



Økologisk kunnskap om jordhelse

Anne-Kristin Løes, Reidun Pommeresche, Sissel Hansen, Tatiana Rittl

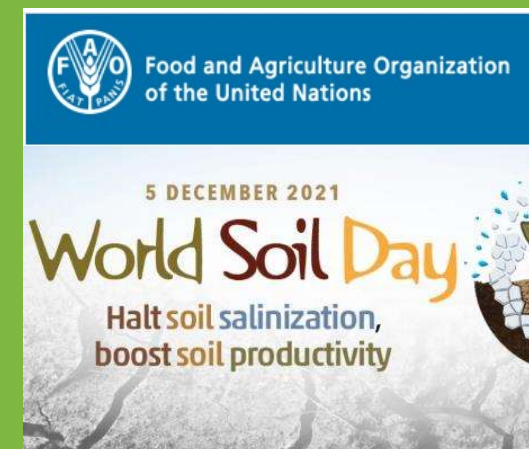
Den internasjonale jorddagen (FAO)

NMBU – Ås, 6.12.2021

...dagen støttes også av



Jordvern Norge



Økologisk kunnskap om jordhelse - innhold

- Noen praktiske eksempler fra øko-gårder
- Jordstruktur, moldinnhold: Sveits, DOK forsøket
- Nedbrytning: NLR; Danmark, CRUCIAL forsøket
- Meitemark: Betydning av organisk gjødsel, og innhold i kast
- Spretthaler: Mangfold, og betydning av gjødsling
- Moldinnhold: Ikke nødvendigvis økning med langvarig eng og husdyrgjødsel, men eng i vekstskiftet er likevel bra
- Kommunikasjon: Jordlappen, Karbonkalkulator



«Agroforestry» med fjørfe: Kombinere produksjon av egg og frukt, eller egg og energiskog, Danmark

Eksempel
fra
praksis



Stripedyrking av grønnsaker og hvitkløver-eng, Finland

Eksempel
fra
praksis



Maksimal matproduksjon med mest mulig selvforsyning, Norge

Fokhol, Stange, juli 2016
900 daa mangfoldig produksjon med
biodynamisk driftsopplegg

Eksempel
fra
praksis

*Den første økologiske gården i Norge var
Nordre Sletner i Indre Østfold,
biodynamisk siden 1932*



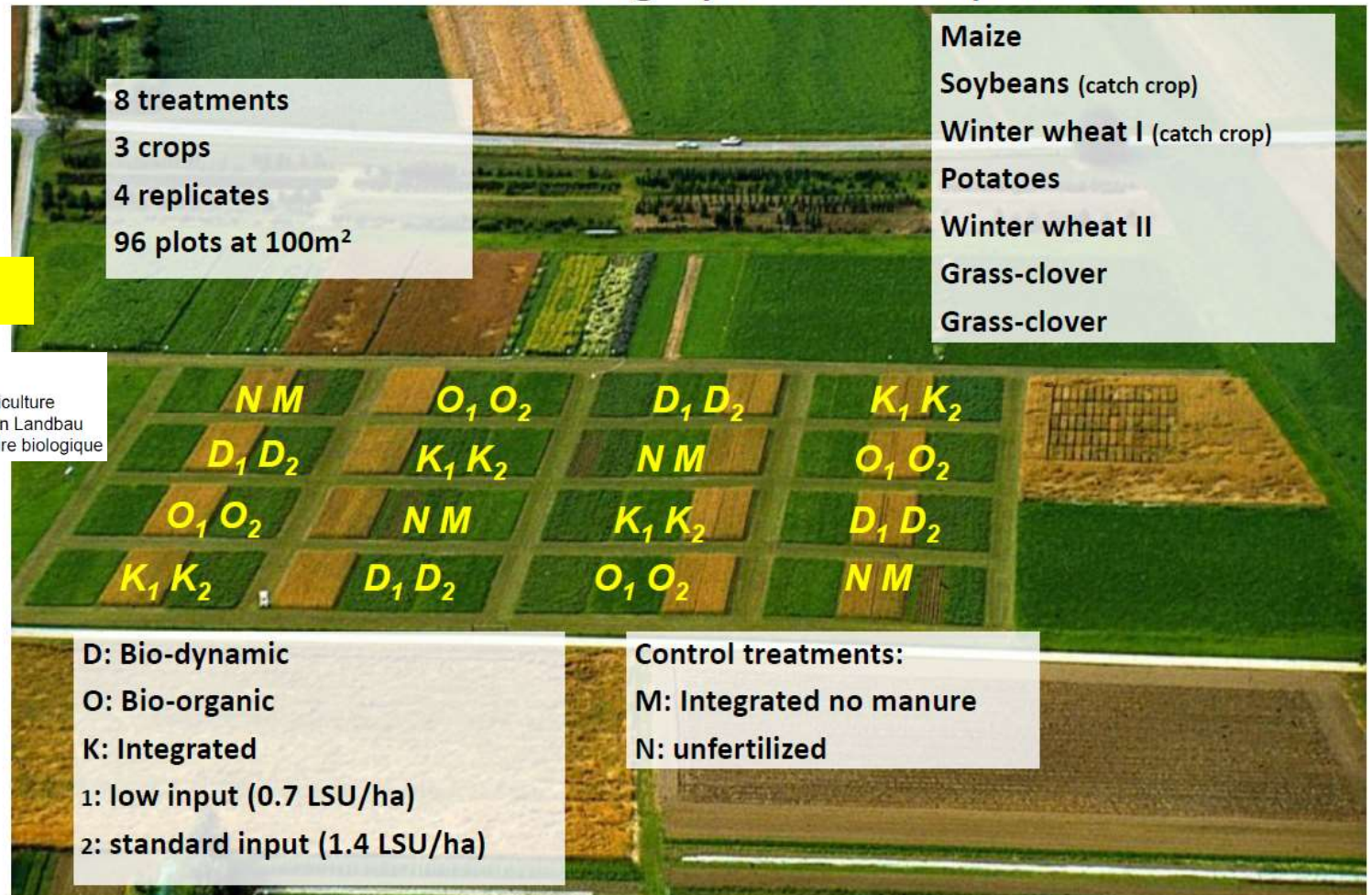
FoU: Effekter på jordhelse av økologisk dyrking

Long-term Agronomic Experiments since 1978 The DOK farming system comparison

FiBL, Sveits

8 treatments
3 crops
4 replicates
96 plots at 100m²

Maize
Soybeans (catch crop)
Winter wheat I (catch crop)
Potatoes
Winter wheat II
Grass-clover
Grass-clover



D: Bio-dynamic
O: Bio-organic
K: Integrated
1: low input (0.7 LSU/ha)
2: standard input (1.4 LSU/ha)

Control treatments:
M: Integrated no manure
N: unfertilized

DOK-forsøket: Jordegenskaper etter 21 år



**Kun mineralgjødning
CONMIN**



**Biodynamisk dyrking,
kompostert husdyrgjødsel
BIODYN**

DOK forsøk : Jordstruktur i høsthvete etter kraftig nedbør

Fotos: Fliessbach Nov. 2002

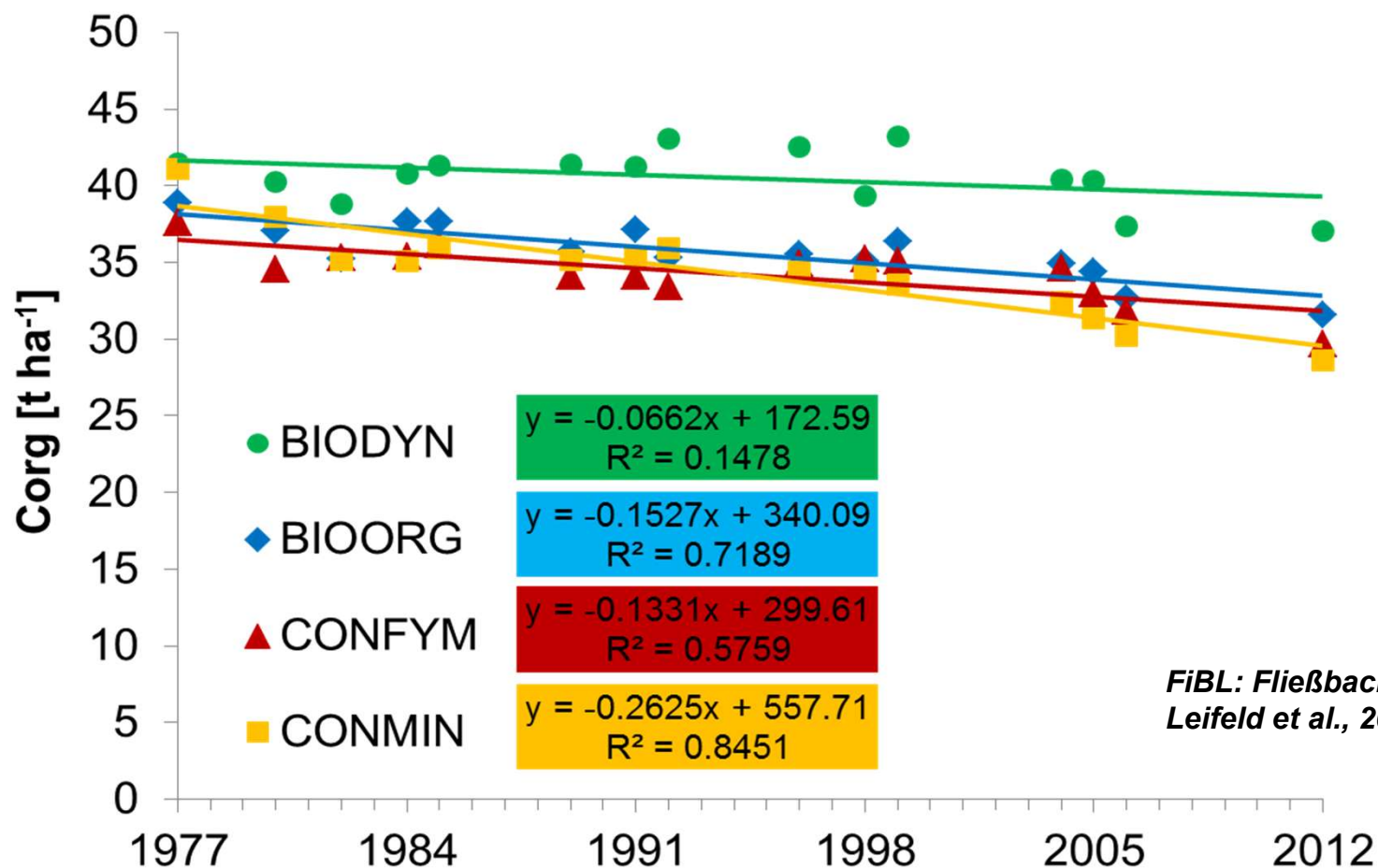


**Kun
mineralgjødning**

Bio-dynamisk dyrking



DOK-forsøk: Endring i moldinnhold (soil organic C) over tid

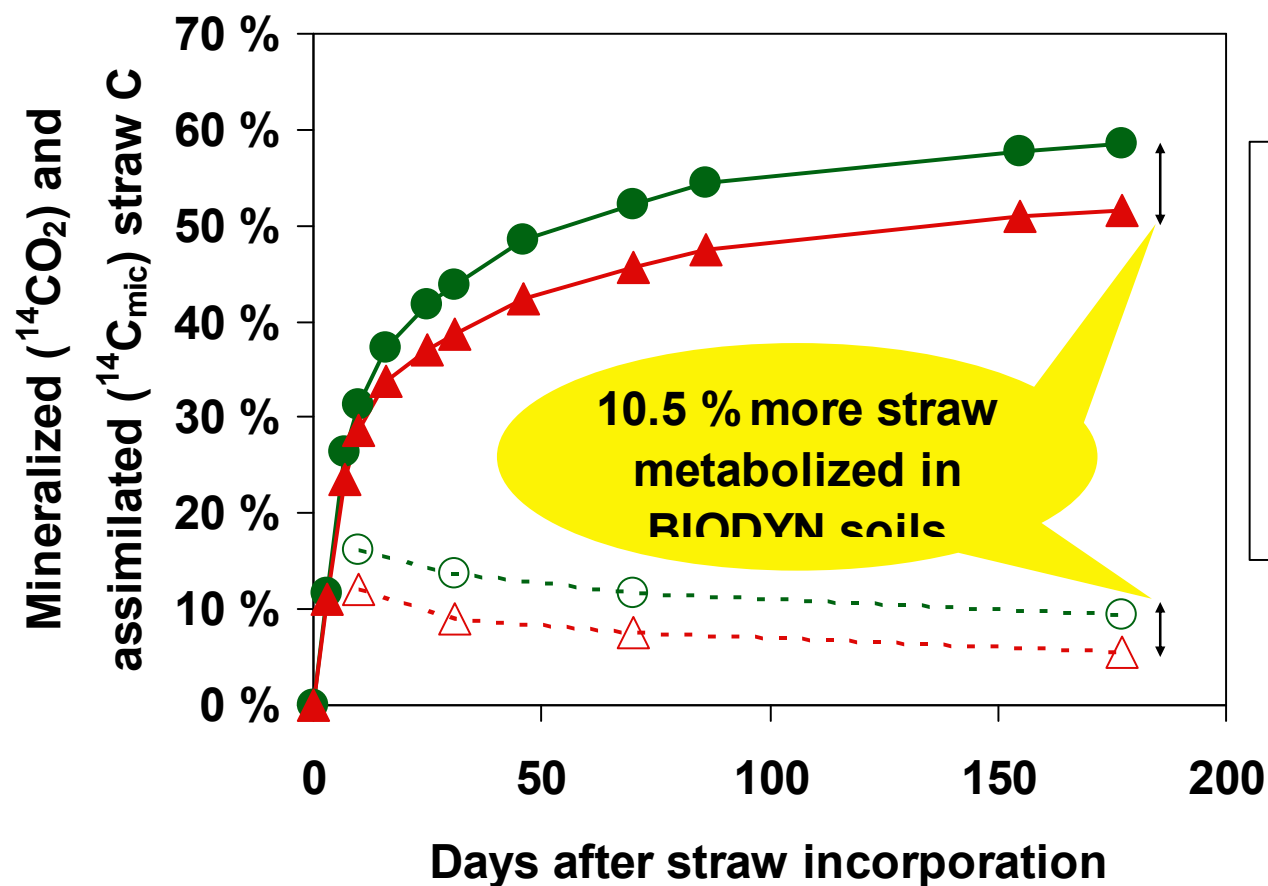


Nedadgående trend i alle ledd, men minst i BIODYN

FiBL: Fließbach et al., 2007, AGE
Leifeld et al., 2009, AJ

DOK-forsøk: Nedbrytning av halm

*FiBL: Fließbach
et al., 2000,
SBB 32, 1131*



Jord som arena for nedbrytning

- Jord er et godt medium for å få ting til å «forsvinne» (som blir til mold)
- Tingvoll, 20023: Mye raskere nedbrytning av samme mengde grønn gjødsel på bakken enn i ei kasse satt på bakken



▲ Equipment for collecting leachate from green manure. In total 24 cells with 4.7 g DM in each, put out in the field on August 29.



▼ On September 17, the green manure in the cells was only partly decomposed.



▲ 2. cut, August 29, 2003

▲ On the ground, it was almost entirely decomposed.

Trusekampen, 2020



<https://trondelag.nlr.no/nyhetsarkiv/trondelag/2020/trusekampen-en-artig-vri-pa-et-seriost-tema>



CRUCIAL* – et langvarig feltforsøk for å undersøke effekter av å tilføre jorganisk materiale til jord

- Årlig tilførsel av kloakkslam, kompostert husholdningsavfall, urin, husdyrgjødsel og mineralgjødsel, til korn
- Etter 20 år tilsvarer tilførselen i enkelte behandlinger >100 års tillatt tilførsel av kloakkslam, kompost og husdyrgjødsel
- Økosystemet er satt under press
- Multi-resistente bakterier tilført med husdyrgjødsel, kompost eller kloakkslam forsvinner etter få uker
- Det tilføres tungmetaller, spesielt med kompostert husholdningsavfall, og til dels kloakkslam, men det har ikke gitt økt opptak i planter
- Tilførsel av organisk materiale har økt jordas moldinnhold og vannlagringsevne
- Større antall bakterier, sopp, amøber, ciliater og nematoder med organisk materiale, men ikke økt diversitet
- Mer meitemark, særlig med kloakkslam

*CRUCIAL - Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle -
Investigations through Agronomic Long-term experiments

Jakob Magid et al.,
PLEN, KU



UNIVERSITY OF
COPENHAGEN



Svært synlige
forskjeller i jord
med og uten
tilførsel av OM:
Farge, struktur



CRUCIAL:

https://plen.ku.dk/english/research/plant_soil/sf/crucial/

RECONCILE projektet:

<https://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-5/reconcile/>

CRUCIAL - PARSELFORDDELING

D1 spildevands- slam ACC	C1 kvæggylle	B1 grøngødning	A1 kompostert husholdnings affald ACC
D2 human urin	C2 kompostert husholdnings affald	B2 kvægmøg	A2 grøngødning
D3 NPK	C3 ugødet	B3 spildevands- slam	A3 dybstrøelse
D4 kompostert husholdnings affald ACC	C4 kvægmøg	B4 grøngødning	A4 kvæggylle
D5 dybstrøelse	C5 spildevands- slam	B5 ugødet	A5 human urin
D6 grøngødning	C6 spildevands- slam ACC	B6 NPK	A6 kompostert husholdnings affald
D7 ugødet	C7 VANDHØL	B7 kvæggylle	A7 kvægmøg
D8 kompostert husholdnings affald ACC	C8	B8 human urin	A8 NPK
D9 grøngødning	C9 dybstrøelse	B9 grøngødning	A9 spildevands- slam ACC
D10	C10 kompostert husholdnings	B10	A10 spildevands- slam

Meitemark – et viktig nytte dyr



Grå meitemark (*A. caliginosa*) graver seg gjennom > 20 tonn jord per daa og år
Kastene blir igjen i matjordlaget

Foto: R. Pommeresche, NORSØK



Kast fra stor meitemark (*Lumbricus terrestris*). Stor meitemark bygger ganger og vandrer opp og ned, ikke vanlig i pløyd jord

Mark: Husdyrgjødsel

- Meitemarkundersøkelser på Møystadfeltet i 2006, **4. års eng**, sist gjødslet i 2003
- HG= fast husdyrgjødsel, MinG = fullgjødsel
- Meitemark fra < 20 cm dyp jaget opp med sennepsvann
- Selv etter 4 år med eng, fler og tyngre mark etter HG enn MinG



Uten gj.
E8

2 t HG/daa
E6

4tHG/daa
E7

MinG
E2

Svein Selnes

Reidun Pommeresche

Kast-kjemi undersøkt i KORN-SIP (2003-2007)



Grå meitemark
spiser jord,
sopphyfer og ???
Hvordan er
næringsinnholdet i
kast fra grå
meitemark?

Stor meitemark
spiser
planterester og
får næringsrike
kast



Tung og mindre
tung traktor, to
pløyedyp



Fagområder	
temasider	
ivisjon Landbruk	
ivisjon Miljø	
ivisjon Planteheelse	
verrfaglige satsinger	
Om Bioforsk	
åre forskningsstasjoner	
åre tilsette	
edige stillingar	
resse	
åre tenester	
rosjekt	
rosjektnettsider	
ublikasjonar	
ettbaserte tenester	
ndre tenester	
yhetsbrev	
ktivitetskalender	

Økologiske dyrkingssystem for høgare og meir stabile kornavlingar

'Økologiske dyrkingssystem for høgare og meir stabile kornavlingar' er eit 5-årig strategisk program frå Noregs forskingsråd. Programmet er leia av Bioforsk med NORSØK, Institutt for plantefag, NLH og Høgskolen i Hedmark, avd. Blæstad som samarbeidspartar. I tillegg delte forskarar frå Danmark, Finland og Nederland. Kunnskap om moglegheiter for betre avlingsnivå og avlingsstabilitet i økologisk korn dyrking utan å redusere på krava til langsiktig berekraft, i område med begrensa tilgang på organiske gjødselemerne, er svært viktig for den framtidige strukturen i økologisk landbruk her i landet. I dette programmet søkjer ein å løyse denne utfordringa gjennom ein omfattande agroøkologisk analyse i kombinasjon med studiar av dei viktigaste flaskehalsane i økologisk korn dyrking: 1) dårleg jordstruktur; 2) utilstrekkeleg nitrogenforsyning; 3) fleirårige ugras. Økologisk landbruk har høg prioritet i dei strategiske planane både til Planteforsk og samarbeidspartane. Utdanning av ein stipendiat i agroøkologi, auka internasjonalt samarbeid og utvida kompetanse i dette fagområdet står difor sentralt.

Prosjektnummer: 1210055
Prosjektleder: ragnar elton
Medarbeidere: Anne Kjersti Bakken, Lars Olav Brandsæter, Randi Berland Frøseth
Avdeling: Bioforsk Øst - Apelsvoll
Fagområde: Økologisk mat og landbruk
Samarbeid: Internett i Bioforsk: - Bioforsk Øst Kise - Bioforsk Midt Norge Kvithamar - Planteforsk Plantevernet Eksterne institusjonar: - Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) - Institutt for plantefag, NLH - Høgskolen i Hedmark, avd. Blæstad Internasjonale samarbeidspartar - Per Schønning, Danish Institute of Agricultural Science Weed Ecology, Wageningen, 1 Agrifood Research Finland

Start: 2003
Slutt: 2007
Totalbudsjett 17553000

Metode



Strøposer med overvintret halm gravd ned til pløyedyp på Apelsvoll og Kvithamar mai 2005

Poser høstet underveis i feltsesongen

Nedbrutt halm + meitemarkkast sortert for hånd

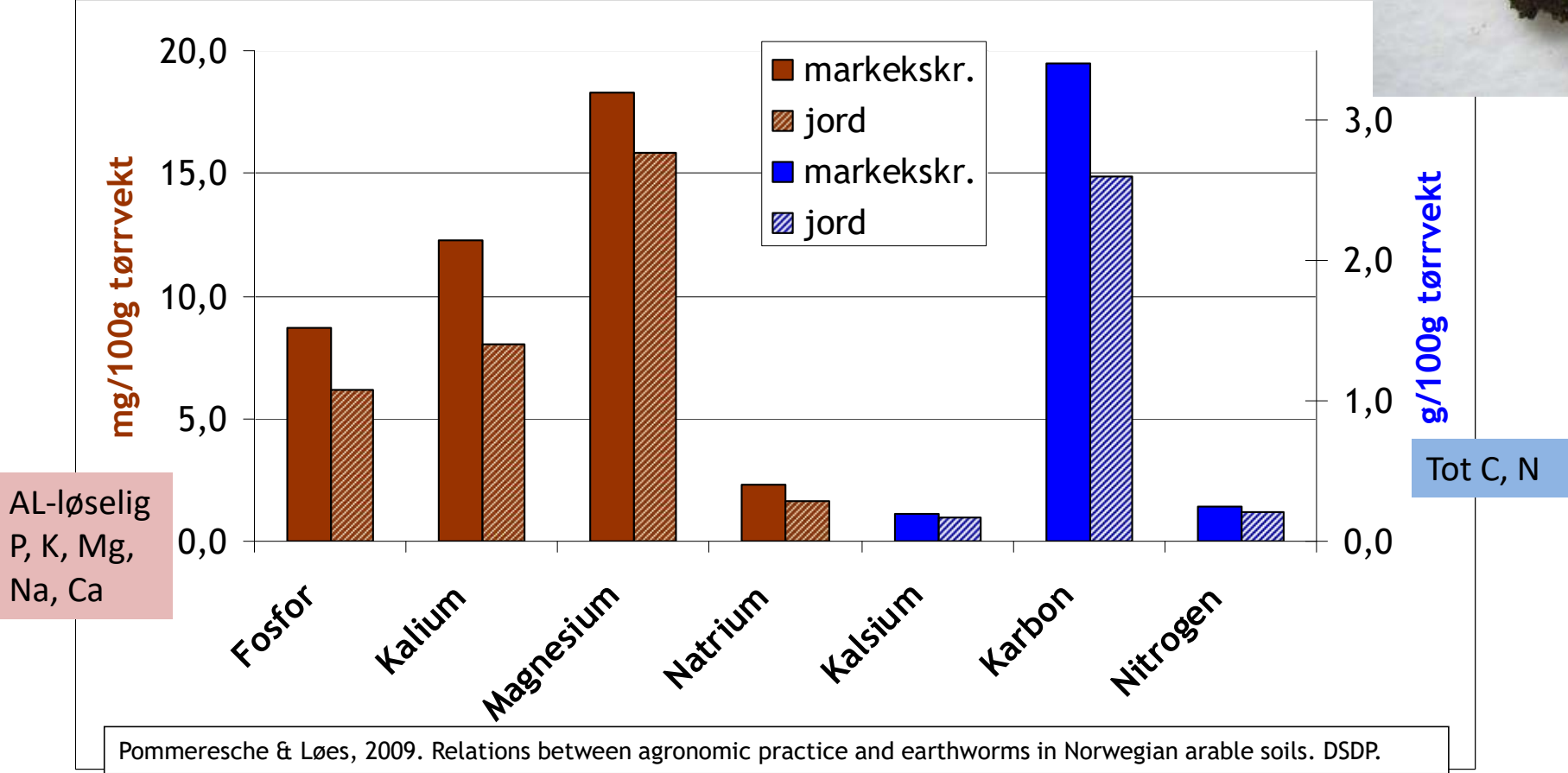


A17;1g 7july03

Metode



Mer plantenæring og karbon i meitemarkkast enn jorda ellers (13-25 cm)



Grå meitemark vanligst i feltene; noe rosameitemark

- 229 meitemark/m² (snittverdi for 3 år)
- 80 - 85 % *A. caliginosa*, 5 -15 % *A. rosea* (antall)

Produserer ca 22 tonn kast per daa og år
(tørrvekt)

Gitt at hver mark produserer 0.63 g kast per dag i 153 dager
per år (Boström 1988) og vi antar 2 290 00 mark per daa

Betydelig høyere innhold av P, K, Mg, N og C i kast enn i jorda
omkring

Hvor kommer dette nitrogenet fra? Kun “anrikning” ved
selektiv “beiting”, eller beites N fikserende blågrønnalger...?



ÅRLIG “PRODUKSJON” per daa

0,56 kg P_{AL}

0,89 kg K_{AL}

0,53 kg Mg_{AL}

14,4 kg N (tot-N)

254,2 kg C (tot- C)

Dynamic Soil, Dynamic Plant ©2009 Global Science Books



**Relations between Agronomic Practice
and Earthworms in Norwegian Arable Soils**

Reidun Pommeresche* • Anne-Kristin Løes

Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research (Bioforsk), Organic Food and Farming Division, Gjønnen veg 6, N-6610 Tingvoll, Norway.
Corresponding author: * reidun.pommeresche@bioforsk.no

ABSTRACT

This paper presents Norwegian studies of earthworms (density, biomass, burrows density, species, juvenile to adult ratios) in arable soil in Norway conducted during the last 20 years. The effects of crop rotations, fertilization, soil tillage and compaction on earthworms are presented, based on various field experiments. Geopagatus (soil eating) species such as *Aporrectus caliginosus* and *A. rosea* dominate the earthworm fauna in Norwegian arable soil. *Lumbricus terrestris* is also present. In one study even frequently found in an all-arable crop rotation with annual ploughing. In southern Norway, *L. rubellus*, and *A. longus* are commonly found. Earthworm density, recorded in autumn varied between 30 and 350 individuals m⁻² in different studies, with the lowest values found in conventional all-arable farms.

Spretthaler i norsk dyrka jord – lite undersøkt



I overflaten: Dyr
med farge og
større
bevegelsesradius
Nede i jorda:
Hvite arter,
mindre
bevegelige

- 42 arter funnet i kløvereng på Tingvoll (av 334 beskrevet i Norge)
- 8000 – 40 000 individ/m²
- *O. edinensis* ikke tidligere funnet i Norge
- Sortere til farget og hvit?



Onychiurus edinensis, 1mm

Pommeresche et al. 2017, Applied Soil Ecology
Pommeresche and Løes, 2014, Norw. J Entomol.

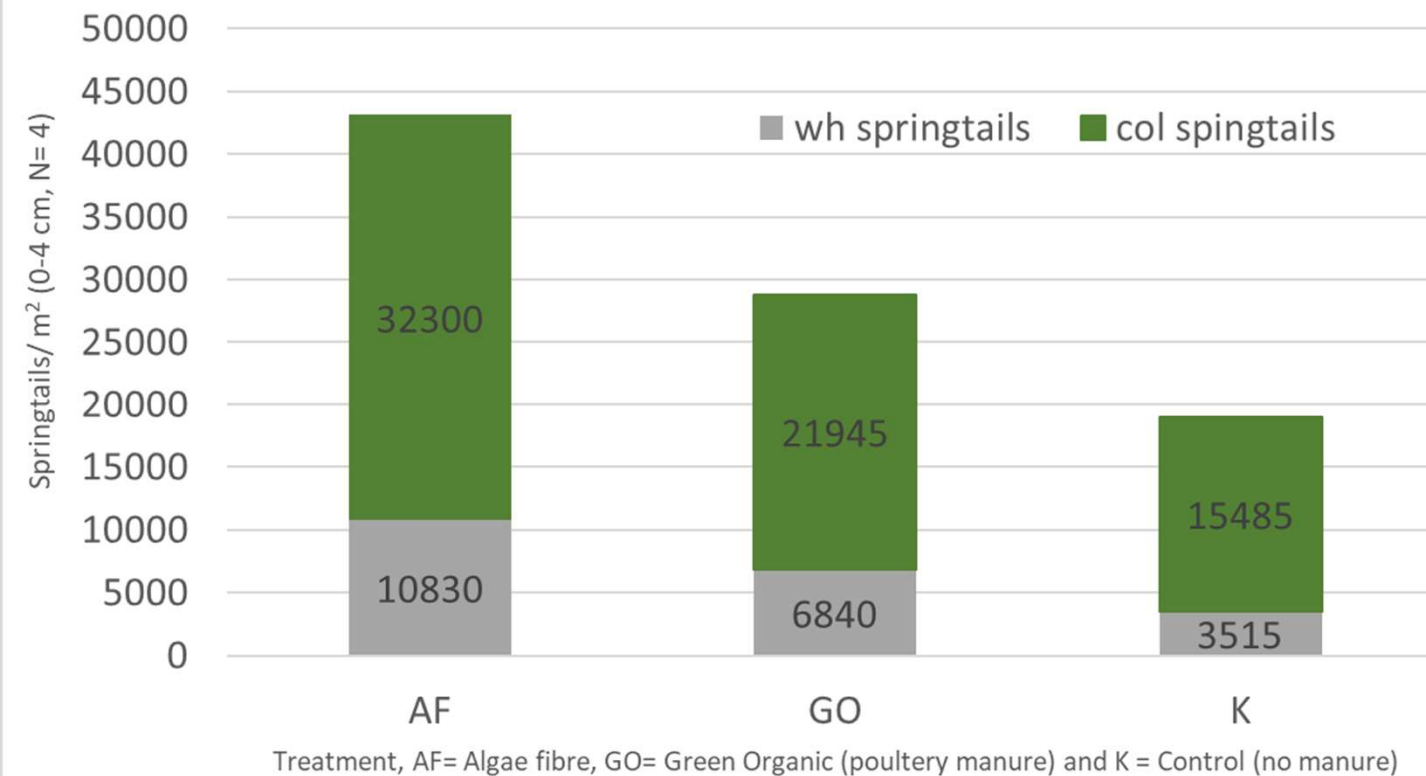
Sortering av spretthaler for å undersøke effekt av tidligere gjødsling



Antall hvite og farga spretthaler i jordprøver 0-4 cm dyp (20. mai 2021)



Springtails May 20 2021



Flere spretthaler etter gjødsling med algefiber?

Karboninnhold og biologisk aktivitet i eng- og potetjord (K-BEP)

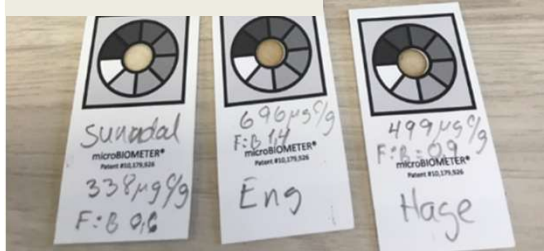
Måle innhold av karbon i jord

Teste «feltmetoder» for biologisk aktivitet

Ulike jordtyper fra Nordmøre



Microbiometer



CO₂ –Solvita

CO₂ –Pasco sensor



Beite-
pinne



Telle spretthaler



Beitepinner (bait
lamina sticks)



Jord fra Tingvoll gard – økologisk melkeproduksjon siden 1994

- Jordprøver fra samme prøvepunkt i 1990, 1995, 2002, 2009, 2015, 2021
- Mellomsand og siltig mellomsand med stor variasjon i moldinnhold
- Hvordan påvirker 30 år med økologisk engdyrking karboninnholdet i jorda?



Foto: Reidun Pommeresche, NORSØK.

GT: 3-14 % TS
SOC : ca 1,5-7 %



Biokull + flytende råtnerest

Total tilsette: 133 kg biokull
265 L flytende råtnerest
Karbon: 64% dm
Fosfor: 1300 mg/kg dm
Nitrogen: 2.5 % dm



Sunndal- sandjord
med ensidig
planteproduksjon,
potet og korn
MERMOLD-prosjektet,
2019-2022

Fast og
flytende
råtnerest
fra Ecopro



Møkk hesten

Total tilsette: 2111 kg
Karbon: 32 % dm
Fosfor: 4 500 mg/kg dm
Nitrogen: 1.4 % dm

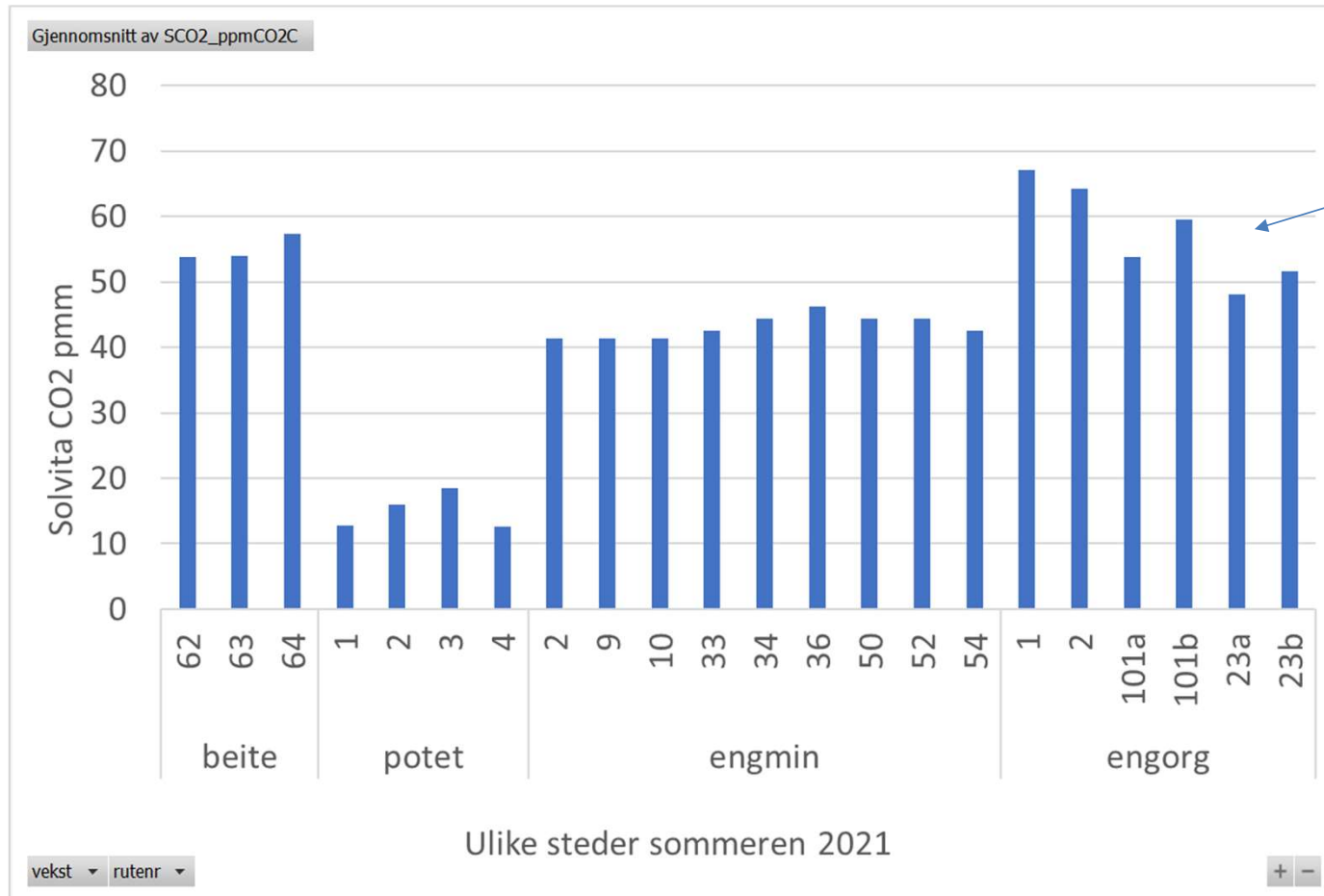


Fast biorest

Total tilsette: 2857 kg
Karbon: 32 % dm
Fosfor: 22 000 mg/kg dm
Nitrogen: 4 % dm



Solvita test (respirasjon)



Min = mineraljord
 Org = myrjord > 40 % org
 materiale, fra Eide på Nordmøre

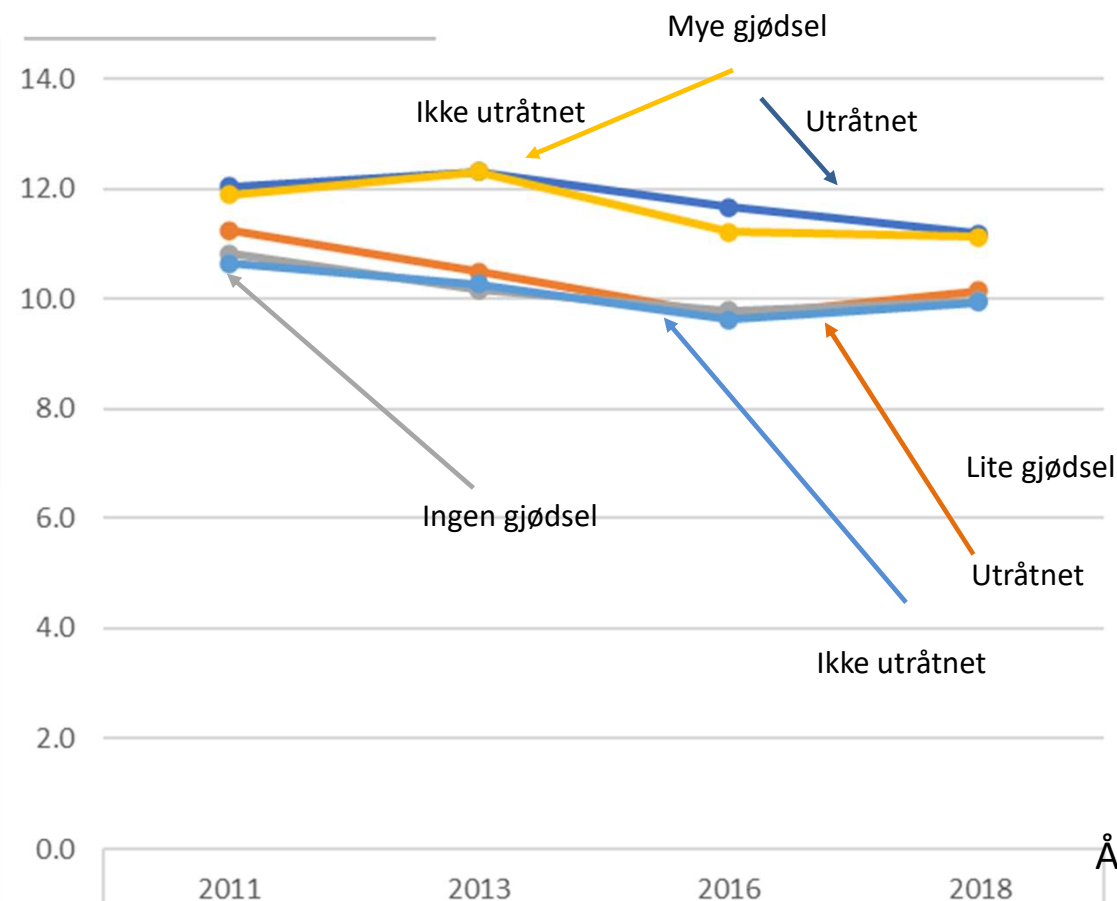
I moldrik jord: Moldinnholdet synker, selv med tilførsel av 6 tonn husdyrgjødsel/år og eng i 4 av 5 år

soil effects

Sammenlikning av høy og lav tilførsel av vanlig blautgjødning og utråtnet blautgjødning til eng siden 2011



Glødetap, %



Jordet grundig drenert i 1991



8 gårder i Surnadal
8 gårder i Innlandet



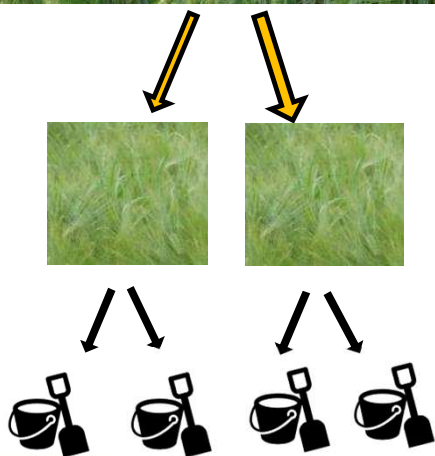
Karbon til bondens beste: GodKarbon 2020-21



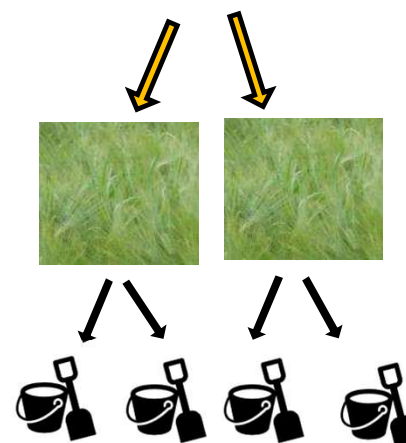
I hvert område
(8 gårder,
sand/siltjord):

Innhold av organisk materiale og karbonlagring ved ensidig korndyrking vs. vekstskifter med eng

4 gårder korn og andre åkervekster



4 gårder med også eng i vekstskiftet



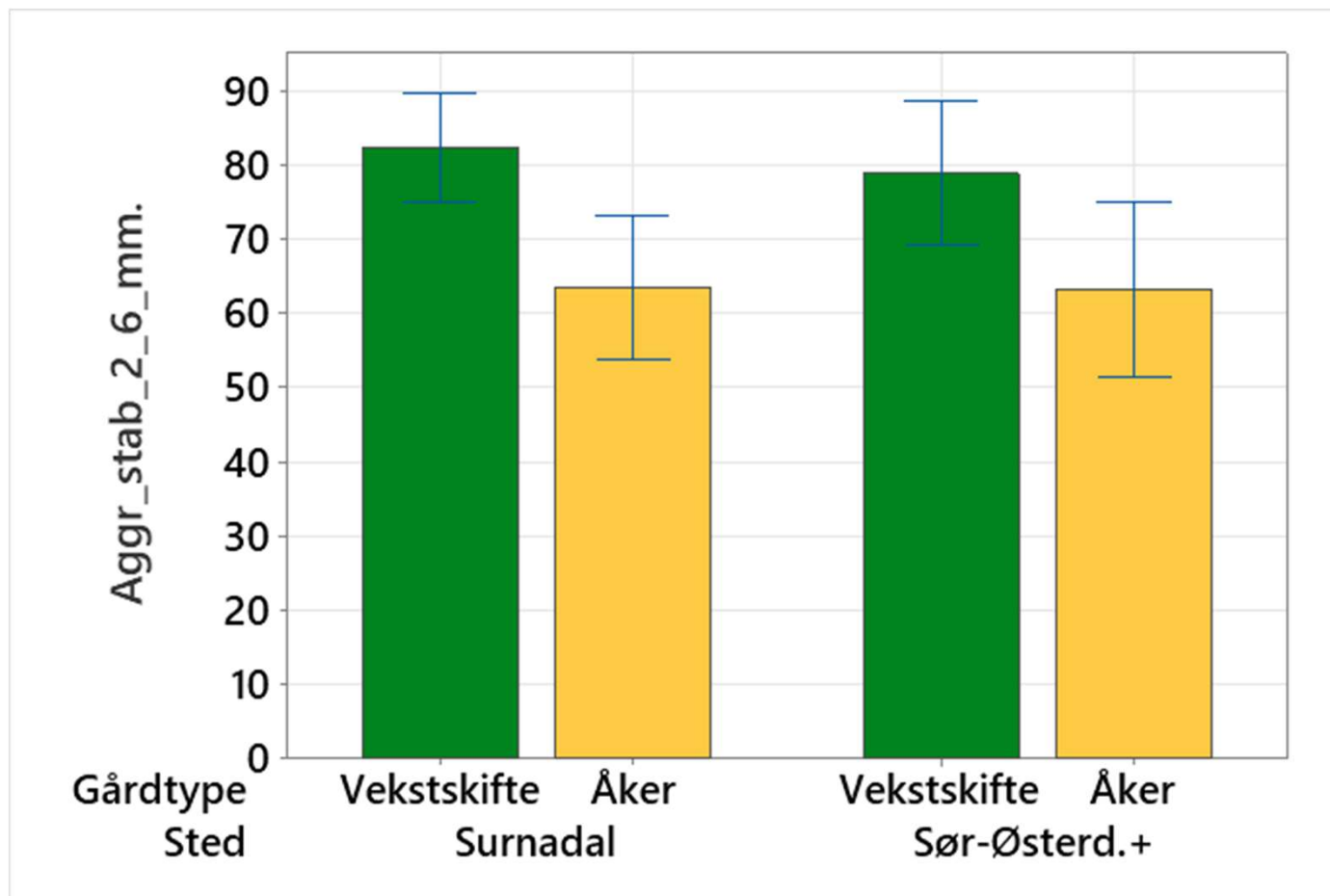
År 2020
2 skifter
med
korn



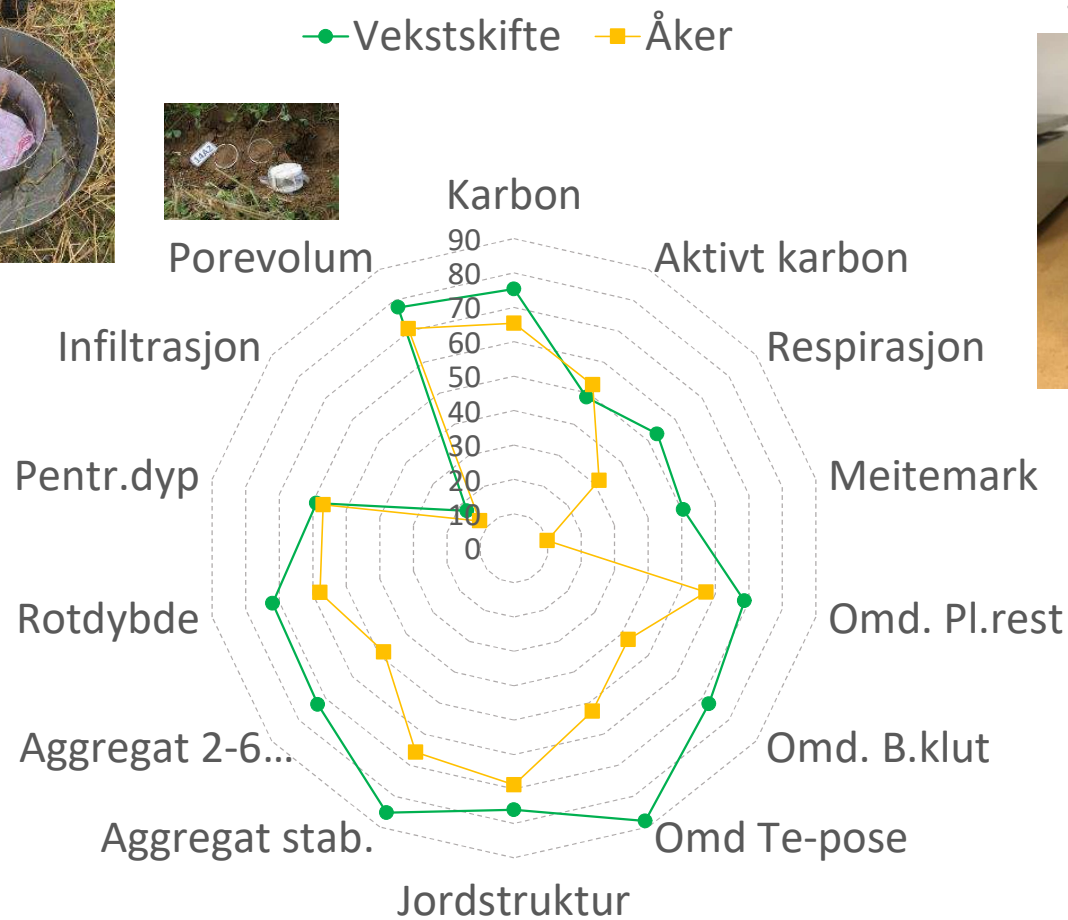
Hvordan virker jorda ?



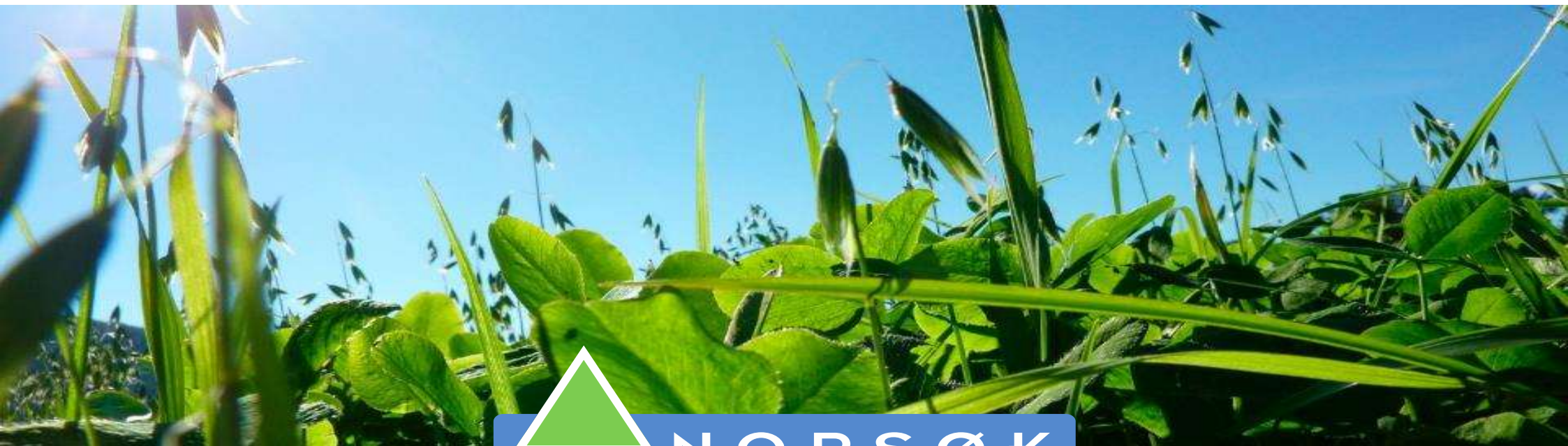
Stabilitet av jordaggregat 2 til 6 mm store



Surnadal



Les mer:
orgprints.org/id/eprint/40013/



NORSØK

Norwegian Centre for Organic Agriculture

Jordlappen – visuell metode for bedømming av jordkvalitet



Reidun Pommeresche (NORSØK)

10 indikatorer i Jordlappen

1. Jordstruktur
2. Jordart
3. Moldinnhold
4. Omdanning av planterester
5. Jordpakking
6. Vanninfiltrasjon
7. Plantevekst
8. Røtter og jordliv
9. Biologisk nitrogenbinding
10. Meitemark



Sett en ring rundt det svaret som passer best

Jordkvalitetskort		2. Jordart (sett ring)		3. Moldinnhold:		Vekst:
Dato:		mest leir, silt, sand, grus		lite, middels, mye=myrjord		Jordarbeiding:
Sted, jorde:						
Ditt navn:						
Indikatorer	Dårlig ☹️	Middels	Bra 😊	Notater		
1. Jordstruktur	Store, harde klumper, tydelig lagdelt, eller bare løse sandkorn.	En del avrunda jordaggregater (grynstruktur), noen større klumper.	Grynstruktur, lett å smuldre i minst halve matjordsjiktet.			
4. Omdanning av planterester	Planterester/husdyrgjødsel finnes uomdannet og/eller som lag i jorda. Vond lukt av dette laget.	Planterester i jorda er mørkfarget og i ulike omdanningsfaser. Varierende lukt på ulike steder.	Det er lite rester av plante-materiale. De som finnes er tydelig omdannet. Frisk jordluft. Lukter det skogsjord er det et bra tegn.			
5. Jordpakking	a) Klarer å trykke en gardin-vaier maks 5 cm nedover i jorda selv med stor kraft. b) Tydelig hardt plogsjikt.	a) Vaieren kan trykkes et stykke nedover i jorda, 5-15 cm, men det er tungt. b) Plogsjikt med noen røtter.	a) Klarer å trykke vaieren nedover til over 20 cm. b) Røttene går jevnt og fint gjennom plogsjiktet.			
6. Vanninfiltrasjon	Vannet synker < 2 mm i løpet av 20 minutter (0,1mm/min).	Vannet synker ca 10 mm på 20 minutter (0,5mm/min).	Vannet synker 10 mm på 2 minutter (> 5 mm/min)	mm/min		
7. Plantevekst	Mindre enn 25 % dekning av kulturvekster og/eller dårlig vekst.	Over 50 % dekning av kulturvekster. Variabel vekst	Over 75 % er dekket av kulturvekster. Friske planter.			
8. Rotvekst	Dårlig rotvekst, flere røtter er fortykka, er hvite, gulbrune og/eller vokser sideveis. Få smårøtter. Lite jordpels på røttene.	Det er både tykke og tynne røtter. Røtter både i sprekker og litt inni selve jordklumpene. Frisk farge. En del røtter med jordpels.	Frodig rotsystem, røttene vokser jevnt nedover og utover i de øvre 20 cm av jorda. Mye jord henger på røttene = mye jordpels.			
9. Biologisk nitrogenbinding	Få knoller (<5) på røttene ofte bare ett sted på rota til belgveksten, øverst	En del knoller (5-15), noen få er rosa inni, de andre hvite/grå.	Flere enn 15 knoller hvor de fleste er lakserøde inni. Rosafargen er tegn på aktive bakterier.			
10. Meitemark	a) 0-2 meitemark i jordblokk (20x20x20cm) b) 1 art	a) 2 - 8 meitemark i jordblokk, noen meitemarkganger. b) 2 arter	a) Flere enn 8 meitemark og flere meitemarkganger i jorda. b) 3 arter			



Stort potensiale for forbedringer



Veileder til Jordlappen finner du her : <http://orgprints.org/34216/>
Foto av ulike varianter av indikatorene : <http://orgprints.org/34212/>

Potensiale for forbedring



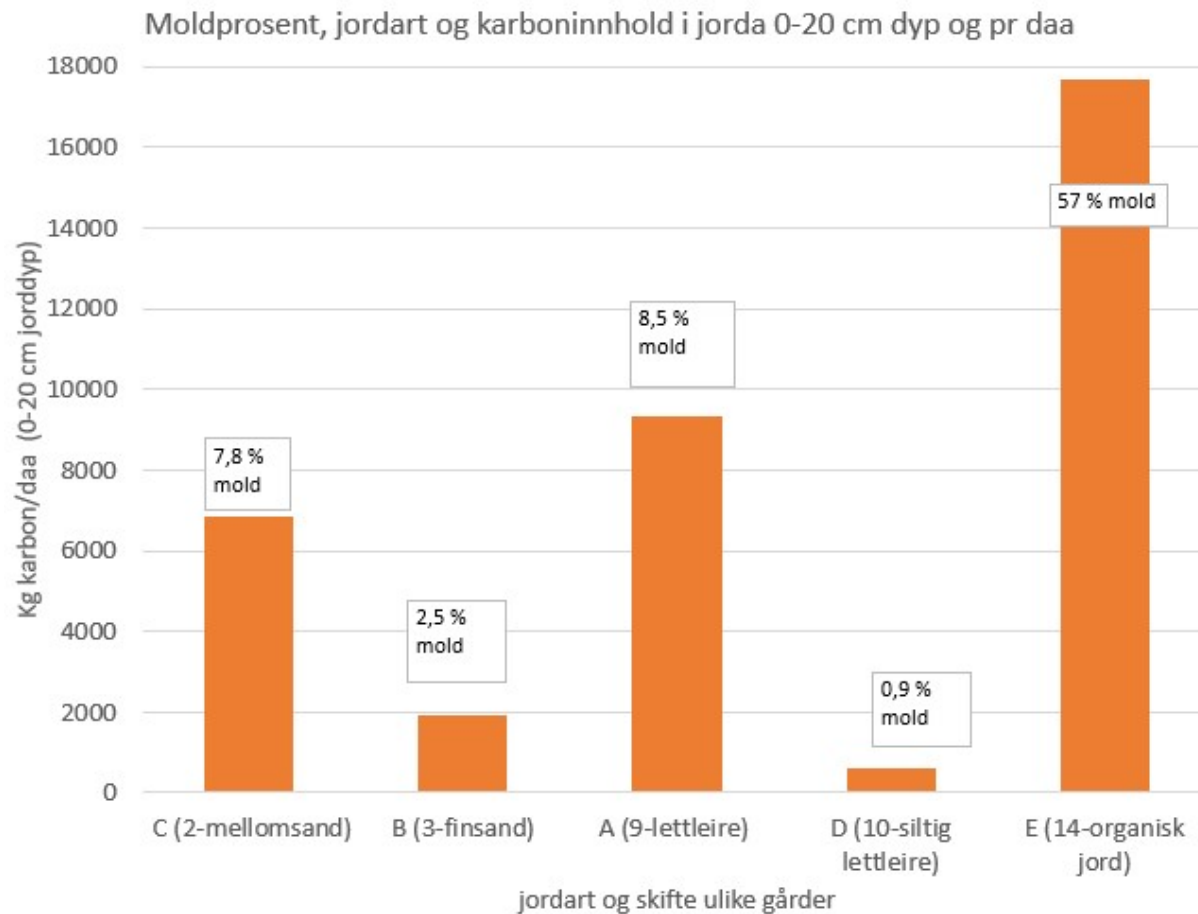
Bra forhold, fortsett slik 😊



Foto: Reidun Pommeresche, Maud Grøtta (Landbruk Nordvest)
og Øystein Haugerud (Fylkesmannen i Oslo og Viken)



Karbonkalkulator



NORSØKs karbonkalkulator:

Kg C/ daa (0-20 cm dyp)

$(\text{Moldinnhold i \%} / 2) / 100 * (200000 \text{ l} * \text{jordtettheten kg/liter})$

Kg C/daa (0-20 cm dyp) MAX

$(\text{moldinnhold i \%} / 1,72) / 100 * (200000 \text{ l} * \text{jordtetthet kg/liter})$

Kommer på nett =)