

# Er det muligt at opbygge en frugtbar jord i økologisk planteavl?

Professor Jørgen E. Olesen



# Hvad er er frugtbar jord?

- › Højt indhold af organisk stof (kulstof, kvælstof, fosfor, svovl)
- › God jordstruktur (let at lave godt såbed)
- › Sund og levende jord (forebygge sygdomme og skadedyr)
- › Lavt ukrudtstryk (enårig- og rodukrudt)

# Udfordringer for at øge kulstof i jorden

## Tilstrækkelige virkemidler til at øge kulstoflagringen

- Jordens kulstof øges primært (kun?) gennem højere input af organisk stof. Dette konkurrerer med anden efterspørgsel efter biomasse (fødevarer, foder, fibre, biobrændsler). Øget input kan også fremmes gennem højere produktivitet (fotosyntese), men det kræver især nok kvælstof og afgrøder med lang vækstsæson.

## Permanens af kulstof i jord

- Eksisterende kulstoflagre i tørvejord bevares gennem høj vandstand
- Tiltag til at øge kulstoflageret i mineraljord må ikke afbrydes over tid

## Global opvarmning øger nedbrydningen af kulstof i jorden

- Højere temperaturer øger nedbrydningen af kulstof i jorden. En stigning på 1 °C kan reducere det global kulstof indhold i jord med 1.6 Gt C/yr (svarer til 15% af de globale udledninger fra fossil energi).

## Samlet vurdering

- Mulighederne for at øge jordens kulstof afhænger af balancen mellem øget kulstofinput og øget nedbrydning af jordens kulstof.
- Det vil sandsynligvis være en udfordring blot at fastholde jordens nuværende kulstofindhold

# Øget jordens kulstof med 4 promille (globalt)

## Nuværende kulstoflager og krævet stigning

- Nuværende kulstof på landbrugsjord: 161 ton C/ha
- Krævet kulstoflagring: 0,6 ton C/ha (60 ton over en 100 årig periode)

## Behov for øget input

- Under antagelse af 15% humificering kræves øget input af:
  - Kulstof i biomasse: 4 t/ha
  - Tørstof i biomasse: 9 t/ha

## Typisk effekt af tiltag på kulstoflagring (top-jord)

- Efterafgrøder: 0.3 t C/ha
- Nedmuldning af halm: 0.3 t C/ha
- Husdyrgødning: 0.2 t C/ha
- Græsmarker: 1.0 t C/ha
- Underjord: ????? (halvdelen af C er i underjorden)

## Krav for at opfylde udfordringen

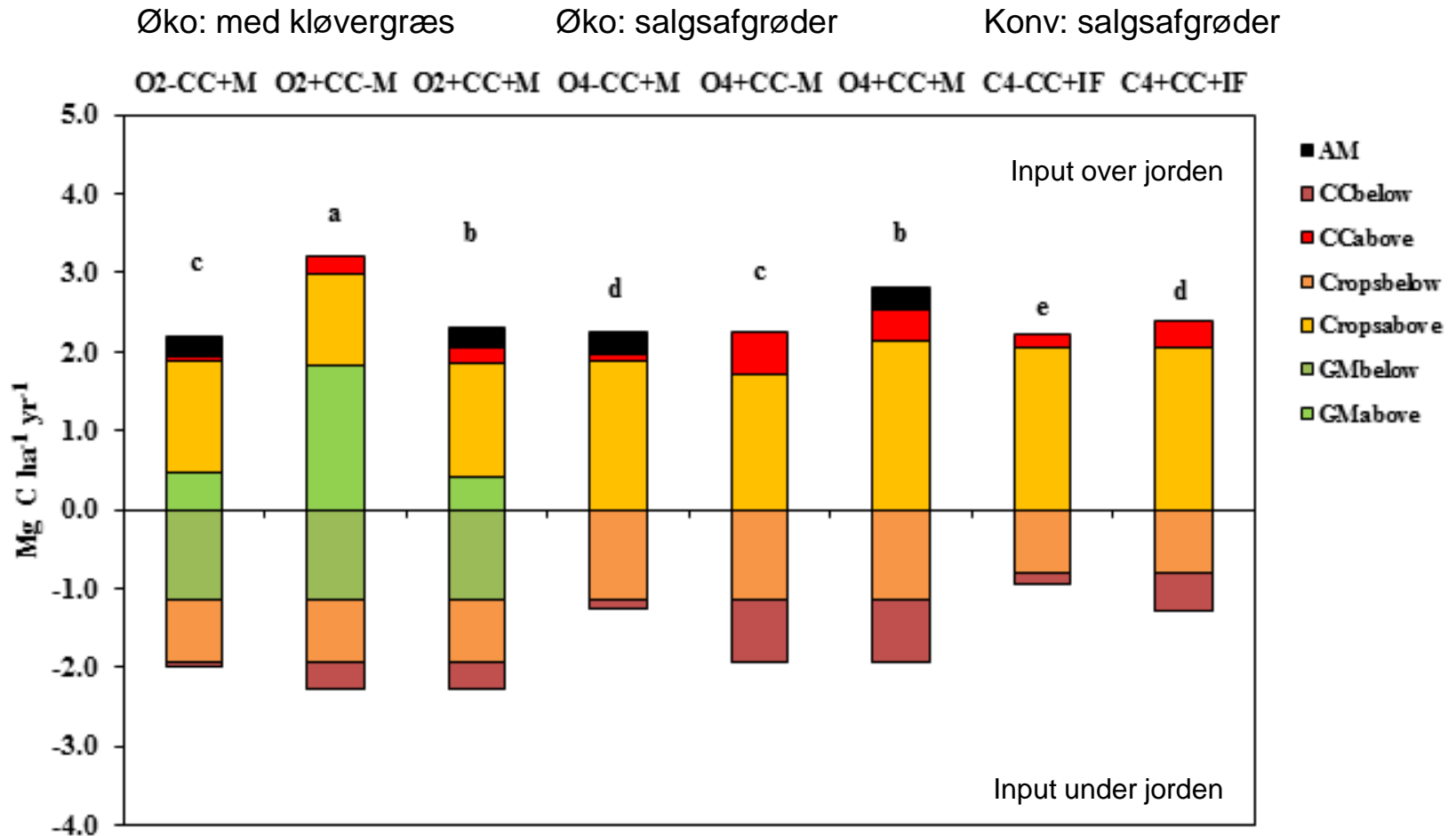
- Øget produktivitet (fotosyntese) for at skaffe tilstrækkeligt kulstof
- Tilførsel af modstandsdygtigt kulstof (husdyrgødning, kompost, biochar)
- Beholde planterester (halm) i marken

# Kornafgrøder under økologisk dyrkning har mere rodbiomasse end konventionel dyrkning

Produktionssystem Art		Rod tørstof g m <sup>-2</sup>
Kornafgrøder	Økologisk	
	Hvede	243 ± 41
	Byg	193 ± 40
	Korn	218 ± 47
	Konventionel	
	Hvede	147 ± 24
	Byg	129 ± 19
	Korn	143 ± 24
Efterafgrøder og ukrudt	Efterafgrøder	119 ± 45
	Ukrudt	35 ± 36

- men mindre i halm og stub

# Estimerede årlige kulstofinput i sædskifteforsøg med planteavl (Foulum)



# Ændring i kulstof i sædskifteforsøg (t C/ha/år)

Treatment	All locations	
	1997–2004	2005–2008
O2	−0.21 <sup>a</sup>	−0.30 <sup>ab</sup>
O4	−0.61 <sup>b</sup>	−0.38 <sup>b</sup>
C4	–	−0.03 <sup>a</sup>
-CC	−0.51 <sup>b</sup>	−0.18 <sup>a</sup>
+CC	−0.30 <sup>a</sup>	−0.30 <sup>a</sup>
-M	−0.48 <sup>a</sup>	–
+M	−0.34 <sup>a</sup>	–

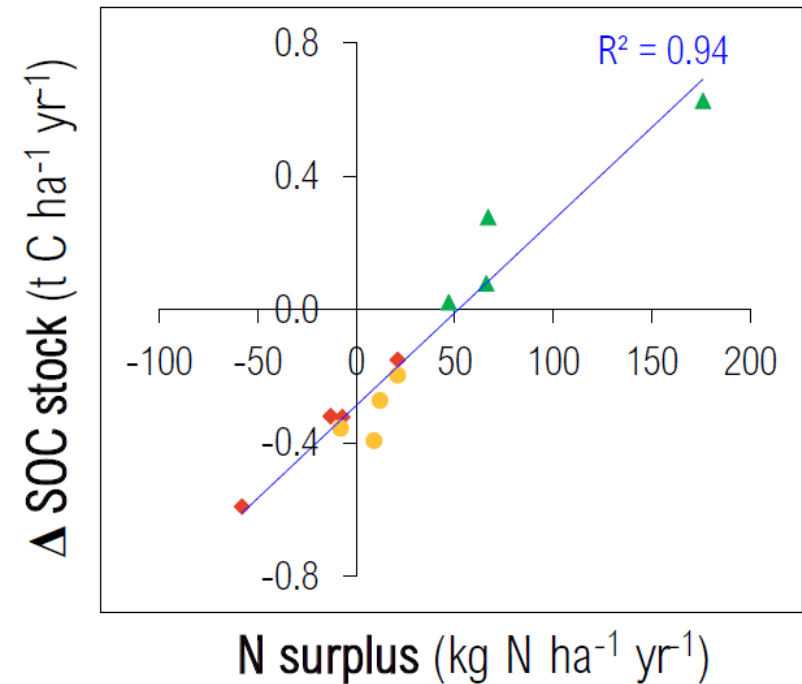
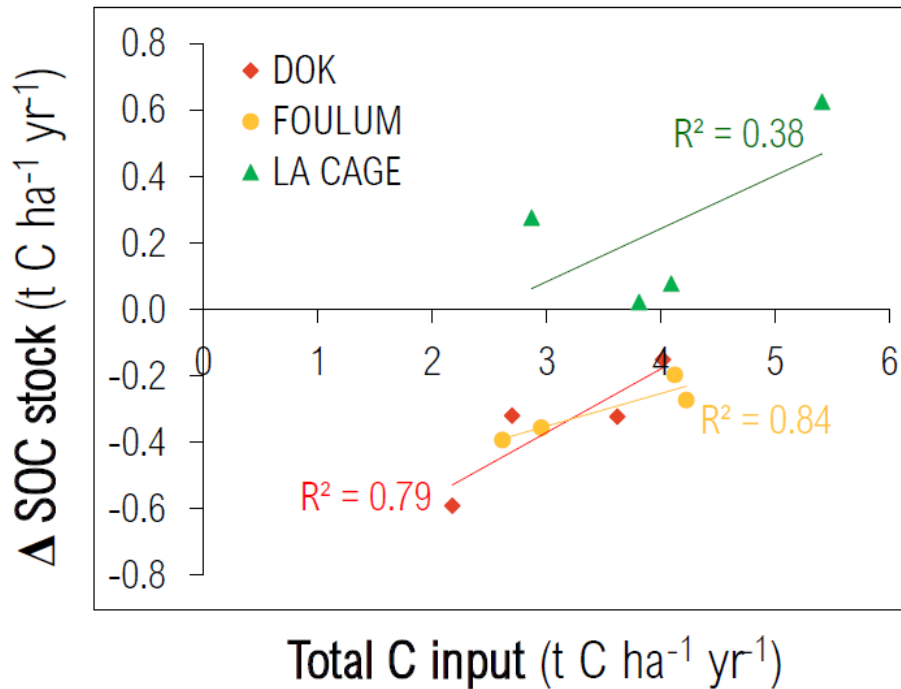
# Lagring af kulstof i jorden

- › **Forhindre tab af eksisterende kulstoflagre**
  - › Stop dræning af tørvejord
  - › Stop afskovning og opdyrkning af græsmarker
- › **Øget kulstoflager**
  - › Skovrejsning
  - › Græsmarker
  - › Kulstof gennem øget input (reduceret jordbearbejdning har kun lille effekt)
- › **Kulstoflagring øget også lageret af N, P og S**
  - › C:N:P:S forholdet er næsten konstant (11:1:0.2:0.16) i jorden





# Kvælstofoverskud (input-output) and kulstoflagring



- ▶ Contrasted relation between sites :
  - SOC storage controlled by C inputs
  - But also driven by N availability

- ▶ N required for C sequestration  
(Van Groenigen *et al.* 2017)

# Målsætning: kulstoflagring på 0,6 t C/ha/år

## Øget biomasseinput

- 4 ton C/ha/år
- 9 ton tørstof/ha/år

## Behov for øget N lagring i organisk stof

- 55 kg N/ha/år lagring
- Med 20-50% tilbageholdelse kræves øget input på 110-270 kg N/ha/år

## Behov for øget P lagring i organisk stof

- 11 kg P/ha/år lagring

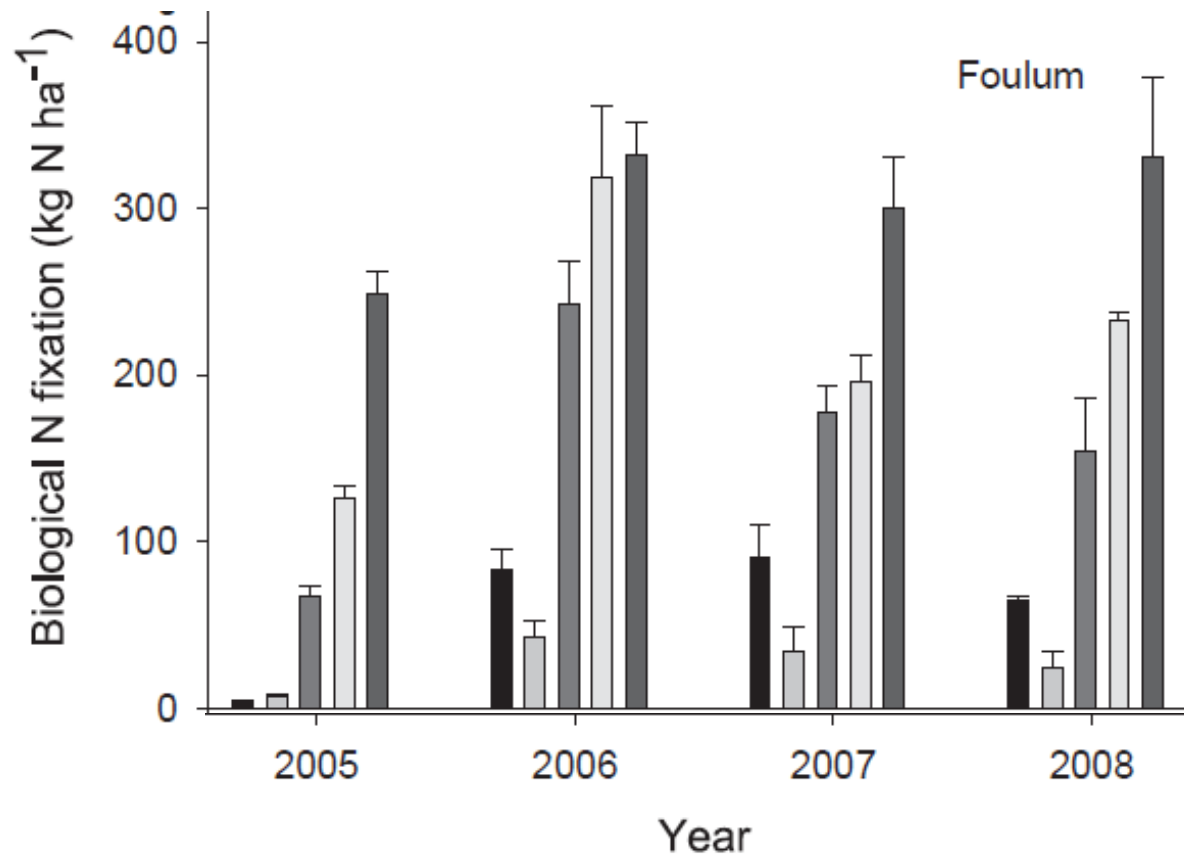
## Behov for øget S lagring i organisk stof

- 9 kg S/ha/år lagring

# Kilder til afgrøders forsyning med kvælstof fra jorden

- › Langt sigt:
  - › Jordens organiske stof (total-N i organisk stof)
  
- › Mellemlangt sigt
  - › Tilført organisk N over sædskiftet (foregående 5-10 år)
  
- › Kort sigt
  - › Bælgplanter (bælgsæd)
  - › Kløvergræs og andre grøngødninger
  - › Efterafgrøder (med og uden bælgplanter)
  - › Mineralsk N (ammonium) i husdyrgødning og kompost

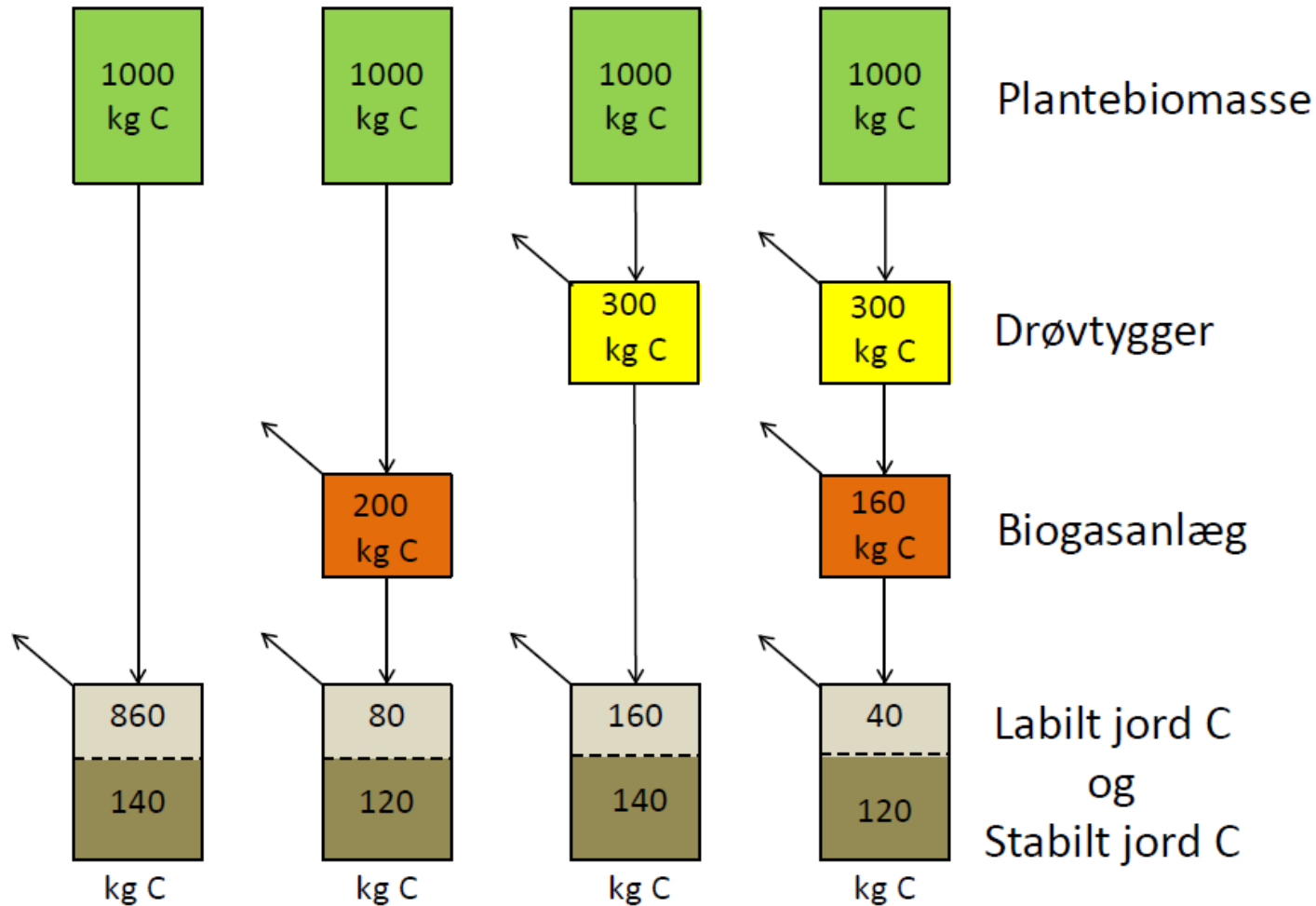
# Biologisk N-fiksering i langvarige sædskifteforsøg



# Kvælstofinput i langvarige sædskifteforsøg (2005-2008)

Location	Cropping system	Nitrogen input			
		BNF	Deposition	Seeds	Manure/Fertilizer
Jyndevad	OGC/+M/-CC	95 <sup>a</sup>	20	2	73
	OGC/-M/+CC	78 <sup>ab</sup>	20	2	0
	OGC/+M/+CC	82 <sup>abc</sup>	20	2	73
	OGL/+M/-CC	50 <sup>d</sup>	20	4	79
	OGL/-M/+CC	54 <sup>d</sup>	20	4	0
	OGL/+M/+CC	65 <sup>bcd</sup>	20	4	82
	CGL/+F/-CC	51 <sup>d</sup>	20	4	108
	CGL/+F/+CC	50 <sup>d</sup>	20	4	108
Foulum	OGC/+M/-CC	79 <sup>a</sup>	20	2	69
	OGC/-M/+CC	90 <sup>a</sup>	20	2	0
	OGC/+M/+CC	85 <sup>a</sup>	20	2	69
	OGL/+M/-CC	41 <sup>b</sup>	20	4	72
	OGL/-M/+CC	60 <sup>ab</sup>	20	4	0
	OGL/+M/+CC	54 <sup>b</sup>	20	4	75
	CGL/+F/-CC	54 <sup>b</sup>	20	4	102
	CGL/+F/+CC	54 <sup>b</sup>	20	4	100
Flakkebjerg	OGC/+M/-CC	50 <sup>b</sup>	15	2	72
	OGC/-M/+CC	52 <sup>a</sup>	15	2	0
	OGC/+M/+CC	48 <sup>ab</sup>	15	2	70
	OGL/+M/-CC	30 <sup>ab</sup>	15	4	72
	OGL/-M/+CC	23 <sup>b</sup>	15	5	0
	OGL/+M/+CC	33 <sup>ab</sup>	15	5	72
	CGL/+F/-CC	33 <sup>ab</sup>	15	4	103
	CGL/+F/+CC	28 <sup>ab</sup>	15	4	101

# Biogas mindsker kun kulstoflagringen minimalt



# Øget kulstoflagring – hvor skal kulstof og næringsstoffer komme fra?

- › Kløvergræs kan give tilstrækkeligt kulstof og kvælstof (må så tære på P fra jordens mineralske pulje og S fra deposition)
- › Efterafgrøder giver kulstof samt kvælstof fra fiksering og sparet N fra udvaskning (men ikke tilstrækkeligt til stor opbygning)
- › Husdyrgødning er ikke nogen egentlig kulstofkilde, da den så vil mangle andet steds (andre marker/bedrifter). Kan dog sikre at der er nødvendigt
- › Halm er primært en kulstofkilde, men holder også på næringsstoffer
- › Kompost og biogas fra eksterne kilder bidrager med kulstof, men også med P og S
- › Det er alt sammen utilstrækkeligt i økologisk planteavl.