

# Hvad siger markforsøgene og Kvadratnettet om kulstofindholdet?

Langvarige markforsøg viser, hvordan udvalgte faktorer påvirker jordens kulstofindhold, mens Kvadratnettet viser, hvordan landet ligger i praksis.



Professor Bent T. Christensen<sup>1</sup>, seniorforsker Mogens H. Greve<sup>1</sup>, lektor Lars Elsgaard<sup>1</sup>, seniorforsker Kristian Kristensen<sup>1</sup>, professor Jørgen E. Olesen<sup>1</sup>, seniorforsker Ingrid K. Thomsen<sup>1</sup> & specialkonsulent Hans S. Østergaard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi

<sup>2</sup>Videncentret for Landbrug, Planteproduktion

bent.t.christensen@agrsci.dk

## Kulstofdynamik i dyrket jord

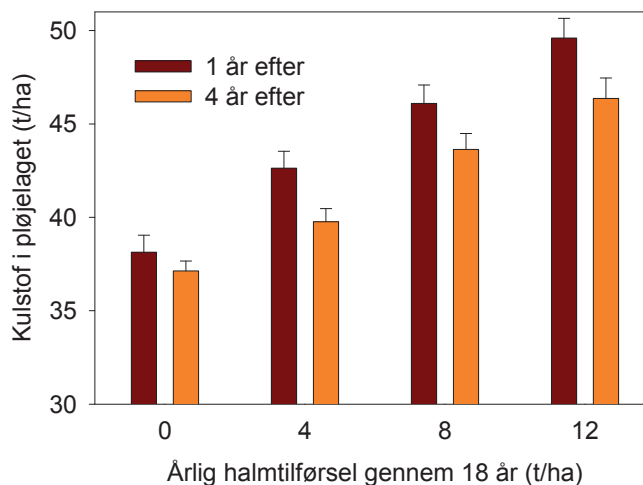
Indhold og omsætning af kulstof påvirker jordens evne til vedvarende at understøtte en primærproduktion, der er forsvarlig med hensyn til omfang, kvalitet, rentabilitet og påvirkning af det omgivende miljø. Cirka 62% af det samlede landareal er i landbrugsmæssig anvendelse, hvoraf hovedparten dyrkes med korn og andre etårige afgrøder. Omsætning af kulstof og varighed af kulstofbindingen i dyrket jord er derfor ikke kun af betydning for dyrkningsjorden men for hele landets CO<sub>2</sub> regnskab. På EU plan er opretholdelse af jordens kulstofpulje fortsat et politisk prioriteret emne i forhold til jordens dyrkningskvalitet (Schjøning *et al.*, 2009).

Ved fotosyntesen binder planterne atmosfærisk CO<sub>2</sub>. Ved tilførsel af afgrøderester og husdyrgødning m.v. øges jordens mikrobielle aktivitet, hvilket fremmer dannelse af jordstruktur og påvirker fastlæggelse og frigivelse af plantenærings-

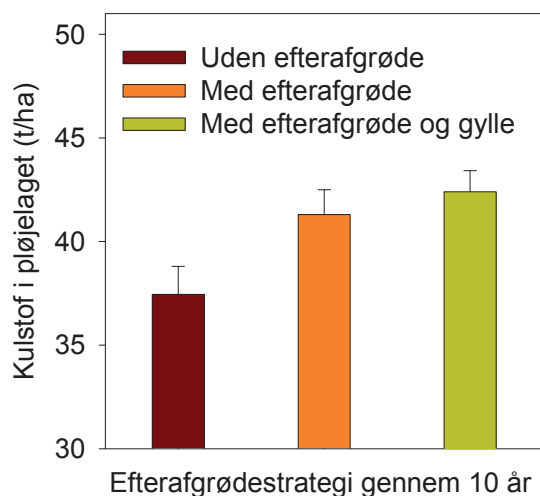
stoffer samtidigt med, at en del af kulstoffet atter frigøres som CO<sub>2</sub>. Under omsætningen dannes imidlertid også organiske forbindelser, der i varierende grad stabiliseres ved binding til jordens mineralske bestanddele. Den øgede mikrobielle aktivitet er typisk tilendebragt i løbet af få måneder. De under omsætningen dannede organiske forbindelser nedbrydes kun langsomt, hvorfor jordens pulje af stabiliseret kulstof udgør et stort lager, som kan bidrage til at

stabilisere atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub>.

Såfremt tilførslen af organisk materiale ændres, vil jordens kulstofpulje langsomt indstille sig til et nyt niveau, hvor der atter er ligevægt mellem dannelse og nedbrydning af stabiliseret organisk stof. De klassiske langvarige markforsøg har vist, at der kan gå 50-100 år, før et nyt ligevægtsniveau opnås (Christensen & Johnston, 1997). Derfor er markforsøg, hvor udvalgte driftsfaktorer fastholdes



Figur 1. Effekt af nedmuldning af halm i forsøg med fortsat dyrkning af vårbyg. Prøver er indsamlet 1 og 4 år efter sidste halmnedmuldning.



**Figur 2.** Effekt af efterafgrøder og svinegylle (35 t gylle/ha/år) i forsøg med fortsat dyrkning af vårbyg. Efterafgrøde var rajgræs, der blev dyrket hvert år.

gennem en længere årrække, uundværlige ved dokumentation af driftens indflydelse på jordens kulstoflager.

### Dyrkningsfaktorer og kulstofindhold

Virkningen af halmnedmuldning, brug af rajgræs som efterafgrøde og tilførsel af svinegylle er undersøgt i markforsøg med fortsat dyrkning af vårbyg (Thomsen & Christensen, 2004). I forhold til stubmark gav årlig nedmuldning af 4, 8 og 12 t halm/ha over en periode på 18 år en relativ stigning i pløjelagets kulstofmængde på henholdsvis 12, 21 og 30% (figur 1). Tilvæksten svarede til 14% af den mængde halmkulstof, som blev tilført i løbet af de 18 år eller til 0,3 t C/ha/år ved nedmuldning af normale halmmængder. Efter 10 år svarede effekten af efterafgrøde til tilvækst i kulstoflageret på knap 0,4 t C/ha/år (figur 2), mens årlig tilførsel af 35 t svinegylle/ha havde en marginal effekt på pløjelagets kulstofmængde.

Flerårige græsmarker er en vigtig kilde til organisk stof i jord. Effekten af græsmark er undersøgt på et areal, der i ud-

gangspunktet havde et relativt højt kulstofindhold (2,3% C) i pløjelaget (Christensen *et al.*, 2009). Forsøget baseredes på en ren græsblanding, ingen afgræsning og ingen husdyrgødning. Der blev årligt tilført normale mængder handelsgødning og taget 3-4 græsslæt (udbytte-niveau: 12 t tørstof/ha/år). Fra etablering og de efterfølgende 6 år gav græsmarken en årlig tilvækst i jordens kulstoflager på gennemsnitligt 1,1 t C/ha, svarende til en fire gange større effekt end nedmuldning af halm.

Kulstof tilført med rødder og stub udgør et meget vigtigt bidrag til opretholdelse af jordens kulstoflager. Markforsøg har vist, at såfremt tidligere dyrket jord holdes fuldstændig fri for plantevækst (sort brak) reduceres jordens kulstofpulje med 34% i løbet af 30 år (Christensen & Johnston, 1997).

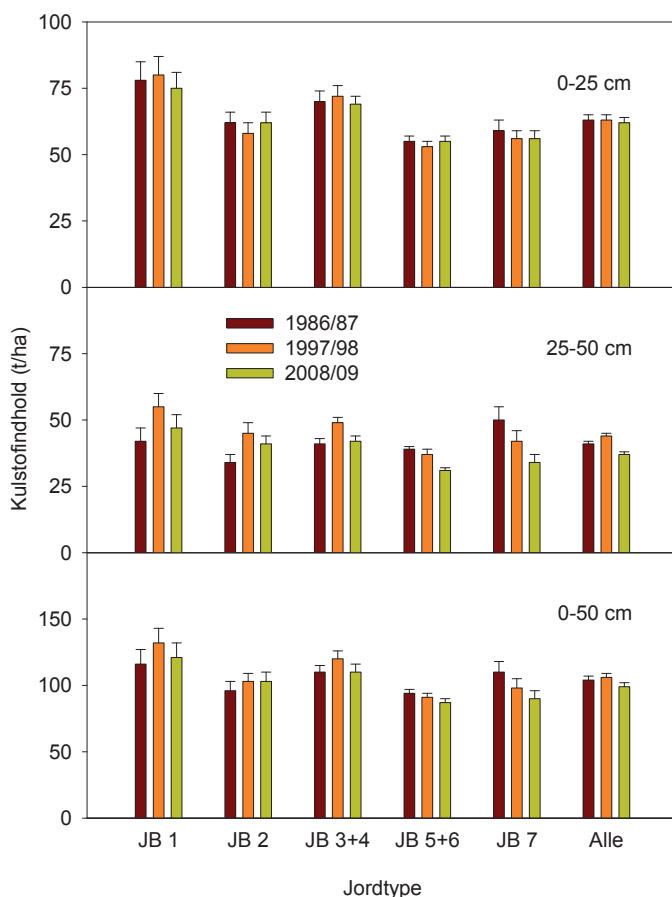
Under danske forhold er den aktuelle kulstoflagring tæt knyttet til mængden af organisk materiale, der årligt tilføres jorden. Vurderet indenfor en tidsramme af 20-30 år tilbageholdes i gennemsnit 15% af den med planterester tilførte kulstofmængde,

mens tilbageholdelse af kulstof tilført med husdyrgødning er 30-40%. Med denne tidsramme og pløjelagets aktuelle kulstofniveau som udgangspunkt, er der næppe udsigt til en mætning i jordens evne til at lagre kulstof selv ved store årlige tilførsler af organisk materiale.

### Hvad siger Kvadratnettet?

Resultaterne fra ovennævnte markforsøg er baseret på ændringer i indholdet af kulstof i pløjelaget. Ved etableringen af det landsdækkende Kvadratnet i 1986/1987 blev der udtaget jordprøver ned til 1 meters dybde. Der blev igen udtaget jordprøver i 1997/1998 og i 2008/2009. Punkterne i Kvadratnettet er placeret på arealer, som indgår i landmandens almindelige markdrift. Ændringer i de indsamlede jordprøvers indhold af kulstof afspejler således den samlede effekt af flere driftstiltag. Kvadratnettet viser derfor, hvordan landet ligger i praksis, hvor mange faktorer virker samtidigt. For at belyse, hvordan driftselementerne påvirker udviklingen i jordens kulstoflager under normal dyrkningspraksis, indsamles for hvert punkt oplysninger om f.eks. hyppighed af græsmark, efterafgrøder, nedmuldning af halm og brug af husdyrgødning. I modsætning til markforsøg, hvor udvalgte driftsparametre fastholdes over en længere årrække, vil resultater fra Kvadratnettet være resultatet af flere samtidigt virkende driftselementer, herunder deres vekselvirkninger.

Figur 3 viser indhold af kulstof i 0-25 cm og 25-50 cm jord fra de godt 250 punkter, der indgår i denne opgørelse. Set på



Figur 3. Kulstof i jordprøver fra 0-25 cm og 25-50 cm dybde udtaget i Kvadratnettet ved anlæg i 1986/1987 og i 1997/1998 og 2008/2009.

tværs af jordtyper er der i den 20-årige periode alene sket små ændringer i mængden af kulstof i pløjelaget (0-25 cm). De sandede jorde har typisk et større kulstoflager end de mere lerede jorde. Mængden af kulstof i jordlaget 25-50 cm er reduceret på de mere lerede jorde, mest markant for jordtypen JB7. For de sandede jorde stiger mængden af kulstof i den første 10-års periode, hvorefter der synes at være et fald. Opgjort for 0-50 cm er den tydeligste udvikling tabet af kulstof på lerjorde, mens det er vanskeligt at se en entydig udvikling for de sandede jorde. I gennemsnit af alle jordtyper er det samlede indhold af kulstof i dyrkningsjordens øverste 50 cm faldet en lille smule, primært som følge af et fald i dybden 25-50 cm.

En kommende analyse af oplysningerne vedrørende driften på de enkelte punkter i Kvadratnettet vil vise, i hvilket omfang ændringer i jordens kulstoflager kan forklares ud fra specifikke driftstiltag. Det forventes, at de mere sandede jorde domineres af kvæghold med hyppigt islet af græsmarker og fiberrig husdyrgødning, men også dyrkning af majs til ensilage. De lerede jorde forventes typisk at være grundlag for svineproduktion med kornrige sædskifter, hvor halmen ofte fjernes (til energiformål), og hvor fiberfattig svinegylle kun bidrager lidt til vedligeholdelse af jordens kulstoflager.

### Konklusion

Et kvantitativt kendskab til den

langsigtede udvikling i den dyrkede jords indhold af kulstof er vigtigt for sikring af jordens frugtbarhed og for troværdige opgørelser af udvekslingen af kulstof med atmosfærens CO<sub>2</sub> pulje. Det kræver såvel viden om effekten af det enkelte driftstiltag som kendskab til den resulterende effekt i praksis, hvor flere driftstiltag er i spil i kortere eller længere tid. De foreløbige resultater fra Kvadratnettet viser alene små ændringer i jordens kulstoflager over en 20-årig periode.

### Litteratur

- Christensen BT, Rasmussen J, Eriksen J & Hansen EM. 2009. Soil carbon storage and yields of spring barley following grass leys of different age. *European Journal of Agronomy* 31, 29-35.
- Christensen BT & Johnston AE. 1997. Soil organic matter and soil quality - lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted. *Developments in Soil Science* 25, 399-430.
- Schjønning P, Heckrath G & Christensen BT. 2009. Threats to Soil Quality in Denmark - A Review of Existing Knowledge in the Context of the EU Thematic Strategy. DJF Report Plant Science No. 143.
- Thomsen IK & Christensen BT. 2004. Yields of wheat and soil carbon and nitrogen contents following long-term incorporation of barley straw and ryegrass catch crops. *Soil Use and Management* 20, 432-438. ■