic Research Council seminar at DONG Energy. [http://www.biopress.dk/events/PDF/bioenergi\\_2012/Bioenergi\\_2012.pdf](http://www.biopress.dk/events/PDF/bioenergi_2012/Bioenergi_2012.pdf)
- Kammes, K.L., Bals, B.D., Dale, B.E., Allen, M.S. (2011). Grass leaf protein, a coproduct of cellulosic ethanol production, as a source of protein for livestock. *Animal Feed Science and Technology* 164, 79-88.
- Klop, A., Durksz, D., Zonderland, J., Koopmans, B. (2015). *Grasraffinage en gebruik van rasvezel in de rundveevoeding*. Livestock Research Report 790, Wageningen University.
- Kuyper, T.W., Struik, P.C. (2014). Epilogue: global food security, rhetoric, and the sustainable inten-

sification debate. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 8, 71-79.

Linnemann, A.R., Dijkstra, D.S. (2002). Toward Sustainable Production of Protein-Rich Foods: Appraisal of Eight Crops for Western Europe. PART I. Analysis of the Primary Links of the Production Chain. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42, 377-401.

Maciejewicz-Rys, J., Hanczakowski, P. (1990). Improvement of the nutritive value of cereals by leaf protein supplementation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 50, 99-104.

Muyllé, H., Van Hulle, S., De Vliegheer, A., Baert, J., Van Bockstaele, E., Roldán-Ruiz, I., 2015. Yield and energy balance of annual and perennial lignocellulosic crops for bio-refinery use: A 4-year field experiment in Belgium. *European Journal of Agronomy* 63, 62-70.

Parajuli, R., Dalgaard, T., Jørgensen, U., Adamson, A.P., Knudsen, M.T., Birkved, M., Gylling, M., Schjorring, J.K. (2015). Biorefining in the prevailing energy and materials crisis: a review of sustainable pathways for biorefinery value chains and sustainability assessment methodologies. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 43, 244-263.

Pugesgaard, S., Olesen, J.E., Jørgensen, U., Dalgaard, T. (2014). Biogas in organic agriculture-effects on productivity, energy self-sufficiency and greenhouse gas emissions. *Renewable Agriculture and Food Systems* 29, 28-41.

Pugesgaard, S., Schelde, K., Larsen, S.U., Lærke, P.E., Jørgensen, U. (2015). Comparing annual and perennial crops for bioenergy production - influence on nitrate leaching and energy balance. *Global Change Biology Bioenergy* 7, 1136-1149.

Sanders, J.P., Bos, H.L. (2013). Raw material demand and sourcing options for the development of a bio-based chemical industry in Europe. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining* 7, 260-272.

Schmeer, M., Loges, R., Dittert, K., Senbayram, M., Horn, R., Taube, F., 2014. Legume-based forage production systems reduce nitrous oxide emissions. *Soil and Tillage Research* 143, 17-25.

Seppala, A., Kyntaja, S., Blasco, L., Siika-Aho, M., Hautala, S., Byman, O., Ilvesniemi, H., Ojamo, H.,

Rinne, M., Harju, M. (2014). Grass silage extract, feed component suitable for pigs - prospects for on farm biorefinery. Proceedings of the 5th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden, 10-11 June 2014, 163-168.

Sharma, H.S.S., Lyons, G., McRoberts, C. (2011). Biorefining of perennial grasses: A potential sustainable option for Northern Ireland grassland production. *Chemical Engineering Research and Design* 89, 2309-2321.

Solati Z, Jørgensen U, Søgaard K. 2016. Protein productivity and extractability of legume and grass species during spring growth. I: Höglind M, Bakken AK, Hovstad KA, Kallioniemi E, Riley H, Steinshamn H, Østrem L, (red.). The multiple roles of grassland in the European bioeconomy: Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation. Wageningen. s. 116-118.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food & Agriculture Organisation, Rome, Italy.

Taghizadeh-Toosi, A., Olesen, J.E., Kristensen, K., Elsgaard, L., Ostergaard, H.S., Laegdsmand, M., Greve, M.H., Christensen, B.T. (2014). Changes in carbon stocks of Danish agricultural mineral soils between 1986 and 2009. *European Journal of Soil Science* 65, 730-740.

Termansen, M., Gylling, M., Jørgensen, U., Hermansen, J., Hansen, L.B., Knudsen, M.T., Adamson, A.P.S., Ambye-Jensen, M., Jensen, M.V., Jensen, S.K., Andersen, H.E., Gyldenkerne, S. (2015). *Grøn biomasse*. DCA Rapport 68, 38 p.

Tonini, D., Astrup, T. (2012). LCA of biomass-based energy systems: A case study for Denmark. *Applied Energy* 99, 234-246.

Tsiplakou, E., Economou, G., Hadjigeorgiou, I., Kominakis, A., Zervas, G. (2014). Plant species mixtures for forage production for ruminant feeding under Mediterranean conditions. *Experimental Agriculture* 50, 426-437.

Van der Veen, M. (2010). Agricultural innovation: invention and adoption or change and adaptation? *World Archaeology* 42, 1-12.

# BIG DATA - EN NY GRØN REVOLUTION?

---

Svend Christensen, Institutleder og professor ved Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet.

Den voksende verdensbefolkning brødfødes i et stort omfang af landbruget, som i de senere år har optimeret deres produktion i højere grad end nogensinde før. På trods af konstant optimering skal der mere til at mætte en stigende global befolkning og købekraft forårsaget af øget velfærd. Dette er en udvikling, der vil betyde, at den primære fødevarerproduktion skal fordobles frem til 2050. Et øget landbrugsareal og reduceret madspild vil ikke være tilstrækkeligt til at kunne imødekomme den øgede efterspørgsel. Løsningen er derfor at intensivere primærproduktionen. Det kan bl.a. ske med nye forædlingsmetoder og anvendelse af store datamængder fra satellitter, droner og intelligente maskiner.

Vi befinder os i teknologiens tidsalder, hvor flere og flere sensorer og computere baner vejen for indsamling og effektiv anvendelse af store datamængder, som går under begrebet 'Big Data'. Tilgængeligheden af data og hurtige algoritmer vil i de kommende år blive udbredt i landbruget, og dette vil danne grundlaget for den næste grønne revolution. For at kunne brødføde verdens befolkning i de kommende årtier må vi tage et kig på de resultater, vi har opnået indtil videre.

Vi er nået til et punkt, hvor det ikke længere er bæredygtigt at fælde regnskov eller opdyrke andre arealer. Intensiveret anvendelse af de nuværende opdyrkede

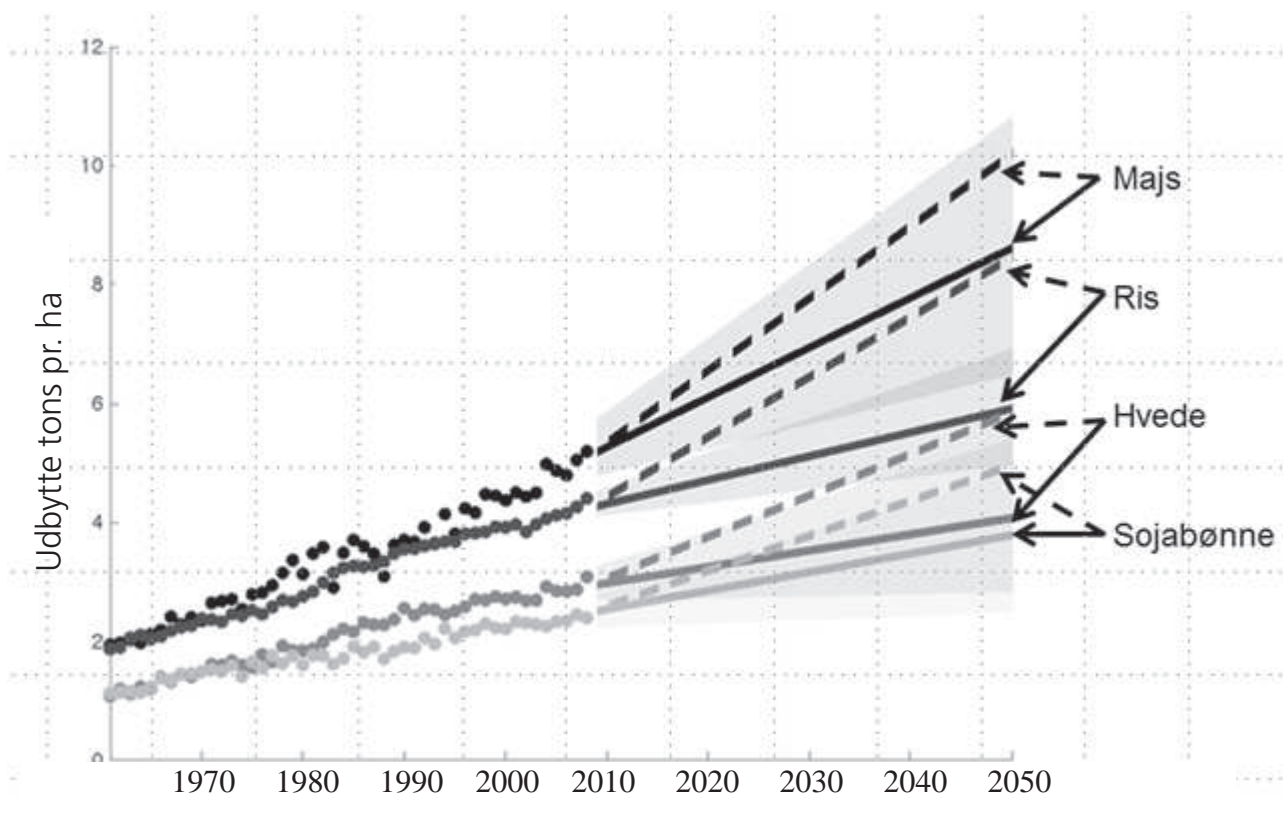
landbrugsarealer, dvs. at udbyttet per ha skal øges, er derfor afgørende for at kunne brødføde verdens befolkning. Afgrødeudbyttet per ha er fra 1960 frem til i dag steget på baggrund af den første grønne revolution, som tog fart med nye mål inden for forædling samt brug af kunstgødning og pesticider i 60'erne og 70'erne. En udvikling, som Ray et al. (2013) beskriver, har ført til, at udbyttet per ha af de fire vigtigste landbrugsafgrøder i verden er steget med 0,9-1,6 % om året (figur 1).

Mange prognoser viser, at efterspørgslen efter fødevarer fordobles frem til 2050. Dette er ikke kun et resultat af den øgede befolkningsvækst, men også af stigende købekraft som følge af stigende global velfærd. Denne stigning betyder ifølge Ray et al. (2013), at den nuværende årlige vækst i udbytte af de fire vigtigste afgrøder per ha skal øges til ca. 2,4 % om året de næste 30 år (figur 1). En stigning der vil kræve nye tiltag og metoder, som vi ikke bruger i dag, og som vil føre til den næste grønne revolution.

Landmændene kan ikke skabe den næste grønne revolution alene. Det kan kun ske via et udvidet samarbejde mellem mange interessenter i hele værdikæden fra jord til bord (figur 2). Det, der binder interessenterne sammen, er ny viden om sammenhænge mellem naturens ressourcer, dyrknings- og produktionsmetoder samt for-

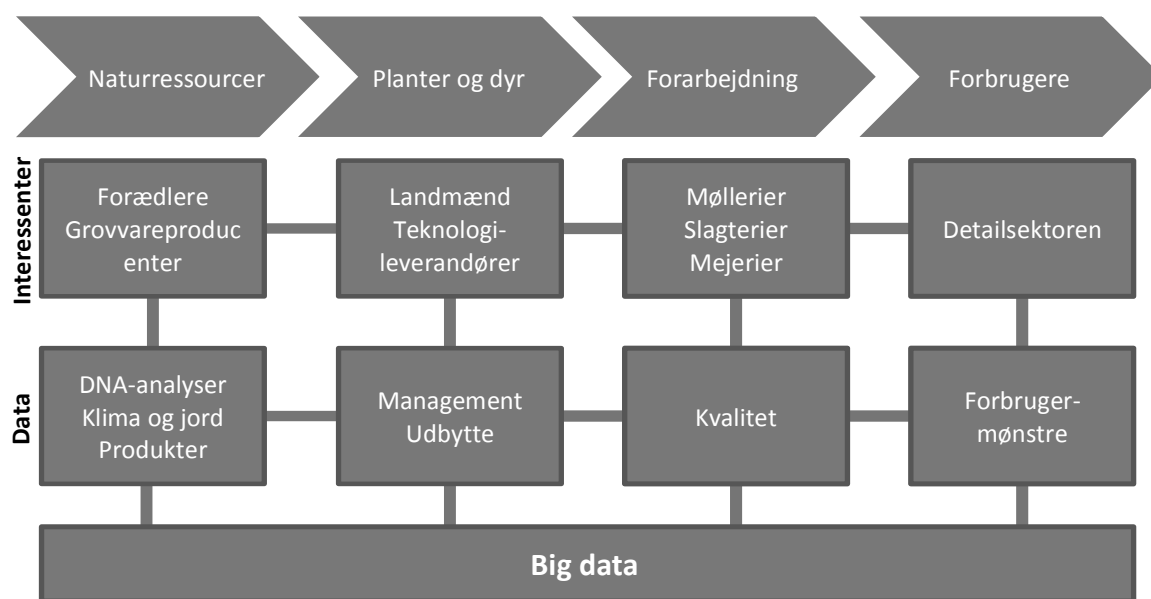


**Figur 1. Udbyttet af de fire vigtigste landbrugsafgrøder på verdensplan.**



Prikker illustrerer udbyttet per ha af afgrøderne frem til 2008. De fuldt optrukne linjer viser udbyttestigningen frem til 2050 med samme stigningstakst som frem til 2008. De stiplede linjer viser den nødvendige stigning, der skal til for at fordoble udbytte i 2050 (Ray et al., 2013).

**Figur 2. Værdikæden fra jord til bord med involverede interessenter og eksempler på Big Data.**



brugernes efterspørgsel og præferencer. Sammenhænge, som den enkelte landmand eller virksomhed ikke har mulighed for at gennemskue uden at have adgang til Big Data.

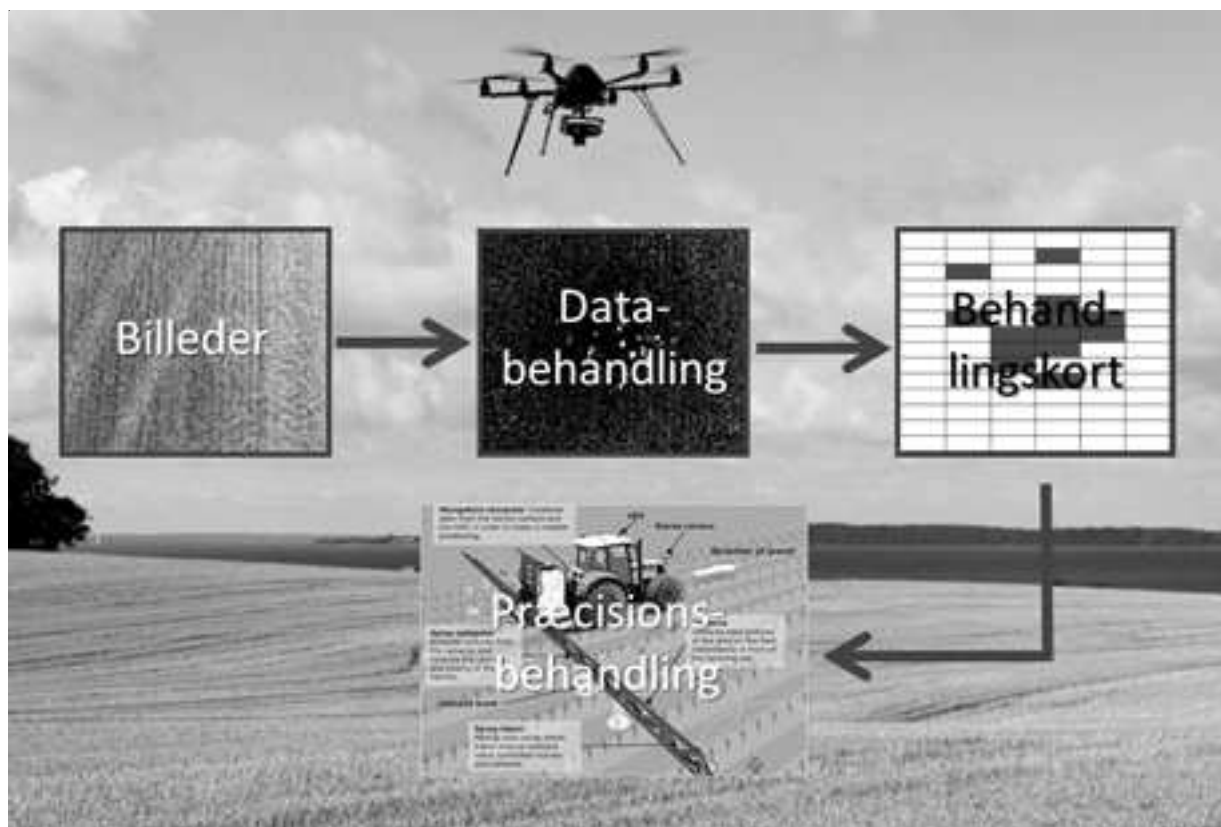
### Nye teknologier

Der findes flere nye teknologier og metoder til at indsamle og behandle Big Data. Inden for planteforædling er de nye DNA-analyser og teknologier blevet hurtige, præcise og billige, så de kan anvendes af både store og mindre forædlingsvirksomheder. En opgørelse af mængden af data, der anvendes i f.eks. hvedeforædling på globalt plan, viser en tidobling frem til 2010 sammenlignet med den mængde der blev brugt i 1990 (prof. Rodomiro Ortiz, SLU, personlig kommunikation). Denne tendens vil fortsætte i de kommende år, hvor nye metoder vil genere endnu flere data og skabe

et helt nyt grundlag for forædling af fremtidens afgrøder. De nye metoder vil ikke kun skabe højere udbytte, men også speede forædlingsprogrammer op og dermed reducere antallet af år, som det tager at forædle og fremavle nye sorter.

I de kommende år vil der også komme et stort udbud af gratis billeder fra de europæiske satellitter. Særligt billeder fra Sentinel-satellitter, der har en opløsning på ca. 10 m, vil kunne anvendes til at følge afgrødernes vækst og f.eks. graduere tildeelingen af gødning efter planternes behov for næringsstoffer og jordens frugtbarhed. Satellitbilleder, der viser den generelle plantevækst i en region, vil endvidere give mange landmænd en fælles viden, som kan anvendes af den enkelte landmand til at træffe de rigtige valg, når der skal gødes, bekæmpes ukrudt, sygdomme og skadedyr.

**Figur 3: Præcisionsbehandling ved hjælp af droner**



Optagelser og billeder fra små og billige droner vinder også frem i disse år. Fordele ved disse billeder er, at de har en højere opløsning end satellitbilleder, og de kan derved anvendes til kortlægning af f.eks. ukrudtspletter, sygdomsforekomst og andre variationer i plantevæksten, som ikke kan ses fra satellitter (figur 3).

Især i de industrielle lande er mange nye landbrugsmaskiner udstyret med sensorer, der måler jordens egenskaber eller planternes tilstande. Disse data vil sammen med satellit- og dronebilleder over en årække give den nødvendige information til at intensivere dyrkningen under et hensyn til jordens ressourcer, biodiversitet og miljø.

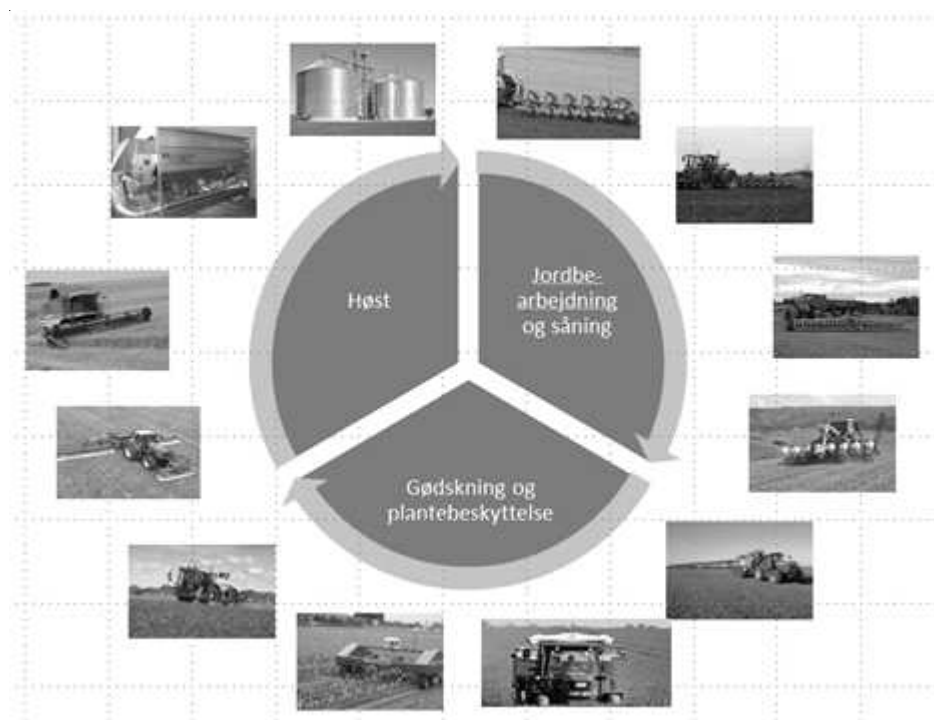
Smartphones vil også være et nyttigt værktøj i fremtidens landbrug - både til at tage billeder af planter, registrere dyrkningsdata og samtidig modtage informationer, der kan bruges til at træffe de rigti-

ge beslutninger. Særligt i små landbrug i udviklingslandene vil denne teknologi skabe store fremskridt. For nyligt uddelte regeringer i Punjab 5 mio. smartphones til landmænd for at muliggøre hurtigere modtagelse af vejrudsigter samt råd og vejledning til brug af gødning og pesticider. Således kan et teknologisk værktøj, som efterhånden findes i mange lommer verden over, forsyne landmænd med vigtig information til optimering af deres produktion.

### Intelligente maskiner

Den globale teknologiske udvikling vil, ud over at understøtte udviklingen forædlingsprogrammer og landbrugets produktionsmetoder, også skabe nye vidensnetværk mellem landmænd og i fremtiden også mellem landmænd og intelligente maskiner (figur 4). Et realistisk scenarie er udbredelsen af autonome landbrugsrobotter, som passer og plejer planterne med høj

**Figur 4. Intelligente maskiner**





præcision ud fra de lokale dyrkningsforhold uden at gøre skade på jorden eller miljøet.

De selvstændige robotter kan naturligvis ikke agere helt på egen hånd, men skal operere ud fra landmandens beslutninger og valg af dyrkningsstrategi. Udviklingen af intelligente maskiner vil ske parallelt med i de selvkørende biler og andre robotløsninger, der er på vej i mange dele af vores samfund.

Planteproduktionen, som i dag i høj grad er et kræver et stort vidensniveau, vil i de kommende år få gavn af at de teknologier og metoder, der udvikles i andre erhverv og samfundet generelt. Den næste grønne revolution med anvendelse af Big Data og robotter vil derfor ikke nødvendigvis kræve nye kompetencer, da de nye metoder og teknologier vil ligne dem, som vil blive anvendt i mange andre sammenhænge. En udvikling som skaber en ny vækst i landbruget ved at kombinere intensivering og bæredygtighed og som løser stigende efterspørgsel efter mad.

#### **Reference:**

**Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA (2013)** Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLoS ONE 8(6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428



# LANDBRUGETS GLOBALE UDVIKLING

**Den globale udvikling for et bæredygtigt landbrug, der skal producere nok mad, energi og industriråvarer til en stadig markant stigende verdensbefolkning**

Henning Otte Hansen, Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet

*Landbrugs- og fødevaremarkederne verden over står over for betydelige udfordringer i de kommende årtier: Stigende befolkning, endnu flere mennesker i byerne samt et næsten konstant landbrugsareal lægger et pres på landbrugsmarkederne og forudsætter stigende produktivitet. Udviklingen i landbruget og i de globale fødevaremarkeder er ikke nødvendigvis entydig eller umiddelbart logisk. Hovedproblemet i den globale fødevarerforsyning er ikke mangel på fødevarer, men derimod mangel på købekraft i den fattige og sultende del af befolkningen. Stigende ustabilitet og markedsusikkerhed kendetegner også landbrugets globale udvikling, og det vil fortsætte fremover.*

## Indledning

Landbrugs- og fødevaremarkederne verden over står over for betydelige udfordringer i de kommende årtier. En række forhold vil påvirke den fremtidige fødevarerforsyning, og der vil være et betydeligt pres på landbrugssektoren med henblik på at kunne forsyne befolkningen med fødevarer:

- \* Frem til 2050 vil der være 1/3 flere mennesker på jorden at skulle mætte.
- \* Det er ikke muligt at udvide verdens samlede landbrugsareal (netto) væsentligt.
- \* Fortsat stigende produktivitet og større høstudbytter er nødvendige for at imødekomme den fremtidige fødevarerefterspørgsel. Væksten i høstudbytterne er imidlertid aftagende.
- \* Verdens befolkning bliver (forhåbentligt) rigere og mere økonomisk

velstillet, og det betyder, at fødevarerforbruget pr. indbygger vil stige.

- \* Der opstår en række balancer og vanskelige beslutninger og valg:
  - \* Landbrug eller natur
  - \* GMO eller økologi
  - \* Miljø eller stigende produktion
  - \* Food or fuel.
- \* Byudvikling vil beslaglægge en stigende del af arealerne.
- \* En stigende del af verdens landbrugsjord udpines eller ødelægges på grund af erosion, saltophobning m.m. Det medfører alt andet lige en mindre landbrugsproduktion. 2 mia. ha er allerede mere eller mindre ødelagt.
- \* I landene vil en stigende del af landbrugsjorden blive reserveret til naturformål, ekstensive arealer, skovrejsning m.m., hvilket også vil

reducere grundlaget for en stigende landbrugsproduktion.

- \* De ændrede klimaforhold vil påvirke dyrkningsvilkårene, men generelt vil det medføre en faldende landbrugsproduktion på globalt niveau.
- \* Kina bliver en stigende magtfaktor, og landet opkøber betydelige landbrugsarealer rundt om i verden for at sikre deres adgang til fødevarer i fremtiden.
- \* En stigende del af verdens befolkning vil bo i byerne. Dermed skal landbrugsproduktionen pr. landmand stige betydeligt for at kunne sikre alle indbyggere tilstrækkeligt med fødevarer.
- \* Vand (og adgang til vand) bliver en endnu mere knap ressource, som bliver en vigtigere barriere for stigende landbrugs- og fødevarerproduktion
- \* Alt i alt vil det være nødvendigt med tæt på en fordobling af verdens samlede landbrugsproduktion frem til år 2050 for at kunne imødekomme efterspørgslen.

### Befolkningsvækst

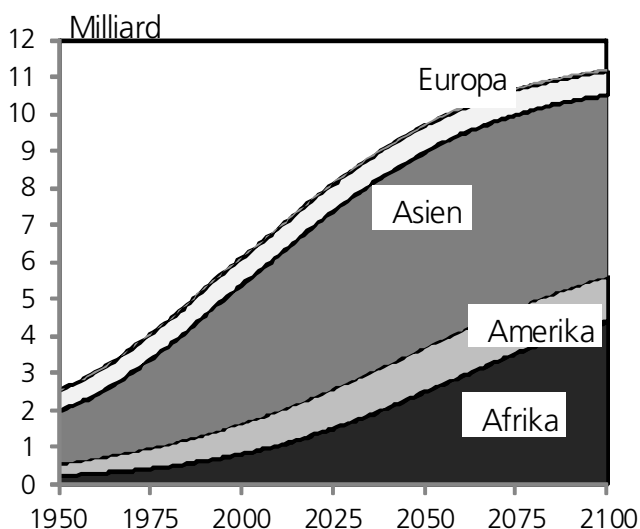
Ifølge de seneste befolkningsprognoser fra FN forventes verdens samlede befolkning at stige fra 7,3 mia. i dag til 9,7 mia. i 2050 – d.v.s. mere end en tredjedel flere mennesker skal have mad hver dag. I 2100 forventes der 11,2 mia. mennesker.

Befolkningsudviklingen er dog meget forskellig fra kontinent til kontinent. Også udviklingen i i- og ulandene er meget forskellig.

FN forventer således en negativ befolkningsudvikling i både Europa og Japan frem mod 2050. Næsten hele befolkningstilvæksten forventes derfor at ske i ulandene. I Afrika syd for Sahara forventes således en fordobling af befolkningstallet.

Det betyder dermed også, at befolkningstallet stiger mest i de områder, hvor fødevarer-situationen allerede i dag er mest kritisk. Det betyder også, at Afrika og Asien bliver langt mere dominerende som kontinenter, når man ser det rent befolkningsmæssigt, jf. figur 1.

**Figur 1. Befolkningsudvikling, 1950-2100**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af FAO (2016a)

Befolkningsvæksten i 2015-2050 bliver på 33 pct., men dækker således over store forskelle: Europa (-4 pct.), Asien (+20 pct.), Amerika (+23 pct.) og Afrika (109 pct.).

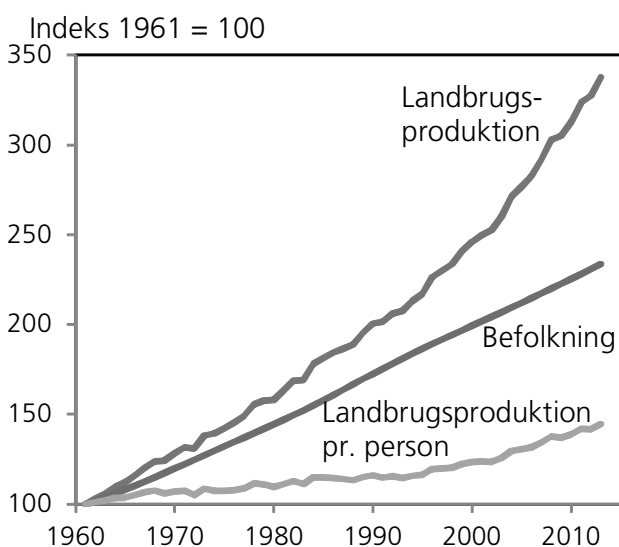
## Konsekvenser af befolkningstilvæksten

Der er ingen tvivl om, at befolkningstilvæksten i de kommende årtier vil lægge et yderligere pres på verdens fødevarerproduktion. Der skal produceres endnu flere landbrugsvarer til både fødevarer, foder, energi, fibre m.m., og det skal ske på et næsten konstant landbrugsareal.

Denne uomtvistelige udvikling kan lede til meget forskellige udsagn: I nogle tilfælde bliver udviklingen fremstillet som en helt ny dramatisk udvikling. I andre tilfælde bliver der opstillet dommedagsprofetier, hvor der advares mod omfattende global fødevaremangel samt stigende sult og hungersnød. I helt andre tilfælde bliver udviklingen fremstillet som en afgørende livline til danske landmænd. Alle tre tilfælde er misvisende og kan lede til forkerte konklusioner.

Verdens befolkning har været stigende gennem mange år, og indtil videre har verdens landmænd været i stand til at øge landbrugsproduktionen endnu mere, jf. figur 2.

**Figur 2. Global udvikling i befolkning og landbrugsproduktion**

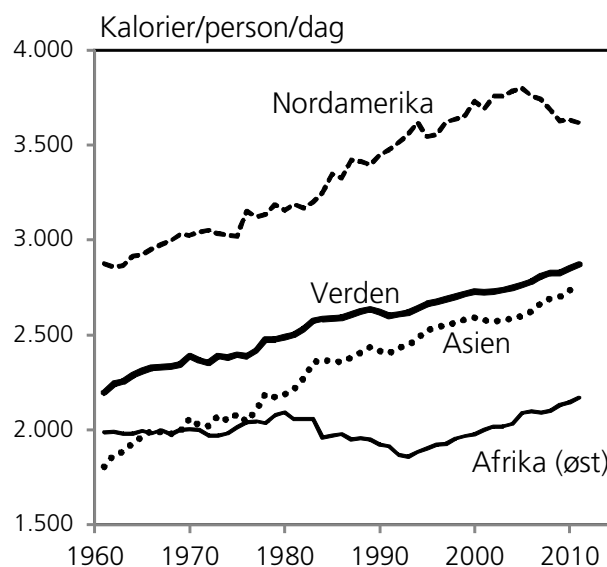


Kilde: Egen fremstilling på grundlag af FAO (2016a)

Fødevarerforsyningen er blevet forbedret – for alle mennesker i verden i gennemsnit. Udviklingen i de kommende år vil ikke være væsentligt anderledes end i de foregående årtier. Verdens samlede landbrugsproduktion er blevet mere end fordoblet i de sidste 40 år, og der skal ske en fordobling igen i de næste 40 år, hvis behovet for landbrugsvarer skal opfyldes. Der er således ikke tale om afgørende forandringer i fødevarerforsyningen, og der er ikke umiddelbart tegn på stigende sult eller hungersnød i verden.

Som det ses af figur 3, er verdens gennemsnitlige fødevarerforbrug (målt i kalorier) pr. person steget gennem de seneste årtier.

**Figur 3. Fødevarer (kalorier) pr. person i forskellige verdensdele**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af FAO (2016a)

Den positive udvikling i Asien kan bl.a. tilskrives den grønne revolution fra midten af 1960'erne, hvor man anvendte nye sorter og nye produktionsmetoder. De nye typer af afgrøder var hvede, ris og majs.

## Hvad betyder befolkningstilvæksten for dansk landbrug?

At en stigende befolkning i verden skulle være en væsentlig livline eller hjælp til dansk landbrug, er også meget tvivlsomt. Man kan ikke sætte lighedstegn mellem den globale befolkningsudvikling og dansk landbrugs afsætningsmuligheder.

Når man skal analysere et landbrugserhvervs afsætningsmuligheder, kan man ikke konkludere noget særligt ud fra, hvor mange mennesker der findes på jorden. Markedsanalyser skal gå langt mere i dybden for at kunne bidrage med væsentlige konklusioner eller anbefalinger til de fremtidige afsætningsmuligheder. Normalt skal man undersøge de politiske, økonomiske, sociale, teknologiske, lovgivningsmæssige og miljømæssige forhold for at kunne vurdere afsætningsmulighederne på et givet marked.

Markedspotentiale afhænger ikke mindst af købekraften blandt de stadig flere indbyggere i verden. Befolkningstilvæksten finder desværre ikke sted på de eksportmarkeder, hvor dansk landbrug i dag er stærkt placeret. Befolkningstilvæksten finder især sted i lavindkomstområder, og den danske landbrugs- og fødevarereksport går især til højindkomstgrupper.

Den stigende befolkning betyder jo også, at der bliver stadig flere konkurrerende landmænd rundt omkring i verden – eller at nedgangen i antallet af landmænd i hele verden begrænses. Der kommer både nye konkurrenter og kunder. Samtidig vil konkurrenterne især være beliggende tæt på befolkningstilvæksten, og det giver dem en umiddelbar geografisk fordel.

Selv en stigning i en købedygtig befolkningsgruppe er heller ikke i sig selv en garanti for bedre afsætningsmuligheder for dansk landbrug. De købedygtige marke-

der kan være vanskelige eller umulige at trænge ind på pga. handelsbarrierer, dårlig infrastruktur, transportproblemer, manglende markedsadgang osv. Den internationale handel med landbrugsvarer er forholdsvis beskeden – om end stigende. Det viser, at fødevarebehovet især bliver dækket af lokal produktion, og det vil især være gældende i de områder, hvor befolkningstilvæksten fremover er stor.

Endeligt er der selvfølgelig spørgsmålet om, hvem der skal brødføde befolkningstilvæksten.

Svaret er, at det skal markedet afgøre, så den ekstra fødevarerproduktion skal finde sted, hvor den kan foregå mest effektivt og bæredygtigt, til de laveste omkostninger, og hvor markedets efterspørgsel bedst opfyldes.

Det er langt fra givet, at dansk landbrug står forrest i rækken, når disse betingelser for at brødføde en stigende befolkning i verden skal opfyldes. Ofte vil man få en mere effektiv stigning i landbrugsproduktionen, hvis man især søger at udnytte det betydelige potentiale, som findes i udviklingslandene. Umiddelbart vil det således være mest logisk at prioritere indsatsen i lande med et lavt udbyttensniveau og dermed få løftet deres produktion, frem for ensidigt at hæve produktivitet og produktion yderligere i lande med et i forvejen højt udbyttensniveau. Bedre rådgivning og målrettet udvikling af landbrugssektoren i en række udviklingslande kan bidrage meget til en øget landbrugsproduktion.

Der bliver grundlæggende næppe mangel på fødevarer i de kommende årtier. Hovedproblemet er ikke mangel på fødevarer, men derimod mangel på købekraft i den fattige og sultende del af befolkningen. Teknologien og landmændene skal nok sørge for at øge landbrugsproduktio-

**Hovedproblemet er ikke mangel på fødevarer, men derimod mangel på købekraft i den fattige og sultende del af befolkningen.**

nen tilstrækkeligt – såfremt der er et købedygtigt marked og tilstrækkeligt høje priser. Der er stadig store muligheder for at løfte både produktivitet og produktion i landbruget mange steder i verden. Høst-udbytter og effektivitet i husdyrproduktionen er på meget lave niveauer mange steder i verden set i dansk målestok.

Konklusionen er, at der generelt er stor enighed om den fremtidige udvikling: Efterspørgslen efter landbrugsvarer vil stige meget i de kommende årtier, og det vil lægge et vedvarende pres på både de lokale og internationale fødevaremarkeder. Det er ikke nogen ny eller dramatisk udvikling, og det kan ikke være nogen livline til dansk landbrug – slet ikke på kort sigt, og kun begrænset på langt sigt. Danske landmænd har således ingen væsentlige fordele ved en befolkningsvækst i de fattigere dele af Afrika og Asien.

Landbruget og fødevareindustrien har udfordringer nok, og de bliver langt fra løst af den globale befolkningsudvikling. Derfor bør fokus ændres til de forhold, som har afgørende betydning for landbrugssektorens fremtidige udvikling. Vi kan ikke bare sidde og vente på, at landbrugets

**Landbruget og fødevareindustrien har udfordringer nok, og de bliver langt fra løst af den globale befolkningsudvikling. Derfor bør fokus ændres til de forhold, som har afgørende betydning for landbrugssektorens fremtidige udvikling.**

aktuelle problemer bliver løst ved, at der bliver flere mennesker at brødføde i verden.

For landbruget og fødevareindustrien i Danmark har det langt større betydning, at mellem- og højjindkomstgrupperne i flere lande vokser. Det gælder i både Asien og Afrika, hvor gruppen af købedygtige og kvalitetsbevidste forbrugere er stærkt stigende, og hvor import af fødevarer er nødvendig for at sikre forsyningerne til disse forbrugergrupper. De internationale markeder for dansk landbrug findes, og med den hidtidige liberalisering og støttereduktion er adgangen til markederne blevet forbedret, og den internationale konkurrence er blevet styrket.

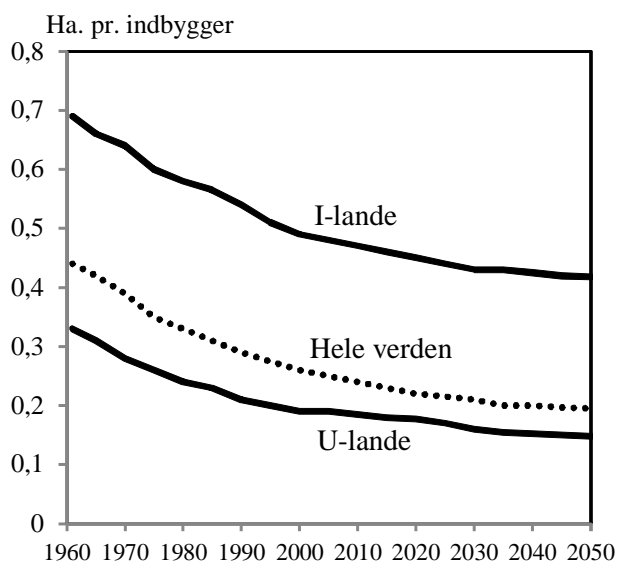
Det afgørende er nu, om sektorens internationale konkurrenceevne er god nok, eller om andre landes landbrugssektor har bedre naturgivne, strukturelle, økonomiske eller politiske rammevilkår at arbejde under. I første omgang er det sektoren selv, som må sikre den internationale konkurrenceevne gennem effektivisering, innovation og markedsføring. Dernæst er det et politisk spørgsmål, om og hvordan rammevilkårene i givet fald skal påvirkes, så de sikrer landbrugssektoren en optimal udnyttelse af den internationale markedsudvikling.

### **Mindre landbrugsjord pr. person**

Gennem mange årtier har befolkningstilvæksten været langt større end væksten i landbrugsarealerne. Det medfører, at landbrugsarealet pr. person er vedvarende faldende, jf. figur 4.



**Figur 4. Areal med landbrugsjord pr. indbygger i forskellige områder**



Kilde: Egne beregninger på grundlag af FAO (2016a)

Figuren viser, at landbrugsjord bliver en mere og mere knap ressource verden over. Det gælder især i ulandene, hvor befolkningstilvæksten er størst, og hvor det trods inddragelse af arealer til landbrugsproduktion forventes, at der kun er 0,15 ha landbrugsjord til rådighed pr. indbygger i 2050. I ilandene vil der være 2-3 gange så meget landbrugsjord til rådighed pr. indbygger.

Ud fra et rent ressourcemæssigt perspektiv kan man således sige, at ilandene umiddelbart har de bedste komparative fordele til at producere landbrugsvarer. Det antyder også, at ilandene også fremover vil have en væsentlig rolle i at producere landbrugs- og fødevarer til den stadigt voksende befolkning.

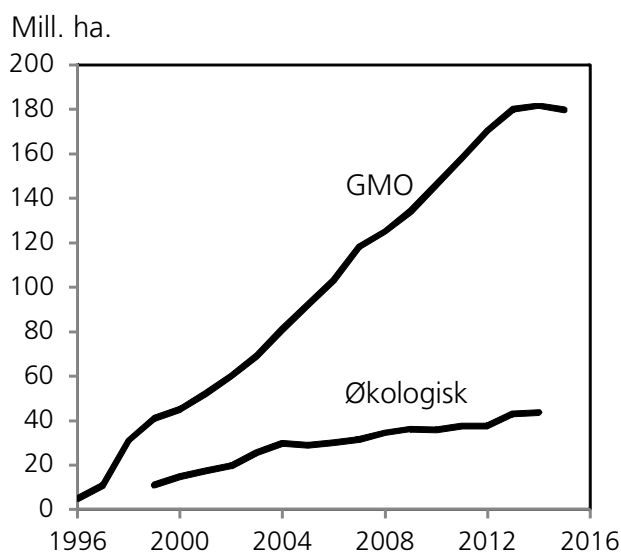
### Paradokser i udviklingen

Udviklingen i landbruget og i de globale fødevaremarkeder er ikke nødvendigvis entydig eller umiddelbart logisk. Der kan f.eks. være flere modsatrettede tendenser.

Et eksempel er GMO og økologi. Selvom GMO og økologi er uforenelige, har de flere fælles kendetegn. Både økologi og GMO optager meget plads i medierne, og der er både holdninger, følelser og fakta med i diskussionerne.

Et andet fælles træk er, at væksten fra år til år er betydelig. Som det ses af figur 5, er arealerne med hhv. økologiske landbrugsvarer og GMO-afgrøder steget markant de seneste årtier.

**Figur 5. Verdens samlede areal med hhv. GMO-afgrøder og økologiske afgrøder**



Kilder: Egen fremstilling på grundlag af FiBL (2016), ISAAA (2016) og Clive, James (2015)

Til sammenligning er verdens samlede landbrugsareal faldet med 26 mill. ha. siden år 2000 svarende til 0,5 pct. Det betyder således også, at både GMO-afgrøder og økologiske afgrøder får en relativt stigende betydning, og at deres markedsandele er stigende.

Set i relation til verdens fødevarer-situation er det interessant at vurdere, hvorledes den økologiske landbrugsproduktion bidrager til den samlede fødevarerforsyning. Værdien af økologisk landbrugsproduktion



skal i sagens natur ikke alene vurderes ud fra høstudbyttens størrelse, men på lidt længere sigt og i et muligt stor-skala-scenarie kan produktiviteten og produktionspotentialiet i økologisk produktion have en vis betydning.

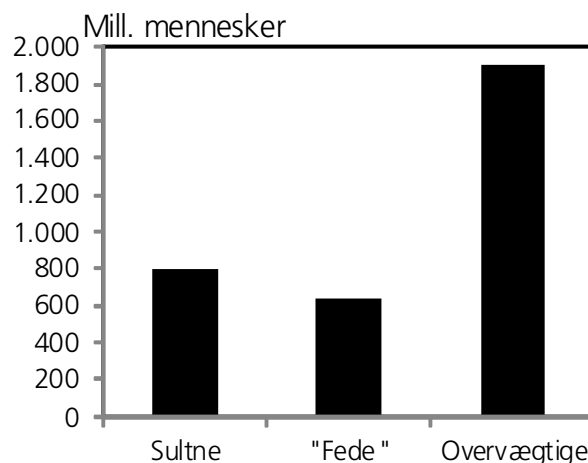
I en nyere undersøgelse af høstudbytter i økologiske og konventionelle landbrugsprodukter (de Ponti, Tomek et al., 2012) er en række forsøg og undersøgelser – ialt 362 fra hele verden – indsamlet og sammenlignet. Resultaterne viser, at økologiske udbytter af de enkelte afgrøder i gennemsnit er 80 pct. af konventionelle udbytter, men variationen er betydelig.

Tilsvarende undersøgelser af udbytteforskelle i økologisk og konventionel planteavl i Danmark kan baseres på data fra Danmarks Statistik. Her ses det, at de økologiske udbytter i dansk planteavl i perioden 2000-14 lå på ca. 70 pct. af de tilsvarende konventionelle udbytter (Hansen, H. O., 2014). Økologisk landbrug vil derfor – i større skala og alt andet lige – begrænse mulighederne for at øge den samlede landbrugsproduktion.

Et andet paradoks er verdens fødevarerforsyning. Som det blev vist i figur 3, er verdens gennemsnitlige fødevarerforbrug pr. person steget gennem de seneste årtier. Der er altså totalt set kommet en bedre fødevarerforsyning – ikke bare i verden i gennemsnit, men også i de dele af verden, hvor der har været de alvorligste sultproblemer.

Nu er sultproblemer i et vist omfang afløst af overvægt og fedme. Der er således i dag flere mennesker i verden, der lider af overvægt end af sult – se figur 6.

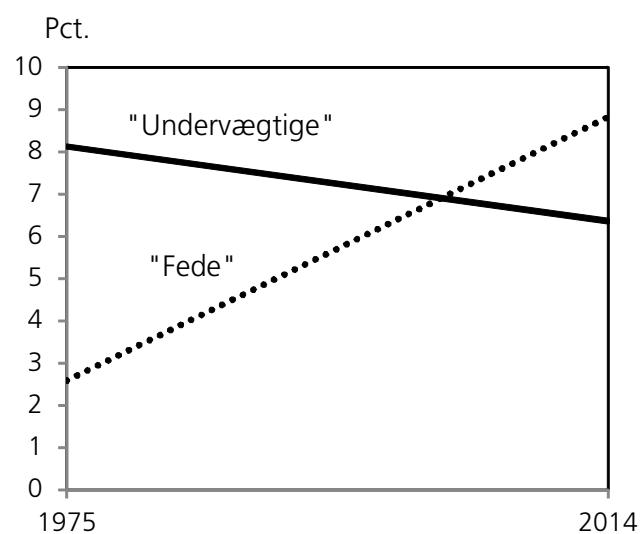
**Figur 6. Antal mennesker i hele verden med sult-, fedme- eller overvægtsproblemer (2014)**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af WHO (2016), OECD (2014) og The Lancet (2016)

Gennem de seneste 40 år er andelen af „fede“ mennesker i verden steget fra 2,5 pct. til knap 9 pct. Samtidig er andelen af „undervægtige“ faldet fra 8 til 6 pct. Udviklingen er skitseret i figur 7.

**Figur 7. Andel af verdens befolkning, som er enten „undervægtige“ eller „fede“, 1974 og 2014**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af WHO (2016), OECD (2014) og The Lancet (2016)

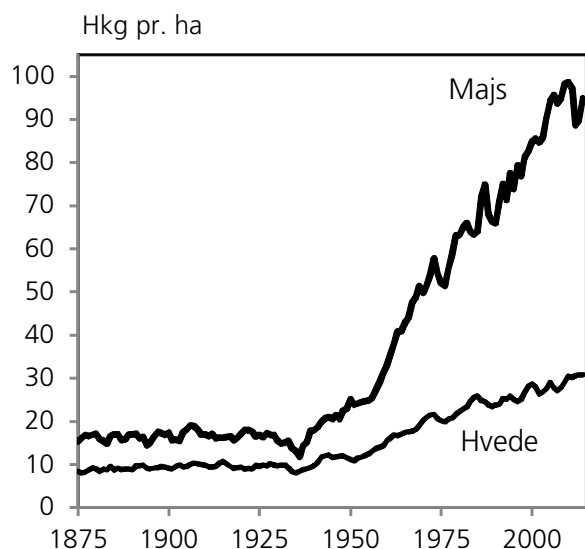
## Stigende produktivitet

Befolkningstallet stiger langt mere end landbrugsarealet i de kommende år. Derfor må en stor del af den øgede fødevarerproduktion komme fra stigende produktivitet.

Inden for planteavl skønnes det f.eks., at 90 pct. af produktionsstigningen skal komme fra stigende høstudbytter og mere intens produktion (FAO, 2009).

Gennem adskillige årtier har der været en markant stigende produktivitet i planteavl. Som følge af planteforædling, gødskning, driftsledelse m.m. har man år for år kunnet øge høstudbytterne. Udviklingen startede for alvor omkring 2. verdenskrig, og som figur 8 viser, har det medført en tre-fem-dobling af hvede- og majsudbytterne i USA

**Figur 8. Kornudbytter i USA, 1865-2014**



Anm: 3 års løbende gennemsnit

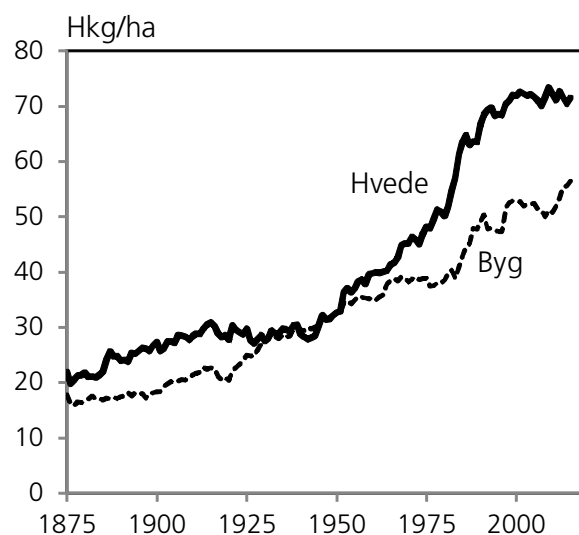
Kilde: Egen fremstilling på grundlag af USDA (2016) og FAO (2016a)

Ser man på udviklingen i USA over en meget lang periode - så man kan tage højde for tilfældige udsving nogle enkelte år - er der således intet der tyder på, at vi nærmer os en markant aftagende produktivitet udvikling.

Produktivitetstigninger vil dog på et eller andet tidspunkt aftage, da der jo er en vis øvre grænse for den potentielle landbrugsproduktion. I slutningen af 1960'erne var der var der årlige gennemsnitlige udbyttstigninger på 3-4 pct. i verdens samlede kornproduktion. Siden har der generelt været en faldende tendens.

Produktivitet udviklingen for kornproduktionen i Danmark har i høj grad været parallel med den amerikanske udvikling i hvedeproduktionen: Også i Danmark har der især været en udbyttstigning siden midten af 1900-tallet, jf. figur 9.

**Figur 9. Hvede- og bygudbytter i Danmark 1875-2015**

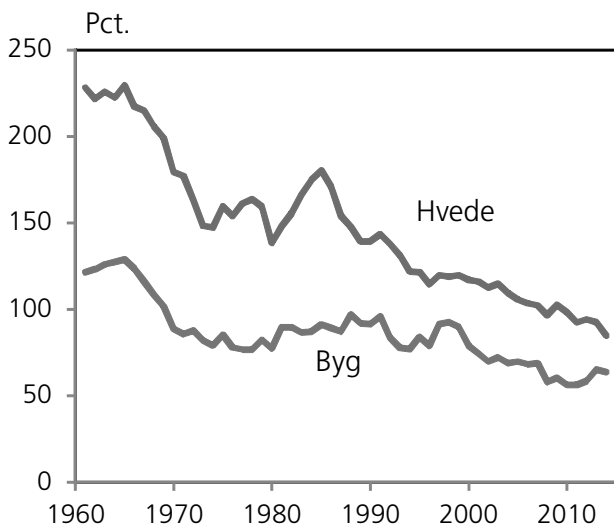


Anm: 5 års løbende gennemsnit

Kilde: Egen fremstilling på grundlag af Danmarks Statistik (1911, 1968, 2016 og flere årgange)

Selv om der har været en markant produktivitetstigning i den danske kornproduktion gennem flere årtier, er merproduktiviteten i forhold til resten af Europa blevet indsnævret i de senere år. Dette fremgår af figur 10, som viser merudbytte i hvede- og bygproduktionen i Danmark i forhold til Europa i gennemsnit i perioden 1961-2014.

**Figur 10. Merudbytte i Danmark i forhold til Europa i gennemsnit, 1961-2014. (5 års løbende gennemsnit)**



Kilde: Egne beregninger på grundlag af FAO (2016a)

Figuren viser, at de danske høstudbytter stadig er langt større end i Europa i gennemsnit - 60-90 pct. højere - men at spændet er mere end halveret i perioden. Der er flere forklaringer på denne udvikling: Bedre ledelse og dermed stigende høstudbytter i de mindst udviklede lande, aftagende merudbytte i de mest produktive områder, miljøregulering m.m.

### Food, feed, fuel, fiber, forest

Kun en mindre del af landbrugsarealet bruges direkte til fødevarerproduktion. En stor del bruges til foderproduktion. Arealerne med foderafgrøder samt til afgræsning udgør tilsammen 80 pct. af verdens landbrugsareal (FAO, 2016b). Alene produktion af foderkorn kunne brødføde ekstra 3,5 mia. mennesker, hvis det i stedet blev brugt direkte til menneskeføde.

I takt med stigende økonomisk velfærd i verden, en stadig større middelklasse m.m. vil forbruget af animalske fødevarer stige. Der er en meget klar og ligefrem sammenhæng mellem et lands økonomi-

### Boks 1. Landbrugsarealets anvendelse - de 5 F'er

**Food**



**Feed**



**Fuel**



**Forest**



**Fiber**



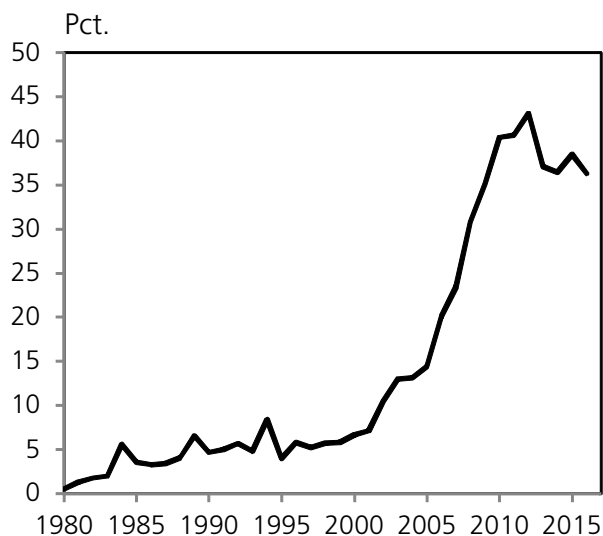
ske udviklingsniveau og forbruget af animalske produkter (kød og mejeriprodukter). Dette vil i sig selv medføre et behov for større arealer med foder, og det vil betyde, at landbrugsjord bliver en endnu mere knap ressource.

Et stadig større landbrugsareal bliver også anvendt til energiproduktion. Produktion af landbrugsafgrøder til bioenergi spiller allerede en betydelig rolle. Dette ses ud fra følgende nøgletal:

- I USA bruges f.eks. ca. 40 pct. af majsproduktionen til bioenergi, og der har været en kraftig vækst siden 2000 (jf. figur 11).
- Bioenergiproduktionen beslaglægger i dag ca. 5 pct. af verdens samlede kornproduktion og 10 pct. af plante-

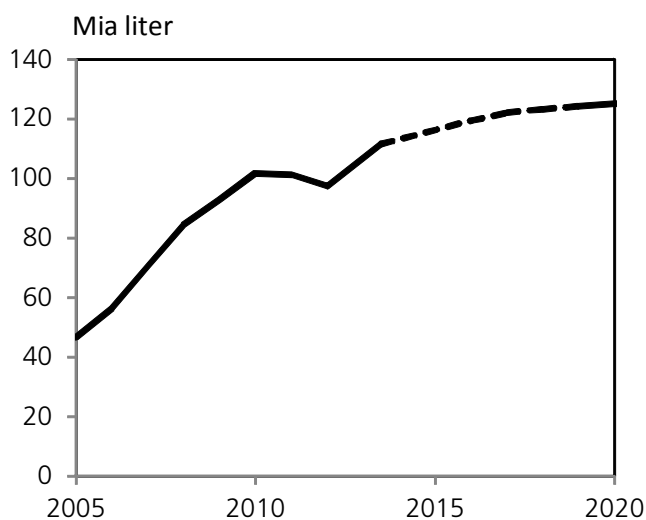
olieproduktionen, og der forudses en stigende produktion i de kommende år (figur 12).

**Figur 11. Andel af USA's majsproduktion som anvendes til energiformål, 1980-2016**



Kilde: Egne beregninger på grundlag af USDE (2016)

**Figur 12. Verdens samlede produktion af ethanol**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af OECD-FAO (flere årgange)

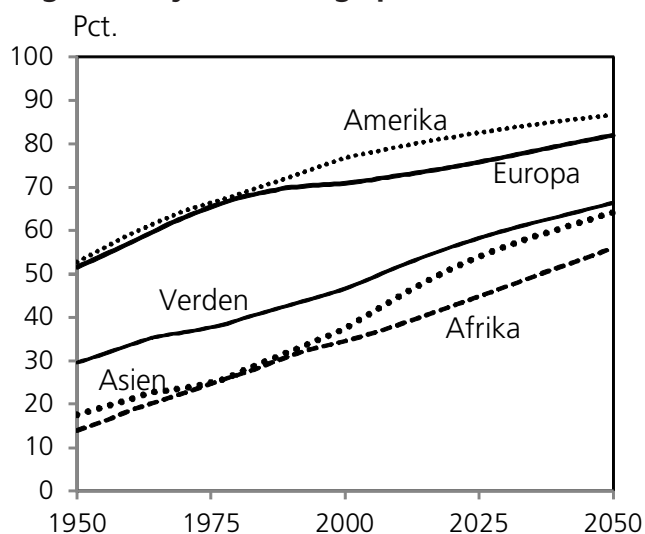
Væksten i produktionen af ethanol er aftaget i de seneste år i takt med de faldende energipriser.

## Urbanisering

Et andet væsentligt forhold i landbrugets udvikling er den stigende urbanisering – altså stigende befolkning i byerne. Det betyder, at mens verdens samlede befolkning stiger dag for dag, så falder andelen, som er beskæftiget med at producere fødevarer.

I 2050 forventes det, at 66 pct. af verdens samlede befolkning lever i byerne - i dag er tallet ca. 55 pct., jf. figur 13.

**Figur 13. Bybefolkning i pct. af ialt**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af FAO (2016)

Den kraftigt stigende bybefolkning vil både beslaglægge mere landbrugsjord og øge "forsørgerbyrden" på de landmænd, som forbliver i landbruget. Begge dele vil lægge et pres på fødevarerforsyningen fremover.

## Ustabilitet

EU's landbrugspolitik har gennem mange år sikret højere og mere stabile priser på EU's indre marked end på verdensmarkedet – mere for nogle vareområder og mindre for andre (se boks 2). Dette er snart historie, for med liberaliseringer af landbrugsstøtten ikke bare i EU men i alle WTO-lande, kan man ikke mere i samme grad regulere markedet.

Man kan ikke mere gå ind på markedet og reducere prisudsvingene gennem oplagring og udlagring eller gennem styring af import og eksport. Derfor vil vi med al sandsynlighed også komme til at opleve betydelige prisudsving i de kommende år.

Dertil kommer, at klimaforandringer vil medføre mere ekstreme vejrforhold, som også vil resultere i større variationer i den årlige landbrugsproduktion verden over. Også inddragelse af nye marginale arealer til landbrugsproduktion vil bidrage til større variabilitet og usikkerhed i landbrugsproduktionen.

Alt i alt vil en række forhold tale for meget svingende priser fremover:

Klimaforandringer og mere ekstremt vejr vil medføre mere ustabil og varierende planteproduktion rundt i verden. Dette vil også medføre større prisfluktuationer.

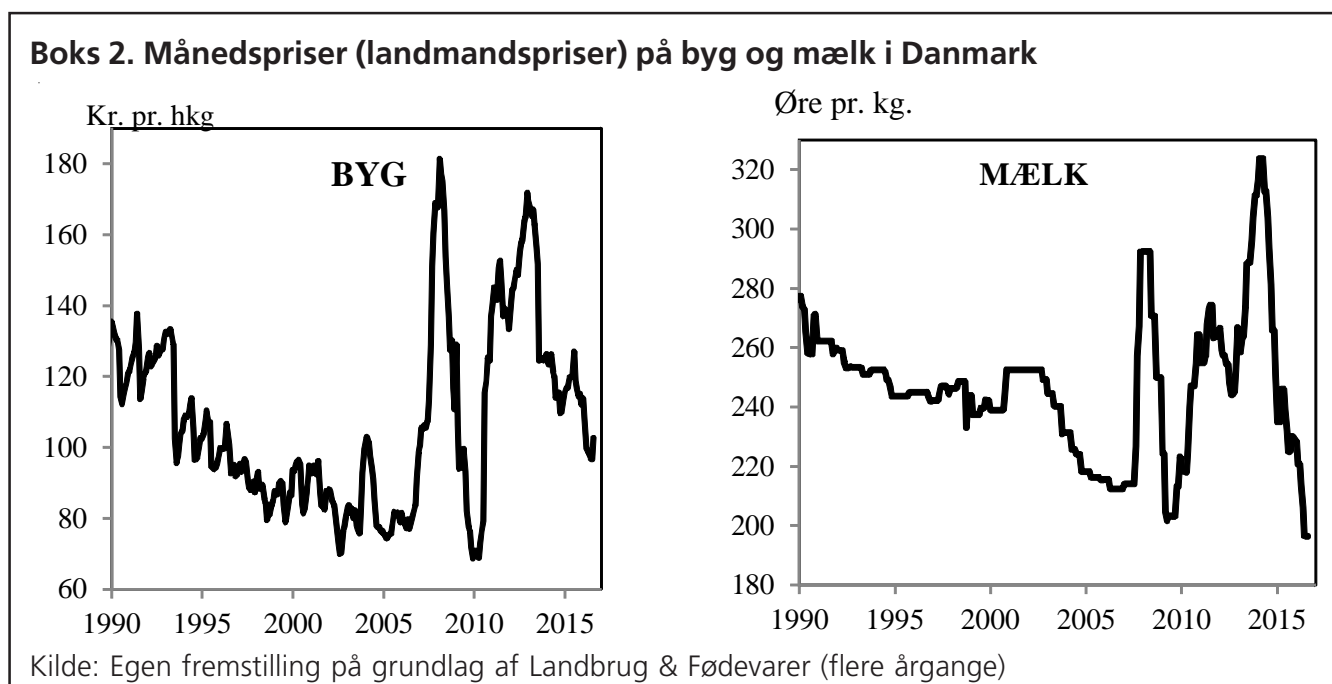
Stigende efterspørgsel efter landbrugsvarer til både føde, foder og energiformål vil i sig selv betyde et stigende pres på markedet, som kan medføre situationer med underforsyning og dermed prisfluktuationer.

Vandressourcerne bliver stadig mere knappe, og det øger risikoen for misvækst på grund af tørke, og det begrænser det landbrugsareal, som kan kunstvandes. Det kan også medføre en dårligere dyrknings-sikkerhed.

Fortsat handelsliberalisering vil i mange tilfælde medføre, at lande ikke kan stabilisere de indenlandske priser. Det betyder dog samtidig, at verdensmarkedet ikke mere bliver et „dumping-marked“, og dermed stabiliseres verdensmarkedspriserne.

Prisudsving kan i praksis kun undgås, hvis staten – eller EU – griber ind (interverner) ved hjælp af oplagring, import- og eksportregulering m.m. Meget taler dog for, at hverken EU eller andre lande vil eller kan vende tilbage til tidligere tiders protektionisme.

Andre forhold taler dog for mere stabile priser fremover: Stigende fokus på plante-forædling inden for dyrknings-sikkerhed, større vidensspredning, bedre infrastruktur og større international handel kan bidrage til en stigende prisstabilitet.





Endeligt vil også den store politiske opmærksomhed på problemet – og de konkrete politiske tiltag på området – kunne bidrage til mere stabile priser. Ustabile priser er således ofte på dagsordenen i EU- og FN-regi.

Andelsselskaberne har også en mulig rolle. Andelsselskaberne kan således sikre en prisudjævning over årene, men det forudsætter, at andelshaverne bliver bundet tættere til selskaberne, så de ikke melder sig ud i de år, hvor der er prisbobler på spotmarkedet. Prisudjævning via andelsselskaberne kan også sløre gennemsigtigheden på prisfastsættelsen, og det kan skabe en unødigt tvivl om værdien af udjævningen.

#### **Kilder:**

**Clive, James (2015):** 2014 ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops  
<https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/pptslides/pdf/B49-Slides-English.pdf>

**Danmarks Statistik (2016):** Statistikbanken  
[www.statistikbanken.dk](http://www.statistikbanken.dk)

**Danmarks Statistik (1968):** Landbrugsstatistik 1900-1965

**Danmarks Statistik (flere årgange):** Landbrugsstatistik

**Danmarks Statistik (1911):** Landbrugsforhold i Danmark: siden midten af det 19. århundrede

**de Ponti, Tomek et al. (2012):** *The crop yield gap between organic and conventional agriculture*. Agricultural Systems. Volume 108, April 2012, Pages 1–9. Elsevier.

**FAO (2016a):** FAOSTAT  
<http://faostat.fao.org/beta/en/>

**FAO (2016b):** Animal production  
<http://www.fao.org/animal-production/en/>

**FAO (2009):** How to Feed the World in 2050  
[http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)

**Fibl (2016):** The World of Organic Agriculture 2016  
<https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf>

**Global agriculture (2016):** Plate or feed trough  
<http://www.globalagriculture.org/report-topics/meat-and-animal-feed.html>

**Hansen, Henning Otte (2014):** Udbytteforskelle mellem økologisk og konventionelt landbrug. I: *Agrologisk*. Årg. 32, September pp 30-33

**Landbrug & Fødevarer (flere årgange):** Månedspriser

**ISAAA (2016):** International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications

**Kopenhagen Fur (2016):** Auktionspriser.  
[www.kopenhagenfur.com](http://www.kopenhagenfur.com)

**The Lancet (2016):** Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. Volume 387, No. 10026, p1377–1396, 2 April 2016

**OECD (2014):** Obesity Update  
<http://www.oecd.org/health/Obesity-Update-2014.pdf>

**OECD-FAO (flere årgange):** Agricultural outlook

**USDA (2016):** Crop Production. Historical Track Records. April 2016  
<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/htrcp/htrcp-04-14-2016.pdf>

**USDE (2016):** Alternative Fuels Data Center  
<http://www.afdc.energy.gov/data/10339>

**WHO (2016):** Obesity and overweight  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>

# LANDBRUGETS FREMTID: HVAD ØNSKER SAMFUNDET?

---

Søren Kjeldsen-Kragh. Professor,  
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet

I artiklen om landbrugets fremtid i sidste nummer af Tidsskrift for Landøkonomi så vi på landbrugets fremtid ud fra landbrugs-erhvervets synsvinkel. I denne artikel vil vi se på erhvervet ud fra samfundets synsvinkel.

## **I. Økonomi, kvalitet og bæredygtighed.**

Landbrugsproduktion har at gøre med økonomi, produktkvalitet og bæredygtighed. Landbrug er en privat erhvervsaktivitet, der skal sikre erhvervsudøvere en rimelig indkomst. Landbruget leverer råvarer til de fødevarer, som forbrugerne aftager. Det er klart, at der er et ønske fra forbrugernes side om at få kvalitetsprodukter.

Landbruget kan ikke undgå at påvirke de omgivelser, som erhvervet befinder sig i. Erhvervets produktionsmetoder påvirker miljøet og naturen. Et godt miljø og en sund og mangfoldig natur er offentlige goder, som borgerne i samfundet gerne vil sikre.

Såvel landbruget som det øvrige samfund er enige om, at det er ønskeligt, at landbruget har en god økonomi, at erhvervet kan levere kvalitetsprodukter, og at produktionen foregår på en bæredygtig måde.

Alligevel kan udgangspunktet for synet på landbruget være meget forskelligt, alt efter om man ser på det ud fra erhvervets eller ud fra samfundets side. Landbrugets erhvervsudøvere vil i første række se på

erhvervets økonomi. Det gælder ikke mindst i tider, hvor der er økonomiske problemer for mange landbrugsproducenter.

Borgere i samfundet, der samtidig efterspørger fødevarer, vil til gengæld være optagede af, at man har sikkerhed for at få de gode fødevarer, man ønsker sig. Borgerne er ligeledes optagede af, at landmændenes opgave som naturforvaltere løses på bedste vis.

Det betyder, at borgerne lægger vægt på, at der lægges de nødvendige rammer omkring varemærkerne og anvendelsen af produktionsmetoder. Rammerne skal sikre, at forbrugerne får det, som man i brugsforeningsbevægelsens barndom betegnede som rene og uforfalskede varer.

Samtidig hermed må landbrugets produktionsmetoder ikke påvirker naturen og miljøet på en måde, som har skadelige virkninger på menneskers helbred.

De produktionsmetoder, som landbruget anvender, påfører samfundet en række såkaldte eksternaliteter. Eksternaliteter er de eksterne effekter, der opstår for andre i samfundet i forbindelse med vareproduktionen. Der er tale om negative eksternaliteter, når landbrugsproduktionen påfører miljøet og naturen skader.

Det afgørende problem i forbindelse med eksternaliteter er, at fordelene og ulemperne ikke indgår i prisdannelsen for den vare, som produceres. Landbrugspro-



duktion kan give anledning til forurening af vand, jord og luft, og den kan påvirke naturen, floraen og faunaen på negativ vis.

Når disse samfundsøkonomiske omkostninger ikke indgår i prisdannelsen, er det nødvendigt at sikre en regulering af produktionsmetoderne for at bremse de uheldige sideeffekter. Det sker typisk ved et sæt offentlige regler, som producenterne skal overholde. Hvis det ikke sker, bør der rettes sanktioner mod de, der bryder reglerne.

Formålet med reglerne er at sikre god kvalitet på varerne og at sikre bæredygtighed i produktionen. Reglernes overholdelse er vigtig for at sikre ensartede konkurrencevilkår. Hvis nogle bryder reglerne, kan de opnå økonomiske fordele, som de der holder reglerne ikke får andel i.

Denne artikel ser landbrugets fremtid ud fra samfundets synsvinkel. De emner der tages op er følgende:

- Landbrug og vandmiljø
- Landbrug, jord og natur
- Landbrug, luft og klima
- Landbrug og etik
- Landbrug og sundhed

De tre første områder drejer sig om landbrugets påvirkning af omgivelser, dvs. miljø og natur. Landbruget har en væsentlig indflydelse på vandmiljøet, på jorden og de processer, der finder sted her, på luften og klimaet.

Det fjerde område behandler de mange etiske problemer, der opstår i det moderne industrialiserede landbrug. Er det den størst mulige nytte, man skal opnå? Hvordan skal man måle nytten? Hertil kommer en række dyreetiske spørgsmål.

Det femte problemfelt har med sundhed at gøre. Det er indlysende, at landbruget skal producere gode kvalitetsprodukter, som ikke giver anledning til sygdom-

me. På samme måde må produktionsmetoderne ikke skabe sundhedsmæssige problemer.

Alle de emner, som tages op, er ikke nye. Man har kendt dem tidligere, men der er næppe tvivl om, at problemerne i dag er langt større end tidligere. Det hænger sammen med, at landbrugsproduktionen i dag er langt større end tidligere. Der anvendes langt flere hjælpestoffer end tidligere, og landbrugsproduktionen er blevet langt mere industrialiseret. De problemer, som nævnes i de følgende afsnit, må landbruget løse i samarbejde med samfundet.

## **II. Landbruget og vandmiljøet.**

Landbrugets intensive drift betyder anvendelse af større mængder gødningsmidler og pesticider i planteavl. Disse stoffer kommer ud i vandmiljøet. Det sker i alt-overvejende grad ved nedsivning gennem jordlagene.

### **1. Udsivning af kvælstof**

Landbruget bruger dels naturgødning, typisk gylle, dels kunstgødning, der typisk udleder kvælstof, fosfor og kalium. Når jorden tilføres gødning, optages en stor del af stofferne i planterne. Derfor er tidspunktet for spredningen af gødning vigtig. Ideen er naturligvis, at stå stor end del af gødningen som muligt skal optages i planterne som næring. Den mængde næringsstoffer, som siver ned gennem jorden, afhænger dels af, hvor meget der gødes, dels hvor meget af disse næringsstoffer planterne optager. Ved at udbringe gødningen på det tidspunkt, hvor planterne kan optage gødningen, mindskes nedsivningen. Ved efter høst at så efterafgrøder, typisk græs eller grøntafgrøder, hindrer man en del af de resterende gødningsstoffer i at sive ned gennem jorden.

Under nedsivningen af den gødning, som ikke optages i planterne, sker der kemiske processer i jorden, som betyder en reduktion, dvs. fjernelse af en del af kvælstoffet. Det betyder, at kun en del af det nedsivende kvælstof siver ud i vandmiljøet, det være sig grundvandet, vandløb, søer og nærområder i fjorde og hav.

Hvor meget af den nedsivende kvælstof, der reduceres (fjernes) gennem de kemiske processer, varierer stærkt fra sted til sted. Det afhænger nemlig af jordbundsforholdene og de geologiske forhold på stedet. Derfor er det ikke muligt generelt at sige, hvor meget af det nedsivende kvælstof der siver ud i vandmiljøet.

En ting er hvor meget af den gødning, som landmændene kommer på markerne, der siver ud i vandmiljøet. Noget andet er, hvordan den udsivende kvælstof og andet organisk materiale påvirker vandmiljøet, og hvilke konsekvenser det får for plante- og dyreliv. Vandmiljøets tilstand inden udsivningen af nyt kvælstof spiller en rolle. Man må formode, at nye udsivninger har mere negative konsekvenser, jo mere forurenede vandmiljøet er i udgangssituationen.

Hvis vandmiljøet i forvejen er stærkt forurenede med kvælstof, må man være mere restriktiv med hensyn til de fremtidige udledninger, hvis man ønsker sig væsentligt lavere niveau for vandmiljøets indhold af kvælstof. Hvis der er forskelle imellem forskellige vandlokaliteters kvælstofindhold, og hvis man ønsker et ensartet lavere niveau, er det klart, at kvælstofudledningerne skal reduceres mere, der hvor forureningen er størst. De konsekvenser, som vandmiljøets indhold af næringsstoffer har på plante- og dyrelivet, er det helt afgørende, når man skal vælge hvilke mål, man sætter for vandmiljøets kvalitet.

## 2. Udvikling i vandmiljøforholdene

Hvordan har vandmiljøforholdene så udviklet sig i Danmark? Fra 1950 til 1990 udvikledes det intensive landbrug i Danmark. Det betød, at store mængder næringsstoffer blev udledt til vandmiljøet.

Indsatsen for at forbedre vandmiljøet startede i 1985 med NPO-planen. Man ville nedbringe tilførslen af kvælstof, fosfor og iltforbrugende organisk materialer. Hermed startede indsatsen mod udledning af spildevand og mod landbrugets forurening, som var et resultat af landbrugets anvendelse af gødning. I 1987 fulgte den første vandmiljøplan. Den blev senere fulgt op af vandmiljøplan 2 fra 1998 og vandmiljøplan 3 fra 2004.

Da indsatsen for et bedre vandmiljø startede i slutningen af 1980'erne, var landbrugets årlige udledning af kvælstof ca. 100.000 tons. Indsatsen har betydet, at kvælstofudledningen i dag er ca. 57.000 tons. Selvom der er tale om en væsentlig reduktion i udledningen, skal der fremover ske en yderligere reduktion til 42.000 tons. Det følger af de regler, som EU har vedtaget.

Indsatsen har ifølge biologerne betydet en væsentlig forbedring af vandmiljøet, men vi er langt fra i mål, fordi genopretningen af miljøet kræver lang tid. Billedet er ikke entydigt, når man ser på vandmiljø i åer, søer, samt fjorde og kystvand.

For vandløbene er der sket ganske betydelige forbedringer. I de vestjyske åer, Skjern, Ribe og Varde åer, er laksen og ørreden vendt tilbage, og lystfiskeriet har taget et ganske betydeligt omfang. Genopretningen af vandløbene i form af slyngninger, gydebanks og fornuftig grødeskæring har betydet bedre levevilkår for fiskene. Der er en klar fremgang i biodiversiteten. Reduktionen i tilførslen af næringsstof-

fer til vandløbene har også haft en væsentlig betydning for forbedringerne i vandløbenes tilstand.

Der eksisterer dog fortsat betydelige problemer, ikke mindst i de kanaliserede vandløb. Genopretning af åer er fortsat en stor opgave. Kontrol med tilførslen af næringsstoffer fra gødning er fortsat påkrævet. Skæring af vandløbenes planter for at øge afvandingen har en begrænset og midlertidig effekt på vandstanden i vandløbene samtidig med, at der har en betydelig negativ effekt på dyrelivet i vandløbene.

Trods fortsatte problemer har vandløbene fået det langt bedre end tidligere. Nitratudledningerne er faldet og mange steder har økosystemerne vist betydelige forbedringer.

Så positivt er billedet desværre ikke for søer, fjorde og kystnære områder. Vandmiljøplanerne har overalt været en succes i den forstand, at kvælstofudledningerne er blevet reduceret betydeligt. Problemet er, at det først er på det sidste, at der er sket forbedringer i økosystemerne. Dette peger i retning af, at der kan gå ganske lang tid med at genoprette økosystemer, som er blevet ødelagt. For at genskabe et godt og rigt plante- og dyreliv er det fortsat vigtigt med en stærk begrænsning af udledningen af kvælstof.

Vandet fra åer og søer løber ud i fjorde og kystområder. Når kvælstofindholdet i vandet i åer og søer falder, må det samme forventes med hensyn til kvælstofindholdet i kystområder. Dette er også tilfældet. Kvælstofindholdet er faldet ganske betydeligt.

Problemet er, at der ikke er sket en genopretning af økosystemerne på trods af faldet i kvælstofudledningerne. Årsagerne hertil er flere. For det første er dansk land-

brug et af de mest intensive brug i verden. Der er historisk set blevet udledt store mængder næringsstoffer.

For det andet er vanddybden i de danske kystområder ringe. Det betyder, at der hurtigt opstår store koncentrationer af kvælstof.

For det tredje viser erfaringerne os, at det tager ganske lang tid, før ødelagte økosystemer bliver genetablerede, hvis det overhovedet kan lade sig gøre. På grund af forurening er der plante- og dyrearter, som er forsvundet. Ødelæggelsen af økosystemer i kystområder skyldes ikke blot store tilførsler af næringsstoffer. Det skyldes også overfiskeri, herunder ødelæggelse af havbunden ved brug af fiskeredskaber. Endelig spiller klimaændringer med højere vandtemperaturer og mindre vind i sommermånederne ind.

Det var iltsvind i fjorde og kystområder, der for 30 år siden startede vandmiljøindsatsen. Iltsvindet betød døde fisk og hummere. Det udviklede svovlbrinte og gav lugtgener. Årsagen var, at de store næringsstofftilførsler, herunder kvælstof, betød en øget algevækst. Opvæksten af alger gav iltsvind, som dræbte dyr og planter.

En helt afgørende plante i kystområder er ålegræs, som kan brede sig over ganske store områder. Ålegræs producerer ilt og hindrer dermed iltsvind. Ålegræs, som er rodfæstet, stabiliserer havbunden og bidrager til biodiversitet, idet ålegræsset fungerer som skjulested for fisk og andre organismer.

Ålegræsset kan betragtes som en indikator for et godt økosystem. Til trods for faldet i kvælstofudledningerne til kystområderne skete der ikke noget positivt med ålegræsforekomsterne. Det er først for 5-6 år siden, at der er sket en øgning i ålegræsforekomsterne. Dette synes at være

en bekræftelse på, at når et økosystem først er blevet stærkt beskadiget på grund af alt for store næringsstofftilførsler, tager det lang tid at genoprette skaderne.

### 3. Pesticider og vandmiljøet

Et andet problem i landbrugsproduktionen er anvendelsen af store mængder pesticider. Man taler om forskellige typer af pesticider, alt efter hvad de skal bekæmpe. Herbicider anvendes til bekæmpelse af ukrudt, insekticider anvendes til bekæmpelse af insektangreb og fungicider anvendes til bekæmpelse af svampeangreb.

Dertil kommer anvendelse af stråforkortere. Det er sprøjtemidler, som hæmmer kornstænglernes vækst. Når man gøder meget får man større og tungere kornaks, som fører til lejesæd, dvs. at planterne knækker eller vælter. For at undgå dette sprøjter man afgrøderne, for at kornstænglernes længde mindskes.

Man har forsøgt at mindske skadevirkningerne ved at forbyde nogle af de mest forurenende pesticider. Man har forsøgt at reducere forbruget af pesticider. Det er sket gennem afgifter på pesticider, som gør det dyrere at anvende dem. Man har også forsøgt med frivillige aftaler indgået med landmændene.

Skadevirkningerne afhænger dels af mængden af virksomt stof per behandling og dels af behandlingshyppigheden. Ser man på langtidstendenserne over de sidste 20 år, er billedet ikke opmuntrende. Mængden af virksomt stof per behandling er ikke faldet, og der synes at være en tendens til øget behandlingshyppighed.

At sikre rent grundvand i fremtiden er en vigtig ting. Derfor er det foruroligende, at man har fundet pesticidrester i et relativt stort antal grundvandsboringer. Det betyder, at man har måttet lukke grund-

vandsboringer, som ikke længere kan benyttes.

Den store grundvandsforsyning, der ligger i den danske undergrund, er et stort aktiv for det danske samfund. Hvis grundvandet bliver forurenede med pesticider, vil vandmagasinet være ødelagt for altid.

Derfor må man generelt set være bekymret over det betydelige pesticidforbrug i dansk landbrug. Selv om grænseværdierne ikke er nået endnu mange steder, er faren tilstede, når man fortsætter det nuværende forbrug. Det er vigtigt at være opmærksom på, at nedsivningstiden er 10-30 år. Det betyder, at de pesticider, der allerede ligger i jordlagene nu, kan bringe pesticidindholdet i grundvandet op over grænseværdierne i fremtiden. At denne risiko bliver yderligere forøget ved en fortsat stor anvendelse af pesticider i dag og i tiden fremefter, siger sig selv.

I forbindelse med de allerede eksisterende drikkevandsboringer kan kommunerne indføre forbud imod anvendelse af pesticider i områder, der grænser op til drikkevandsdepoterne. Det er ud fra et forsigtighedsprincip. Eksempelvis kan uheld med væltede plantegiftbeholdere forårsage ødelæggelser af store drikkevandsdepoter.

Hvis noget sådant sker, vil det ikke have sundhedsmæssige konsekvenser, fordi drikkevandsdepotet bliver lukket. Det vil derimod have ganske betydelige økonomiske konsekvenser, fordi man så må bruge drikkevand fra fjernere beliggende depoter.

Der er her tale om et klassisk cost-benefit problem. De lodsejere, som ikke længere må benytte plantegifte, vil lide et tab. Det er dog af begrænset betydning også taget i betragtning af, at lodsejerne kan lægge om til økologisk drift, hvor man ikke benytter pesticider. Heroverfor står de ganske betydelige tab, der samfundsøkonomisk

er forbundet med lukning af et grundvandsdepot og etableringen af et nyt.

### **III. Landbrug, jord og natur**

Her er det naturligt at se på tre sæt problemer. For det første tilføres der jorden en række kemiske produkter gennem forskellige kilder. De påvirker jordens dyrkningsevne og de spredt sig typisk til vandmiljøet. For det andet anvender landbruget mange store og meget tunge landbrugsmaskiner, som presser jorden sammen. Det har alvorlige konsekvenser for jordens dyrkningsevne. For det tredje har landbrugets dyrkningsmetoder betydet, at humuslaget i jorden er blevet stadig mindre. Også det har nogle konsekvenser på længere sigt.

#### **1. Tilførslen af kemiske stoffer**

Der tilføres landbrugsjorden en lang række kemiske stoffer på forskellig vis. De kemiske stoffer, som i særlig grad skaber problemer, er tungmetaller og pesticider. Landbruget anvender en lang række hjælpestoffer såsom handelsgødning, husdyrgødning, kalk, spildevandsslam, kompost og pesticider, som spredes på jorden. Disse hjælpestoffer indeholder miljøfremmede organiske stoffer og tungmetaller. Desuden sker der spredning af forurenende stoffer gennem luften. Dengang benzinen indeholdte bly, skete der en spredning af blyet gennem luften.

#### **a. Spredning af tungmetaller.**

Man har længe vidst, at spredning af tungmetaller er farligt. For nogle af de kritiske metaller som bly, cadmium og kviksølv er der ikke længere de store problemer, fordi deres anvendelse er stærkt reduceret. Slam fra spildevandsanlæg, som køres ud på markerne indeholder tungmetaller, men

der gælder grænseværdier for de tilladte mængder. Fosfatgødning indeholder cadmium, men også her er der sat grænser for indholdet. Som allerede nævnt, sker der ikke længere spredning af forurenende bly fra benzin. For andre tungmetaller som kobber og zink er der tale om voksende problemer, der kan være særdeles farlige.

Når tungmetaller er farlige, hænger det sammen med to ting. Tungmetaller optages i planteprodukterne, og de indtages derfor af mennesker og dyr. For store mængder af tungmetaller er sundhedsmæssigt meget farlige. Derudover har tungmetaller negativ indflydelse på mikroorganismerne i jorden. Tilførslen af tungmetaller kan have negative konsekvenser på jordens frugtbarhed, fordi de nedsætter den mikrobielle omsætning af organisk stof.

Tungmetallers optagelse i kornkerner og deres indvirkning på plantevæksten kan i nogen grad modvirkes gennem valg af sorter med lav optagelse af tungmetaller. Problemer med påvirkningen af jordens mikroorganismer er ganske betydelige. Jordens mikroorganismer er nemlig langt mere følsomme over for tungmetaller end højere planter. Specielt bakterier synes at være særlig følsomme. Tilsætning af f.eks. kobber selv i tilladte mængder kan ændre diversiteten af mikroorganismer i jorden. Et større indhold af kobber og zink i jorden hæmmer de kvælstofbindende bakterier.

I dag synes den voldsomme stigning i jordens indhold af kobber og zink at være et truende problem. Når kobber og zink først er i jorden, er stofferne umulige at fjerne. Kobber og zinken nedbrydes ikke, og hvor tungmetallerne ender er dårligt belyst. Noget tungmetal optages i afgrøderne, noget udvaskes til åer, søer og havet, noget siver ned mod grundvandet, og noget kumuleres i jorden.



### **b. Hvor kommer kobberet og zinken fra, og hvad er konsekvenserne?**

I svineproduktionen har man i mange år anvendt antibiotika som vækstfremmer. Det tilsættes foderet. Formålet er at opnå, at svinene vokser hurtigere, og at de bruger mindre foder. En nærmere beskrivelse af, hvad der sker ved anvendelse af antibiotika som vækstfremmer gives i et senere afsnit om landbrug og sundhed, se afsnit VI, 1.

Den udbredte anvendelse af antibiotika har betydet, at der har udviklet sig bakteriestammer (MRSA-bakterier), som er resistente over for anvendelsen af antibiotika. Disse bakterier spredes i miljøet. Når de spreder sig til mennesker, opstår der et alvorligt problem. Fordi smittede mennesker ikke som tidligere kan kureres ved at benytte antibiotika.

For at begrænse anvendelsen af antibiotika og for at begrænse de uheldige konsekvenser, der følger med, har landbruget søgt nye veje. Man er gået over til at tilsættes kobber og zink til foderet. Disse fremgangsmåder har samme vækstfremmende virkning som antibiotika. Ideen med at anvende kobber og zink skulle være den, at man undgik de antibiotikaresistente bakterier.

Desværre viser det sig, at problemerne ikke er løst. De antibiotikaresistente bakterier er nemlig også resistente overfor kobber og zink, ligesom bakterier, der er resistente over for kobber og zink, også er resistente over for antibiotika. Med andre ord er man ikke kommet antibiotikaresistensen til livs. Til gengæld har man fået skabt nye problemer.

I gyllen fra svinene er der kobber og zink. Denne gylle spredes på markerne, og tungmetallerne er ikke nedbrydelige. Gyllen indeholder væsentlig mere tungmetal end

den grænse, der er sat for slam fra rensningsanlæg, og som bruges i landbruget. At svinegyllen udgør en særlig risiko hænger også sammen med, at den indeholder antibiotikarester og antibiotikaresistente bakterier.

Som allerede nævnt spredes kobber og zink i miljøet. Det påvirker de producerede produkter, som får et større indhold af stofferne. Det har i sidste ende en skadelig indvirkning på menneskers og dyrs helbred. Det påvirker det mikrobiologiske miljø i jorden med reduceret dyrkningsevne til følge.

Zinkresistente jordbakterier kan sprede resistensen til andre bakterier, og derfor vil der komme flere og flere forskellige resistente bakterier i naturen. De vil spredes til husdyr- og menneskebakterier. Derfor er det dybt bekymrende, at jordens indhold fra årtusindeskiftet til i dag er steget med knap 21 procent for zink, og knap 20 procent for kobber.

I dag er et landområde svarende til Fyn så forurenede med zink, at det overskrider EU's grænse for, hvad der skulle sikre, at miljøet ikke bliver negativt påvirket. Når tungmetallerne hobes op år efter år, er der i høj grad tale om en dårlig udvikling, fordi menneskers og dyrs helbred påvirkes, og fordi jordens dyrkningsevne reduceres.

Ser man udelukkende snævert økonomisk på problemet, er det alvorligt. De resistente bakterier vil påføre sundheds- og sygehusvæsenet store udgifter. Hertil kommer de økonomiske tab, der er forårsaget af jordens reducerede dyrkningsevne. Her er der helt set bort fra de menneskelige problemer og omkostninger, der er forbundet med, at sygdomme ikke kan behandles som nu.

### **c. Brugen af pesticider**

Som nævnt tidligere er anvendelsen af pesticider et problem for vandmiljøet. Pesticider har også andre ubehagelige konsekvenser for miljøet. Den gentagne sprøjtning betyder, at mængden af ukrudtsplanter i naturen reduceres. Disse planter er føde for insekter og fugle, som derved mister en fødegrundlag.

Hegn, overdrev, enge med videre, som omgiver markerne, bliver også påvirket af den omfattende brug af pesticider, og gennem nedbør og vind spredes pesticiderne i miljøet. Det betyder, at dyre- og plantelivet påvirkes over større områder end blot de områder, der bliver sprøjtet.

Hele fødekæden fra insekter til fugle og videre til små og store pattedyr lider under reduktionen i dyrelivets omfang. Fødemulighederne begrænses, og den føde, som er tilbage, kan være mere eller mindre forgiftet.

Omfanget af dyre- og plantelivet bliver også begrænset af, at mængden af udyrket jord igennem mange år er blevet betydeligt reduceret. Der er ganske enkelt mindre plads til at bolte sig på for dyr og planter.

### **2. Tunge traktorer og maskiner.**

De moderne landbrugsmaskiner er meget tunge. En traktor i dag kan veje helt op til 18 tons. Undersøgelser viser, at det sætter ødelæggende spor i den dyrkede jord. De tunge traktorer og maskiner sammenpresser jorden, så der opstår det, der kaldes traktose. De tunge maskiner ødelægger jordens vandlednings- og luftledningsevne helt ned til 90 cm dybde.

Den jordpakning, som traktorerne forårsager, ødelægger jordens porersystem, hvis funktion er af stor betydning. I jordens hulrum vokser planternes rødder, som

kræver ilt. Den porøse jord skal også bortlede overskydende vand og fungere som filter for næringsstoffer og fremmede stoffer. Skaderne sker ikke blot i hjulsporene. Der sker også skader i hjulsporenes omgivelser. Når jorden skubbes sidevejs, skævvrides porerne. Det viser sig, at denne skævvridning har større negativ effekt på luftledningsevne end mindskelsen af pore-rumfanget.

Jordsammenpresningen reducerer den luftgennemtrængning, som er vigtig for planterne. Jordsammenpresningen skaber også vandansamlinger på jordoverfladen. Ved kraftige regnskyl kan bortledningen af vand føre til jorderosion og bortledning af næringsstoffer og sprøjtemidler til åbne vandområder. Vandansamlinger gør det også vanskeligere – ikke mindst i forårs-månederne – at komme i gang med markarbejdet.

Problemets alvor bliver understreget af, at skaderne er uoprettelige. Når jordens sammenpresning har fundet sted, kan porøsiteten ikke genskabes. Landmændene er måske ikke ganske uopmærksomme på problemet. Når landmænd kører i de samme spor i forbindelse med sprøjtning, er det for at mindske høsttabet mest muligt. Måske er det også udtryk for, at man aner, at traktose er et problem.

### **3. Humuslaget er reduceret**

Humus er en væsentlig del af den muld, som planter og træer vokser i. Humus er de nedbrudte organiske stoffer, som giver jordbunden den mørke farve. Det er mikroorganismer, svampe og regnorme, som nedbryder planterester samt dyrerester og dyreaaffald, så der opstår humus.

Humus er under stadig forandring, idet stoffer nedbrydes og opbygges. Indholdet af humus i jorden er af afgørende betyd-



ning for jordens frugtbarhed. Humus influerer på stort set alle de til jorden knyttede fysiske, biologiske og kemiske forhold, som tilsammen udgør jordens frugtbarhed.

Humuslaget er et gigantisk depot af organisk materiale. I humuslaget på jordkloeden er der ophobet mere kulstof end i atmosfæren og i plantemængden tilsammen. Langt den største del af kulstoffet i landbrugsjorden er bundet på en kompleks måde. Kulstoffet vil kun meget langsomt blive frigivet til atmosfæren i form af kuldioxid.

Samtidigt tilføres der humuslaget ny kulstof, dels gennem den formuldning af planterester i form af halm og rødder, og dels gennem fotosyntesen. Når fotosyntesen foregår i træer og planter, tilføres humuslaget 30-40 procent af den kulstof, som indfanges fra luften. Nettoudslippet og nettooptaget af kulstof til og fra jorden har indflydelse på atmosfærens kuldioxidindhold.

Som følge af nye dyrkningsmetoder er humuslaget blevet reduceret i de sidste 50 år. Tidligere nedpløjede man halmen, som er et restprodukt fra høsten, i jorden, hvor den formuldede. Dette er man holdt op med inden for det traditionelle landbrug. Nu anvendes halmen i vid udstrækning i biogasanlæg som led i varmforsyningen.

Tidligere havde man et sædskifte, som bidrog til vedligeholdelsen af humuslaget. Sædskiftet betød, at jorden fik hvile i den forstand, at de forskellige afgrøder trak på forskellige næringsstoffer i humus. Sædskiftet betød også, at markerne i større udstrækning konstant var dækket af planter, hvilket er gavnligt for humuslaget. Plantedække bestående af kløver og bælgplanter var med til at fiksere kvælstof fra luften, som ligeledes gavner humuslaget.

Specielt det økologisk landbrug har sat et stor spørgsmålstejn ved, om de nye dyrkningsmetoder er bæredygtige. Man mener, at der på en uheldig måde bliver grebet ind i det naturlige kredsløb af næringsstoffer.

Kulstofindholdet er en vigtig del af humuslaget. Med reduktionen af humuslaget er der sket en stadig reduktion af jordens kulstofindhold. Man kan stille det spørgsmål, om der er en nedre grænse for kulstofindholdet, hvis jord skal bibeholde sin dyrkningsevne. Halm indeholder kalium ud over kvælstof og fosfor, som alle er vigtige næringsstoffer i planteavl.

Den reduktion af humuslaget, som skyldes manglende nedpløjning af halm, mindre sædskifte og mindre permanent plantedække, har man ikke kunnet forhindre gennem mere brug af kunstgødning.

Det reducerede humuslag er et problem, der skal tages meget alvorligt. For det første er det med til at reducere jordens frugtbarhed. For det andet har humuslagets størrelse betydning for, hvor meget kulstof der kan oplagres i jorden. En større kulstofbeholdning i jorden kan være med til at reducere kuldioxidindholdet i atmosfæren. Det kan være et bidrag til løsning af klimaproblemet. Mere om dette i afsnit IV, 2. For det tredje tager det ganske lang tid at genskabe humuslaget, når det først er reduceret.

#### **IV. Landbrug, luft og klima**

I forbindelse med landbrugsproduktionen sker der en forurening af luften. Det er fordampning af ammoniak, som skaber problemer. Derudover er der tale om udledning af drivhusgasser, som påvirker klimaet. Nogle af de mest skadelige drivhusgasser som eksempelvis metan og lattergas kommer fra landbruget.

## 1. Ammoniakfordampning

I dag udledes der ca. 75.000 tons kvælstof fra landbruget i form af ammoniakfordampning. Langt det meste kommer fra husdyrgødningen. Der sker ammoniakfordampning fra stalde, fra lagringen af gylle og fra udbringning af gylle.

Desuden sker der en ammoniakfordampning fra udbringning af handelsgødning, ammoniakbehandling af halm og ved kvælstoftab fra voksende afgrøder. Når ammoniakken fordampes, spredes den i atmosfæren og omdannes til ammoniumpartikler. Ammoniak og ammonium afsættes på land eller hav ved såkaldt tør- eller våddeposition. Den kvælstof, som deponeres på dyrkede landbrugsarealer, optages i planterne. Noget frigives til luften, og resten siver ned gennem jorden, og en del heraf udvaskes til vandmiljøet. Problemet med kvælstoffet fra ammoniakken er, at den kan bidrage til øget udvaskning til vandmiljøet.

En optimal tilførsel af gødningsstoffer på dyrkede områder i form af husdyr- og handelsgødning må tage hensyn til hvor store tilførsler af kvælstof, der kommer fra ammoniakfordampningen. For den kvælstof, som deponeres på specielle naturområder såsom heder, moser, strande, almindelige enge, klitter og overdrev, er sagen anderledes. Her er der tale om naturområder, som i udgangspunktet er kvælstoffattige. Det betyder, at der har udviklet sig et planteliv, som er tilpasset den kvælstoffattige jord. Dette planteliv danner desuden baggrunden for det eksisterende liv af insekter, fugle og andre dyr.

Når disse kvælstoffattige naturområder får deponeret kvælstof fra ammoniakfordampningen, bliver det oprindelige plante- og dyreliv ramt. De planter, som kun trives ved lidt kvælstof, bliver presset ud

af de planter, som kræver mere kvælstof. Der sker med andre ord en forandring af miljøet. Mangfoldigheden i planteliver og mangfoldigheden af insekter, fugle mv., bliver stærkt reduceret. Områderne udvikler sig til en natur med buske og krat, og de mister deres særkende.

Skovområder bliver også påvirket negativt, idet træerne kan blive sundhedssvækkede. De kan miste deres blade eller nåle, og man får de såkaldte svidningsskader, som mest rammer nåleskov.

I vandløb og søer er atmosfærisk tilførsel af kvælstof ikke det største problem, men i fjorde og kystnære områder kan atmosfærisk tilførsel have stor betydning for algevæksten.

En forurening er altid et problem, men alvoren øges, når det er vanskeligt for ikke at sige umuligt at genoprette de skader, forureningen har medført. Ammoniakfordampningen ødelægger naturen med næringsstoffer samtidig med, at det er uhyre vanskeligt at fjerne næringsstofferne igen. Det er med andre ord svært at genskabe den unikke natur, når den først er ødelagt.

Ammoniakfordampningen nåede sit højeste niveau omkring 1990. Dengang betød den en udledning af kvælstof til luften på ca. 115.000 tons. I dag er dette tal faldet med 35 % til ca. 75.000 tons. Denne reduktion er sket ad flere veje. Der er sket en begrænsning af mængden af kvælstof i foderet. Der er sket en reduktion af ammoniakudslippet fra staldene og fra gylletankene, og der er sket ændringer i den måde, gyllen udledes på markerne. Førhen spredte man gyllen, hvor man i dag drypper gyllen i jorden.

Ammoniakfordampningen har været med til at reducere kvaliteten og mangfoldigheden i naturen. Har den reduktion i

ammoniakfordampningen, som vi har set siden 1990, så løst problemerne?

Eksperternes konklusion er, at der i forhold til 1990 skal ske mere end en halvering af den atmosfæriske kvælstoftilførsel, før vi får en god sundhedstilstand i vore skove og en renere natur med heder, moser og andre unikke naturområder.

Den luftbårne deponering foregår ikke jævnt over alle områder. Det hænger sammen med, at kvælstofbidraget fra luften til et naturområde kan siges at bestå af tre elementer. For det første er der et lokalt bidrag fra de nærliggende gårde og marker. For det andet er der et regionalt bidrag, som afhænger af egnens generelle husdyrtæthed. For det tredje er der en kvælstofudledning, som kommer langvejs fra.

Hertil kommer så, at de enkelte naturområder i varierende grad er ramt af ammoniakfordampning. Derfor kunne man forstille sig differentierede krav med hensyn til ammoniakudledninger. Det vil være særdeles vigtigt at reducere udslippene de rigtige steder, dvs. nær naturarealerne. Det vil også være naturligt at ønske sig særligt store reduktioner i udslippene nær de naturområder, som er hårdest ramt.

Man kan forestille sig en parallel til de strammere krav med hensyn til sprøjtning med pesticider på de arealer, der ligger ved de grundvandsdepoter, som anvendes til drikkevandsproduktion.

## **2. Landbrugets klimapåvirkning**

Landbruget overalt i verden bidrager væsentligt til udledningen af drivhusgasser, som skaber de klimaforandringer, vi har i dag. I Danmark stammer ca. halvdelen af udledningen fra produktion af el og varme, en fjerdedel stammer fra transport,

og den sidste fjerdedel er fra landbrug, industri mv.

Langt størstedelen af landbrugets udledninger stammer fra husdyr- og planteproduktionen. Der er tale om de meget skadelige drivhusgasser, lattergas og metan. Lægger man dertil de udledninger, der stammer fra arealanvendelsen samt brændstofforbruget, kommer man op på, at knap 20 procent af udledningen af drivhusgasser kommer fra landbruget. Her er der ikke taget hensyn til de afledede virkninger, der kommer fra, at dansk landbrug i stor stil importerer fodermidler. Importen af majs og soja og dermed produktionen af disse produkter har direkte eller indirekte noget at gøre med den skovfældning, som finder sted. På den anden side må det også tages i betragtning, at det danske landbrug er storeksportør af svinekød og mejeriprodukter.

Opgør man det danske udslip af drivhusgasser efter de gældende principper fra FN's klimapanal, får man et fald fra 1990 til 2013 på 21 procent. Faldet i udslippet af lattergas og metan fra landbruget synes at ligge på samme niveau i sammen periode.

Politisk er der et ønske om en yderligere reduktion i det danske udslip af drivhusgasser. Det rejser et prioriteringsspørgsmål. Hvordan skal reduktionen fordeles på de forskellige områder, som forårsager udslippene?

Da landbruget er økonomisk klemt, har der været røster fremme om at friholde landbruget fra en reduktionsforpligtigelse i forhold til situationen i dag. Klimarådet er modstander af en sådan løsning. Klimarådet ønsker, at reduktionen i udslippet af drivhusgasser sker på den mest omkostningseffektive måde. Det betyder, at en given reduktion i udledningerne sker ved

initiativer, der er så billige omkostningsmæssigt som muligt.

Klimarådet påpeger, at landbruget er det område, hvor omkostningseffektiviteten er højest. Det hænger blandt andet sammen med, at de indgreb over for kvælstofudvaskningen til vandmiljøet og ammoniakfordampning, som er blevet omtalt foran, også er indgreb, der begrænser udledningerne til atmosfæren.

Ved at gribe ind over for landbruget slår man med andre ord flere fluer med et smæk. Man gavner vandmiljøet, man gavner floraen, faunaen og de særprægede naturområder, samtidig med at man reducerer udledningerne til atmosfæren.

En anden central problemstilling vedrørende landbrug og klimaet er allerede blevet berørt tidligere i afsnit III,3. om det reducerede humuslag. I og med at humuslaget er blevet reduceret, kan det ikke binde så store mængder kulstof, hvilket alt andet lige øger mængden af kuldioxid i atmosfæren. Derfor rejser der sig naturligt det spørgsmål, om man ikke skulle sætte ind med at øge humuslagets størrelse. Det er et stort projekt, som ikke på kort sigt giver afkast. På længere sigt kan de positive virkninger være ganske afgørende.

For at et sådant projekt kan lykkes, må flere betingelser være på plads. For det første må der være en opmærksomhed på problemet. For det andet må der være en viden om, hvad man kan gøre, og for det tredje må der være nogle instrumenter, som gør, at erhvervsudøverne er interesserede i at bidrage til projektets realisering.

Der er meget store mængder organisk affald fra køer, svin og mennesker. Hvis disse store mængder blev komposteret, så det kan bringes ud til jorden som jordfor-

bedring, vil man få et større humuslag og dermed et større kulstoflag. Gik landbruget ind i et sådant projekt, kunne man yde et væsentligt nationalt bidrag til løsning af et globalt problem.

## V. Landbrug og etik

Som vist i de foregående afsnit påvirker den moderne landbrugsproduktion miljøet og naturen på talrige måder. Der kan opstå interesse modsætninger imellem hensynet til landbruget og hensynet til miljø og natur.

Nogle af konflikterne bunder i, at man ikke har fuld viden om sagsforholdene. Derfor er der mulighed for at vurdere problemets alvor forskelligt, hvilket igen kan betyde, at man kommer frem til forskellige forslag om, hvad der bør gøres. Andre konflikter baserer sig på, at man står i valg-situationer, hvor forskellige grupper af borgere har forskellige præferencer.

I nogle af de dilemmaer, man står overfor, kan der indgå etiske overvejelser. Hvor meget hensyn skal man tage til de fremtidige generationer? Med hvilken vægt skal klimahensyn indgå i overvejelserne? Er det i orden at acceptere genmodificerede produktionsmetoder og produkter? Hvordan skal man behandle husdyrerne?

### 1. Retten til at udnytte naturen

Et væsentligt træk ved moderniteten er det syn, man har på naturen. I ældre tid var der knyttet noget guddommeligt til naturen, som lagde begrænsninger på, hvordan man måtte behandle naturen. Med moderniteten bliver synet afsakraliseret. Naturen er nu en ressource, som man skal udnytte så meget som muligt for at få den størst mulige nytte af den.

Spørgsmålet er så, hvordan man finder frem til den størst mulige nytte. Som vi har set i det foregående, er der en lang række eksternaliteter knyttet til moderne landbrugsproduktion. Ved hjælp af cost-benefit analyser kan man få et vist overblik over, hvad en given landbrugsproduktion giver af økonomiske fordele og af ulemper for andre erhverv og andre befolkningsgrupper.

Landbruget tilfører naturen store mængder kvælstof. Det er med til at forbedre landbrugets indkomst, men det har også en række uheldige konsekvenser, som må indgå i en samlet vurdering.

Nogle af de negative eksternaliteter er det muligt skønsvist at opgøre i penge. Det store kvælstofforbrug går ud over erhvervs- og lystfiskeriet. Dette tab kan skønsmæssigt om end med en vis usikkerhed indkomstfastsættes. Andre skader som dårligt badevand, mindre biodiversitet og ødelagt natur kan derimod meget vanskeligt opgøres i penge. Cost-benefit analyser er et hjælperedskab, som kan være med til at skabe overblik over alle ulemper og fordele ved en given produktion. Alle fordele og ulemper kan ikke gøres op i indkomst, så derfor kan disse analyser ikke give et endeligt svar. Det hænger også sammen med, at forskellige befolkningsgrupper har forskellige præferencer. Et centralt spørgsmål er, hvordan disse forskellige præferencer skal vejes i forhold til hinanden.

## **2. Generationsproblemet**

Tidsdimensionen spiller en væsentlig rolle i valgsituationer. Hvis vi foretager os noget, der er gavnligt i dag, kan det få uheldige konsekvenser på længere sigt. Desuden opstår spørgsmålet om, hvilke for-

pligtelser den nuværende generation har over for fremtidige generationer.

Den måde, vi producerer på i dag, har indflydelse på det fremtidige klima. Den måde, hvorpå vi dyrker jorden i dag, har indflydelse på jordens frugtbarhed i fremtiden. De naturressourcer i form af olie og gas, som vi henter op af jorden i dag, står ikke til disposition for fremtidige generationer.

I en vurdering af, hvordan man skal forholde sig til disse spørgsmål i dag, er det vigtigt at være opmærksom på en række forhold. Jo sikrere viden vi har om de fremtidige negative konsekvenser, jo mere skal de indgå i de dispositioner, som træffes i dag. Selv om man ikke har fuld viden, men kun ved, at der er en risiko, er det vigtigt at reagere i dag, hvis konsekvenserne af en uheldig udvikling er stor.

Endelig er det afgørende, for det man foretager sig i dag, om muligheden for at reparere skaderne er tilstede. At anvende produktionsmetoder i dag, som medfører nogle skader, som enten er uoprettelige eller meget omkostningsbelastende at genoprette, er stærkt problematisk. Er jorden først forurennet med tungmetaller, er det umuligt at fjerne dem. Er humuslaget først blevet stærkt reduceret, er det vanskeligt at genskabe.

I alle disse overvejelser indgår hensynet til de fremtidige generationer. At bruge vore produktionsressourcer på en måde i dag, som reducerer de fremtidige generationers muligheder, lægger de fleste fjernt, når de bliver gjort opmærksomme på det. Her er tale om et etisk valg.

## **3. Anvendelse af genteknologi**

Landbruget har i forrige århundrede opnået meget betydelige produktivitetsstigninger. Det skyldes ikke mindst forædlingsar-



bejdet inden for planteproduktionen og avlsarbejdet inden for husdyrbruget. Man har systematisk udvalgt de planter og de dyr, som giver de bedste udbytter.

I de sidste årtier er der sket en betydelig udvikling inden for genteknologien, som benytter en række teknikker, der gør det muligt at arbejde med levende organismers arvemateriale. Genteknologien rummer muligheder for oplagte fremskridt men også muligheder for misbrug. Man kan ændre arveanlæggene. Man kan skabe nye planter og nye dyr. Man kan med kloning lave ens individer. Med genteknologier står mennesket med magten til at lave liv på jorden. Det er klart, at det rejser en række alvorlige etiske problemer. Man er inde at røre ved noget, som kan være meget uoverskueligt i dets konsekvenser.

Hvor langt skal man gå med hensyn til at anvende gensplejsede eller genmodificerede planter? Det afhænger af en hel række konkrete analyser med hensyn til konsekvenserne af brugen af disse planter. Derudover kommer der også til at indgå overvejelser om, hvilken udviklingsvej man ønsker landbruget skal følge. Vælger man at satse på genteknologi, vælger man en udviklingsvej, som betyder fravalg af andre udviklingsveje.

Når man skal tage stilling til genmodificerede produkter, skal man se på konsekvenserne forbundet med produktion og forbrug af produkterne. Er der sundhedsfarer forbundet med brugen af produkterne for mennesker og dyr? Er der miljømæssige problemer knyttet til produktionen af produkterne? Hvad er de økonomiske og andre fordele ved genmodificerede produkter? Har man fuld viden om konsekvenserne, og kan man genoprette de skader, der måtte opstå?

De gensplejsede produkter, som primært dyrkes kommercielt, er majs, soja og bomuld. Mange undersøgelser synes at pege på, at der sundhedsmæssigt ikke er større risici forbundet med brugen af disse produkter, hverken for mennesker eller dyr, sammenlignet med de tilsvarende konventionelt dyrkede produkter.

Ud over det sundhedsmæssige skal man også se på de miljømæssige konsekvenser, som i vid udstrækning er positive, selv om de naturligvis også kan være negative. Når gensplejsede afgrøder er immune overfor sygdomme, svampe- og insektsangreb, kan man undgå en forurenende sprøjtning af afgrøderne. Her er der tale om gensplejsning, som betyder, at der kommer den gevinst, at man ikke skal sprøjte.

Det er ikke altid en sådan gevinst følger med. Monsanto har eksempelvis udviklet en roe, som er resistent over for Round-up, som indeholder glyphosat. Monsanto har selv udviklet produktet Round-up, som det også producerer og sælger i stor stil. Sprøjter man med Round-up, dræber man ukrudtet, uden at roeafgrøden tager skade. Her har man et eksempel på et gensplejset produkt, hvor det fortsat er nødvendigt at sprøjte. Det store forbrug af Round-up har også betydet, at ukrudtet har udviklet resistens over for sprøjtemidlet.

Når man drøfter gensplejsning, må man også se på, om der er en økonomisk gevinst at hente. Undersøgelser viser, at udbytterne ved dyrkning af gensplejsede afgrøder ikke er større end ved konventionelle afgrøder. De skader, som man undgår ved gensplejset produktion, kan man bekæmpe på anden vis, eksempelvis ved sprøjtning. Udbytterne bliver de samme, og man sparer omkostningerne ved sprøjtning, medmindre der er tale om et tilfælde, som Round-up eksemplet nævnt foran.

Hvad det samlede økonomiske resultat bliver sammenlignet med konventionel produktion, kan man ikke sige noget generelt om. Hvis køb af genmodificerede frø er meget dyrere end indkøb af traditionelle frø, kan det økonomisk set være en ulempe at dyrke gensplejsede produkter.

Vil det samlet set forøge den samfundsmæssige nytte at tillade produktion og forbrug af gensplejsede produkter? Her kunne man måske forestille sig, at en cost-benefit analyse, som sammenholder fordele og ulemper, kunne bidrage til en konklusion. I virkelighedens verden vil det ofte ikke være tilfældet. I praksis er det vanskeligt at prisfastsætte fordelene og ulemperne, og det gælder ikke mindst, når man også skal tage hensyn til risici og usikkerheder.

I Danmark er det en skeptisk holdning til gensplejsede produkter. Det hænger utvivlsomt sammen med det etiske aspekt, som det nærmest er umuligt at få med i en cost-benefit analyse. Der er en betydelig usikkerhed i befolkningen med hensyn til, om man kender alle de langsigtede konsekvenser af produktionen og anvendelsen af gensplejsede afgrøder. Ved vurdering af disse forhold indgår etiske holdninger. Det drejer sig om, hvad der er naturligt, og hvad der ikke er naturligt. Det drejer sig om dyrenes og naturens integritet. De religiøse vil tale om guds skaberværk, andre vil tale om naturens orden. Der er en fornemmelse af noget større, som vi ikke skal forsøge at ændre på.

I Danmark dyrkes der ikke kommercielt gensplejsede afgrøder. Hvis en fødevarer indeholder GMO-ingredienser, skal det fremgå af mærkningen. En stor del af de foderblandinger, som landbruget bruger i dag, indeholder genmodificerede afgrøder.

#### 4. Dyreetik

Planter har ingen oplevelser og kan ikke føle smerte, så vidt vi ved, som det er tilfældet med dyr. Derfor opstår der en række specielle etiske spørgsmål om behandlingen af dyr. Dyreetiske spørgsmål trænger sig helt naturligt mere på, når landbruget i større udstrækning industrialiseres.

Temaerne er velkendte. Det drejer sig om søer, som er fastlåste i bokse for at undgå, at de lægger sig på smågrisene. Det drejer sig om haleklipping af smågrise. Det drejer sig om den store dødelighed for smågrise. Fritgående grise på friland har langt større muligheder for at eksistere i overensstemmelse med deres instinkter. Disse muligheder reduceres i de moderne traditionelle produktionsformer.

Økonomien i svinebruget afhænger meget af, hvor mange smågrise en såkaldt årso – dvs. en so, som har været inde i produktionssystemet i et år – kan levere. Derfor fravæner man smågrisene fra søerne hurtigere, end det ville ske ifølge naturens orden. Man opnår, at søerne hurtigere kommer i brunst, og dermed lægger grunden til et nyt kuld.

I dag har man gennem avlsarbejdet opnået et så stort antal smågrise per kuld, at soen ikke har tilstrækkelige pletter til alle smågrise. Her er tale om et etisk problem vedrørende avlsarbejdet, som giver stof til eftertanke.

Inden for koholdet er man gået bort fra, at køerne går på græs. Det kræver for meget energi, som går ud over mælkeydelser. I stedet lader man køerne stå på stald og fodrer dem der. Det er ikke i overensstemmelse med køernes natur.

Et andet eksempel er opdræt af kalve, specielt tyrekalve, udelukkende med mælk



for at få hvidt kød ved slagtning. Dette er helt i strid med kalvenes naturlige diæt.

Mælkeydelsen per ko er vokset kolossal. Det er ikke alene et resultat af mere effektiv foderblandinger og foderteknikker. Det er også resultatet af et betydeligt avlsarbejde, som har skabt køer med et højt overnaturligt yver rent størrelsesmæssigt.

Også i ægproduktionen og kyllingeproduktionen er der etiske problemer i relation til produktionsmetoderne. Man har rent genetisk fremavlet kyllinger, der vokser meget hurtigt på kort tid. Det har medført, at deres ben er så svage, at de ikke har kunnet stå oprejst med den vægt, som de opnår.

De fleste vil nok mene, at der er en række grænser for, hvordan man kan behandle husdyr. Der eksisterer en lovgivning om de krav, som skal overholdes. Spørgsmålet er om de krav, som lovgivningen stiller, er tilstrækkelige ud fra de normer, som samfundet har.

## **VI. Landbrug og sundhed**

Landbruget kan påvirke sundheden hos mennesker på en lang række forskellige områder. De forskellige kanaler, ad hvilke sundheden påvirkes, vil blive illustreret i det følgende.

Det er produktionsmetoderne i landbruget, der skaber problemerne. Produktionsmetoderne påvirker miljøet, og gennem miljøet bliver menneskene direkte ramt. Fremkomsten af antibiotikaresistente bakterier er et eksempel herpå. Bakterierne spredes i miljøet, og de mennesker og dyr, som færdes i miljøet, bliver ramt af disse bakterier. I andre tilfælde sker sundhedspåvirkningen mere indirekte. Produktionsmetoderne påvirker miljøet, og de skadelige stoffer optages i de produkter, som dyrkes. Ved forbruget af de forurenede

produkter bliver sundheden påvirket. Som eksempel herpå kan man se på tungmetallerne kobber og zink. De indgår i landbrugets produktionsprocesser, hvorefter de optages i de produkter, som dyrkes og senere konsumeres.

I det første tilfælde med antibiotikaresistente bakterier er det klart, at det i første række er de landmænd og hjælpere, som står for svineproduktionen, der er i farezonen. Bakterierne kan sprede sig til familie og videre ud i samfundet. Har bakterierne spredt sig overalt, også til hospitalssektoren, har vi et meget stort problem.

I det andet tilfælde, hvor tungmetaller optages i de produkter, der produceres, vil alle forbrugerne af de pågældende produkter blive ramt. Tungmetallerne ophobes i jorden, og de påvirker mikroorganismene negativt. Er jorden først blevet forurenede med tungmetaller, vil alle de produkter, som dyrkes på jorden, og som kan optage tungmetaller, være forurenede og dermed udgøre en sundhedsfare.

### **1. Anvendelse af vækstfremmere**

#### **a. Antibiotika som vækstfremmer**

I svineproduktionen tilsættes foderet antibiotika som vækstfremmer. Formålet er at opnå en bedre økonomi i svineproduktionen. Det sker ved, at man kan fravænne smågrisene tidligere fra soen, således at soen hurtigere kan blive drægtig igen. Ved antibiotika i foderet undgår man, at smågrisene får diarre ved den tidlige fravæning. Derudover betyder tilsætning af antibiotika, at smågrisene vokser hurtigere, og at foderbruget bliver reduceret.

Ved tilsætning af antibiotika til foderet opnår man at slå den naturlige bakteriefloora i svinets tarm ihjel. Bakterierne for-

bruger en del af foderet. Ved at slå de naturlige bakterier ihjel øger man svinets tilvækst per foderenhed. Problemet er blot, at det har fatale konsekvenser at slå den naturlige bakterieflora ihjel. De udgør nemlig en væsentlig del af forsvaret over for de aggressive bakterier, som fremkalder sygdomme.

I en naturlig produktion, hvor antibiotika ikke blandes i foderet, vil den naturlige bakterieflora i tarmen ganske vist fortære noget af foderet, men til gengæld udgør de et værn imod de sygdomsfremkaldende bakterier.

Slår man den naturlige bakterieflora ihjel, skaber man et biologisk vakuum, som betyder, at de få resistente bakterier kan overtage hele det ledige rum. De kan nu mangfoldiggøre sig, fordi de ikke længere er i konkurrence med den naturlige bakterieflora, som ikke er resistent over for antibiotika.

Problemet er, at man får oparbejdet en bestand af antibiotikaresistente bakterier, som kan brede sig i miljøet. I det øjeblik, de spreder sig til mennesker, er det et stort problem. Bliver menneskene syge, vil antibiotika ikke virke, fordi bakteriefloraen i større eller mindre grad er resistent over for antibiotika.

Når de antibiotikaresistente bakterier først har fået fat, opstår der en kamp, som kan have uoverskuelige konsekvenser. Disse bakterier vil udvikle sig i svinene, og hvis de ikke bliver bekæmpet, vil de tage sig af foderet, og de vil brede sig, så dyr og mennesker ikke længere med succes kan behandles med antibiotika mod traditionelle sygdomme.

Derfor er det nødvendigt at bruge større mængder antibiotika, og det bliver nødvendigt at anvende skrappere antibiotika-produkter. Alt dette fører så til ny resistens

i bakteriefloraen. Det uhæmmede brug af antibiotika er derfor en kamp uden ende med vidtrækkende konsekvenser til følge.

Der har også i udlandet været opmærksomhed omkring antibiotikaproblemet i dansk svineproduktion. Danske landmænd sender i stor stil smågrise til opdræt i Tyskland. Det indebærer naturligvis en risiko for yderligere spredning af de antibiotikaresistente bakterier.

I Norge, Sverige og England har der været opfordringer til at boykotte dansk svinekød. Når hylden med virksomme antibiotika er ved at være tom, og når ønskerne og kravene om en reduktion af landbrugets brug af antibiotika tager til, opstår tanken om alternative løsninger.

### ***b. Kobber og zink som vækstfremmere***

Her kommer tanken om at erstatte antibiotika med kobber og zink ind i billedet. Blander man tungmetallerne kobber og zink i foderet, opnår man præcis det samme i svineproduktionen, som det der er formålet med anvendelsen af antibiotika. Kobber og zink reducerer bakteriefloraen, og kun de bakterier, der er resistente over for de to tungmetaller, kan florere.

Ideen med at anvende kobber og zink frem for antibiotika skulle være den, at man mindsker opbygningen af antibiotikaresistens i bakteriefloraen. Desværre viser det sig ikke at være tilfældet. Det viser sig nemlig, at antibiotikaresistente bakterier også er resistente over for kobber og zink. Der udvikler sig med andre ord bakterier, som på én gang er resistente over for antibiotika og tungmetaller. Uden at få løst problemet med antibiotikaresistens får man skabt yderligere problemer ved at benytte kobber og zink, som vist tidligere i afsnit III, 1, a.

Tungmetallerne optages i planteprodukterne og dermed også i mennesker og dyr. For store mængder af tungmetaller er sundhedsmæssigt meget farligt. Tilførslen af tungmetaller har derudover en negativ indflydelse på mikroorganismene i jorden. Tungmetallerne nedsætter den mikrobielle omsætning af organisk stof, hvilket reducerer jordens frugtbarhed.

### **c. Forsøg på at nedbringe antibiotikaforbruget**

Antibiotika i landbrugsproduktionen er en naturlig ting til bekæmpelse af sygdomme og infektioner. Problemer er, at antibiotika ikke blot anvendes til at bekæmpe sygdomme, når de er opstået. Antibiotika anvendes også præventivt for at indgå sygdomme.

Man kan sige, at i landbruget anvendes antibiotika til tre ting. For det første anvendes det over for de syge dyr. Det er eksempelvis de dyr, der ikke rejser sig, eller som ikke tager foder til sig. Får det andet giver man antibiotika til nabosvine til de syge dyr. Det gør man profylaktisk for at undgå at de bliver syge.

Langt det meste antibiotika benyttes som vækstfremmer med de konsekvenser, som er nævnt foran. Selv om problemet dukker op i debatten fra tid til anden, er der ikke sket fremskridt. Så sent som i 2010 indførtes en såkaldt "gul kort"-ordning. Er landmandens antibiotikaforbrug for stort, får han et såkaldt "gult kort", som indebærer, at han skal have reduceret forbruget inden for en tidsfrist.

Man kan konstatere, at initiativet mislykkedes. Efter et fald i forbruget de to første år, er forbruget af antibiotika i landbruget steget igen. Det foruroligende er, at forbruget af de farligste typer antibiotika er vokset mest. Forbruget af de såkaldt

bredspektrede typer er i de senere år vokset mere end dobbelt så meget som forbruget af den smalspektrede antibiotika.

De bredspektrede typer antibiotika angriber flere eller samtlige bakterier i tarmen og giver på den måde plads til, at de tilbageværende resistente bakterier kan udbrede sig i større udstrækning.

## **2. Ammoniakfordampning**

At luftforurening er til skade for sundheden, er en kendt sag. En væsentlig kilde til de sundhedsmæssige problemer forbundet med luftforurening stammer fra landbruget. Det er ammoniakfordampning, som er det væsentlige problem.

Danmarks Miljøundersøgelser har fundet frem til, at ca. 40 procent af de helbredsomkostninger, der er forbundet med luftforurening, er forårsaget af ammoniakfordampning fra landbruget. Til sammenligning kan nævnes, at ca. 20 procent af helbredsomkostningerne knyttet til luftforurening stammer fra vejtrafikken.

Ammoniakfordampningen stammer fra staldene, fra lagringen af gylle og fra udbringningen af gylle. Udslip af ammoniak bidrager til dannelse af partikler, som er sundhedsskadelige i form af luftvejsproblemer og for tidlige dødsfald. Det synes som om, ammoniakfordampningen fra landbruget er en hidtil overset og betydningsfuld faktor i det meget store sundhedsproblem, der er knyttet til partikelforurening. Derudover er der lugtgener forbundet med håndtering af gylle.

## **3. Pesticider**

Landbruget anvender i stor stil stoffet glyphosat, som indgår i sprøjtemidlet Roundup. Formålet er for det første at bekæmpe ukrudt. Det er et populært ukrudtsmiddel, fordi det er mere effektivt end andre

ukrudtsmidler. I modsætning til andre ukrudtsmidler trænger det ned i ukrudtets rødder og dræber planten. Når rødderne er døde, er marken ukrudtsfri, og den kan straks tilsås igen. I ældre tid harvede man for at fjerne ukrudtet. Med Round-up er det ikke længere nødvendigt. Det betyder at anvendelsen af glyphosat erstatter gamle dages jordbehandling.

For det andet bruger man sprøjtning med glyphosat ca. 2 uger før høst. Man bruger det typisk, når kornet er uensartet modnet. Det kan være modnet på højere beliggende områder og grønt i lavninger. Glyphosat tvangsmodner kornet.

Det omfattende brug af glyphosat betyder, at det er spredt overalt i miljøet, og at det findes i produkter, som vi anvender dagligt. I Tyskland har man fundet glyphosat i en række af de mest populære ølprodukter. I en undersøgelse af tyskere har man i urinen fra 3 ud af 4 tyskere fundet glyphosat. Det store problem rent sundhedsmæssigt er, at man mistænker glyphosat for at være kræftfremkaldende. WHO mener, at det sandsynligvis kan forårsage kræft.

Man har derfor i EU drøftet, om glyphosat skulle forbydes som sprøjtemiddel i landbruget. Industrien mener, at stoffet nedbrydes fuldstændigt, og landbruget er også imod et forbud. Med den produktionsmåde i planteavl, som man har i dag, er landbruget stærkt afhængigt af glyphosat i produktionen.

Her har vi igen en konflikt imellem landbrugets produktionsinteresser og den samfundsmæssige interesse i at hindre en sundhedsrisiko.

#### **4. Medicinrester i fødevarer**

Danmark er kendt som et land med meget høje veterinære standarder, hvilket i øv-

rigt har betydet meget for eksporten af danske fødevarer. Mælke- og kødkontrol- len skal sikre overholdelsen af reglerne vedrørende produkternes sundhedsmæssige standard.

Fødevarerkontrollen skal blandt andet sikre, at der ikke er medicinrester i fødevarerne. Syge dyr bliver behandlet med antibiotika, men der må ikke være rester af antibiotika i produkterne. Ikke desto mindre har der fra tid til anden været problemer med at overholde bestemmelserne om, at mælk og svinekød fra sygdomsbehandlede dyr ikke må leveres på markedet, før en karensperiode er overstået.

#### **5. Er økologiske produkter sundere end konventionelt producerede fødevarer?**

Til sidst skal der rejses et omdiskuteret spørgsmål, nemlig om økologiske produkter kvalitetsmæssigt er bedre end konventionelle landbrugsprodukter.

Det er klart, at produktionsmetoderne har forskellige konsekvenser for miljø og natur. Spørgsmålet er, om det også får indflydelse på produkternes kvalitet. Der er vel næppe tvivl om, at økologiske gulerødder eller æbler er mindre holdbare end de tilsvarende konventionelle produkter. Spørgsmålet er så om det bliver opvejet af andre kvaliteter. Er de økologiske produkter sundere eller smager de bedre?

Spørger man eksperter i dag, vil nogle påpege, at det ikke er muligt videnskabeligt at påvise, at økologiske produkter er sundere. Et generelt udsagn af denne karakter er farligt. For der er utvivlsomt forskelle fra produkt til produkt. Det er desuden klart, at vor viden om produkternes sundhed er begrænset.

I denne artikel har vi set på en række problemer forbundet med moderne landbrugsproduktion. Eksempelvis er det vist,

hvordan zink og kobber i foderet til svin spredes på jorden gennem gyllen, hvorfra det optages i de dyrkede produkter, som forbruges af mennesker eller anvendes til foder. Når økologiske landmænd ikke anvender gylle med kobber- og zinkrester, vil de økologiske produkter alt andet lige være sundere end de konventionelt dyrkede produkter.

Det er svært uden videre at godtage, at økologiske produkter ikke er sundere. Indtil i dag er antallet af undersøgelser begrænset. Det vil fremtiden råde bod på.

### **Afsluttende bemærkninger**

Formålet med denne artikel har været at se landbruget ud fra samfundets, dvs. ud fra borgernes og forbrugernes synsvinkel. Der er to ting, som borgere er stærkt interesseret i, og det er de eksternaliteter, der er knyttet til landbrugsproduktionen, og det er kvaliteten af de fødevarer, som produceres.

I tre afsnit vises, hvordan landbrugets produktionsmetoder påvirker vandmiljøet, jorden, luften, klimaet og naturen med dets dyre- og planteliv. Et afsnit ser på nogle af de etiske problemer i forbindelse med landbrugets udvikling. Endelig ses der i sidste afsnit på, hvordan landbrugets produktionsformer og produkter relaterer sig til menneskers sundhed.

Alle de problemer, der er rejst, indgår i den offentlige debat. Opfattelsen af problemernes art og omfang er ikke altid den samme hos landbruget og i det øvrige samfund. Derfor er sagkundskabernes stemme vigtig at lytte til. Hermed opnår man større klarhed over for de valg, der skal træffes.

Mange af de problemer, som er nævnt i artiklen, forsøger man at løse gennem reguleringer iværksat igennem lovgivning og regulativer. I visse tilfælde har reguleringerne virket, i andre tilfælde har de ikke. Det rejser spørgsmålet om, hvordan man enten ved en skrapere regulering eller anden regulering kan opnå det mål, man sætter.

Landbruget må være opmærksomt på samfundets krav. Landbruget må også overveje at lægge produktionsformerne om, hvis det er nødvendigt for at nå de mål, som samfundet finder rimelige.

Denne afvejning imellem at tilgodese landbrugets interesser samtidig med, at man opfylder samfundets rimelige ønsker, rejser spørgsmålet om landbrugets fremtidige udvikling. Hvilken politik bliver der ført? Dette er temaet for den tredje artikel om landbrugets fremtid, som bringes i næste nummer af Tidsskrift for Landøkonomi.



# LANDBRUGETS TRÆDEMØLLE: GÆLDER DEN STADIG?

---

Henning Otte Hansen, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet

*Teorien om landbrugets trædemølle siger, at teknologi medfører stigende produktivitet, stigende udbud og dermed faldende priser. Dermed øges behovet for ny teknologi. Det vedvarende teknologipres gavner de innovative landmænd, mens de mere afventende landmænd kun oplever de negative virkninger i form af prisfald.*

*I denne artikel beskrives nærmere de enkelte elementer i trædemøllen. Samtidig vurderes trædemøllens betydning og mulige påvirkning. Det konkluderes, at trædemøllen, dens forudsætninger og afledte virkninger stadig er fuldt gældende. Det er ikke muligt for et enkelt land eller region at bremse trædemøllen på lang sigt. På lokalt plan kan man løse nogle sociale og økonomiske problemer skabt af trædemøllen gennem nemmere afvandring.*

## Indledning

Teorien om landbrugets trædemølle blev udviklet og præsenteret af den amerikanske landbrugsøkonom, Willard W. Cochrane, i 1958 i artiklen "Farm Prices, Myth and Reality". Landbrugets trædemølle går i korte træk ud på følgende:

Trædemøllen begynder, når ny teknologi udvikles og bliver taget i anvendelse af de landmænd, som er hurtige til at implementere og udnytte ny viden. Disse landmænd formår at få en økonomisk fordel af den nye teknologi, fordi de kan producere med lavere omkostninger til uændrede salgspriser. I takt med at flere og flere landmænd tager den nye teknologi i anvendelse, stiger produktionen, og dermed falder priserne. Dermed forsvinder den umiddelbare økonomiske fordel, som de progressive landmænd fik, da den bliver spist af de faldende priser.

Artiklen er baseret på et indlæg, som forfatteren holdt ved Landhusholdningsselskabets og IFROs efterårskonference på KU SCIENCE den 23. november 2016

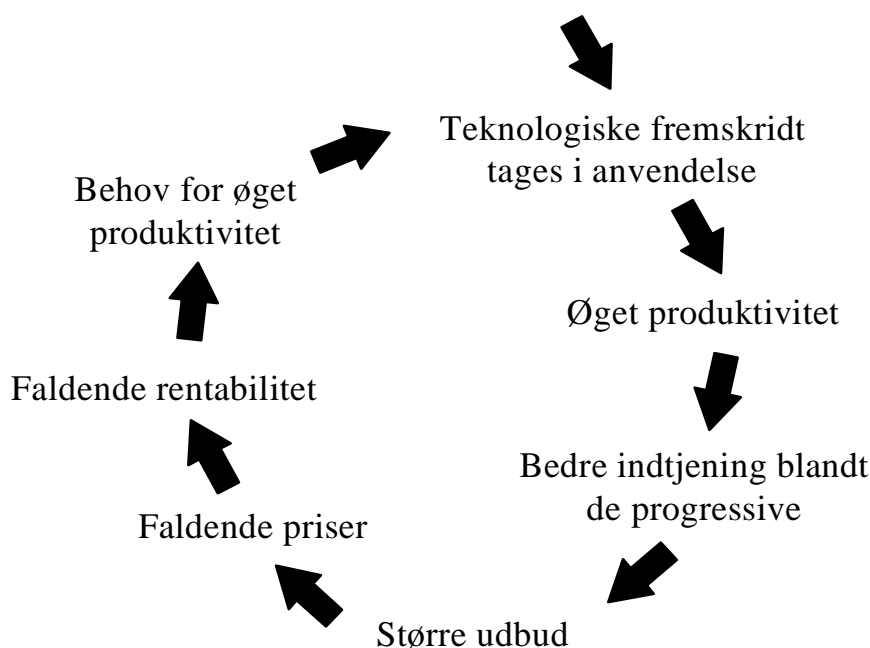
De efternølede ("fodslæbende") landmænd, som først ret sent tager ny teknologi i anvendelse, oplever dermed kun de negative effekter af teknologiudviklingen, nemlig prisfald. På dette tidspunkt i trædemøllen opstår der behov for ny teknologi, som igen kan reducere omkostninger med henblik på at gavne landmændenes indtjening. Her er det igen kun de innovative landmænd, der høster gevinsten uden også at opleve det efterfølgende prisfald med det samme.

Landmænd i trædemøllen vil altid være nødt til at løbe hurtigere og anvende ny teknologi for at opveje det fald i realpriser og bytteforhold, som landbruget altid vil stå overfor. Forbrugerne får i sidste ende fordel i form af billigere fødevarer.

Trædemøllens forløb er skitseret i figur 1.

I det følgende beskrives nærmere de enkelte elementer i trædemøllen. Samtidig vurderes trædemøllens betydning og mulige påvirkning.

**Figur 1. Illustration af forløb i landbrugets trædemølle**



Anm: De første tre trin foretages af de progressive og innovative landmænd, som når at få en økonomisk gevinst. Efterhånden som gennemsnitslandmændene også tager teknologien i anvendelse, stiger udbuddet yderligere, og priserne falder tilsvarende (de sidste fire trin). Egen fremstilling baseret på Cohrane (1958).

### **Teknologiens betydning**

Den teknologiske udvikling i landbruget har været og vil også i den nærmeste fremtid være i en rivende udvikling, og den vil have stor betydning for landbrugets strukturudvikling.

Grundlæggende kan teknologisk udvikling ændre på landenes komparative fordele. Ny teknologi kan erstatte de konventionelle indsatsfaktorer som jord, arbejdskraft og kapital, men også omkostninger, stordriftsfordele, specialisering, koncentration m.m. kan blive påvirket. Påvirkningerne kan være direkte i form af, at for eksempel arbejdskraft overflødiggøres eller indirekte og afledt i form af for eksempel stigende produktivitet, stigende produktion og udbud samt efterfølgende prisfald.

Stigende afvandring er en både direkte og indirekte konsekvens af ny teknologi. For det første erstatter ny teknologi ofte arbejdskraft. For det andet vil den produktivitetstigning, som er afledt af teknologien, ofte medføre en øget produktion, som på længere sigt resulterer i prisfald og dermed øget afvandring og reduceret tilgang til erhvervet.

Ny teknologi forstærker også udviklingen i retning af færre og større bedrifter. Teknologi vil oftest medføre størrelsesøkonomi og stordriftsfordele. De større bedrifter får en fordel, og de små bedrifter må blive større for at kunne udnytte den nye teknologifordel, eller de må i yderste konsekvens nedlægges.



## First og last movers

Cochrane deler landmændene i to grupper:

Den ene gruppe er „First movers“, „Early adopters“ eller „innovative landmænd“.

Den anden gruppe er „last movers“, „Later adopters“ eller „efternølere. Gruppen består af landmænd, der enten ikke vil eller ikke kan indføre den ny teknologi. Disse efternøleres situation vil være meget vanskelig. De vil stå over for faldende afregningspriser samt relativt høje produktionsomkostninger.

Udover disse to yderpunkter af landmænd er der også en stor gruppe af „gennemsnitslandmænd“, som ikke direkte indgår i trædemøllen.

Antagelsen om to typer af landmænd, first og last movers, innovative og fodslæbende, kan der næppe være tvivl om. Samme opdeling findes i alle andre erhverv og i andre befolkningsgrupper, og det er der ikke noget odøst i. Det vigtige i denne sammenhæng er:

\* Er det de samme landmænd, der er i de to grupper hele tiden, eller flytter de sig over tid?

\* Hvad er forklaringerne? Uddannelse, tilfældigheder, bevidst fra- eller tilvalg, alder, risikoaversion eller lignende? For eksempel kan nogle ældre landmænd med fordel nedslide det eksisterende produktionsapparat fremfor at investere i ny teknologi.

\* Kan landmænd flyttes fra last movers til first movers, og i hvilken udstrækning er det en fordel?

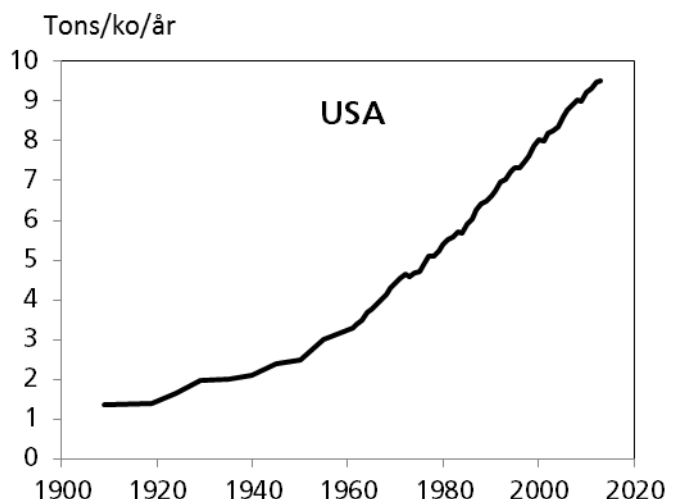
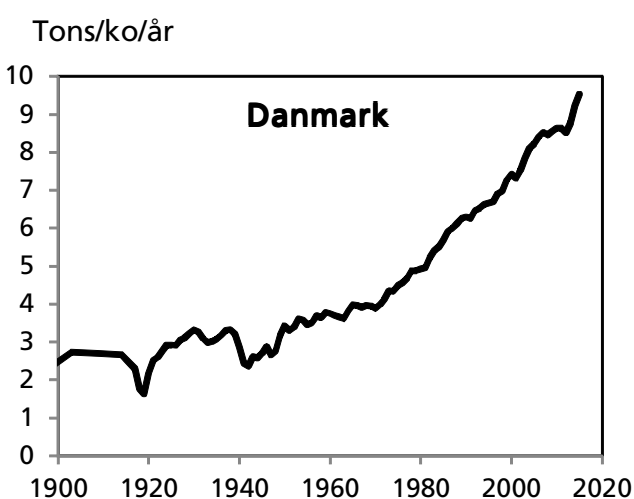
\* Hvorledes kan landmænd yderligere flyttes fra last til first movers?

\* Alle kan pr. definition ikke være de første, men kan flere danske landmænd være first movers i et globalt konkurrenceperspektiv?

## Vedvarende produktivetspres

Trædemøllen forudsætter et vedvarende produktivetspres skabt af ny teknologi. Historisk set har der været en næsten konstant produktivetsstigning i flere store sektorer i landbruget. Figur 2 viser således den langsigtede udvikling i den gennemsnitlige mælkeydelse pr. ko i USA og Dan-

**Figur 2. Mælkeydelse pr. ko pr. år i Danmark og USA: Langsigtet tendens**

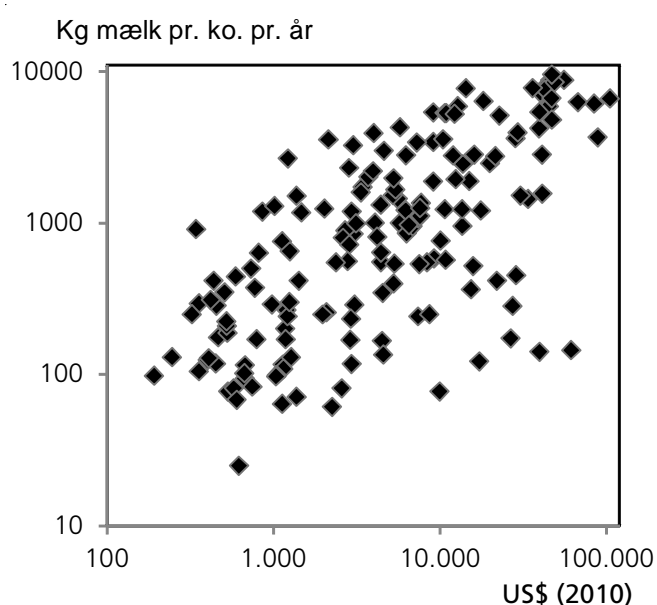


Kilder: Danmarks Statistik (flere årgange), FAO (2016) og USDA (2016)

mark. Figuren viser et næsten identisk forløb i de to lande – trods betydelige forskelle i både strukturforhold, landbrugspolitiske rammer og naturgivne betingelser mellem landene.

Landbrugets produktivitet kan i vid udstrækning forklares ud fra landets økonomiske velfærdsniveau – BNP pr. indbygger. Jo rigere og mere veludviklet et land er, desto højere produktivitet i landbruget. Figur 3 illustrerer denne sammenhæng i mælkesektoren.

**Figur 3. Mælkeydelse pr. ko pr. år (2013) som funktion af landets BNP pr. indbygger (2013)**



Kilder: FAO (2016) og World Bank (2016)

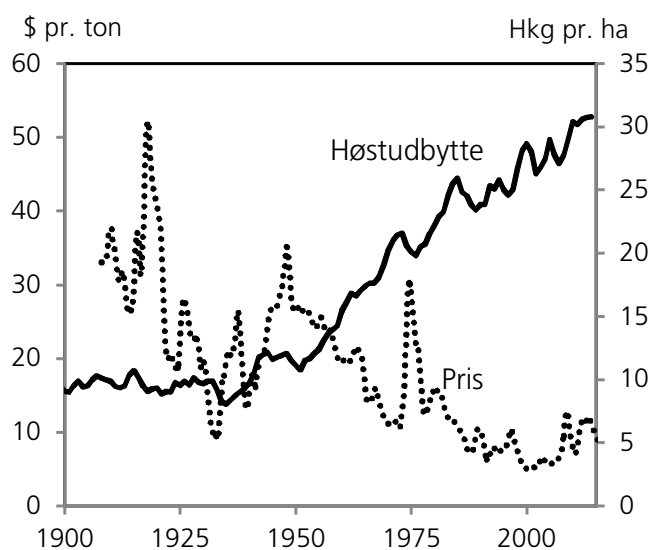
Figuren viser for alle lande i verden dels BNP pr. indbygger, dels landets gennemsnitlige mælkeydelse pr. ko. Som det ses, stiger mælkeydelse med stigende økonomisk velfærd. Man kan derfor forvente, at ulandenes relativt lave mælkeydelse vil stige i takt med, at landene bliver rigere. Der kan dermed også fremover forventes stigende produktivitet i især de mindre udviklede lande, og produktivitetspotentialet er stort.

Korrelationen mellem mælkeydelse og BNP pr. indbygger er bemærkelsesværdig i betragtning af, at landenes klima, naturgivne betingelser m.m. – som også påvirker mælkeydelserne - er meget forskellige fra land til land. Alligevel spiller det økonomiske velfærdsniveau en synlig rolle.

### Vedvarende realprisfald

Trædemøllen forudsætter et vedvarende prispres skabt af produktivitetstigningerne. Det kan være vanskeligt direkte og empirisk at bevise en effekt af produktivitetstigninger på prisudviklingen, idet mange forskellige forhold påvirker udviklingen. Rent teoretisk er det dog åbenlyst, at produktivitetstigninger medfører lavere produktionsomkostninger, som igen vil blive konkurreret ud i markedet i form af lavere priser. Der er således også mange eksempler på, at priser og produktivitet udvikler sig i hver sin retning – jf. for eksempel figur 4.

**Figur 4. Hvede: Realprisudvikling og høst-udbytte i USA**



Anm: Pris er 12 måneders løbende gennemsnit og deflateret med inflationen

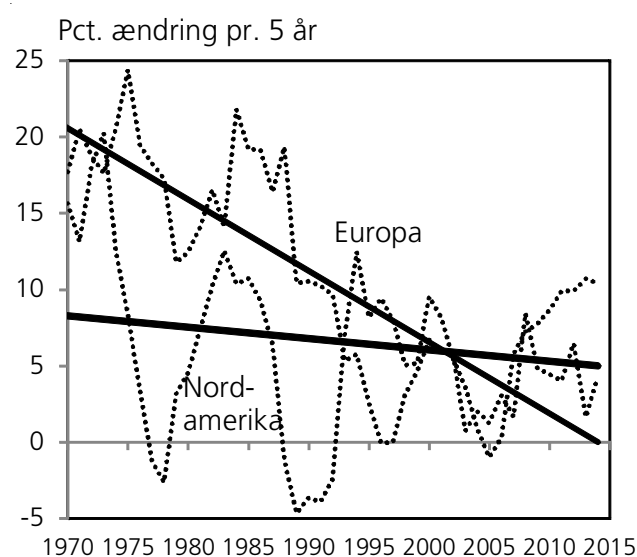
Kilde: Egne beregninger på grundlag af USDA (2016a+b) og FAO (2016)

Det er ikke kun trædemøllen, der skaber de faldende realpriser, idet der også på efterspørgselsiden er forhold, der dæmper prisudviklingen. Det spiller således også en rolle, at efterspørgselsvæksten er relativt lille (lille indkomstefterspørgselselastisitet), at efterspørgslen ikke stiger ret meget ved prisfald (lav prisetterspørgselselastisitet). Landbrugspolitik og landbrugsstøtte har også spillet en stor rolle for prisudviklingen, om end påvirkningen er reduceret i de seneste årtier.

### Loft over produktiviteten

Der er et loft – et maksimalt niveau – for produktiviteten. Vand, næring og i sidste ende også sollys er begrænsende faktorer for stigende planteproduktion og stigende produktivitet. Især i lande med meget høje produktivetsniveauer er der en faldende produktivetsvækst. Dette ses i planteavl i både Nordamerika og Europa.

**Figur 5. Ændringer i høstudbytter i hvedeproduktionen 1961-2014 i Europa og Nordamerika**



Anm.: Ændringerne er beregnet for 5-årsintervaller (f.eks. 2010-14 i forhold til 2005-09). Tendenslinier er indtegnet.

Kilde: Egne beregninger på grundlag af FAO (2016)

Som det ses af figur 5, er der længerevarende tendenser i retning af faldende vækst i hvedeudbytterne i både Europa og Nordamerika. Da der naturligt kan forekomme store udsving i høstudbytterne fra år til år, hvorfor det er nødvendigt at se på de længerevarende tendenser for at få et indtryk af udviklingen.

### Økonomi og produktivitet

Produktivetsstigninger er ikke nødvendigvis fordelagtige. En øget mælkeydelse eller et større høstudbytte pr. ha. kan være skabt ved en økonomisk omkostning, som er større end værdien af den øgede produktion. Man skal derfor optimere "i kroner og ikke i kilo". Det lyder logisk, og det er også den økonomiske optimering, der indgår i de sædvanlige investeringsbudgetter, men ofte er produktivetsmålene nemmere at beregne og at sammenligne.

Især når man opererer med delproduktivitet (produktion pr. ha, pr. malkeko osv.), skal man være påpasselig med at konkludere meget håndfast om de økonomiske fordele. Man bør som udgangspunkt se på alle outputs og alle inputs (hele produktionen og alle tilhørende anvendte ressourcer)

### Landmænd kan være fastlåste

Hvorfor forlader de fodslæbende landmænd ikke bare erhvervet i stedet for at køre videre i trædemøllen og fortsætte produktivetsforløbet og omkostningsjagten? En forklaring er, at landbruget også er kendetegnet ved "fixed assets" - fastlåste aktiver. Det betyder, at landmændenes ressourcer i form af viden, uddannelse, bygninger, maskiner, øvrige investeringer m.m. er målrettet landbrugsproduktion, og at de har en lav alternativ værdi i andre erhverv.

Derfor kan det være vanskeligt for landmænd at skifte erhverv.

Man taler også om, at landbrugets aktiver ikke er mobile og dermed svære at flytte over i andre erhverv. De fastlåste ressourcer kommer også til udtryk ved, at der er forskel på aktivernes anskaffelsesværdi og realisationsværdi.

Fixed assets vurderes generelt at være relativt udbredt i landbruget i forhold til andre erhverv, og derfor er der tale om et specifikt landbrugsproblem. Endeligt er det også sandsynligt, at en betydelig del af landmændene anser livet i landbruget for værende så værdifuldt, at de accepterer en lavere aflønning end i andre erhverv. Nogle landmænd forbliver derfor i landbruget ud fra mere ikke-økonomiske målsætninger.

### **Teknologi kan skabe lavere omkostninger og innovation**

Trædemølle teorien kan kritiseres for, at teknologi ikke kun medfører lavere produktionsomkostninger. Teknologi kan også resultere i innovation, som giver nye og differentierede produkter samt højværdi- og højkvalitetsfødevarer. I dette tilfælde falder stykomkostningerne ikke, og der kommer ikke samme prispres.

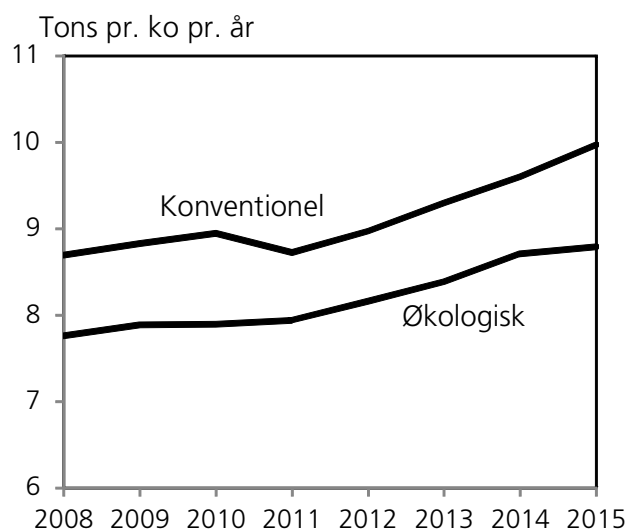
Differentierede samt højværdi- og kvalitetsprodukter kan dog kun i begrænset omfang bremse eller forsinke trædemøllen. Det skyldes især to forhold:

For det første producerer landbruget især råvarer, som er vanskelige at differentiere og gøre til unikke produkter. Man kan producere højprisfødevarer i form af dyre mærkevarer, hvor netop kvalitet, innovation og image er grundlaget for en merværdi og merpris. Det er dog primært forædlingen og markedsføringen, der skaber en merværdi, mens selve landbrugsrå-

varen stadig er en standardvare, som kan massefremstilles – om end der naturligvis er kvalitetskrav, som skal overholdes. Det er vanskeligt at skabe et “Blue Ocean” (marked med høj vækst og indtjening, innovation, kun lille konkurrence om markedsandele m.m.) for deciderede landbrugsprodukter. Dertil er konkurrencen for stor, adgangen til at kopiere er åbenlys, og muligheden for at tilføre unikke egenskaber er for lille.

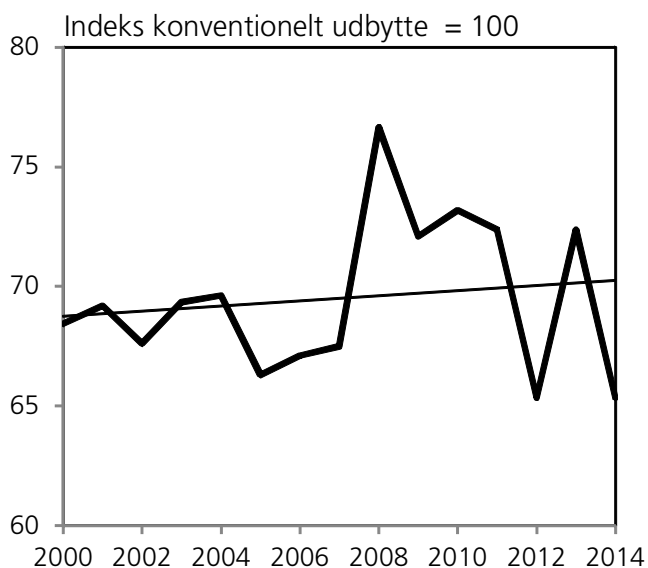
For det andet vil selv differentierede højværdi- og kvalitetsprodukter i landbruget hurtigt komme ind i et pris- og produktivitetspres ligesom andre mere konventionelle produkter. Som eksempel kan nævnes økologiske produkter, som er unikke, og som har en relativt stor efterspørgselsvækst. I de senere år har pris- og produktivitetsudviklingen for økologiske produkter i store træk fulgt den samme udvikling som konventionelle fødevarer - se figur 6 og 7.

**Figur 6. Mælkeydelse i økologiske og konventionelle bedrifter i Danmark**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af Danmarks Statistik (2016)

**Figur 7. Høstudbytter i økologisk og konventionel planteavl i Danmark**



Anm.: Sammenvejlet gennemsnit ud fra 11 afgrøders betydning i den økologiske produktion.

Kilde: Egne beregninger på grundlag af Danmarks Statistik (2016) samt specialudtræk fra Danmarks Statistik.

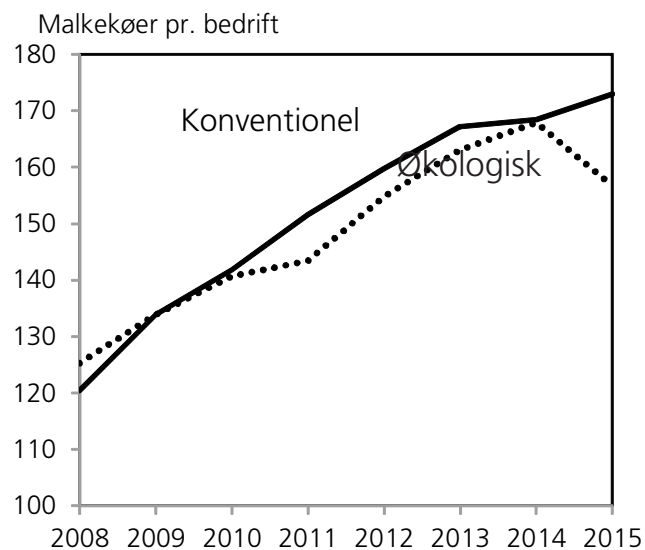
Figur 8 viser, at mælkeydelsen i økologisk og konventionelt landbrug har fulgt en næsten parallel udvikling i de senere år.

Når det gælder planteavlen, har høstudbytterne i den økologiske planteavl i et sammenvejlet gennemsnit ligget på ca. 70 pct. af udbytterne i den konventionelle planteavl (figur 7). Tendensen går i retning af, at spændet mindskes, og det viser, at der har været en - omend marginal - højere produktivitetsvækst i den økologiske end i den konventionelle planteavl i den viste periode.

Trædemøllen påvirker også strukturudviklingen, idet den teknologiske udvikling fremmer både produktiviteten og udnyttelse af stordriftsfordele. Der er dog også tegn på, at økologisk landbrug ikke er min-

dre udsat for strukturpres, idet for eksempel de økologiske malkekvægbedrifter i de senere år har fulgt samme udvikling for de konventionelle malkekvægbedrifter, jf. figur 8.

**Figur 8. Bedriftsstørrelser i økologiske og konventionelle malkekvægbesætninger**



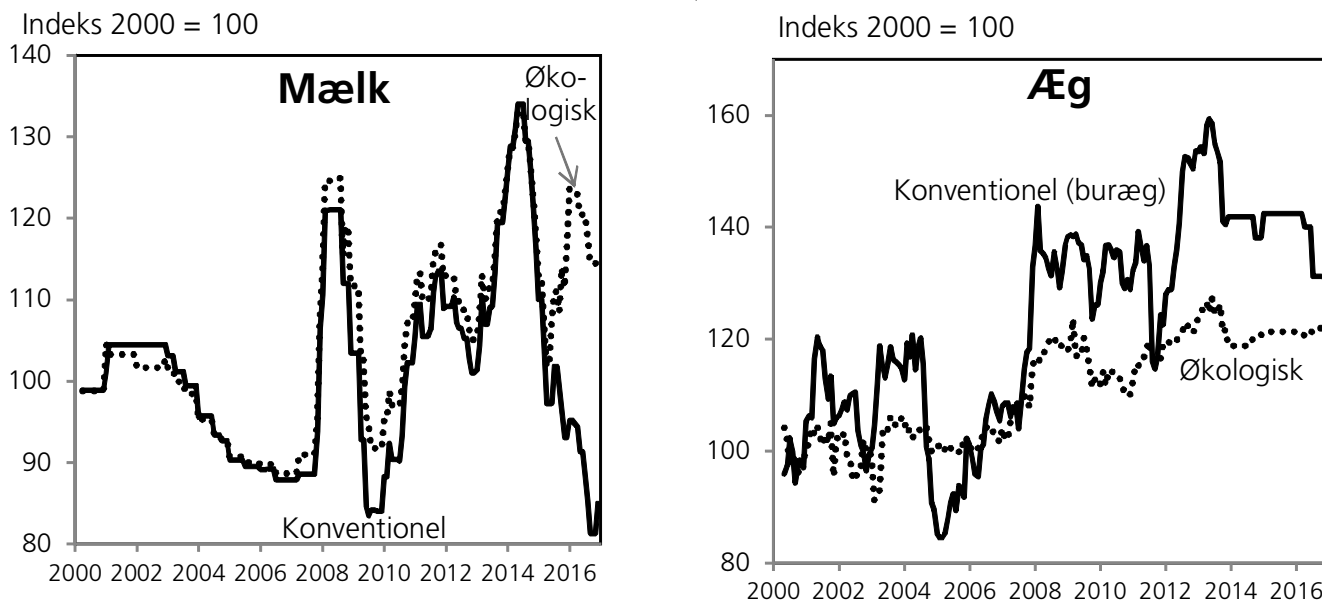
Kilde: Egen fremstilling på grundlag af Danmarks Statistik (2016).

Figuren viser, at gennemsnitsstørrelsen i økologisk og konventionelt malkekøbesætninger næsten er identisk og følger samme udvikling over tid.

Det ses således, at både struktur- og produktivitetsudviklingen er næsten sammenfaldende i de viste økologiske og konventionelle landbrugssektorer.

Det samme er i vid udstrækning tilfældet for prisudviklingen. Som det ses af figur 9, har prisudviklingen for økologisk og konventionel mælk og æg i store træk været identisk.

**Figur 9. Prisudvikling på økologiske og konventionelle landbrugsvarer: Æg og mælk**



Kilde: Egen fremstilling på grundlag af Landbrug & Fødevarer (2016).

Prisudviklingen for økologisk og konventionel mælk var næsten helt sammenfaldende frem til slutningen af 2014, hvorefter økologisk mælk steg markant, mens konventionel mælk fortsatte faldet. Når det gælder æg, har der også i store træk været samme udsving, men buræg har haft en større prisstigning end økologiske æg.

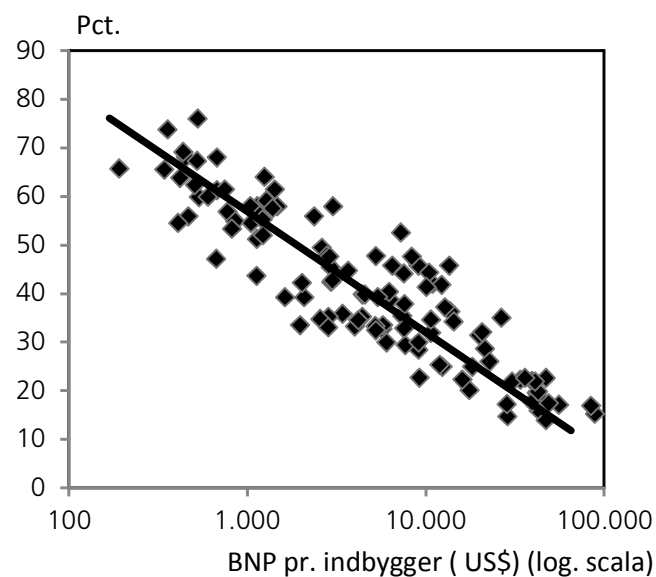
### Kan markedet ikke opsuge et stigende udbud uden store prisfald?

Trædemøllen fungerer, fordi produktivitet medfører stigende udbud og dermed faldende priser. Spørgsmålet er imidlertid, om et stort prisfald er nødvendigt, og om det ikke er muligt at finde afsætning og nye markeder til det stigende udbud.

Også her spiller markedsmekanismerne en vigtig rolle: Fødevarer er et basalt gode. Med stigende indkomst vil befolkningen imidlertid anvende en stadig mindre andel af indkomsten på fødevarer - som beskrevet ved Engels lov. Engels lov blev fremsat

af den tyske statistiker Ernst Engel (1821-96), og som det ses af figur 10, gælder dette stadig.

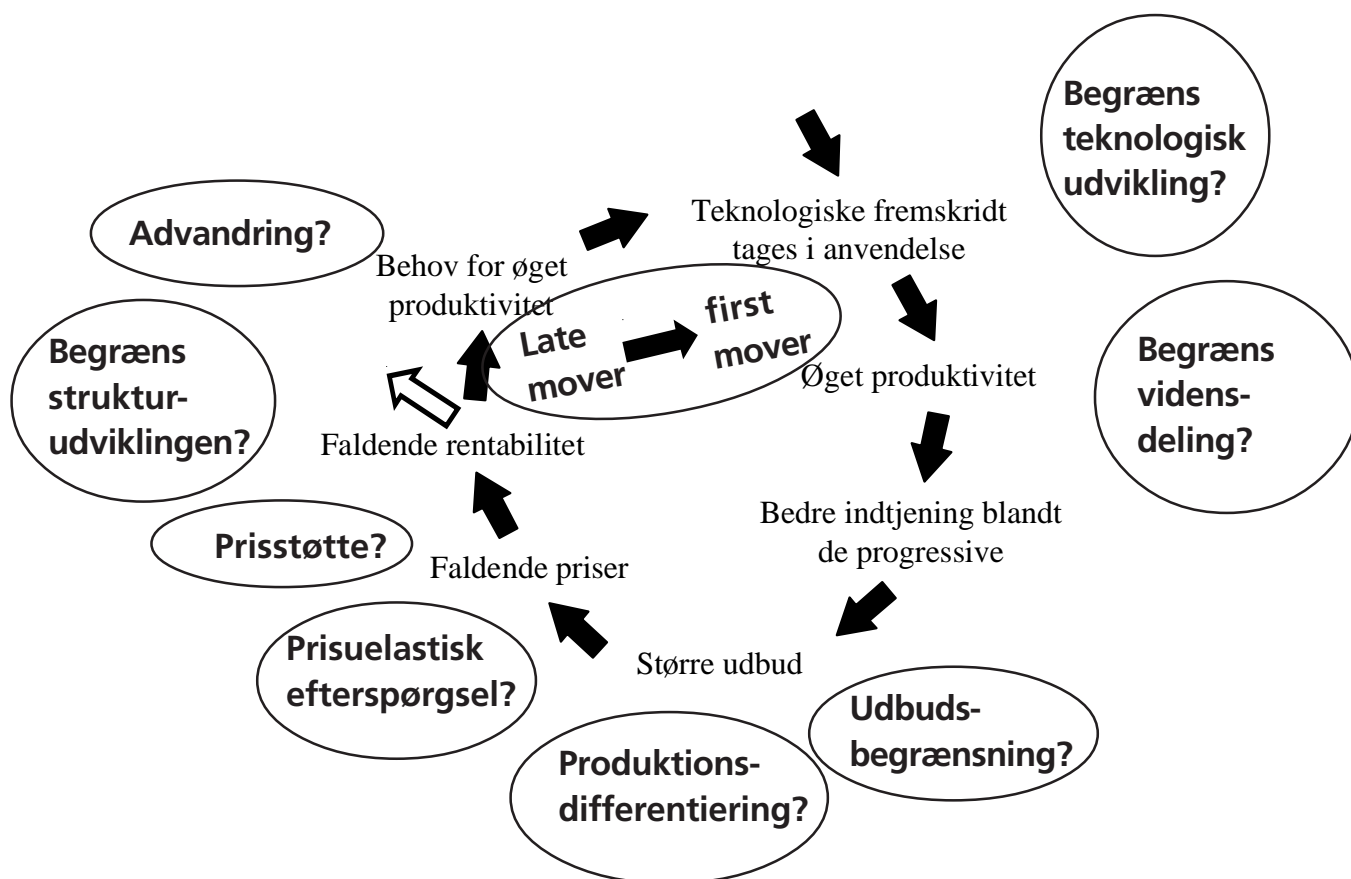
**Figur 10. Fødevarernes andel af det totale forbrug i forhold til landenes økonomiske udvikling (2010)**



Kilder: Egne beregninger baseret på World Bank (2016), Seale, J.L. and A. Regmi (2006) og FAO (2016).



Figur 11. Landbrugets trædemølle og mulige indgreb



Figuren illustrerer, at efterspørgslen efter fødevarer har en relativt svag vækst ved økonomisk udvikling, og at det derfor - alt andet lige - er vanskeligt at få markedet til at opsøge et stigende udbud uden at det resulterer i prisfald.

### Kan trædemøllen stoppes?

Landbrugets trædemølle kan for nogen forekomme urimelig og byrdefuld. At landmændene er underlagt et vedvarende pris- og produktivetspres, som de ikke selv er herre over, og som de ikke selv får nogen fordel af, kan virke negativt. Samtidig bidrager trædemøllen til en strukturudvikling, som også kan opfattes som uønskelig. Derfor er der undertiden forslag om at stoppe eller i det mindste bremse trædemøllen. Spørgsmålet er derfor, om det er muligt og ønskeligt.

Som det fremgår af figur 11, er der flere steder i trædemøllens forløb, hvor man kan påvirke udviklingen: Figuren viser, hvor og hvordan man kan gribe ind og - i teorien - påvirke trædemøllens udvikling. I det følgende forklares, hvordan man kan påvirke, og hvorfor det i praksis er næsten umuligt:

\* Man kan begrænse den forskning og udvikling, som danner grundlag for teknologiudvikling. Forskning og udvikling foregår imidlertid internationalt, og det er ikke muligt for et land eller en region at bremse denne udvikling.

\* På tilsvarende måde kan man begrænse den videnspredning mellem forskning og landbrugserhvervet, som også er vigtig for trædemøllen. Det kan ske ved at forbyde anvendelse af teknologisk udvikling (for

eksempel GMO) eller ved ikke at understøtte vidensdeling og information. Også her gælder det, at der er tale om et globalt marked for viden, som et land eller en region ikke kan styre.

\* En vigtig del i trædemøllen er, at stigende produktivitet og indtjening medfører en stigende produktion. Dermed er et prisfald umiddelbart uundgåeligt. Dette er en naturlig konsekvens i en markedsøkonomi. Den stigende produktion kan imidlertid undgås – på lokalt plan – ved at indføre produktionsbegrænsning i form af for eksempel kvoter. Skal kvoter effektivt kunne begrænse udbuddet, kræver det importbarrierer, og i en periode med mere frihandel, globalisering og internationalt samarbejde, er det ikke en holdbar løsning.

\* I stedet for at producere mere kan man producere flere høj kvalitet- og højværdiprodukter. Dette sker allerede, men der vil altid være et marked for standardvarer, lavprisprodukter m.m., og nogle lande og nogle landmænd vil altid være i stand til at producere til dette marked. Høj kvalitet- og højværdiprodukter kan ikke i sig selv forhindre et pris- og produktivitetspres i primærlandbruget.

\* Hvis man producerer landbrugsvarer, hvor efterspørgslen er mindre prisfølsom (prisuelastisk efterspørgsel), kan man begrænse eller helt undgå det prispres, som resulterer i et langvarigt realprisfald. I praksis er landbrugsvarer relativt homogene produkter, som omsættes på markeder med mange udbydere og med stor priskonkurrence. Selv om de færdige fødevarer sælges som mærkevarer med høj værditilvækst og til relativt høje priser, er landbrugsråvarerne sværere at gøre unikke, så de på

langt sigt kan berettige en positiv prisudvikling.

\* Man kan på lokalt plan bryde trædemøllen ved at indføre prisstøtte, så realprisfaldet undgås. Prisstøtte var således et bærende element i mange lande landbrugspolitik i mange år – også i EU. Erfaringerne herfra viser imidlertid, at prisstøtte ikke er nogen bæredygtig løsning på lang sigt, og prisstøtte er også i modstrid med de seneste årtiers udvikling i den internationale landbrugspolitik.

\* Den stærke strukturudvikling er også en del af – eller en konsekvens af – trædemøllen. Hvis trædemøllen løber hurtigt, vil strukturudviklingen også blive hurtigere. Man kan via lovgivning begrænse strukturudviklingen og dermed også begrænse effekterne af trædemøllen. En sådan begrænsning vil dog forringe landbrugets langsigtede internationale konkurrenceevne, og dermed er det ikke nogen mulig erhvervsmæssig løsning.

\* Afvandringen kan lettes, og dermed løser man nogle af de økonomiske og menneskelige problemer, som trædemøllen skaber for de nølende landmænd. Afvandringen kan for eksempel lettes ved at gøre arbejdskraften mere mobil. Ved at lette afvandringen løser man nogle umiddelbare problemer, men man standser ikke trædemøllen.

\* Endelig kan man også søge at flytte last movers, så de bliver first movers. Det standser heller ikke trædemøllen, men det reducerer antallet af landmænd, som kommer i klemme i trædemøllen. Dette er i sagens natur et af de mest offensive tiltag.

## Konklusion

Landbrugets trædemølle blev første gang omtalt for næsten 60 år siden, inden industrialiseringen af landbruget for alvor begyndte. Det ser ud til, at både trædemøllen, dens forudsætninger og afledte virkninger stadig er fuldt gældende. Markedsøkonomien og den internationale handel driver trædemøllen, og det er ikke muligt for et enkelt land eller region at bremse trædemøllen på lang sigt.

På lokalt plan kan man løse nogle sociale og økonomiske problemer gennem nemmere afvandring. Et mere offensivt tiltag er at prøve at flytte nogle af de nølende landmænd op i gruppen af innovative first movers. Det vil ikke bremse trædemøllen, men det vil begrænse antallet af landmænd, som kommer i klemme, og det vil øge antallet af landmænd, der får gavn af den teknologiske udvikling.

## Kilder:

**Cochrane, Willard W. (1958):** Farm Prices, Myth and Reality. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958, vii + 186 pp.

**Danmarks Statistik (2016):** Statistikbanken  
<http://www.statistikbanken.dk/>

**Danmarks Statistik (flere årgange):** Landbrugsstatistik

**FAO (2016):** FAOSTAT  
<http://www.fao.org/faostat/en/#data>

**Hansen, Henning Otte (2013):** Food Economics. Industry and Markets. Routledge

**Landbrug & Fødevarer (2016):** Månedspriser

**Seale, J.L. and A. Regmi (2006):** Seale, J.L., Jr., and A. Regmi (2006), "Modeling International Consumption Patterns." *Review of Income and Wealth*, 52, 603-624.

**USDA (2016a):** Wheat data. Yearbook  
<http://www.ers.usda.gov/Data/Wheat/Yearbook/WheatYearbookTable20-Full.htm>

**UN (2016b):** Dairy Data  
<https://www.ers.usda.gov/data-products/dairy-data/>

**World Bank (2016):** World Bank Indicators

