



Landbrugets udledning.

*En kort skitsering af de problemer der er med
udledning af klimagasser, næringsstoffer og
biodiversitet*

Af Jørgen Vangsted

Bæredygtig, men hvordan og hvorfor

Bæredygtig produktion er kompliceret. Man kan som udgangspunkt ikke dyrke afgrøder uden at gribe ind i naturen. Men landbrugsdrift gør det muligt, at vi i dag kan brødføde 8 milliarder mennesker. Vilde planter og dyr kunne uden domesticering ikke brødføde så mange. Men skal vi blive ved med at have mad nok til alle, er det nødvendigt at drive landbrug på en helt anden måde, hvis ikke biosfæren skal kolapse.

Vi taler om både klima-”krise”, udledning af næringsstoffer og en biodiversitets- ”krise”. Selv om tingene hænger sammen, er det sidste måske værre end de første. De arter som forsvinder vil være væk for evigt, og der er ikke nogen som med sikkerhed kan sige hvor ”tipping point” ligger. Vi ved fx hvor vigtigt det er, at insekterne fortsat kan bestøve vores planter, men vi ved ikke hvor mange mikroorganismer, vi kan undvære i naturens hårfine økologiske balance.

Det er ofte fremført, at der er et mindre CO₂-udslip pr. produceret enhed i et intensivt drevet landbrug i forhold til et økologisk. Men for det første – som vi skal se - er det en dårlig ide at løse ét problem ved at skabe nye, og for det andet er mange økologer i dag så effektive, at der stort set ikke er nogen målbar forskel. Diskussionen ser desværre altid bort fra *nødvendigheden* af en generel reduktion den animalske produktion. Selv om økologisk landbrug i udgangspunktet er mere skånsomt, skal der dyrkes tilsvarende mængde foder til at lave kød og mælk. Eftersom det beslaglægger rundt regnet tre gange så meget jord at producere menneskeføde gennem dyr, bør vi måle effektivitet ud fra hvor regenerativt (vedligeholde og forbedrende) vi kan dyrke jorden, og samtidig brødføde de samme mennesker.

Det meget ”produktive” landbrug, på kunstige præmisser med input af gødning og sprøjtemidler, udpiner jorden. Mange steder ser man hvordan ”madjord” og sand skyller fra højdedrag på markerne ned til lavtliggende arealer. Når jordstruktur og planterødder ikke længere kan holde på jorden er det et udtryk for, at den er sammenslemmet og mangler kulstof. Jorden er så at sige ”død” og har samtidig mistet evnen til at holde på kvælstoffet. Man kan selvfølgelig godt kalde det effektivt, men gevinsten herfor betyder udledning af næringsstoffer til vandmiljøet. Landbruget er generelt ved at indse problemet og forsøger med et vist held at tilså markerne med efterafgrøder, der forbedrer jorden/tilfører jorden kulstof.

Økologisk landbrug, på naturens præmisser:

- færre husdyr
 - mindre methanudslip
 - mindre skovhugst i Sydamerika til soyaproduktion
 - mindre amoniakudslip
 - mindre belastning af kvælstof i grundvandet og havmiljøet
 - potentiel belastning af grundvandet
- mere biodiversitet
 - mere liv i jorden
 - flere vilde fugle, dyr og insekter

Intensiv landbrug, på kunstige præmisser:

- kunstgødning
 - CO₂-udslip ved produktion og transport
 - potentiel belastning af grundvand
 - sprøjtegifte
 - mindre biodiversitet, mindre liv i jorden
 - skadeligt for grundvandet
 - flere husdyr
 - mere methanudslip
 - stor soyaimport (fældning af regnskov)
 - mere amoniakudslip
 - større belastning af grundvandet
- større belastning for havmiljøet hvor fx kvælstof fremmer algevækst og ødelægger ålegræsset. 80 – 90 % af de ålegræsenge, der i sin tid var i fjorde og kystnære områder, siden 1930-erne er forsvundet. Dermed er betydelige levesteder og CO₂-optag forsvundet.
 - iltvind betyder stærkt reduceret liv i fjorde og hav
 - nedbryder kulstof i jorden og gør mange landbrugsarealer mere afhængige af kunstigt input
 - større sygdomspress i dyreholdet, øget risiko for zoonoser og pandemier

En økologisk landmand kan på samme måde udpine sin jord. Forskellen er blot den, at det ret snart vil være slut med dyrkning, da inputtet her ikke må være kunstgødning.

I økologiske landbrug forsøger mange at indtænke dyrkningsmetoder, der regenererer jorden og opsamler kulstof, så den bliver ved med at være levende. Det vil gøre effektiviteten pr. arealenhed langt større, hvis man indregner biodiversitet og kulstofopsamling. Men det kræver ofte mere arbejdskraft. Det vil naturligvis også betyde, at vi skal spise mindre kød, indstille os på årstidens produkter og indrette dyrkningsplanen efter jordens beskaffenhed.



(Foto JV) Det er jordforbedrende at tildække bede i haven efter fx løg- og kartoffelhøst. På den måde tilføres kulstof og mikroorganismerne får gode vilkår. Et plantedække vil have samme effekt.

Landbruget er årsag til mellem 20 og 30 % af de klimagasser, vi udleder. Beregningerne afhænger af hvilke præmisser der anvendes – altså politisk bestemte opgørelsesmetoder. Husdyrene er et af de største problemer, mens omsætningen/nedbrydning af organisk jord er et andet. I økologisk landbrug er det afgørende, at jorden dyrkes uden tab af kulstof, og der er derfor nødt til at ”vedligeholde” jorden og helst gøre den bedre for at kunne dyrke den. Det regenerative princip om at bevare og opsamle kulstof er en vigtig del af den økologiske tænkning. Den intensive landbrugsdrift har ikke det samme økonomiske incitament til at passe på kulstof i jorden¹.

Hvis alle landlevende hvirveldyr blev opgjort i vægt ville:

- domesticerede dyr (produktionsdyr) udgøre..... 65 %
- mennesker.....32 %
- vilde dyr.....3 %

Kilde: Katherine Richardson, ”Hvordan skaber vi bæredygtig udvikling for alle”. Moderne ideer, 2019

¹ Kulstof i jorden findes i form af døde planterester (humus). Når jorden bearbejdes og planteresterne iltes omdanner jordbakterierne det til (f.eks.) kvælstof, vand og CO₂. Det drejer sig om at ”forbrænde” mindre organisk materiale end der tilføres. Mange jorde er så udpinte, at der stort set ikke er tale om et naturligt humuslag.

80 % af det dyrkede areal i DK går til dyrefoder. Uden kødproduktion kunne det samme areal brødføde mere end tre gange så mange mennesker. Det siger lidt om arealanvendelsen og det terrestriske pres, der er på Jorden. Men det siger også meget om den indflydelse vi har på biosfæren. Jordens naturressourcer er i virkeligheden vores egentlige "valuta", så hver gang vi "vækster" lægges der et yderligere pres på naturen. Danmarks Earth Overshoot Day var 2022 og 23. d. 28. marts. <https://adundas.dk/danmarks-earth-overshoot-day-2022-28-marts/> Det fortæller om hvor meget vi i gennemsnit forbruger i Danmark, og det kan på sin vis virke skræmmende hvor langt vi skal ned i forbrug, før vores måde at leve på er bæredygtig.

Fragt af korn, soja, kunstgødning m.m. er også klimabelastende. Verdensmarkedet tager ikke hensyn til udslip af CO_2 . En del af handelen er udelukkende kommercielt målrettet med et sekundært udspring i nødvendig fødevareforsyning; der er fx ingen grund til at importere kartofler til Danmark.

Effekten af lattergas (N_2O) er 298 gange større end CO_2 . Mængden styres af kvælstof i jorden, om der er ilt til stede eller ej, og af mængden af frisk organisk materiale, der er føde for de mikroorganismer, der omsætter ammonium til nitrat. Risikoen for at der dannes lattergas, stiger med stigende tilførsel af kvælstof, forkert jordbearbejdning, og dårligt luftskifte i jorden. Udledningen er størst på humusrige lavbundslande. Der forskes i at reducere udledningen:

<https://icoel.dk/klima/landbrugets-kilder-til-lattergas/>

Effekten af methan (CH_4) er 25 gange større end CO_2 . Gassen kommer primært fra drøvtyggernes iltfrie omsætning af fibre i foderet. Udskillelsen sker via bøvser når de tygger drøv, men de iltfrie forhold under gødningsopbevaring skaber også methan. Men sekundært har den intensive landbrugsdrifts udslip af næringssalte haft indirekte betydning for iltsvind i vores farvande. Disse områder afgiver også methan, som man fx kan se som små opstigende bobler fra hav- og fjordbund. Der er ingen større forskel på intensiv- og økologisk landbrug/pr produceret enhed.

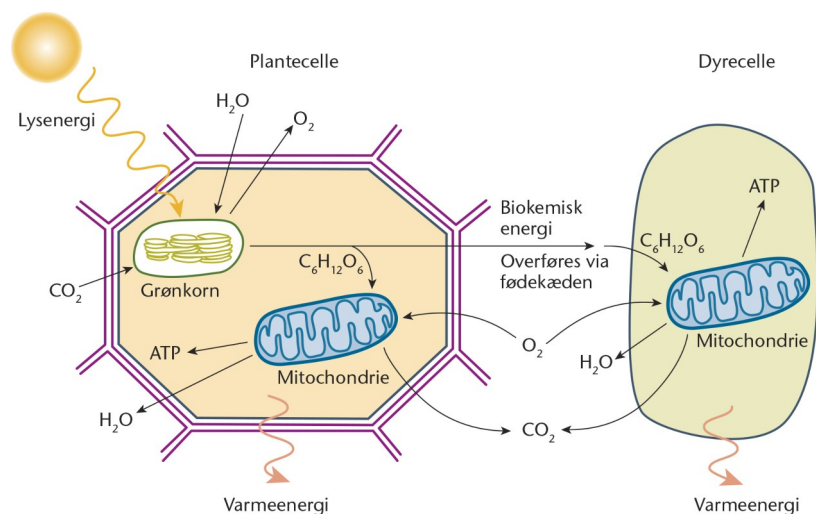
CO_2 -udslip i produktionen forekommer ved fx brug af el og traktorbrændstof. Men udslippet kommer primært fra "koldforbrænding"² af jordens organiske materiale (humus). Intensivt drevne landbrug leverer en del halm til varmeværker, og det betyder, at disse jorde også mister kulstof som bliver til CO_2 . Økologerne har en langt større økonomisk fordel af at bevare så meget organisk stof i jorden som muligt. Jordbakterier omdanner det organiske stof til kvælstof, og der er derfor mindre behov for tilførsel af gødning.

Som udgangspunkt er der balance i biosfæren mellem optag og udledning af CO_2 . U-balancen opstår når der udledes mere CO_2 end der bliver optaget i planter eller lagres i havet, jorden og fx i træ.

Når en plante konsumeres af levende celler udledes den mængde CO_2 som planten optog under fotosyntesen. Derved går CO_2 -regnskabet i nul.

Ved pløjning og harvning bliver jorden iltet. Ilt er en forudsætning for, at visse jordbakterier kan leve, og det sætter gang i en "fortæring" af jordens organiske materiale. Hvis denne fortæring er større end tilførslen af planterester, vil kulstoffet blive til CO_2 frem for at det lagres i jorden. Endelig er gødskning også med til at øge omsætningen af kulstoffet.

Den animalske produktion giver ikke i sig selv mere CO_2 til luften. I stedet er den behæftet med methan-udslip som er en stærkere klimagas end CO_2 . Hertil kommer et tre gange så stort behov for areal til dyrkning af foder. Hvis disse arealer i stedet blev udlagt til skov, ville der være tale om et netto optag af CO_2 .



2 Koldforbrænding er et udtryk for bakterier og svampes aerobe (med ilt) omsætning (forbrænding) af fx døde planter. Det afgiver varme, vand og CO_2 , på samme måde som når vores celler forbrænder mad.



(Foto: JV) Her et eksempel på en rørlægning der er blotlagt fordi den kulstofrige lavbundsjord med tiden er "koldforbrændt". Mange steder synker jorden med en hel centimeter om året. Ved harvning og pløjning på sådanne arealer tilføres jorden ilt, og med det kan jordbakterierne få frit spil. *Sådanne arealer kan afgive op til 40 ton CO₂/ha, mens det inde på moræneland med mineralske sand- og lerblandet muldjord afgiver langt mindre. I Danmark dyrkes der ca. 171.000 ha kulstofrigt lavbundsjord. Disse jorde afgiver ca. 50 % af de dyrkede arealers CO₂-udslip.* (Kilde: Danmarks Naturfredningsforening)

Udledning af ammoniak (NH₃) fra husdyrproduktionen giver mange af naturens arealer store problemer, og er den væsentligste årsag til eutrofiering af vores naturområder. Fx er højmoser, heder og skove mange steder negativt påvirket af ammoniaknedfald. De fleste kender også til algevækst på tage, fliser og campingvognen som et problem. Men det er også med til at påvirke vores farvande hvor opblomstring af alger i sommerhalvåret indirekte forårsager iltvind og skærmer for sollyset så fx ålegræsset dør.

Kan afgrøder fjerne CO₂ fra luften?

Isoleret set optager en hvedemark netto mellem 14 -16 ton CO₂/ha, som lagres i kerner, halm og rødder. Men det er kun midlertidigt, for når kornet fortæres af dyr eller mennesker forbrændes det i vores celler hvorefter det udåndes i form af vand og CO₂. Halm og rødder forbrændes ligeledes af mikroorganismer så samlet set optager kornmarker – eller afgrøder (bortset fra vedvarende græs) – i bedste fald ikke ret meget CO₂ fra luften; intensivt dyrkede arealer tilfører CO₂ til atmosfæren.

På regenerativt dyrkede arealer er det muligt at tilføre jorden kulstof, men det er en meget langsommelig proces. (Se nedenfor: "Klimapotentialer i lagring af kulstof" CONCITO 2019) Her fremgår det dog, at landbrugsarealer *kunne* medvirke positivt til optag af CO₂, men det vil forlange ganske andre driftsformer, end dem vi primært anvender i dag – herunder forbud mod afbrænding af halm i varmeværker.

Kulstoflagring i landbrugsjord

Fra "Klimapotentialer i lagring af kulstof", CONCITO 2019:

Dyrkning af landbrugsjord udleder CO₂, da gødsning og bearbejdning af jorden om-danner jordens indhold af kulstof til CO₂, der så udledes til atmosfæren. Jo højere jordens indhold af kulstof er, jo højere er udledningen, og derfor udleder jorde med et højt organisk indhold (organiske jorde) relativt meget i forhold til de mineralske jorde. Ud fra et klimamæssigt synspunkt er opgaven derfor at stoppe denne udledning, og helst vende den, så jorden kan blive et såkaldt sink og optage mere kulstof end den udleder. Udledning fra dyrkning af organiske jorde i Danmark kan være mere end 30 ton CO₂e per hektar, mens udledningen fra de mineralske jorde typisk er en faktor 10-20 mindre. Den samlede udledning af kulstof fra de danske landbrugsjorde er mellem 3 og 6 mio. ton CO₂e årligt (svarende til op mod 80 % af udledningen fra alle personbiler), hvoraf størstedelen ikke indgår i opgørelserne for landbrugets udledning af drivhusgasser på grund af de politisk bestemte opgørelsesmetoder.

Det anslås, at udledningen fra landbrugsjorde ved tab af kulstof fra jorden udgør omkring 5 % af den samlede globale udledning af drivhusgasser (2,5 mia. ton ud af ca. 55 mia. ton). Hertil kommer udledning fra omsætning af kalk i jorden (også fra udspredd landbrugskalk) som følge af forsuring og som i kalkrige jorde også kan medføre en udledning. I betragtning af udledningens størrelse er det meget lidt opmærksomhed denne udledning hidtil har haft.

I IPCC's 1,5 og 2-graders-scenarier er denne udledning fra landbrugsjorde vendt fra en kilde til et sink, og man regner i den videnskabelige litteratur med, at det er realistisk at vende udviklingen fra en udledning på ca. 2,5 mia. ton CO₂e til et optag på omkring 1,25 mia. ton CO₂e/år, altså en samlet nettoreduktion i udledningen på 3,5-4 mia. ton eller 7-8 % af den samlede globale udledning (svarende til udledningen fra samtlige personbiler i verden).

Denne reduktion skal ske ved en mindre fjernelse af organisk stof fra markene (f.eks. fjernelse af halm til energi), ved efterafgrøder, prioritering af flerårige afgrøder, udvikling af nye sorter evt. via GMO, almindelig styring af produktionen, ophør af dyrkning af organiske jorde, pløjefri dyrkning osv. Alt sammen virkemidler, der kan falde ind under det, der kaldes "sustainable intensification". Større kulstoflagring lokalt kan også ske ved ekstensivering af driften med lavere udbytter til følge, men dette vil medføre en udvidelse af landbrugsarealet og dermed en større arealanvendelse, som kan give en endnu større netto-udledning af CO₂.

Endelig kan man sandsynligvis øge lagringen ganske betydeligt ved at tilføre biokul (bi-ochar) til jorden. Biokul er typisk et restprodukt fra pyrolyse (en speciel form for for-brænding), men meget svært omsætteligt. Man kan fx lave pyrolyse på halm eller flis, udnytte ca. halvdelen af kulstoffet til energiformål (fx brændstoffer) og tilbageføre re-sten til jorden som lagring. Udvikling af dette kræver dog en betydelig forskning og ud-viklingsindsats, samt betydelige investeringer i anlæg og logistik. Det er også usikkert i hvor stort omfang teknologien kan skaleres globalt.

Samlet set kan det konkluderes, at det er relativt nemt at udlede store mængder CO₂ fra kulstof i jorden, men det er en meget langsom proces at opbygge kulstoffuljen i jor-den igen. Hvis man eksempelvis konverterer et intensivt dyrket areal til vedvarende græs, som - bortset fra skov - regnes for en af de mest effektive plantedækker til lagring af kulstof, kan man optage mellem 0,4 og 0,8 ton kulstof per hektar årligt, svarende til omkring 2 ton CO₂ per hektar årligt. I dyrkede områder i omdrift – særligt hvis der ind-går pløjning og intensiv jordbearbejdning - vil det potentielle optag være væsentlig lavere.

I Danmark har forsøg vist, at nedpløjning af halm og brug af efterafgrøder kan øge kulstofindholdet i jorden svarende til omkring 0,7 ton CO₂ per hektar årligt. En mere effektiv mulighed for øget lagring, der også beskrives som realistisk i den videnskabelige litteratur, kan derfor være at øge intensiveringen på de bedste landbrugsjorde, for til gengæld at øge nettolagringen ved at frigive arealer til eksempelvis skov. Derved kan den samlede lagring øges markant, da skov kan lagre i størrelsesorden 10 ton CO₂ per hektar årligt - eller mere end 10 gange så meget som en landbrugsjord i omdrift.

Skovens betydning for kulstofbinding.

Træer optager og lagrer CO₂ som først frigives når træet brændes eller dør. Tilvæksten/ha har betydning for hvor meget CO₂ der optages. Derfor kan små nyplantede træer naturligvis ikke optage så meget som store træer. I en rødgranbevoksningens levetid på ca. 70 år før fældning, vil der være en gennemsnitlig årlig binding på 15 ton, mens en bøgebevoksning ligger på lidt under 10 ton/ha. De fleste bøgetræer er langt over 100 år inden de afskoves, så i den sidste ende lagrer de langt mere kulstof over denne længere periode. I skovdriften vil der være tale om udtyndinger, så bygningstømmer og møbeltræ får plads til at vokse.

Udtyndingstræ anvendes som regel i varmeværker. Hvis det derimod fik lov til at ligge i skovbunden, ville kulstoffet være bundet endnu længere tid.

Bindingen af kulstof i træ til fx byggeri og møbelfremstilling vil ofte være til stede i adskillige år efter fældningen, afhængigt af hvornår bygninger og møbler forgår. Anvendelse af træ kan derfor være langt mere klimavenlig end anvendelse af materialer der er CO₂-belastende under fremstilling (Fx stål, beton og mursten). Det er selvfølgelig en forudsætning, at der genplanter hvor træerne fældes, og det sker som bekendt ikke alle steder i verden. Endelig er der former for skovdrift, der tager mere hensyn til biodiversiteten end andre.

Hvis skoven fik lov til at vokse uden menneskelig indblanding, ville den blive underlagt en succession der sikkert ville vare mellem 150 – 300 år før den var i naturlig balance. En sådan skov vil samtidig være i en CO₂ balance der betyder, at den sammen med dyr, svampe og bakterier vil afgive lige så meget som den optager.

	Tørrumvægt (kg/m ³)	C-indhold (kg)	CO ₂ -indhold (kg)
Ask	650	325	1.192
Poppel	450	225	825
Bøg	680	340	1.247
Gran	430	215	788

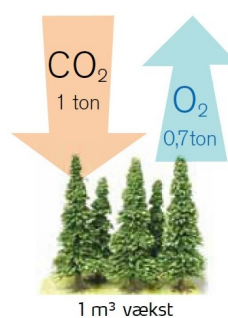
En tommelfingerregel siger at en kubikmeter rent træ i gennemsnit indeholder 1 tons CO₂. I praksis er der dog forskel på træarterne, da nogen arter er tunge og indeholder meget CO₂, mens andre er lette og indeholder mindre CO₂.

Hvis man kender træets rumvægt uden vand (tørrumvægt) kan man regne CO₂ indholdet ud. Halvdelen af træets masse består nemlig af kulstof (C) og vægtforholdet mellem CO₂ og C er 44/12.

*Eksempel: Helt tørt asketræ vejer ca. 650 kg/m³. Dvs. det indeholder $650/2 = 325$ kg kulstof. CO₂ udledningen bliver så $325 * 44 / 12 = 1192$ kg CO₂, hvis træet bliver brændt eller rådner. Kilde: Træ.dk*

Miljøstyrelsen har i en enkelt rapport forudsagt, at skovene netto vil udlede mere CO₂ end de optager de næste 10 år. Det baserer sig på en stor hugst kombineret med en deraf følgende ung bevoksning. Der synes med rette at være stor uenighed om den beregning, med mindre det meste bliver anvendt i varmeværker.

Træers fotosynteseeffekt



Der findes mange måder at opgøre tingene på. Men i naturen vil tilvæksten - og dermed optag af CO₂ vil være vidt forskellig i forhold til klima og jordbundsforhold. Det samme gælder på dyrkede marker med forskellige afgrøder. Men jo bedre man er til at aflure hvad der gror bedst de forskellige steder, jo bedre er udnyttelsen med mindre tab af CO₂.

Konklution.

Det giver ingen mening at afvikle landbruget. Det skal udvikles. Alligevel er der noget fundamentalt galt som vi lige så godt kan gøre op med nu.

1. De kulstofrige lavbundsjordene skal tages ud af drift. De vil ikke kunne dyrkes uden et betydeligt udslip af CO₂ og lattergas.

2. Der er for mange produktionsdyr. Uanset hvad man gør, vil udledningen være stor. Det gælder for arealer til dyrkning af foder og for udledning af kvælstof til havmiljøet, men også fra staldene hvor der er methan- og ammoniakudslip. Jo færre dyr, jo bedre.



(Foto JV) I denne have har urtebedene gennem en del år været "regenerativt" behandlet. Det betyder, at der med tiden er opbygget en stor mængde kulstof. Det holder på vandet i tørre somre og på naturlig gødning. Her er grønkålen så forvokset, at de vælter under egen vægt uden tilførsel af gødning.



(Foto JV) Før i tiden var meget landbrugsjord "plaget" af muldvarpeskud der f.eks. generede høstmaskinerne. I dag ser vi meget ofte, at muldvarpen holder sig i udkanten af marken, hvor der er mere føde og dermed en højere biodiversitet.

3. Der skal plantes mere skov og jeg ser det ikke udelukket, at hugst og beskyttelse af biodiversiteten kan kombineres. Træ er et klimavenligt materiale til byggeri, og på den måde kan skovene være med til at binde kulstof.

4. Der skal sættes mere fokus på biodiversitet. De arter der forsvinder får vi aldrig tilbage og ingen kender det "tipping point", hvor det går galt, og den biosfære vi kender kollapse.

5. Udledning af næringssalte, specielt kvælstof, til havmiljøet giver store problemer med

algevækst og iltsvind. 80 % af ålegræsset er forsvundet fordi algerne skygger for sollyset og sætter sig på bladene, så fotosyntesen ikke kan finde sted. Ålegræs optager og *lagrer* meget kulstof og kan i nogen grad sammenlignes med skovenes betydning på land.

6. (Måske det vigtigste?) Der mangler ikke viden om de udfordringer vi står over for. Vi ved også hvad der skal gøres, men når det ikke sker er det af den simple årsag, at politikere ikke tør lade det gå ud over forbrugerne. En bæredygtig fødevareproduktion kræver ikke bare, at vi vænner os til mindre kød. Det vil også blive dyrere at være forbruger. Ser vi nøgternt på problemet, er det så alt for let at give landbruget skylden. Erhvervet har – som alle andre erhverv – reageret og indstillet sig på de muligheder der gennem tiden har været for at få et økonomisk udkomme af deres arbejde. Det betyder ikke at alle landmænd har gjort det lige klogt. Men langt de fleste har i den bedste mening indrettet sig efter forholdene. Man kan dårligt bebrejde dem, at de sprøjter med lovlige midler, gøder ”optimalt”, sælger halm til varmegærker, bygger stalde til monsterbedrifter af svin, fjerkræ og kreaturer, sender dyrene til slagtning i Tyskland, dyrker lavbundslande som de har fået lov til at dræne, opkøbt jord og kapitaliseret bedriften med tilskudsmidler eller forgældet sig på ryggen af det politikerne kalder udviklingen....

Når spaghetti-kødsovs ikke må koste mere end det gør, vil omstillingen være en umulig opgave.



(Foto JV) Algeopblomstring i Hobro Lystbådehavn, tidlig forår 2022.

Andet litteratur:

https://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_ovrige/rapporter/Jordbrug_og_miljo_1.PDF

Nyere database vedr. fødevarernes klimaaftryk (Concito 2021):

<https://concito.dk/nyheder/ny-database-goer-os-klogere-paa-foedevarens-klimabelastning>

Landbrug og fødevarer:

<https://lf.dk/for-medlemmer/oekologi/2020/december/lattergas-den-store-klimasynder-i-landbruget>