

STRUKTURKALKNING -

Olika kalciumprodukters möjligheter att minska fosforförlusterna från åkermark



Kerstin Berglund,
Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala

Hög odlingssäkerhet kräver

Snabb och jämn upptorkning



Jämn etablering



Bra grödutveckling, god rotmiljö



God bärighet vid skörd



...och att vi undviker detta!

Översvämning



Erosion



Utvintring - uppfrysning



Skördeproblem - markpackning



Vad göra?

Grundförbättrande åtgärder

- God dränering
- Strukturkalkning etc

Undvik att förstöra markstrukturen

- Undvik markpackning
- Minimera antalet körningar

Förbättra markstrukturen

- "Bra" grödor – fleråriga grödor/vall
- – djuprotade grödor
- – höstsådda grödor
- Återförsel/tillförsel av organiskt material
- Beväxt mark året om – stor vattenförbrukning/torkar upp
- – skyddar marken mot igenslamning
- Så tidigt

Det är skillnad på kalk och kalk !!!

Strukturkalk

Bränd kalk, CaO

Släckt kalk, Ca(OH)_2

Kalkstensmjöl, CaCO_3

möjligt pH

$>12^*$

$>12^*$

8

möjlig Ca-jon konc.

1000 mg/l vatten

1000 mg/l vatten

6 mg/l vatten

*kortvarigt

**Reaktionerna i marken är snabbare och effektivare
vid högre pH och högre Ca-koncentration**

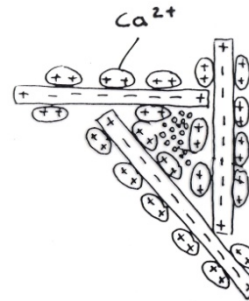
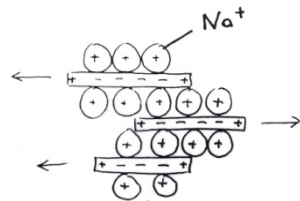
Kalkens effekter på marken

- **Kemiska - pH, basmättnadsgrad**
- **Biologiska - påverkar mikrofloran och faunan**
- **Fysikaliska – strukturförändringar**
 - **Verkar utflockande på lerpartiklarna**
 - **Cementreaktioner**
 - **Murbruksreaktioner**



Kalciumprodukters fysikaliska effekter

Basutbyte (tillförsel av kalciumjoner)



- ökad aggregatbildning
- lägre vattenbindning, mindre såpighet
- minskad tendens till krympning/svällning
- **gynnas av hög Ca-jonkoncentration**
- mycket snabb reaktion (1/2-2 timmar)

Kalciumprodukters fysikaliska effekter

Puzzolanreaktion

$\text{Ca (OH)}_2 + \text{Si och Al}$ $\rightarrow$ kalciumsilikathydrat,
kalciumaluminathydrat

Murbruksbildning

$\text{Ca (OH)}_2 + \text{CO}_2$ $\rightarrow$ kalciumkarbonatbryggor

- ger ökad hållfasthet (stabiliserar markstrukturen)
- beroende av tillgången på silikater och aluminater (= ler)
- **gynnas av högt pH och hög Ca-jonkoncentration**
- temperaturberoende
- långsamma reaktioner (huvuddelen inom ett år)

Några kalkningsmedel

Kalkningsmedel	Kemisk beteckning	Motsvarande CaO* %	Fri kalk** %
Kalkstensmjöl	CaCO_3	42-52	0
Bränd kalk	CaO	70-90	70-90
Släckt kalk	Ca(OH)_2	55-70	55-70
Sockerbrukskalk	CaCO_3	20-25	-

*motsvarande syraneutraliserande förmåga uttryckt i kg CaO per 100 kg kalkningsmedel (%)

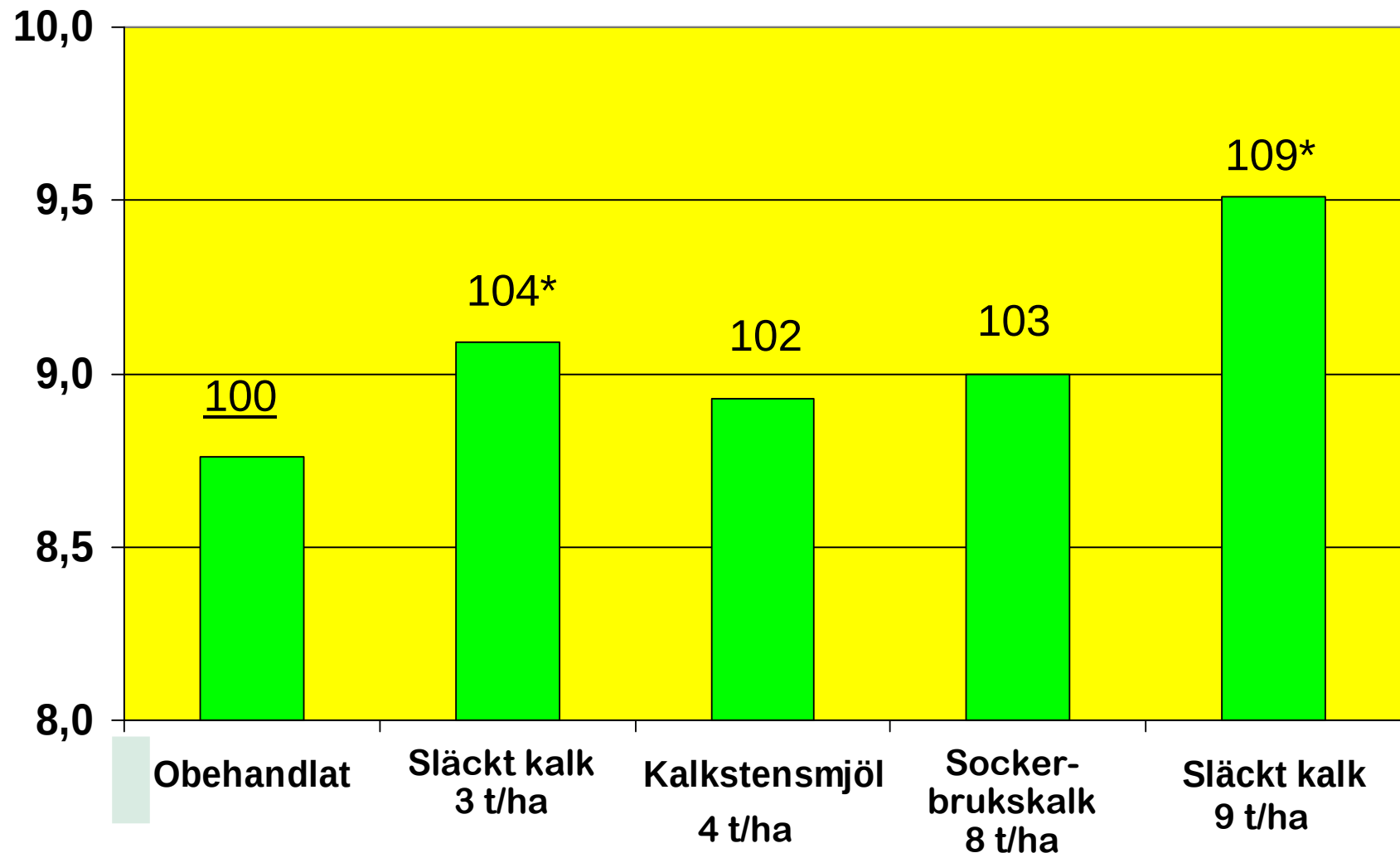
**andel fri kalk (CaO och Ca(OH)_2)

Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ingen pH-höjande effekt i mark
Dolomitkalk	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Mg-jonen har också en viss utflockande effekt, liknar kalkstensmjöl
Portlandcement	$\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2$	vid reaktion med vatten bildas kalciumsilikathydrater och kalciumhydroxid
M-kalk	Silikatkalk Si Ca	Kiselsyran kan bilda kiselgel som har kortvarig struktureffekt (1-2 år) (Kan innehålla CaO och $\text{Ca}(\text{OH})_2$) Masugnsslagg kräver tillsats av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eller Portlandscement för att bilda tex kalciumsilikathydrat
Filterkalk	CaCO_3	+ en viss andel bränd kalk och aska

Strukturkalkning till sockerbeter

12 försök, 1998-2000

Utvinnbart
socker, t/ha



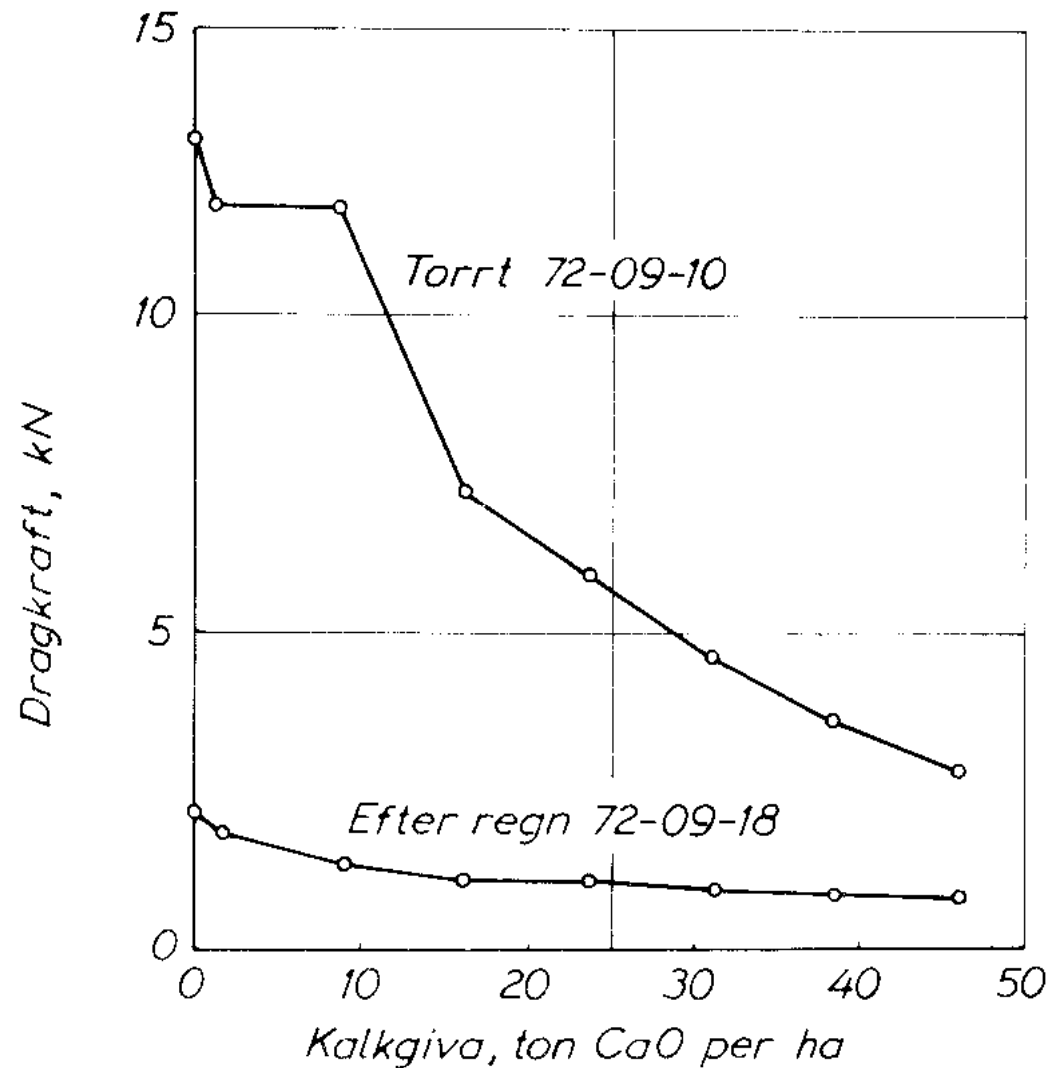


Bild 16. Resultat från försök över kalkens struktur-effekter. Samband mellan kalkgiva och dragkraftsbehov vid tiden för höstplöjning. Mätning gjordes dels vid torra förhållanden 1972-09-10, dels vid våta förhållanden 1972-09-18 efter regn. Brunna, Västmanlands län. Jordart styv lera.

Effekter av strukturkalkning på dräneringsvattnets grumlighet

Grumlighet (FTU)



Vattenprover
2011-01-21

Provtagning
gjord av
Dennis
Wiström i
Östergötland
40 % lerhalt

Strukturkalkat
fält med
kalkfilterdike
 $\text{CaCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$

Obehandlat
fält

Kapellån

Kalkning med filterkalk – effekt på fosforutlakning

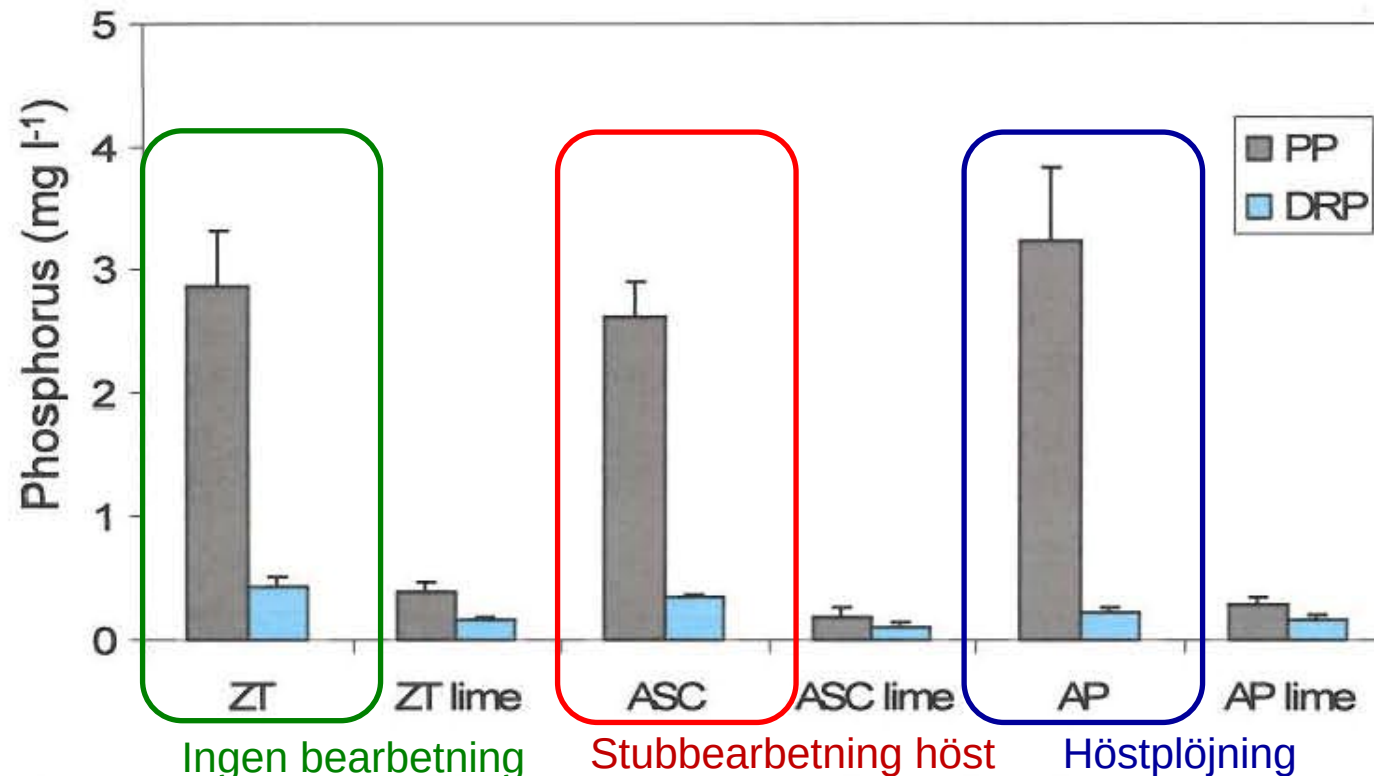


Figure 1. Average particulate (PP) and dissolved reactive (DRP) phosphorus content in surface runoff water during the three hours rainfall simulation (intensity 5 mm h⁻¹) which was repeated for three times. The rainfall simulation was done before and two days after liming (lime) of 5 Mg ha⁻¹. ZT, zero tillage; ASC, autumn stubble cultivation; AP, autumn ploughing. The tillage treatments were carried out five years before soil sampling. The vertical line above a bar indicates one standard of mean (n=4).

Undisturbed clay soil in lysimeters from a five year old field experiments. Lime kiln dust (mainly CaCO₃ + some CaO, 5 tonnes/ha) was spread in the lysimeters prior to simulated rainfall. Alakukku & Aura, 2006

Kalkning med filterkalk – effekt på fosforutlakning

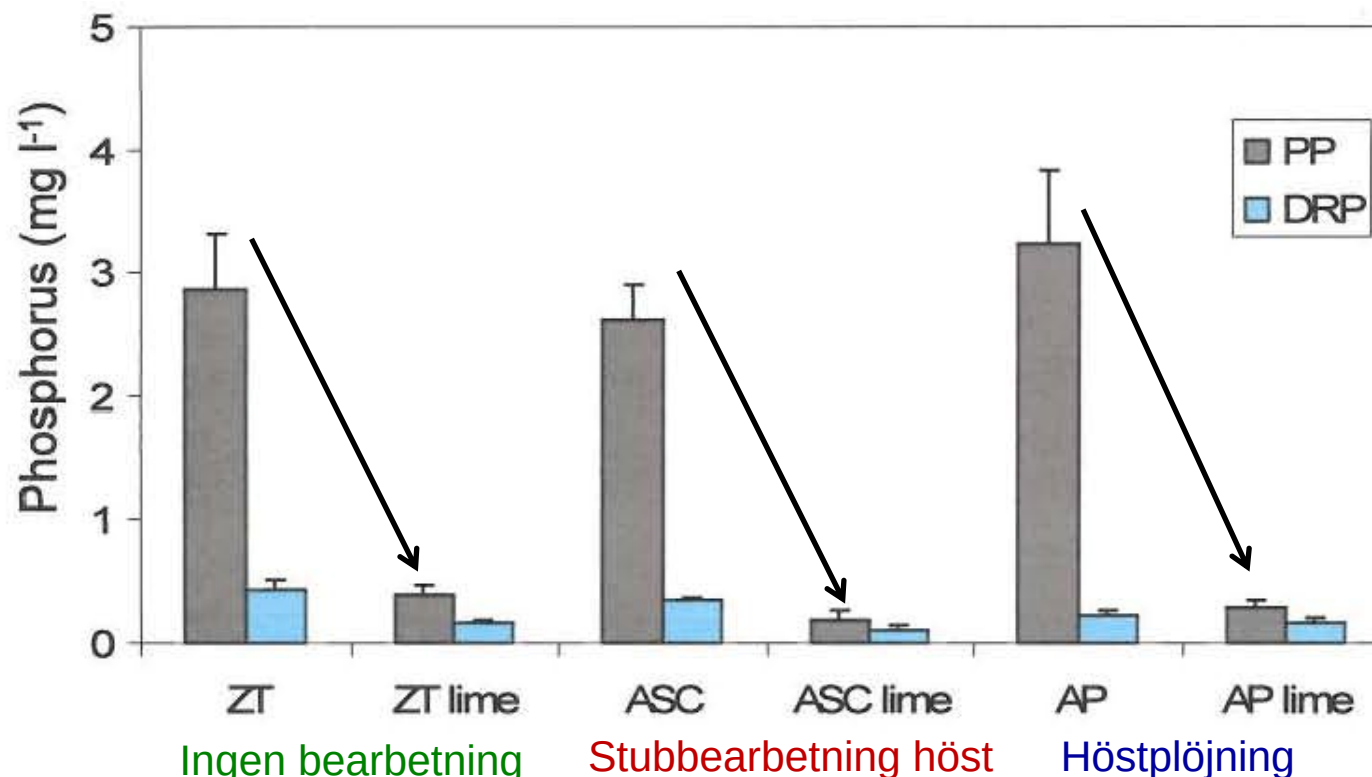


Figure 1. Average particulate (PP) and dissolved reactive (DRP) phosphorus content in surface runoff water during the three hours rainfall simulation (intensity 5 mm h⁻¹) which was repeated for three times. The rainfall simulation was done before and two days after liming (lime) of 5 Mg ha⁻¹. ZT, zero tillage; ASC, autumn stubble cultivation; AP, autumn ploughing. The tillage treatments were carried out five years before soil sampling. The vertical line above a bar indicates one standard of mean (n=4).

Undisturbed clay soil in lysimeters from a five year old field experiments. Lime kiln dust (mainly CaCO₃ + some CaO, 5 tonnes/ha) was spread in the lysimeters prior to simulated rainfall. Alakukku & Aura, 2006

Kalciumtillförsel – grumlighet i dräneringsvatten från lysimetrar

Examples of percolation water from ploughed soil,
(rainfall simulation 5 mm h^{-1} , 5 h)



CaCO_3 = Calcium carbonate. CaSO_4 = Gypsum

Turtola, Boleij, Nylund, Uusitalo & Ylivainio. 2009. Preliminära resultat.

May
2009:

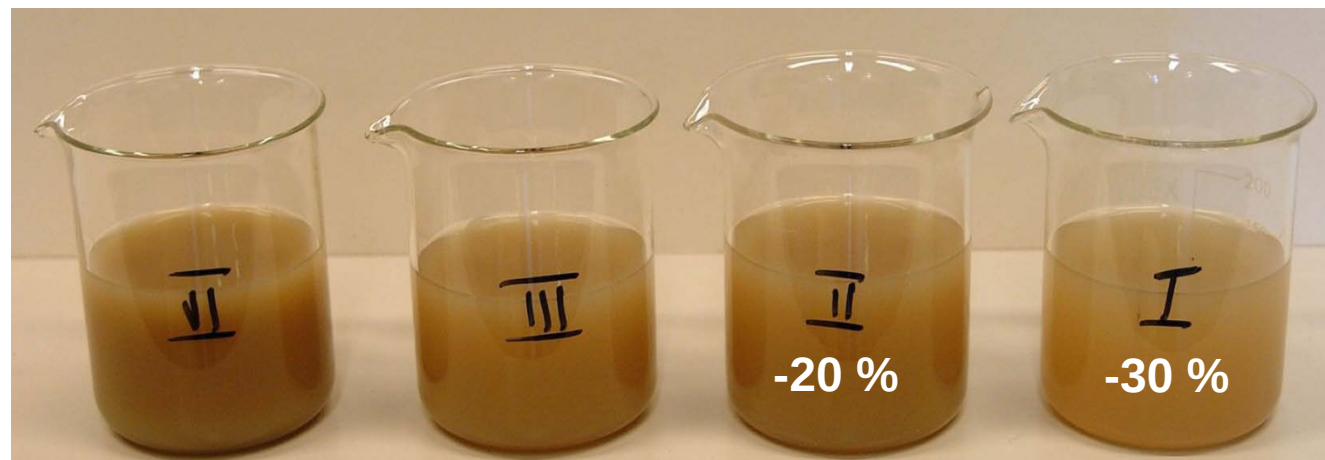


Unamended

Limestone

Gypsum 6 tn/ha

May
2010:



Unamended

Limestone

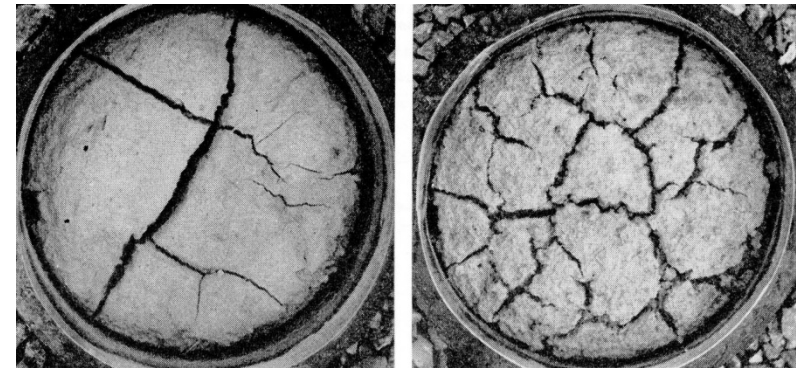
Gyp 3 tn/ha

Gyp 6 tn/ha

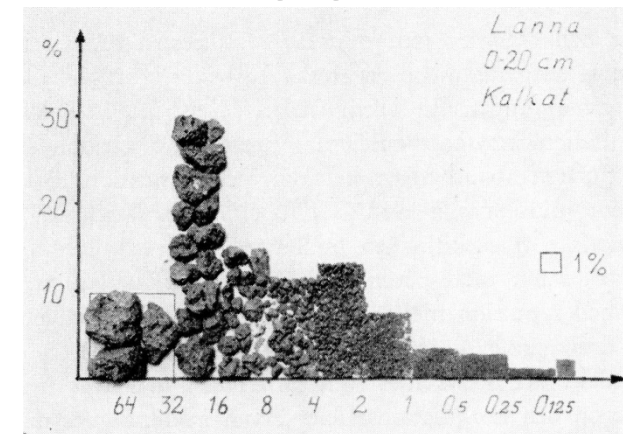
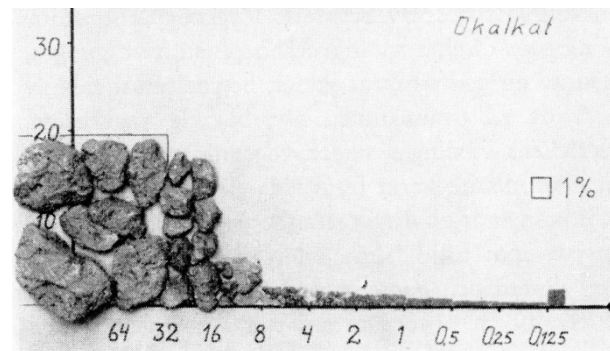
Kortvarig
effekt!!

Strukturkalkning – fosforutlakning

- Förbättrad markstruktur (mindre krympning/svällning och färre stora sprickor) leder till att vattnet infiltrerar över en större yta = mindre ytavrinning



- Stabilare aggregat och bättre aggregatfördelning ger mindre utlakning av partikelbunden fosfor

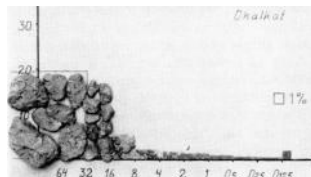
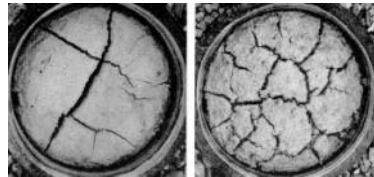
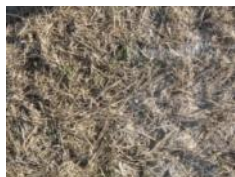


- Högre och jämnare skördenivå gynnar ett bra fosforutnyttjande

Viktiga åtgärder för att minska fosforförlusterna från åkermark

- Fungerande dränering
- Åtgärder som gynnar markens struktur
- Höga och framför allt jämna skördar

Mål: att behålla fosfor på fältet!!



Vikten av att utföra åtgärden rätt!!

Förfrukt: höstvetе Jordart: mjälig mellanlera,
Kalkningsmedel: Cresco Optimal ca 5ton/ha, tillförd i aug/sept 2011
Fältet är sått med höstvetе 18 september 2011

Fel:

Kalkad 9 september.
2 respektive 4 dagar före
kom det 14 respektive
11 mm regn.
9 september en körning
med Väderstad Cultus
Blött stora kladdiga
lerklumpar. Fältet måste
torka innan körning 2,
som sker dagen efter.
Tyvärr kommer det 5
mm innan körning 2. Ej
bra förhållanden för
kultivering.



Tåå gård 5 oktober 2011

Rätt:

Kalkad 19 augusti.
Nedbrukad med Väderstad
Cultus 2 ggr vinkelrätt till
20 cm djup. Torra och bra
förhållanden. Jorden föll
sönder fint i små aggregat.

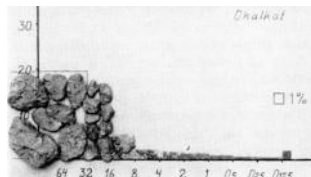
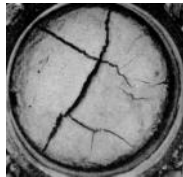
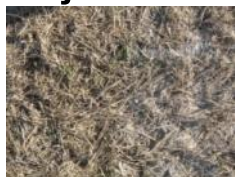
Den högra delen kan sås direkt.

Den vänstra delen måste harvas 3-4 ggr för att få ett bra såbruk innan
sådd sker med Väderstad Concorde.

Dagen efter sådd kommer det 30 mm regn. En kompakt förhårdnad
uppstår ända ned till såbotten.

Viktigt att komma ihåg vid strukturförbättring

- Testa själv med en säck släckt kalk om Du tvekar om effekten.
- Det måste finnas ler som kalken kan reagera med. Fungerar ej på sandjord. Ju högre lerhalt desto mer kalk kan man lägga på och fortfarande få en effekt.
- Försök sprida kalken vid det tillfälle i växtföljden när strukturen är som bäst. Vallbrott (om inblandningen fungerar), efter ett bra höstvede. Vänta hellre ett år, än att sprida under dåliga förhållanden.
- För jämnare fält. Lagg på mest där strukturen är som sämst. Gör en "jävlighetskarta" och kalka efter den (överensstämmer ofta med lerhaltskartan).
- Kalken skall blandas in snabbt efter spridning. Helst inom ett dygn (max 2 dygn).
- Viktigt med god inblandning. Kör minst två gånger i olika riktningar. Använd redskap efter markförhållandena (enbart plöjning eller en lätt harvning duger inte). Blanda in kalken om möjligt i hela matjorden.
- Lämna gärna en GPS-inmätt yta okalkad i fältet (lägg ut en stor presenning vid spridning) som vi kan ha som forskningsyta och du själv kan ha som jämförelse.





med ett **Markstrukturtest i fält** kan man ställa en diagnos på sin jord

Med utrustning som i allmänhet finns
på gården (spade, kniv, tumstock....)

utförs några enkla tester avseende:

jordart
markstruktur och förtätade zoner
rotsystemet
porositet och maskförekomst



Kerstin Berglund och Anna Gustafson Bjuréus

Markstrukturtest i fält

<http://pub.epsilon.slu.se/3375/1/Rapport8.pdf>



Tecken på dålig markstruktur

Synliga ovanpå

- Stående ytvatten
- Sen upptorkning
- Ogräs
- Skarpkantade aggregat
- Grovt såbruk
-





Tecken på dålig markstruktur



I markprofilen

- Kompakt matjord
- Förtätade skikt
- Förtjockade rötter
- Rötter som böjer av
- Få maskar
- Begränsat rotdjup
-



Protokoll "Hur mår din jord?"

(instruktioner finns på sista sidan)

Datum: _____ Skiftesbeteckning: _____

Jordart (om markkarterat): _____



A. Allmänna frågor (kan besvaras utan att gräva)

Fråga		Svarsalternativ (ringa in det som stämmer bäst)		
		☹	☺	☺
1	Är det lätt att bearbeta jorden?	Många överfarter och stort dragkraftsbehov	Medel	Lättbearbetad jord, litet dragkraftsbehov
2	Är grödans etablering god?	Ojämn uppkomst och luckiga bestånd	Något ojämn uppkomst och etablering av grödan	Jämn och snabb uppkomst. Jämnhöga bestånd
3	Är grödan frisk och frodig och konkurrerar väl med ogräsen?	Hämmad tillväxt, missfärgning, stora ogräsproblem	Något ojämn tillväxt, lite missfärgning, vissa ogräsproblem	Frisk och frodig gröda, mycket små ogräsproblem
4	Infiltrerar vatten snabbt?	Stående vatten kvar länge efter kraftiga regn eller bevattning	Vattnet rinner undan sakta, lite pölar	Vanligen inget vatten stående kvar efter kraftiga regn eller bevattning
5	Förekommer det skorpbildning?	Skorpa bildas ofta, även efter lätta regn	Skorpa förekommer ibland, särskilt efter kraftig nederbörd	Skorpa bildas aldrig
6	Är skörde-nivåerna stabila?	Stor skörde-variation inom fältet och/eller mellan år	Medel	Jämna och för regionen goda skördar



B. Fälttest (frågor att besvara ute på skiftet vid testgropen)

Testgropen är på en ☐ Representativ plats
☐ Bra plats
☐ Dålig plats/vändteg

Markförhållanden: ☐ Torrt
☐ Fuktigt
☐ Blött

Gröda:

Beskrivning av testgropens läge på fältet (om man vill återfinna platsen):
.....

Gräv en grop!

För att kunna svara på frågorna krävs att du gräver en grop på skiftet. Välj ut en för skiftet representativ plats. Gräv tills du når en bit ned i alven. När du gräver försök då att lämna en sida ostörd – undvik att trampa eller lägga jord där. Det är bra om den utvalda sidan vetter mot solen, då syns markens karaktärsdrag bättre.

Rita av markprofilen!

Djup	Typ av skikt	Spadtramp
0 cm	Markyta	
	Matjord	_____ st
10 cm		
20 cm		_____ st
30 cm		
40 cm	Alv	_____ st

1. Titta och känn på gropväggen, d.v.s. markprofilen. Använd kniven och bänd loss jord så framträder olika markskikt tydligare.

2. Marken består oftast av minst två skikt; *matjord* och *alv*. Vanligtvis finns även ett tätare skikt; en *plog- eller bearbetningssula*.

→ Rita in de skikt du hittar!

3. Motståndet spaden möter när man gräver är en god indikation på hur det står till med strukturen. Är det svårt att få ner spaden är det ofta svårt för rötterna att ta sig ner!

→ Notera antalet tramp på spaden som krävs för att få ner den i respektive skikt! (ett tramp tyder på lucker struktur, sex tramp på mycket tät)

Besvara frågorna på nästa sida!



Fråga		Svarsalternativ (ringa in det som stämmer bäst)		
		☹	☺	☺
1	Har matjorden bra struktur och fint bruk?	Kokig, pulvrig, massiv, skiktad eller enkelkornstruktur	En del smuliga (granulära) aggregat syns	Porösa granulära aggregat
2	Har matjorden hög mullhalt? (mörk färg)	Matjorden har samma färg som alven	Matjorden är något mörkare än alven	Matjorden är mycket mörkare än alven
3	Har jorden täta skikt?	Tydligt tätt skikt, tydlig plogsula, rötter böjer av	Något kompakta skikt, rottillväxt lite hämmad	En spade glider lätt ner förbi bearbetningsdjup
4	Finns det växtrester och bryts de ned?	Inga växtrester eller dåligt omsatta växtrester	Lite växtrester långsam nedbrytning	Växtrester i alla nedbrytningsstadier, jordlukt, söt doft
5	Utvecklas växtrötterna bra?	Dålig rottillväxt, förtjockade eller gulbruna rötter	En del finrötter, de flesta friska	Frodiga, friska, vita rotsystem
6	Finns det gott om daggmaskar?	Varken maskar eller maskgångar finns	Några enstaka maskar eller maskgångar	Flera maskar och maskgångar

C. Hur mår din jord?

Räkna ihop resultatet av frågorna. Hur många svar hamnar i respektive klass?

		☹	☺	☺
A	Allmänna frågor			
B	Fälttest			
	Totalt			

Vilken symbol dominerar?

- ☹ Oj, här behövs det krafttag för att förbättra markstrukturen!
- ☺ Här finns det en del att göra åt markstrukturen!
- ☺ Mycket bra markstruktur! Bibehåll den!



Testinstruktioner



1	Du behöver • kopia av protokollet • penna • spade • morakniv • (tumstock)
2	Testet består av tre delar A. Allmänna frågor B. Fälttest med frågor att besvara när man gräver en grop i fält C. Sammanställning av resultatet
3	Fälttestet tar ungefär en timme att utföra. Välj ett lämpligt tillfälle på säsongen. Tänk på följande: • Rotutvecklingen är lättast att titta på framåt sensommaren när grödans rotsystem hunnit utvecklas. • Daggmaskar finner man lättast när marken är fuktig. När den är torr drar de sig neråt i marken.
4	Välj ut en <i>representativ</i> plats på skiftet; ett område som speglar hur skiftet ser ut i allmänhet. Alltså inte där grödan brukar bli ovanligt bra eller dålig.
5	Följ protokollet och ringa in det svarsalternativ som stämmer bäst. Summera resultaten i protokollet.
6	Fundera över resultaten och eventuella åtgärder. • Hur påverkar skiftets nuvarande odlingssystem (växtföljd, maskinpark etc.) markstrukturen? Vad har positiv och vad har negativ inverkan? • Om markstrukturen är dålig: Vad kan man göra för förbättra den? Om den är bra: Hur ska den kunna bibehållas i bra skick? Ta hjälp av informationen i broschyren!
7	<i>Om du vill: Upprepa testet på en extremt bra plats vid skiftet, en plats som utsatts för mindre påverkan. Till exempel ett skifteshörn, utefter en långsida eller orörd mark på andra sidan diket. Platsen speglar hur markstrukturen kan tänkas vara som bäst. Jämför testresultaten med de på den representativa platsen.</i>

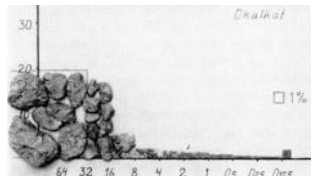


Kerstin Berglund,

Inst f mark och miljö,
Avd f jordbearbetning och hydroteknik
SLU,
Box 7014,
75007 Uppsala.

018-671185.

kerstin.berglund@slu.se



Tabell 8. Grödornas inverkan på marken graderad som ringa, måttlig, bra och mycket bra. Tillförsel av organiskt material i form av skörderester och rotmassa. Positiv effekt på markstrukturen genom bl.a. stimulans av marklivet, uttorkning av markprofilen och ostörd mark (perenner)

Gröda	Tillförsel av organiskt material	Positiv effekt på mark-struktur	Andra positiva effekter	Eventuella negativa effekter
Vall	Mkt bra	Mkt bra	Markytan skyddad under en stor del av året	Stora vall-skörde-maskiner, tunga transporter, risk för mark-packning. Vid bete risk för tramp-skador
Höstsådd stråsäd	Bra	Bra	Stubben skyddar	
Vårsådd stråsäd	Måttlig - bra	Måttlig	Stubben skyddar	
Potatis	Ringa	Ringa		Risk för mark-packning vid blöta skörde-förhållanden
Sockerbetor	Ringa - måttlig	Ringa-måttlig	Lång växtsäsong, djupa rötter	Risk för mark-packning vid blöta skörde-förhållanden och

Tabell 8. Grödornas inverkan på marken graderad som ringa, måttlig, bra och mycket bra. Tillförsel av organiskt material i form av skörderester och rotmassa. Positiv effekt på markstrukturen genom bl.a. stimulans av marklivet, uttorkning av markprofilen och ostörd mark (perenner)

Gröda	Tillförsel av organiskt material	Positiv effekt på mark-struktur	Andra positiva effekter	Eventuella negativa effekter
Oljeväxter	Måttlig	Bra	Stubben skyddar	
Ärt/bönor	Ringa	Ringa	Kväverika skörderester	Risk för mark-packning vid blöta skörde-förhållanden och stora maskiner
"Svartträda"	Ingen	Ringa eller negativ	Reduktion av ogräs och sjuk-domar	Ingen upptorkning av alven, växtnäringsförluster, inget markskydd
"Ogrästräda"	Ringa	Ringa		Uppförökning av ogräs
Gröngöds-lings-gröda	Ringa - måttlig	Ringa – måttlig	Tillförsel av kväve	Struktureffekten beror på mängden organiskt material och markför-håll-an-dena när den bryts



Tecken på dålig markstruktur

Synliga ovanpå

- Stående ytvatten
- Sen upptorkning
- Ogräs
- Skarpkantade aggregat
- Grovt såbruk
-

I markprofilen

- Kompakt matjord
- Förtätade skikt
- Förtjockade rötter
- Rötter som böjer av
- Få maskar
- Begränsat rotdjup
-