

Faste kørespor (CTF) i økologisk gartneri og landbrug

Baggrundsmateriale



Indholdsfortegnelse

Forord	1
Forfattere:	1
Generelt	2
Hvad er faste kørespor?	2
Tilfældig trafik > kontrolleret trafik > faste kørespor	2
Gevinster ved faste kørespor	2
Gartneri.....	2
Planteavl.....	3
Kvægbrug/grovfoder	3
Udfordringer ved faste kørespor.....	3
Valg omkring færdsel i marken.....	4
Sammenfatning.....	4
Økonomi – planteavl og kvægbrug	5
Er kontrollet trafik eller faste kørespor noget for dig?	5
Gevinst: Udbytte	5
Gevinst: Jordtype og jordstruktur.....	7
Gevinst: Reduceret overlap og færre kiler	7
Omkostninger: Maskinøkonomi.....	10
Linksamling til kilder - hovedsageligt med fokus på økonomi i faste kørespor.....	12
Faste kørespor - effekter på jord – biologi og agronomi	13
Baggrund	13
Pløjefri dyrkningssystemer.....	13
Betydningen for jordens struktur og frugtbarhed	13
Teknik	15
Autostyring	15
Arbejdsbredder på maskiner	15
Sporvidde og dækbredde	15
Jordbearbejdning	16
Gartneri, kvægbrug og planteavlsbrug.....	17
Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk gartneri	17
Indledning	17
Hvorfor?	17

Hvordan?	18
Jordbearbejdning	18
Næringsstoffer (grøngødning)	19
Autostyring	19
Udfordringer	20
Økonomi.....	20
Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk kvægbrug	22
Autostyring på kvægbrug	24
Arbejdsbredder	24
Sporvidde og dækbredde	24
Græshøst.....	25
Andre forhold på kvægbedriften	26
Afgræsning	26
Høst af slætgræs.....	26
Dyrkning af majs i faste spor	26
Litteratur, specielt med fokus på græs:	27
Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk planteavl	28
Udbytter på planteavlsbrug.....	29
Autostyring på planteavlsbrug	32
Arbejdsbredder på maskiner	32
Sporvidde og dækbredde	32
Jordbearbejdning	33
Litteratur – her kan du finde mere viden om faste kørespor.....	33
Uddrag af artikler.....	35
Oversættelse af artikler.....	38

Forord

Faste kørespor (CTF) i økologisk gartneri og landbrug – Baggrundsmateriale – er udgivet af Økologisk Landsforening. Publikationen er produceret i GUDP- projektet "ØKOLOGI I SPORET – Innovative økologiske dyrkningssystemer (ØKO-SPORET)". Publikationen er en del af et rådgivningskoncept om faste kørespor. Rådgivningskonceptet består af baggrundsmateriale (denne publikation), faktaark og tjeklister. Materialet er udarbejdet primært med henblik på at give konsulenter indenfor økologisk gartneri- og landbrugsproduktion mulighed for at indhente viden om emnet faste kørespor på en hurtig og effektiv måde, og herigennem blive klædt på til at kunne indlede en rådgivning om emnet faste kørespor ude hos økologiske grøntsagsavlere og på bedrifter med planteavl og/eller kvægbrug.

Baggrundsmaterialet er en samling af viden om emnet faste kørespor, mens hensigten med faktaarkene er, at de kan bruges som informationsmateriale i forbindelse med et rådgivningsbesøg eller arrangementer. Tjeklisterne er tænkt til, at de kan bruges af gartneri- og planteavlskonsulenter primært indenfor økologisk produktion, i forbindelse med et rådgivningsbesøg. Tjeklisterne kan være en hjælp for konsulenten til at huske at komme rundt om alle de mest væsentlige spørgsmål og udfordringer i forbindelse med en omlægning til faste kørespor.

Økologisk Landsforening, december 2016, Janne Aalborg Nielsen

Hele rådgivningskonceptet kan findes på okologi.dk/landbrug/projekter/planteavl/oekologi-i-sporet

Forfattere:

Hans Henrik Pedersen, CTF Europe.dk

Michael Højholdt, SEGES

Erik Kristensen, ØkologiRådgivning Danmark

Richard De Visser, GartneriRådgivningen

Martin Beck, Almende

Janne Aalborg Nielsen, Økologisk Landsforening

Publikationen er et produkt af projektet 'Økologi i sporet'. Projektet har fået tilskud fra "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, (GUDP) under Miljø- og Fødevareministeriet og Fonden fra Økologisk Landbrug.

Mere information om projektet findes her www.okospor.dk



Forsidefotos: Josef Appell og Richard de Visser

Generelt

Hvad er faste kørespor?

Forfattere Michael Højholdt, Hans Henrik Pedersen, Richard de Visser og Janne Aalborg Nielsen

Tilfældig trafik > kontrolleret trafik > faste kørespor

Det de fleste praktiserer i dag betegnes som tilfældig trafik, hvor agerretning kan startes med f.eks. såning fra flere af markens lange sider, og der er ikke noget fast mønster for, hvordan man i øvrigt færdes i marken. Modsætningen er faste kørespor, også kaldet kontrolleret trafik (på engelsk CTF - Controlled Traffic Farming), som er et dyrkningssystem, hvor al færdsel i marken foregår i fastlagte spor. I den mest rendyrkede form af dette dyrkningssystem er der kun færdsel i kørespor, som ligger samme sted år efter år, mens jorden herimellem er helt uberørt af færdsel. Betegnelsen kontrolleret trafik bruges i Danmark ofte om en mellemting mellem faste kørespor og tilfældig trafik. Der findes variationer af dyrkningssystemet, hvor det kun er den meget tunge trafik, der foregår i de samme spor år efter år, eller der kun er faste kørespor i nogle år/nogle afgrøder.

Sporene fastlægges oftest efter RTK korrigeret GPS-signal via maskinernes autostyring.

Især ved faste kørespor over flere år eller permanente kørespor, er en pløjefri praksis en forudsætning.

På dansk kan betegnelsen kontrolleret trafik sidestilles med en god færdselsdisciplin. Kontrolleret trafik er en mellemting mellem faste kørespor og tilfældig trafik, hvor man formår, at der så vidt muligt køres i de samme kørespor fra år til år med tunge maskiner og transportopgaver, og at der i øvrigt er en aftale om hvordan færdsel foregår i kørespor, foragre mv. Kontrolleret trafik kan dermed være et skridt på vejen til omlægning til faste kørespor.

Ved faste kørespor forstås, at maskinernes arbejdsbredde tilpasses et multiplum af en minimum arbejdsbredde (f.eks. 4 m, så alle maskiner og redskaber arbejder på 4, 8, 12,16, 20, 24, 28,32, 36 m), og at alt transport foregår her.

Der er en række mulige gevinster ved faste kørespor, og der er en række udfordringer:

Herunder er listet mange af gevinsterne. Der er opdelt på gartneri, planteavl og kvægbrug/grovfoder.

Gevinster ved faste kørespor

Gartneri

Avlerne har erfaret nogle oplagte fordele ved de ændrede dyrkningsmetoder.

En sund jord uden pakningsskader medfører god og hurtig vækst, hvilket kan føre til gode stabile udbytter af afgrøder af god og ensartet kvalitet, som for gartneren medfører en økonomisk gevinst.

Jævne bede muliggør ensartet bearbejdning af jorden, og øger præcision ved såning, plantning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Faste kørespor ved dyrkning af frilandsgrønsager (kulturpleje, høst, og jordbearbejdning) har bidraget med højere udbytter i flere afgrøder, en øget jordgennemtrængelighed og rodvækst, flere mulige arbejdsdage i marken – især om foråret -, præcis kørsel med gængse maskiner, en øget præcision ved ukrudtsbekæmpelsesredskaber, lavere emissioner af drivhusgasser, og tendens til lavere ukrudtstryk allerede få år efter opstart. Effekten i jorden optræder hurtigt, på lerjord efter 4 år, og på sandjord 2 år.

Planteavl

Der kan opnås en sundere jord, hvor jordens biologiske processer forstyrres mindre. Herved forbedres omsætningen af den organiske pulje i jorden, hvilket kan forbedre tilførslen af næringsstoffer.

Rødder vokser bedre i jord uden pakningsskader. Det forbedrer planternes sundhed og ensartethed og ikke mindst deres mulighed for at trække vand og næringsstoffer ud af jorden. I økologisk landbrug er faste kørespor primært undersøgt i grønsagsafgrøder, hvor en øget ensartethed og kvalitet har stor betydning. I konventionelt drevne landbrugsafgrøder er der fundet øgede udbytter i størrelsesordenen 0-15%.

Da dyrkningsjorden ikke pakkes af tunge maskiner er trækkræftbehovet og dermed brændstofforbruget mindre ved faste kørespor. Rullemodstanden er også betydelig mindre, når man ikke kører i løs jord. Nogle maskinoperationer kan eventuelt helt udelades, da pakningsskader ikke skal repareres. Dette kan medvirke til yderligere at reducere tidsforbrug for maskiner og arbejdskraft.

Brug af præcis autostyringsudstyr og dyrkning i jord uden pakningsskader forbedrer muligheder for mekanisk bekæmpelse af ukrudt.

Kvægbrug/grovfoder

Der opnås en hurtigere genvækst, når der ikke køres i græsset. Det er måske muligt at høste et slæt mere pr. sæson, og da genvækst for alle planter er ens, kan der opnås en ensartet og god kvalitet. Man kan holde markerne jævne, når trafikken er kontrolleret. Dermed kan opnås høje udbytter ved en lav og ensartet stubhøjde.

Flere landmænd har oplevet at kunne høste græs et år mere på en mark, inden der omlægges. Derved kan spares penge. I økologisk produktion er kløvergræs marker dog en meget vigtig vekselafgrøde, som man måske ikke ønsker skal ligge for længe. Nogle plantearter, for eksempel lucerne, er meget følsomme overfor kørsel. Disse vokser meget bedre i systemer med faste kørespor. Det gælder også for rødkløver. Man kan dermed forbedre foderkvaliteten.

Når frakørselsvognen trækkes efter finsnitteren, kan man benytte et net over vognene, således at spild af for eksempel kløverblade minimeres. Når en maskinstation har investeret i effektive systemer til tilkobling af vogne, så kan der spares arbejdstid og traktortimer, da der ikke skal køre en vogn ved siden af finsnitteren i marken

Udfordringer ved faste kørespor

Som nævnt er der en række udfordringer ved faste kørespor. Mange af udfordringerne er listet her:

- Risiko for mere ujævne marker og volddannelse
- Håndtering af halm og afgrøderester i pløjefrit system
- Frakørsel af grovfoder kræver særligt udstyr
- Specialafgrøder som roer og kartofler, der kræver optager
- Problemer med lejede maskiner, fordi arbejdsbredde og sporvidde ikke passer
- Frakørsel fra mejetærsker kræver god kørselsdisciplin og forlænget tømmesnegl ved 12 m CTF
- Høj stabilitet og præcision påkrævet på GPS. Flytning af A-B linje mellem autostyringsanlæg af forskellige fabrikater er problematisk
- Usikkerhed for muligheder for at genoptage dyrkningen af de meget sammenkørte spor, hvis der skiftes arbejdsbredde, eller faste kørespor opgives

- Hvad betyder afgrødevalget for konsekvenserne af faste kørespor?
- Vigtigt at vælge "rigtig arbejdsbredde" da det er dyrt og besværligt at flytte spor
- Vigtigt at nedmulde halm men svært at sprede halm og avner godt efter 12 m brede skærebord ved dyrkning af salgsafgrøder
- Stort investeringsbehov hvis implementering skal ske på én gang
- Indkøringstab
- Større afskrivninger på meget brede/specielle redskaber må forventes, da de kan være sværere omsættelige som brugte.

Valg omkring færdsel i marken

Hvis man ikke ønsker at gå over til faste kørespor, så kan man opnå nogle af de samme fordele ved at træffe nogle valg omkring færdslen i marken og så gennemføre det, der er besluttet. Det kan f.eks. være:

- at holde de tunge transportere af gylle i kørespor
- at køre til enden af marken uden at dreje, så alle vendinger sker på forageren, også med tom gyllevogn
- anvendelse af brede dæk eller tvillingmontering for minimering af marktryk og æltning i overfladen.
- at anvende det mindst mulige lufttryk i dækkene ved færdsel i marken
- at bruge on-land pløjning og GPS for at reducere tryk og dannelse af pløjesål
- anvendelse af frakørselsvogne til græs og majs med brede dæk i stedet for vogne med lastbildæk
- at holde frakørselsvogne til grovfoder og korn i kørespor *eller*
- at tømme korntanken i forager
- anvendelse af samlevogne til halmpressere, så aflæsning foregår i forageren

Nogle af disse eksempler koster kapacitet, og det er en individuel overvejelse, hvilke der er realistiske at gennemføre.

Sammenfatning

Sammenfattende kan der ikke forventes nogen stor økonomisk gevinst ved indførelse af god praksis omkring færdsel i marken, men der kan helt sikkert hentes fordele ved, at marken ser bedre ud, der signaleres kvalitet og omtanke til medarbejdere og maskinstation, og grejet bliver ikke vredet i stykker ved u hensigtsmæssige vendinger.

Samtidig skal det understreges, at akselbelastninger, dæktryk, dæktyper, jordens beskaffenhed og fugtighed er helt afgørende for, hvor store skader den u hensigtsmæssige færdsel vil medføre, og dermed hvor store gevinster, der er ved indførelse af god praksis.

Økonomi – planteavl og kvægbrug

Er kontrolleret trafik eller faste kørespor noget for dig?

Forfatter Michael Højholdt

Gevinst: Udbytte

Første skridt er at vurdere hvilke gevinster der kan hentes, og hvilke omkostninger det kræver at indløse gevinsterne.

Der er meldinger om udbyttegevinster mellem 0 og 15% ved omlægning fra tilfældig trafik til faste kørespor i salgsafgrøder. Udbyttegevinsterne afhænger af mange parametre som f.eks. jordtype og jordstruktur, afgrødevalg og eksisterende dyrkningssystem og evt. nyt dyrkningssystem.

Som eksempel kan nævnes den konventionelle landmand Jacob van den Borne, der dyrker præcisionsjorbrug i Holland. På 10 år har han mindsket overlappet i markerne med 12 %, reduceret gødningsmængden med 25 % og øget udbytterne med 10 %

Kløvergræs betaler ikke blot for forbedret jordstruktur, men også for reduceret trafik på afgrøden og dermed reduceret afgrødeskade. Der er rapporteret op til 30 % udbyttetab i køresporene, hertil kommer udbyttetab mellem køresporene som følge af strukturskader.

Gevinsten ved kontrolleret trafik i græs skal primært findes i, at den fysiske skade på græsset og især på græsmarkens bælgeplanter (kløver og lucerne) reduceres betydeligt, når man kører i de samme faste spor ved alle overkørsler. Det er særligt opgaver med tunge maskiner som gylleudbringning og snitning, men også slåning og rivning der giver udbyttetab i slætgræs.

Se beregninger af udbyttereduktion ved forskellige arbejdsbredder i tabel 1.

TABEL 1. BEREGNET UDBYTTETAB VED FORSKELLIG ARBEJDSBREDE PÅ UDBRINGNING AF GYLLE OG BJÆRGNING AF GRÆS, HJULBREDDE 75 CM

Arbejdsbredde, m	8	12	24
% af arealet, der udsættes for trafik	19	12,5	6,3
Udbyttereduktion*, FEN pr. ha	575	320	175

* beregnet ved 30 % udbyttetab i kørespor

På længere sigt kan reduktion af strukturskader på jorden også give en udbyttegevinst både i græsmarken og i andre afgrøder.

Afhængigt af kørselsmønster i øvrigt, antal overkørsler, dæktryk og akseltryk kan udbyttetabet være mellem 200 og 1.000 FE pr. ha ved tilfældig trafik i forhold til kontrolleret trafik.

Eksempel på ét års udbytter i slætgræs fra et forsøg under projektet "Økologi i sporet" ved forskellige trafikstrategier viser, at der i 2015 blev høstet mere end 900 kg tørstof mere pr. ha ved faste kørespor, end ved tilfældig trafik. Kontrolleret trafik gav godt 350 kg tørstof mere/ha end tilfældig trafik, se tabel 2.

TABEL 2. TABELLEN VISER EKSEMPEL PÅ ÉT ÅRS UDBYTTER I SLÆTGRÆS FRA ET FORSØG UNDER PROJEKT "ØKOLOGI I SPORET" VED FORSKELLIGE TRAFIKSTRATEGIER. I 2015 BLEV HØSTET MERE END 900 KG TØRSTOF MERE/HA VED FASTE KØRESPOR, END VED TILFÆLDIG TRAFIK. KONTROLLERET TRAFIK GAV GODT 350 KG TØRSTOF MERE/HA END TILFÆLDIG TRAFIK.

	kontrolleret trafik = som omgivende areal	Faste spor al trafik i spor	Tilfældig trafik uden faste spor
Opgjorte markudbytter 2015 i kg grønmasse			
1. slæt	41.000	43.500	38.500
2. slæt	4.380	4.600	4.000
3. slæt	9.200	10.100	9.500
4. slæt	6.800	7.100	6.400
5. slæt	3.400	3.600	3.500
i alt	64.780	68.900	61.900
Tørstof%			
1. slæt	32%	32%	32%
2. slæt	35%	35%	35%
3. slæt	37%	37%	37%
4. slæt	31%	31%	31%
5. slæt	26%	26%	26%
udbytte, kg ts			
1. slæt	13.120	13.920	12.320
2. slæt	1.533	1.610	1.400
3. slæt	3.404	3.737	3.515
4. slæt	2.108	2.201	1.984
5. slæt	884	936	910
i alt	21.049	22.404	20.129
Forsøgsareal m²			
	25.000	25.000	25.000
Opgjort tørstofudbytte, kg ts pr ha			
	kontrolleret trafik = som omgivende areal	Faste spor al trafik i spor	Tilfældig trafik uden faste spor
	8.420	8.962	8.052

Den økonomiske gevinst af et større høstudbytte er afhængig af prisen på den dyrkede afgrøde, fradraget de omkostninger der måtte være til at praktisere kontrolleret trafik eller faste kørespor. Mere om dette i afsnittet "Omkostninger: Maskinøkonomi" nedenfor.

Gevinst: Jordtype og jordstruktur

Jordstruktur kan vinde af ændret færdselskultur på flere måder. Det kan f.eks. være ved opbygning af et højere kulstofindhold i jorden og herved en bedre infiltration af regnvand.

Der kan desuden forventes besparelser på lavere jordbearbejdningsmodstand og lavere rullemodstand ved færdsel i kørespor, og dermed lavere trækraftbehov og mindre hjulslip, som vil resultere i et reduceret energiforbrug. Derudover kan der opnås en øget fremkørselshastighed, mindre overlap og færre kiler.

Gevinst: Reduceret overlap og færre kiler

En overgang til faste kørespor giver "orden", men kræver også at man kan skære nogle hjørner af eller er villig til fortsat at køre i kiler.

Der er tidligere lavet beregninger på de gevinster, der ligger i at reducere overlappet. Disse beregninger kan ses i tabel 3.

TABEL 3. MEKANISERINGSGRAD OG OVERKØRSEL AF JORDEN VED ENSIDIG KORNDYRKNING

(Kilde: Munkholm, L. Plantekongres 2006)

Mekaniseringsstrategi	3 / 15 meter	4 / 12 meter	4 / 20 meter	4 / 24 meter	6 / 36 meter	
Traktorstørrelse [kW (Hk)]	74 (100) 4,6 Mg	92 (125) 5,2 Mg	114 (155) 6,4 Mg	132 (180) 8,1 Mg	184 (250) 9,8 Mg	
Pløjning	1,40m (4f)	1,40m (4f)	1,75m (5f)	2,10m (6f)	3,10m (9f)	
Dæk bredde	0,8 meter	1,0 meter	1,2 meter	1,2 meter	1,2 meter	
Pct. overkørt		57	71	69	57	39
Såning	3 meter	4 meter	4 meter	4 meter	6 meter	
Dæk bredde	1,6 meter	2,0 meter	2,4 meter	2,6 meter	2,8 meter	
Pct. overkørt		53	50	60	65	47
Gødsugning	15 meter	12 meter	20 meter	24 meter	36 meter	
Dæk bredde	0,8 meter	1,0 meter	1,2 meter	1,3 meter	1,4 meter	
Pct. overkørt		5	8	6	5	4
Plantepleje	15 meter	12 meter	20 meter	24 meter	36 meter	
Dæk bredde	0,6 meter	0,6 meter	0,7 meter	0,7 meter	0,8 meter	
Pct. overkørt		4	5	4	3	2
Høst	5,4m (18fod)	5,4m (18fod)	6,0m (20fod)	7,2m (24fod)	9,0m (30fod)	
Dæk bredde	1,3 meter	1,3 meter	1,6 meter	1,6 meter	1,8 meter	
Pct. overkørt		24	24	27	22	20
Pct. summeret overkørt areal		144	159	165	153	112
Pct. direkte på under jord		29	36	34	29	19

Som eksempel på dette kan nævnes status på dyrkning af salgsafgrøder på Bregentved Gods, der har 19 % af arealet overkørt med 12 m redskaber som harve og såmaskine og skærebord på mejetærsker.

I tabel 4 og 5 er det beregnet, hvad reduktion af overlap fra 5 til 1 % af arealet alene medfører af økonomiske gevinster for en konventionel salgsafgrødeproduktion. Der er tale om en besparelse på indsatsfaktorer, maskiner og arbejde i alt på 4-9 % hvoraf brændstofforbruget udgør 2-4 %

TABEL 4. TABELLEN VISER DEN MULIGE BRÆNDSTOFBESPARELSE VED OPGAVER, HVOR DER MED FORDEL KAN BENYTTES RTK-GPS.

Areal	700 ha			
Overlap før	5 pct.	Behandlet areal	735	ha
Overlap efter	1 pct.	Behandlet areal	707	ha
		Forbrug før	Forbrug efter	Besparelse
	l diesel pr. ha	kr. pr. år	kr. pr. år	kr. pr. år
Pløjning 22 cm	17,7	13.010	12.514	496
Harvning 20 cm	12,3	9.041	8.696	344
Harvning 10 cm	4,3	3.161	3.040	120
Harvning 5 cm	3,8	2.793	2.687	106
Såning m. kombimaskine	7	5.145	4.949	196
Såning m. rotorharve	9	6.615	6.363	252
Gødskning	1,5	1.103	1.061	42
Sprøjtning	2	1.470	1.414	56
Radrensning	1	735	707	28
Høst	20	14.700	14.140	560

TABEL 5. TABELLEN VISER ET EKSEMPEL FOR DE SAMLEDE BESPARELSER VED ANVENDELSE AF GPS.

Areal	700 ha	Overlap	5%	1%	
4 % besparelse i overlap			U/ GPS	M/ GPS	
Behandlet areal			735 ha	707	
Diesel					
Arbejdsgang	Forbrug				Besparelse
Harvning	12,3 l/ha		9.041 l	8.696 l	
Såning	7 l/ha		5.145 l	4.949 l	
Gødningsspredning x2	3 l/ha		2.205 l	2.121 l	
Sprøjtning x3	6 l/ha		4.410 l	4.242 l	
Høst	20 l/ha		14.700 l	14.140 l	
			35.501 l	34.148 l	
Enhedspris	6,5 kr./l			1.352 l	8.791 kr.
Udsæd					
	Kr.				
Såning	459 kr./ha		337.365 kr.	324.513 kr.	12.852 kr.
Handelsgødning Kr.					
N	1248 kr./ha		917.280 kr.	882.336 kr.	
P	348 kr./ha		255.780 kr.	246.036 kr.	
K	588 kr./ha		432.180 kr.	415.716 kr.	
			1.605.240 kr.	1.544.088 kr.	- kr.
Sprøjtning Kr.					
Ukrudt	409 kr./ha		300.615 kr.	289.163 kr.	
Sygdom	313 kr./ha		230.055 kr.	221.291 kr.	
Skadedyr	33 kr./ha		24.255 kr.	23.331 kr.	
			554.925 kr.	533.785 kr.	21.140 kr.
Løn Timer					
Tidsforbrug	8 timer/ha		5.880 timer	5.656 timer	
Enhedspris	190 kr./timen			224 timer	42.560 kr.
Vedligehold Kr.					
Omkostning	350 kr./ha		257.250 kr.	247.450 kr.	9.800 kr.
Traktorer					
Værditab	12 %				
Værdi	4.000.000 kr.				
Levetid	10 år				
Rente	5 %				
Traktorer incl. Løn v. 735 ha.	97 kr./time		4.410 timer	570.360 kr.	
Traktorer incl. Løn v. 707 ha.	101 kr./time		4.242 timer	571.256 kr.	-896 kr.
Samlet besparelse ved 700 ha pr. år					94.247 kr.

Kilde til tabel 4 og 5: *Reduktion af brændstofforbruget med RTK-GPS*

Omkostninger: Maskinøkonomi

Omlægning til faste kørespor vil stille nogle krav til maskinparken. Såfremt du har egne maskiner, vil en omlægning til faste kørespor kræve at maskinerne passer sammen i arbejdsbredde, og at der er autostyringsudstyr til rådighed. En omlægning vil typisk påvirke maskin- og arbejdsomkostninger som beskrevet i tabel 6.

TABEL 6. PÅVIRKNING AF MASKIN- OG ARBEJDSOMKOSTNINGER VED KONTROLLERET TRAFIK ELLER FASTE KØRESPOR.

Emne	Kommentar	Økonomisk konsekvens i forhold til nu-drift
Investering i maskiner og redskaber der passer sammen i arbejdsbredde	Hvis investeringsstrategi tilpasses, behøver det ikke medføre en væsentlig merinvestering pr. ha, forudsat bedriften er stor nok til at bære investeringer i passende størrelse. Hvis investeringen skal ske nu og her, medfører det en større økonomisk belastning.	Neutral eller negativ
Investering i autostyringsudstyr	Hvis ikke det findes allerede, vil mange alligevel gå den vej, alene for at reducere overlap og opnå komforten	Neutral eller negativ
Tids- og energiforbrug	Reduceres som følge af mindre overlap	Positiv
Indkøringstab	Det må forventes, at der skal bruges tid på at oprette og overføre A-B linjer, oplæring i brug af udstyr, indprente færdselskultur	Negativ
Maskinstation	Er det muligt at få maskinstationen til at arbejde i faste kørespor, eller skal der vælges maskinstation efter dette?	Neutral

Det er svært at give et enkelt og retvisende svar på, hvordan overgang til kontrolleret trafik eller faste kørespor vil påvirke maskinøkonomien på den enkelte bedrift, da det som ovenstående beskriver afhænger meget af udgangspunktet for mekaniseringen, virksomhedens udskiftningsstrategi og målet for omlægningen. En hurtig temperaturmåling på niveauet for bedriftens nuværende maskinomkostninger kan fås ved at lave en grovanalyse af maskinomkostningerne med Din Bundlinje Mark, eller endnu bedre tage afsæt i den mere nøjagtige og korrekt fordelte driftsgrensanalyse, hvis bedriften har fået lavet sådan en.

I tabel 7 ses et eksempel på en grovanalyse af data fra årsrapport 2015 lavet i Din Bundlinje Mark, hvor sammenligningsgruppen er Økologiske kvægbrug over 25 ha på vandet sandjord. Sammenligningstal for bruttoudbytte er markeret med blå indramning, udbytter med grøn indramning og maskinomkostninger med rød indramning.

TABEL 7. ET EKSEMPEL PÅ EN GROVANALYSE AF DATA FRA ÅRSRAPPORT 2015 LAVET I DIN BUNDLINJE MARK, HVOR SAMMENLIGNINGSGRUPPEN ER ØKOLOGISKE KVÆGBRUG OVER 25 HA PÅ VANDET SANDJORD. SAMMENLIGNINGSTAL FOR BRUTTOUDBYTTE ER MARKERET MED BLÅ INDRAMNING, UDBYTTER MED GRØN INDRAMNING OG MASKINOMKOSTNINGER MED RØD INDRAMNING.

Din Bundlinje Mark 2015

Økologi i sporet 2015	Eget resultat		Gruppe 2015	Målt på resultat		
	2015	2015	Gns. alle	Bedste 33 %		
	kr i alt	kr pr ha	kr pr ha	kr	pr ha	
Bruttoudbytte i alt	1.521.003	7.682	7.648	8.381		
Udsæd	-103.652	-523	-577	-530		
Gødning	0	0	-81	-27		
Planteværn	0	0	0	0		
Diverse, mark	-48.934	-247	-258	-237		
Stykomkostninger i alt	-152.586	-771	-915	-794		
Dækningsbidrag	1.368.417	6.911	6.733	7.587		
Diesel	-115.632	-584	-476	-521		
Maskinstation m.v.	-403.022	-2.035	-2.093	-1.596		
Maskinstationsindtægt	58.932	298	161	267		
Vedligehold maskiner	-105.633	-534	-575	-485		
Afskrivninger maskiner	-156.330	-790	-849	-680		
Forrentning maskiner (5%)	-87.532	-442	-315	-375		
Maskinomkostninger (før løn)	-809.217	-4.087	-4.147	-3.390		
Resultat (før løn og jordleje)	559.200	2.824	2.586	4.197		
Maskinsaldo	1.750.631	8.842	6.294	7.492		
Dyrket areal i alt, ha	198,0		59 bedrifter	20 bedrifter		
Udbytter		hkg/ha	hkg/ha	Areal	hkg/ha	Areal
Vinterhvede			52	1%	50	3%
Vinterbyg			34	1%	24	2%
Vinterrug			43	5%	44	5%
Triticale			37	0%	48	0%
Vårbyg		44	41	8%	42	10%
Have		55	51	3%	53	4%
Vinterraps			13	0%	13	0%
		FEN/ha	FEN/ha	Areal	FEN/ha	Areal
Majs		6900	6.325	6%	6.016	7%
Sædskiftegræs		7500	5.973	49%	6.565	44%
Vedv. græs		3015	2.554	9%	2.951	9%
Helsæd		4900	4.646	9%	4.570	8%
Foderroer			10.000	0%		0%

Sammenligningsgruppe:

Sammenligningsgruppen er Øko kvægbrug- med vanding med 25-5000 ha

Næste trin er et kende bedriftens detaljerede maskinomkostninger. Derfor anbefales det, at der laves en maskinanalyse med f.eks. værktøjet FMS af virksomhedens nudrift for maskinparken, opstilles et eller to scenarier for den fremtidige drift og regnes årlige og gennemsnitsomkostninger for disse scenarier.

I en maskinanalyse opstilles:

- maskinpark med værdiansætning og omkostninger til vedligehold, brændstofforbrug og øvrige omkostninger
- markplan med afgrødevalg og forventet udbytte
- maskinanvendelse inkl. kørsel for andre, udenfor mark og køb af maskinstationsydelser

Som resultat beregnes en omkostning for hver opgave, en omkostning for dyrkning af hver afgrøde, samt omkostninger udenfor mark og maskinstation netto. Laves dette for både nudrift og alternativ drift, er der mulighed for at vurdere gevinster og omkostninger ved en omlægning til faste kørespor.

Information om økonomi ved faste kørespor i gartneri er beskrevet i afsnittet om gartneri nedenfor.

Linksamling til kilder - hovedsageligt med fokus på økonomi i faste kørespor

Bemærk at en del af kilderne kræver login til LandbrugsInfo

- [Tilfældig trafik, trafikdisciplin eller faste kørespor?](#)
- [Økonomiske konsekvenser af jordpakning og kontrolleret trafik](#)
- [Jordpkningsforsøg - økonomi ved lav hjullast](#)
- [Økonomiske konsekvenser ved valg af maskiner til udbringning af gylle](#)
- [Praktiske fordele ved faste kørespor betyder mere end udbyttefremgang](#)
- [Fordele og ulemper ved god praksis for trafik i marken](#)
- [Kapacitetsudnyttelse i maskinparken](#)
- [Faste kørespor i planteavl](#)
- [Reduktion af brændstofforbruget med RTK-GPS](#)
- [Gevinstmulighed ved at omlægge gylleudbringningen \(2014\)](#)
- [Økonomiske konsekvenser ved valg af maskiner til udbringning af gylle \(2014\)](#)
- [FarmTest påviser udbyttetab i køresporene \(2007\)](#)
- [Indtryk fra demonstration af kontrolleret trafik i græsmarker \(Grovfoderekskursion 2011\)](#)
- [Vores erfaringer med faste kørespor i græs \(Erling Kjær på Plantekongres\)](#)
- [Jacobs digitale farm \(Plantekongres 2017\)](#)
- [Græsmarksplanter i landsforsøgene 2015](#)
- [Kan jeg spare ved autostyring og undgå fejlinvesteringer? \(Hans Henrik Pedersen, Plantekongres 2010\)](#)
- [FMS - et planlægningsværktøj til stald og mark](#)

Faste kørespor - effekter på jord – biologi og agronomi

Forfatter Martin Bech

Controlled traffic farming (CTF) oversættes til dansk ofte som faste kørespor eller kontrolleret trafik i marken. Faste kørespor eller kontrolleret trafik handler om at styre jordpakningen, dvs. begrænse færdslen til smalle spor i marken og således maksimere den ubeskadigede jord. I praksis betyder det, at de forskellige maskiners arbejdsbredde tilpasses hinanden, således at traktoren altid kører i samme spor. Med moderne satellit-baserede styringssystemer er dette blevet betydeligt nemmere, men mange gange kan man også bare ved "gammeldags" markeringssystemer opnå effekten, f.eks. med faste bede i grønsagsdyrkingen. Denne fokus på arbejdsgange og færdsel betyder også, at dyrkingen ofte simplificeres, altså medfører en form for "lean"-tænkning i måden man dyrker jorden på. Elementer af pløjefri dyrkning er ofte forbundet hermed. Ydermere kan der opnås miljømæssige fordele, såsom reduceret udvaskning, mindre erosion, bedre gødningsudnyttelse, mindre risiko for lattergas- og metanemission og forbedret kulstofbinding. Samlet set er faste kørespor eller kontrolleret trafik således forbundet med et reduceret forbrug af brændstof, energi og maskiner, der udledes færre drivhusgasser, og herved kan det klimatiske fodaftryk fra landbruget mindskes.

Baggrund

Faste kørespor eller kontrolleret trafik fik sit gennembrud i Australien, med betegnelsen CTF, hvor der nu dyrkes mere end 3 mio. ha i faste spor. Jordpakningen er blevet et alvorligt problem i landbruget. Plantevæksten er ringere, jordens evne til at ånde er hæmmet, hvorved jordlivet mister sig og humus og jordfrugtbarhed år for år går tabt. Også i Europa er trenden stærkt stigende, idet tungere maskiner kombineret med ofte fugtig jord, også omkring høst, er stærkt problematisk for jordens struktur.

Pløjefri dyrkningssystemer

I Australien var det specielt i forbindelse med minimal jordbearbejdning eller direkte såning faste kørespor eller kontrolleret trafik, hvor man efterhånden havde problemer med for fast overjord og til tider dårlig fremspiring på grund af manglende luftskifte i jorden. Man så også, at fordeling af traktorens vægt på bredere dæk gav endnu dårligere fremspiring i sporene. Løsningen var imidlertid et dyrkningssystem med faste kørespor, hvilke vinder mere og mere indpas også her i Europa. I et pløjefrit system med 6 meter bredt jordbearbejdende redskab, 6 m såmaskine, 6 meter mejetærsker og pleje/gyllespor på 18 m, kan der f.eks. opnås et ikke-overkørt areal på 70 %. Under europæiske forhold er der målt merudbytte på 5-10 % målt på totalarealet, dvs. heri er der kompenseret for et mindre udbytte i køresporene (Chamen, 2006).

Trenden i den pløjefri dyrkning går i øvrigt i retning af generelt mindre og lettere traktorer med smallere dæk. Maskinerne bliver simple og hele dyrkningssystemet optimeret mht. antal overkørsler. De efterhånden mere løse jorde og kørespor med mindre rullemodstand sænker trækkræfterne med i gennemsnit 50 % (Tullberg 2001).

Betydningen for jordens struktur og frugtbarhed

At jorde ikke udsættes for mekanisk belastning er tydeligvis til fordel for jordens struktur. I kombination med en ikke-vendende overfladisk jordbearbejdning virker dette stimulerende for mikrobiologien i jorden og især for svampevæksten, herunder mykorrhiza og andre. Jordens porøsitet og luftskifte tiltager, hvilket yderligere stimulerer mikrobiel og makrobiel aktivitet i jorden. Svampevækst kræver iltet jord, mens bakterier også kan leve under anaerobe forhold. Øget mikrobiologisk liv i jorden giver med tiden mere stabil jordstruktur og

aggregatdannelse, jorden bliver mere elastisk, er bedre til at optage vand og er med til at forsyne planterne med hårdt jordbundne næringsstoffer.

Samtidigt med jordens forbedrede evne til at ånde, mindskes anaerobe processer i jorden. De anaerobe processer kan forårsage emission af lattergas (N_2O), methan (CH_4), svovlbrinte (H_2S), mfl., dvs. et næringsstofftab til atmosfæren, som yderligere er stærkt klimaskadeligt. Faste kørespor kan således mindske nogle af de emissioner.

Med en øget biologisk aktivitet i jorden, øges jordens evne til at opbygge humus, idet dette kræver en vel-iltet og levende jord. Med opbygningen af humus stimuleres igen frugtbarhedsdannelsen i jorden, og der bindes derudover betydelige mængder kulstof i jorden. Det større kulstofindhold i jorden er, ud over at være til fordel for klimaet, positiv for planternes ernæring, idet kulstof/humus i jorden forbedrer jordens evne til at holde på og forsyne planterne med næringsstoffer væsentligt. Dette vil på sigt også bidrage til øgede udbytter.

Således vil man, med et forholdsvis simpelt tiltag som en minimeret mekanisk belastning af jorden, kunne sætte gang i den positive cyklus til forhold for både jord, klima og landmand.

Teknik

Forfatter Hans Henrik Pedersen

Autostyring

Autostyring sikrer, at man kører i samme spor hver gang. Det er kun de såkaldte RTK-GPS styresystemer, der er præcise nok. Disse systemer korrigeres hele tiden fra jordbaserede referencestationer.

Desværre vil styresystemer af forskellige fabrikater sjældent køre i præcis de samme spor, selvom de bliver kodet med de samme positioner. Har man flere autostyringsystemer, skal de altså være af samme fabrikat, og de skal benytte samme service til referencesignaler. Den manglende standardisering af systemer volder specielt kvaler, når man vil samarbejde med andre landmænd eller med en maskinstation.

Styringen kan foregå med en elmotor, der kobles til rat på traktor eller mejetærsker. Systemer kan let flyttes mellem maskiner. Der kan dog opnås større præcision, hvis styresystemer er integreret enten elektrisk eller hydraulisk med traktorens styresystem. Det er da ofte stadig muligt at flytte antenne og styrecomputer mellem traktorer. Med de mest præcise styresystemer er det muligt at styre en rækkerenser uden brug af kamerastyring. Det kræver dog, at der monteres GPS antenne og styring både på traktoren og på såmaskine og på rækkerenser.

Arbejdsbredder på maskiner

Ved faste kørespor skal alle maskiner have samme arbejdsbredde eller de skal have en bredde, der ganget op svarer til den smalleste maskine. Det er ikke nødvendigt at købe nye maskiner for at komme i gang. Ofte kan eksisterende maskiner bruges eller tilpasses fx med et par ekstra tænder på en harve. Maskiner, der sælges som f.eks. 6 m maskiner, har ofte en lidt mindre effektiv arbejdsbredde.

I praksis vil man ofte lave en investeringsplan, der strækker sig over nogle år. For hurtigt at opnå fordele ved faste kørespor, bør man prioriteres de tungeste maskiner. Det vil sige maskiner til gødningsudbringning og til høst. Derudover bør rækkerensere og andre maskiner, der bruges i løbet af sæsonen, være med fra start. For at opnå størst effekt af faste kørespor, bør den smalleste maskine være lidt bredere, end man ellers ville have købt den. Hvis der ikke dyrkes specialafgrøder, som fx kartofler, vil en mindste bredde dog ofte være 6 m, der passer med en 20 eller 24 fods mejetærsker. I konventionel planteavl er 8 eller 9 m såmaskiner populære til faste spor. De passer til en 30 fods mejetærsker. Meget store brug har investeret i 12 m maskiner og 40 fods skærebord.

Sporvidde og dækbredde

For at reducere det samlede areal, der køres på, bør sporvidden på alle traktorer være ens, og den skal samtidigt være så stor, som det er praktisk muligt, for derved i størst mulig omfang at køre i de samme spor som mejetærskeren.

Man kan ofte bruge de dæk, man har, og de almindelige råd fx om lavt lufttryk gælder stadig. Brug af tvillingehjul vil selvsagt øge det overkørte areal. Hvis der pløjes kan der være behov for tvillingehjul ellers vil en forbedret farbarhed i sporene og et mindre trækraftbehov ved faste kørespor gøre, at tvillingehjul ikke er nødvendige.

Jordbearbejdning

Ved faste kørespor reduceres behovet for jordbearbejdning, da der ikke er pakningsskader, der skal repareres i den primære dyrkningszone. I konventionelt landbrug praktiseres faste kørespor mest af landmænd, der praktiserer pløjefri dyrkning, hvilket også kan medvirke til at optimere jordens fysiske egenskaber. Det biologiske liv i jorden forstyrres også mindre ved pløjefri dyrkning og endnu mindre, hvis der sås uden forudgående jordbearbejdning, eller hvis der kun harves i striber. Ved faste kørespor har pløjning desuden den uheldige effekt, at den pakkede jord i sporene flyttes ud i dyrkningszonen. I Holland er det almindeligt blandt landmænd, som praktiserer faste kørespor eller kontrolleret trafik, at pløje på tværs af dyrkningsretningen, så reduceres dette problem.

Der er landmænd, der har erfaringer med at dyrke økologisk og pløjefrit. Den største bekymring er ukrudtsbekæmpelse, der givetvis skal håndteres ved andre metoder. F.eks. kan gode efterafgrøder virke hæmmende på ukrudt, ligesom det er kendt, at ukrudtsfrø af de fleste græsarter går til eller spises, hvis de efterlades på jordoverfladen. Hvis rod ukrudt bliver et stort problem, kan det blive nødvendigt med en veludført pløjning.

Gartneri, kvægbrug og planteavlsbrug

I de tre efterfølgende afsnit beskrives faste kørespor og/eller kontrolleret trafik indenfor de tre produktionsgrene gartneri, kvægbrug og planteavlsbrug.

Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk gartneri

Forfatter Richard de Visser



Indledning

En jord i optimal kondition er grundlag for en god næringsstofforsyning, vandforsyning, afvanding, samt bærekapacitet. Producenter af frilandsgrønsager har særlige udfordringer på grund af hyppig trafik og jordbearbejdning, højt og nøjagtigt næringsstofbehov, krav om høj præcision, samt intensiv udnyttelse af jordens ressourcer. Faste kørespor vil sikre, at kun en mindre del af jorden bliver udsat for mekanisk pakning. Gartneren kan ved brug af faste kørespor sikre en øget jordgennemtrængelighed, udbytter, og rodvækst allerede få år efter opstart.

I projektet Økologi i Sporet har tre danske økologiske grønsagsavlere indført faste kørespor og pløjefri dyrkning, og kombineret det med udbredt anvendelse af grøngødning.

Peter Bay Knudsen fra Skiftevær Økologi er én af de økologiske grønsagsproducenter, der har indført faste kørespor.

Hvorfor?

Avlerne har erfaret nogle oplagte fordele ved de ændrede dyrkningsmetoder.

En sund jord uden pakningsskader medfører god og hurtig vækst, hvilket kan føre til gode stabile udbytter af afgrøder af god og ensartet kvalitet.

Jævne bede muliggør ensartet bearbejdning af jorden, og øger præcision ved såning, plantning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Faste kørespor ved dyrkning af frilandsgrønsager (kulturpleje, høst, og jordbearbejdning) har bidraget med højere udbytter i flere afgrøder, flere mulige arbejdsdage i marken – især om foråret -, præcis kørsel med gængse ukrudtsbekæmpelsesredskaber, lavere emissioner af drivhusgasser, og tendens til lavere ukrudtstryk.

Effekten i jorden optræder hurtigt, på lerjord efter 4 år, og på sandjord 2 år.

Hvordan?

Det vigtigste valg ved overgang til faste kørespor er at vælge sporvidde på traktorerne, den kan der ikke laves om på efterfølgende. Alle afgrøder skal så dyrkes i bede, der er lidt smallere end denne sporvidde. Anvendte sporvidder for faste kørespor til grønsager er 3,2 m; 2,15 m og 1,5 m. På sådanne bede kan der dyrkes hhv. 4, 3 og 2 rækker af kartofler, eller 6, 4 eller 3 rækker med 50 cm's afstand. Hos de 3 producenter i Økologi i Sporet blev der anvendt en sporvidde på 2,15 m.

TABEL 8

Sporvidde	Reference	Fordele	Ulemper
3,2 m	Anvendes i NL og ved et par konventionelle gartnere i DK	Tre meter maskiner er udbredte og billigere Alle almindelige rækkeafstande passer med 3 m bede.	Brede traktorer gør færdsel på vej vanskelig. Traktorer og skal ombygges med brede aksler. Akselstyrke kan da være reduceret. Maskinstation kan ikke benyttes. Høstmaskiner skal tilpasses – f.eks. kartofler høster ½ bed frem og et ½ bed tilbage
2,15 m	Anvendes bla. i DK	Akselstyrken ok. Kørsel i trafik muligt	Kræver også ombygning af maskiner, der passer til sporvidden
1,5 m	Anvendes i NL	Standard traktorer	Stor andel af jorden bruges til kørespor, og høstmaskiner skal også tilpasses

Traktorer og redskaber skal modificeres eller købes, så de passer til den valgte bedbredde. De vigtigste operationer at få ind i faste kørespor er stenstrenglægning, bedopsætning, såning og etablering, samt ukrudtsbekæmpelse. Desværre kræves der ofte en kompliceret ombygning at få høstmaskiner til at køre i faste spor, og derfor vælger flere landmænd at gå på kompromis hermed. På sandjord i Nederlandene pløjes jorden ofte forud for dyrkning, hvorefter der anlægges faste kørespor. Sådanne dyrkningssystemer, der her er beskrevet, og hvor faste kørespor ikke kontinuerligt ligger fast, kaldes sæsonmæssig CTF (SCTF). Ulempen herved er, at flerårige effekter ikke opnås. Mange økologiske avlere, både i projektet Økologi i Sporet og avlere i Nederlandene, har dog gode erfaringer med pløjefri dyrkning.

Jordbearbejdning

Hvis al kørsel inklusiv høstarbejde er foregået i de faste kørespor, så er behovet for jordbearbejdning meget begrænset. Formålet med jordbearbejdning er således at håndtere afgrøderester og efterafgrøder, hvilket kan gøres med en kraftig harve med enten skive- eller tandskær med fuld gennemskæring. Og for at få størst nytte af jordens biologi, så bør jordbearbejdningens intensitet og dybde reduceres mest muligt til maks 4-5 cm. Store mængder grøngødning eller afgrøderester kan eventuelt knuses med en slagleklipper forud for indarbejdning i jorden. Med en lettere harve, eller eventuelt en fræser, kan der laves såbed til såede afgrøder. Hos avlerne i projektet er bedfræseren og dyrkning i højbede erstattet med harver og dyrkning i flade bede i stedet for.

Næringsstoffer (grøngødning)

På Skiftevær erfarer man, at et sædskifte med almindelige landbrugsafgrøder øger ukrudtsmængde og reducerer forfrugtsvirkning. I stedet indgår helårsgrøngødning med stor andel af bælgplanter, som tilfører jorden ro, næringsstoffer og kulstof, samt medfører en reduktion af ukrudt. For at fremme jordens frugtbarhed og biologiske aktivitet, og for at øge forfrugtsvirkning, holdes alle marker grønne, så snart de rømmes for afgrøder.

Fra især udenlandske kilder anbefales blandinger af arter af grønngødning, helt op mod 25 arter, men mindst 5 anbefales. Valg af grønngødning afhænger af ønske om udvintring, kvælstoffiksering, rodtybde, væksthastighed, C/N-forhold om foråret, rodexudater, udvintring, én/to-kimbladede, nematode-opformering, biomasse, overjordiske højde, m.m. Disse kulturer vil give ukrudt hård konkurrence, og vil desuden bidrage til jordens frugtbarhed.

En god jordstruktur og frugtbarhed kommer således ikke af sig selv. Ved hjælp af faste kørespor og konsekvent brug af grønngødning og efterafgrøder, er man særlig god ved jorden. Desuden foregår gødskning med husdyrgødning i de faste spor, og ved konstateret behov ved placeret senggødskning. På Skiftevær har man erfaret, at gødningsinput til produktionen ved denne indsats er reduceret væsentligt, på trods af relativ gødningskrævende kulturer som kål, kartofler, løg og rødbeder.

Men det er også muligt at anvende biomassen til gødning. På Barritskov er der eksperimenteret med anvendelse af grønngødning, der i forvejen indgår i sædskiftet som helårsafgrøde, til gødning ved at flytte det fra et bed til et andet – såkaldt mobil grønngødning. Udfordring herved har været at håndtere grønmassen, herunder spredning i en stående kultur, at dosere gødningen efter behov, og vurdere dets virkning. Erfaringerne herfra viser, at mobil grønngødning virker hurtigt, 25% af sædskiftet kan forsyne resten af sædskiftet med kvælstof, og at det er muligt at udbringe gødningen i en rækkekultur, så den kan rækkefræses ned i jorden.

Autostyring

Autostyring ved hjælp af GPS kan foregå på traktor og/eller redskab. GPS styring på både traktor og redskab kaldes twin-styring. Her styres hjulene på bugserede redskaber af GPS, mens for 3-punktsophængte redskaber for eksempel kan benyttes en A-ramme med sideforskydning styret af GPS, hvorpå redskabet kan kobles. Det er en relativ billig løsning. GPS-udstyr kan også flyttes fra maskine til maskine for at minimere investeringsbehovet.

Korrektionssignaler til det såkaldte RTK GPS systemer kan komme fra 2 kilder: mobilsignal eller en fast placeret basestation. Signaler over mobilnettet kræver en god mobildækning på alle marker, men en fast basestation gives størst præcision. Man kan være sammen med flere landmænd om en basestation, der dog maksimalt har en rækkevidde på ca. 10 km. Desuden må der ikke være fysiske forhindringer mellem basestation og traktoren i marken. I grønsagsproduktion er der brug for den højeste præcision, og den opnås med Twin-styring og RTK med fast basestation.

Især ved ukrudtsbekæmpelse har der været diskussion om at kombinere GPS- og kamerastyring for at øge præcisionen. Hos Peter Bay på Skiftevær har GPS-styring i den mekaniske ukrudtsbekæmpelse dog næsten helt overtaget arbejdet. En kamerastyret robot kører dog fortsat i løgene. Præcision ved autostyring er høj, og har effektiviseret ukrudtsbekæmpelse betydeligt.

Udfordringer

Anvendelse af faste kørespor i sin yderste konsekvens betyder, at der ikke længere kan pløjes, da sten og jord fra kørespor vil blive flyttet ind i bedene, og der ved de brede bede ikke kan undgås at køre i bedene. Da der ved pløjning ryddes op i arealer med højt ukrudtstryk, hvor især arealer på sandjord er udsat, gælder det om at reducere opformering af ukrudtsfrø. Også særligt vanskelige ukrudtsarter som kortstråle eller hanespore, kan være vanskeligt at bekæmpe i ikke-pløjet jord. For økologer er indarbejdelse af grøngødning og kløvergræs en udfordring uden pløjning. Græsser er vanskeligere at slå ihjel end bælglplanter eller andre to-kimbladede, der bare kræver en god gennemskæring og en effektiv nedmuldning. Valg af grøngødning og en strategi for nedmuldning. En harve, der kan foretage en fuldstændig overfladisk gennemskæring af jorden, er derfor vigtig.

Hos producenter af frilandsgrønsager, der arbejder sammen med landbrugere, stilles store krav til landbrugsmaskiner, der ofte har en større dimension end gartnerimaskinerne.

Selvom der ikke pløjes og der kun harves overfladisk, kan man ikke helt undgå, at sten flytter tilbage i bedet efter stenstrenglægningsen – en markoperation, der er meget dyr og hård ved jordens struktur. Ved at undlade bedfræsning øger man holdbarheden af stenstrenglægningsseffekt.

Ved produktion af grønsager kan man blive tvunget ud i marken, selvom jorden ikke er helt tør. Sporene kan blive meget glatte, når jorden er våd, og bedene meget bløde, og man kan risikere at skride fra sporet i bedet, GPS eller ej. Der kræves dæk på mindst 30 cm for at stå sikkert i sporet og ikke at skride.

Der er maskinoperationer, der er vanskelige eller særlig dyre at gennemføre med faste kørespor. Maskinstationsarbejde, for eksempel udbringning af husdyrgødning, kan blive udelukket, hvis maskinerne ikke er tilpasset sporvidden. Høstmaskiner til for eksempel rodfrugter arbejder oftest i bredder, der ikke harmonerer med beddyrkning i faste kørespor.

Det kræver stor disciplin, indsigt og engagement blandt medarbejderne for at opnå succes med faste kørespor, og kørsel med maskinerne med GPS-udstyr i faste kørespor er ikke en opgave for sæsonmedarbejdere, da effekten hurtigt kan ødelægges. Det gælder alle operationer, også frakørsel, der også helst skal følge sporene.

Indsatsen for en bedre jordfrugtbarhed er mindre gennemført, hvis køresporene ikke ligger fast fra år til år, og en større del af de underliggende jordlag ødelægges, for eksempel ved sæsonmæssig CTF.

Økonomi

At omstille til faste kørespor kræver ofte væsentlige investeringer, især når der dyrkes mange forskellige afgrøder. Investeringer er tidligere blevet støttet gennem investeringsordningen, men i skrivende stund ved man ikke, hvad der vil blive udbudt fremover. Desuden betyder omstillingen store ændringer i driftsledelse. Det er vigtigt at motivere alle medarbejdere til at forstå værdien af at holde sig til de faste kørespor. Andre overvejelser handler om evt. samarbejde med maskinstation stadig vil være muligt. Ved Wageningen Universitet i Nederlandene har man lavet case-beregninger på en økologisk og konventionel ejendom på 50 og 200 ha. I dette økologiske sædskifte blev der dyrket løg, vårhvede, konsumært, kartofler, spinat og gulerod, mens det for den konventionelle produktion indeholdt løg, vårhvede, kartofler og sukkerroer. For kørsel uden CTF findes en standard maskinpark, for CTF bedrifter er der investeret i GPS og endda larvefødter på den store bedrift. For CTF er der regnet med udbygning af traktor til 3,15 m, der er relativt almindeligt i Nederlandene. Der er indkalkuleret udbyttestigninger, investeringer, men ikke affødte effekter som f.eks. flere mulige arbejdsdage, energibesparelser, bedre og mere nøjagtig ukrudtsbekæmpelse.

TABEL 9. BEREGNEDE OMKOSTNINGER TIL DEN NØDVENDIGE INVESTERING, SAMT DEN MERINDTÆGT INVESTERINGEN SKAL OPVEJE.

	Investering CTF, Dkr.	Nødvendig øget indtægt	Investering CTF, Dkr.	Nødvendig øget indtægt
	50 ha		200 ha	
Økologisk	446.250	1,6%	1.346.250	2,2%
Konventionel	316.500	3,5%	1.291.875	3,6%

CTF handler meget om teknik og om at planlægge investeringer. I gartnerifaget arbejdes med mange specialiserede redskaber. Når sporvidden en gang er valgt, skal denne benyttes for alle maskiner, og beslutningen skal således være langsigtet. Efterhånden som GPS-løsninger breder sig, er der også en ekspertise på området i Danmark. Det anbefales at kontakte forskellige udbydere af GPS-systemer, samt konsulenter med indsigt i faste kørespor, hvis man ønsker at integrere disse systemer på bedriften.

Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk kvægbrug

Forfatter Erik Kristensen

Faste kørespor og kontrolleret trafik på kvægbrug handler primært om kløvergræs. Kløvergræs er meget følsom overfor tryk og blot en enkel overkørsel med en gyllevogn resulterer i betydelige tab på udbytte siden. Arbejdsbredden på gødnings- og høstmaskiner er den faktor der betyder mest for udbyttet på maskinsiden, dernæst kommer akselbelastningen og endelig dæktrykket. Ved faste kørespor i kløvergræs minimeres arealet der overkøres, hvorved vækstforholdene for kløvergræsset optimeres, og der opnås en hurtigere og ensartet genvækst.

Ole Green, i regi af Aarhus Universitet, undersøgte allerede i 2008 hvad det betyder for udbyttet af kløvergræs at øge arbejdsbredden fra 6-8 meter til 14-15 meter, samt indgå i et system med faste kørespor. Ole Greens sæsonsimulering viste, at udbyttetabet i det smalle system gennemsnitlig var 20,2% i forhold til uberørt vækst og i det brede system 9,3%. Men tabet i det brede system, hvor sporene lå fast for både gylleudlægger, skårlægger, rive og finsnitter inklusive vogne, var helt nede på 3,7%¹. Der er altså en betydelig gevinst ved faste kørespor, selv når arbejdsbredden er anselig.

Projektet 'Økologi i sporet' har vist, at der kan opnås et merudbytte af tørstof i kløvergræs på 16% i græssets første brugsår på en mark i Thy, ved brug af kontrolleret trafik i faste spor, frem for tilfældig kørsel, med samme arbejdsbredde på maskinerne.

Hovedårsagen til de bedre udbytter er, at jordens naturlige volume i højere grad bevares i det kontrollerede system. Naturlig jord består af 15% luft, 35% vand og de øvrige 50% af mineralsk og organisk materiale. Når jorden trykkes bliver andelen af vand og ilt mindre, mens andelen af mineralsk og organisk materiale bliver tilsvarende større. Den beboelige porrestørrelse for jordens mikroorganismer reduceres, hvilket går ud over mikroorganismernes arbejds effektivitet og dermed transporten af næringsstoffer til planten. Røddernes vækst hæmmes fysisk og en ond spiral er indtruffet, hvilket forstærkes ved manglen på vand i den trykkede jord.

Effekt af gødning forringes, da makronæringsstofferne N, Ca og Mg bliver svært tilgængelige og optagelsen af K bliver ustabil. Dog har komprimering en positiv effekt på optagelsen af P².

Rødkløver er ligesom lucerne særlig trykfølsom, og tåler ikke i nær så høj grad som hvidkløver at få sine overjordiske dele ødelagt.

Hovedudfordringen ved faste kørespor og kontrolleret trafik er at få alle hjul til at køre i samme system af spor, akselafstanden skal tilrettes på både traktorer, gyllevogn, skårlægger, rive, finsnitter og frakørselsvogne. Gyllevogn og frakørselsvogn har størst indflydelse på udbyttereduktionen, så start med at få dem ind i sporet og lad evt. rive og finsnitter køre ved siden af sporet. Man skal være opmærksom på, at maskiner desværre ikke altid har den effektive arbejdsbredde, som de markedsføres med. En 8 m skårlægger har måske kun en effektiv arbejdsbredde på 7,7 m.

Et dilemma er dækmonteringen. Brede dæk mindsker effekten af sporene, mens smalle dæk gør det vanskeligere at opsamle græsset fra sporene. Erling Kjærs maskinstation i Vildbjerg, der er først og størst, på faste kørespor i Danmark har valgt den brede dækmontering, og oplever derfor ikke problemer med at samle græsset op. Senest har maskinstationen valgt ikke at gøde i sporene og tildele den ekstra mængde

¹ Ole Green: Foredrag 2009. Dansk Landbrugsrådgivning

² Hans Alvemar: Controlled traffic for grass silage production. Swedish University of Agricultural Sciences 2014, side 5

husdyrgødning på den øvrige mark hvor gødningsresponsen er størst³. Maskinstationen er et eksempel på den selvforstærkende dygtiggørelsesproces der kommer af at sætte sig et mål og holde fokus på den nysgerrighed, der kommer med implementeringen af nye løsninger. Erling Kjær har på den konto forstærket styretøjet på finsnitterne, så de kan trække de tunge frakørselsvogne, påsat hydraulisk hitch krog, olie og el-opkobling, samt støtteben på vognene, så skift fra finsnitte til traktor kan ske gnidningsløst i for ageren uden at traktor chaufføren behøver at forlade førersædet. Endvidere er vognene forsynet med græs segl, der skal sikre at de luftige kløverblade havner i vognen og ikke på marken.

Faste kørespor i græs er indtil nu alene et dansk fænomen. Derfor har fabrikanterne endnu ikke konstrueret finsnitte med hitchkrog. Det skal eftermonteres, og man kan være opmærksom på om den aktuelle finsnitte kræver forstrækning af bagaksel og fremdriftssystem for at kunne håndtere store græsvogne.

En anden udfordring er præcist at ramme sporene år efter år. Forskellige RTK systemer har vanskeligheder ved 'snakke sammen', og præcisionen bliver langt større, hvis alle overkørsler fortages med samme fabrikat af RTK. Den manglende standardisering af systemer volder specielt kvaler, når man vil samarbejde med andre landmænd eller maskinstationer. Med den brede dækmontering bliver kravene til RTK systemet yderlig skærpet. Når der investeres i autostyring er det kun de såkaldte RTK-GPS styresystemer, der er præcise nok. Disse systemer korrigeres fra jordbaserede referencestationer. Piloterne på græsredskaberne har en særlig opgave i og med at sporene skal respekteres. Flere steder laves sporene med en tom gyllevogn efter høst af dæksæd i den ny udlagte græsmark, for at sikre at sporene kan bære i foråret, hvor gødningsudbringning kan være en udfordring på de nye marker.

³ Maskinbladet 18. juni 2014

Autostyring på kvægbrug

Forfatter Hans Henrik Pedersen

Faste kørespor afhænger af GPS og autostyring. For dyrkning af græs er det ikke absolut nødvendigt, da alle traktorer og finsnitte ikke behøver automatisk styring. Når der er kørt i marken et par gange kan man ofte se sporene. Landmænd er gået i gang uden autostyring. De bliver mere tilfredse, når de investerer i styring, så sporene er lige og ligger præcist samme sted år efter år. Nogle har etableret kørespor ved at lukke en tud eller to under såning af græsset. Det kan ikke anbefales. Når der ikke vokser græs, er sporene ikke så robuste, og risikoen for dybe spor er stor.

Når der investeres i autostyring er det kun de såkaldte RTK-GPS styresystemer, der er præcise nok. Disse systemer korrigeres fra jordbaserede referencestationer. Desværre vil styresystemer af forskellige fabrikater sjældent køre i præcis de samme spor, selvom de bliver kodet med de samme positioner. Den manglende standardisering af systemer volder specielt kvaler, når man vil samarbejde med andre landmænd eller maskinstationer.

Styringen kan foregå med en elmotor, der kobles til rat på traktor eller mejetærsker. Sådanne systemer kan let flyttes mellem traktorer. Der kan dog opnås større præcision, hvis styresystemer er integreret enten elektrisk eller hydraulisk med traktorens styresystem.

Arbejdsbredder

Faste kørespor i græs foregår stort set altid med 12 m arbejdsbredde. 12 m gyllenedfældere er udbredte og det er 24 m gylleslangebomme også. Riven skal være mindst 13 m, så man er sikker på at få alt græsset revet sammen. Der findes også faste kørespors systemer med større arbejdsbredde fx 14,2 m, der er valgt ud fra en tilgængelig skårlægger. 9 m faste kørespor i græs er også blevet tilbudt.

Det kan være landmanden, der beslutter, at græsset skal dyrkes med faste spor. Ofte introduceres faste kørespor dog af en maskinstation, der tilbyder det. Andre afgrøder i sædskiftet bliver typisk ikke dyrket fra de faste spor. Såning af græsset foregår også med mindre maskiner.

Der er kun enkelte modeller af skårlæggere der er 12 m eller bredere. Der er landmænd, og nok også maskinstationer, der skårlægger med mindre arbejdsbredde. Ifølge erfaringer gør skårlægningen ikke stor skade på græsset, da genvæksten jo endnu ikke er begyndt. Hvis man fx benytter en 8 m skårlægger, så er det dog ikke muligt, at undgå at placere afskåret græs i sporene. Græs der ligger i sporene bliver kørt ned, og er dermed sværere at samle op.

Man skal være opmærksom på, at maskiner desværre ikke altid har den effektive arbejdsbredde, som de markedsføres med. En 8 m skårlægger har måske kun en effektiv arbejdsbredde på 7,7 m.

Faste kørespor i andre afgrøder kræver ofte en plan, der strækker sig over flere år med investeringer. For græs er det få maskiner, der skal investeres i, og arbejdet foretages ofte af en maskinstation, så i græs kan man hurtigt komme i gang med faste kørespor.

Sporvidde og dækbredde

Man behøver ofte ikke at foretage sig mange overvejelser vedr. dækmontering og sporvidder. Græsvogne skal køre meget på vejen, derfor bør sporvidden ikke udvides, selvom gyllevogn og snitner ofte har lidt større sporvidde. Hvis man bevarer gode brede dæk på gyllevogn, og på andre redskaber, så er det på de fleste jordtyper sjældent et problem, at der dannes spor.

Græshøst

Der er landmænd og også flere maskinstationer, der høster græs med snittervogn, der jo passer godt til faste kørespor. Flere maskinstationer har etableret hitchkrog bag på finsnitteren. Ved brug af kamera kan chaufføren skifte vogn på mindre end et minut. Der er udviklet et tilkoblingssystem også for olie og el-koblinger, så traktorchaufføren, der skal køre læsset hjem, heller ikke behøver at forlade førersædet.

Faste kørespor i græs er indtil nu alene et dansk fænomen. Derfor har fabrikanterne endnu ikke konstrueret finsnittere med hitchkrog. Det skal eftermonteres, og man kan være opmærksom på om den aktuelle finsnitter kræver forstrækning af bagaksel og fremdriftssystem for at kunne håndtere store græsvogne.

At opsamle græs i lukkede vogne bag snitteren har desuden den fordel, at man kan minimere tabet under høst. Det er specielt de proteinrige kløverblade, man kan sikre, at de ikke i samme grad blæser væk.

Hvis høsten foregår på normal vis med frakørselsvogne ved siden af snitteren, så fordobles det overkørte areal. Frakørselsvogne er blandt de store syndere med afgrødeskader efter ukontrolleret/tilfældig trafik. Nogle maskinstationer har valgt at rive græsset ud mellem køresporene, så vognene kører i sporet. Rive og finsnitter kører derimod midt mellem køresporene. Dette koncept blev også afprøvet i græs demonstrationsmarken for projektet Økologi i sporet. Der var væsentlig mindre effekt af de faste spor, når det ikke var alle maskiner, der kom ind i 12 m sporene.

Andre forhold på kvægbedriften

Forfatter Martin Beck

Afgræsning

Den bedste, billigste og mest jord-skånsomme måde at høste grovfoder på er ved afgræsning. Her er foldskifte eller endnu bedre holistisk afgræsning fordelagtigt i forhold til storfoldsafgræsning. Ved storfoldsafgræsning er der fare for overgræsning og dermed ringere rodudvikling og for meget tråd til følge. Jorden bliver også i dette tilfælde for fast, og kan miste evnen til at ånde. Ved holistisk afgræsning (intensiv rotationsafgræsning) virker køernes tråd, og den delvise nedtræden af græs, positivt på jordens frugtbarhed. Overfladisk nedtrådt græs omsættes hurtigt og bidrager til humusdannelse. Hvileperioderne giver græsset og jorden ro til at regenerere.

Høst af slætgræs

Bjergning af græs, hvad enten det er til hø eller ensilage, er en meget hård belastning for marken. Maskinerne er mange og tunge, og der bjerges typisk 4-5 slæt i løbet af et år, det vil sige hele arealet køres over flere gange i løbet af en sæson, og marken ligger gerne i 2-4 år uden en løsning. Derudover udbringes der typisk betydelige mængder gylle, i alt typisk 30-50 tons per ha.

Hjulbredden på disse maskiner er tilmed ofte stor, ca. 80-100 cm brede hjulspor efter en finsnitter frakørselsvogn eller opsamlingsvogn. Tilmed køres der traditionelt med traktoren ved siden af finsnitteren, hvilket betyder, at et stort areal bliver overkørt med meget tungt maskineri.

Fordelene i et CTF system er således store, men teknisk set en udfordring. Udbringning af gylle er uden videre muligt at praktisere i faste spor og tilbydes af mange maskinstationer. Problemet er imidlertid, at der typisk udbringes ved slangeudlægning med arbejdsbredder på 18-24 meter i foråret og lovkravene kræver nedfældning efter 1. maj, hvilket typisk praktiseres i 8-12 m arbejdsbredde, idet nedfælderudstyr er tungere og også kræver mere trækraft.

Omkring græshøsten er udfordringen, at der skal spændes en vogn efter finsnitteren. Disse er dog ikke bygget til at trække tunge læs og bagakslen er ikke bygget til tung aksellast. Det kræver derfor ofte større ombygning af finsnitter end bare et træk. Større treakslede frakørselsvogne er desuden nu om dage ofte med kugletræk og tvangsstyrede aksler og en masse hydraulik, som ikke lige kan spændes om. Derudover er det tidskrævende og dermed dyrt tidsspild at spænde om. Nyere tekniske løsninger med integreret snitter og vogn er dog på fremmarch. Alternativt kan man bruge opsamlervogne, hvilket er et alternativ der løser alle de andre udfordringer.

Et problem kan være de fordybninger, som opstår i sporene, når græsset skal rives sammen henover disse spor.

Dyrkning af majs i faste spor

Her gør mange af de samme forhold som ved græshøst sig gældende. Tungt maskineri i forbindelse med høst og store mængder gylle som udbringes. Majs reagerer meget følsomt på strukturskadede jord. Fordelen er at der kun høstes én gang. Da det er en enårig rækkeafgrøde, og det også er muligt at dyrke den pløjefrit, er det dog bedre at indrette et mere konsekvent CTF-system. Såning og høst skulle således foretages i samme antal rækker, og snitteren skal igen have en efterspændt vogn.

Litteratur, specielt med fokus på græs:

- <http://ctfeurope.dk/category/landbrug/gras/>
- Munk Nielsen, K. (2015). 10 pct. mere græs med faste kørespor Økologi og Erhverv, 561, 21
- Seehusen, T., Riley, H., Riggert, R., Fleige, H., Børresen, T., Horn, R., & Zink, A. (2014). Traffic-induced soil compaction during manure spreading in spring in South-East Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 64(3), 220-234. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710.2014.902097>
- Kroulik, M., Misiewicz, P., Chyba, J., & White, D. (2014). Field traffic intensity for forage harvesting in the UK. *Open Fields.org.uk: Harper University*. <http://ofi.openfields.org.uk/1.14030204>
- Barreng, S. (2014). Rädda protein med CTF, *Lantbrukets Affärer Mjölk*, pp. 38-39. Retrieved from <http://www.lantbruketsaffarer.se/>
- Alvemar, H. (2014). Controlled traffic for grass silage production. Uppsala. Retrieved from <http://stud.epsilon.slu.se/7460/> (889)
- Parlak, M., & Parlak, A. O. (2011). Effect of soil compaction on root growth and nutrient uptake of forage crops. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3-4), 275-278. <http://world-food.net/effect-of-soil-compaction-on-root-growth-and-nutrient-uptake-of-forage-crops>
- Green, O., Jørgensen, R. N., & Kristensen, K. (2010). Udbyttepåvirkning af kørsel på kløvergræs i foråret Grøn Viden markbrug (Vol. 336): Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. <http://dca.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/increased-working-width-gives-improved-yields>
- http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/gv_336%20markbrug_53594.pdf
- Rasmussen, K. J., & Møller, E. (1981). Genvækst efter fortørring af græsmarksafgrøder. II. Jordpakning i forbindelse med høst og transport. *Tidsskrift for Planteavl*, 85, 59-71
- Hansen, S. (1996). Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system converting to organic farming practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 56(3), 173-186. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016788099500646X>
- Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system converting to organic farming practice http://ac.els-cdn.com/016788099500646X/1-s2.0-016788099500646X-main.pdf?_tid=4a155908-a632-11e2-8db8-00000aacb362&acdnat=1366074749_ab946589ac4f2d0608d88369ad21fd7d

Kontrolleret trafik og faste kørespor i økologisk planteavl

Forfatter Martin Bech

Et konsekvent CTF-system harmonerer ikke med pløjning, idet det ikke kan lade sig gøre at pløje i permanente spor. Også selvom det teknisk/teoretisk kunne løses, vil det formodentligt aldrig kunne vinde indpas, da man sjældent har så ensartede marker, som det ville kræve. Også høstmaskiner (f.eks. mejetærsker, kartoffeloptager og roeoptager) har typisk en anden sporbredde end traktorer, hvilket yderligere kræver et kompromis. Der har derfor hidtil typisk været tale om et semi-CTF-system, hvor man efter høst "rydder op" i sporene med en pløjning, og derefter anlægger nye spor til den kommende afgrøde.

Med stigende opmærksomhed på jordens frugtbarhed og ønsket om at binde kulstof i jorden, er der imidlertid udviklet gangbare metoder til et pløjefrit, økologisk dyrkningssystem. I den forbindelse bliver CTF specielt interessant, ja faktisk et must, idet en humus- og frugtbarhedsdannelse kun kan finde sted i en porøs, iltet jord, som beskrevet ovenfor.

I pløjefrie systemer bearbejdes jorden kun ganske overligt, plus at jorden med tiden får bedre og lettere bearbejdningsegenskaber, jorden bliver lettere, hvilket betyder at man kan klare sig med mindre traktorer og evt. større arbejdsbredder. Man kan f.eks. så på 6 meters arbejdsbredde med 100-120 hestekræfter med en let såmaskine.

Udbytter på planteavlsbrug

Forfatter Janne Aalborg Nielsen og Hans Henrik Pedersen

Det er nemmere at opnå øget udbytte og øget indtjening ved faste kørespor og/eller kontrolleret trafik i højværdiafgrøder og kløvergræs end det er i kornafgrøder. Det skyldes primært, at de positive effekter i jordstrukturen, som der kan opnås udenfor køresporene, giver et relativt større respons på afgrøder der har et højt dækningsbidrag pr. ha, end f.eks. en kornafgrøde, hvor de relative udbyttetigninger er mindre og effekten skal "spredes ud" over store arealer.

På almindelige planteavlsbrug er det dermed lidt vanskeligt at opnå og måle en udbyttetigning ved faste kørespor og/eller kontrolleret trafik.

Køresporene kan holdes ubevoksede (ingen afgrøde), men hvis de gør det, så øges faren for vanderosion, og der kan blive udfordringer med ukrudt. Det kan derfor være en god ide at have en afgrøde i sporene, selvom den sandsynligvis ikke modner.

Der er gennemført en del undersøgelser af hvilke udbytter der kan opnås med faste kørespor og/eller kontrolleret trafik. Det er dog vanskeligt at måle forskellene i markforsøg, dels fordi forskellene, specielt i kornafgrøder, kan være relativt små og dels fordi det rent forsøgsdesignmæssigt er vanskeligt at lave forsøg med kontrolleret trafik og faste kørespor.

Landboforeningen Gefion har udført forsøg med faste kørespor på Bregentved gods i et 12 m system.

I gennemsnit over fire år opnås der et merudbytte på 4,5 hkg/ha i de områder af marken, hvor der ikke er kørt på jorden sammenlignet med udbyttet i hele marken. Udbyttet i hele marken inkluderer også spor der er kørt i. Se tabel 10.

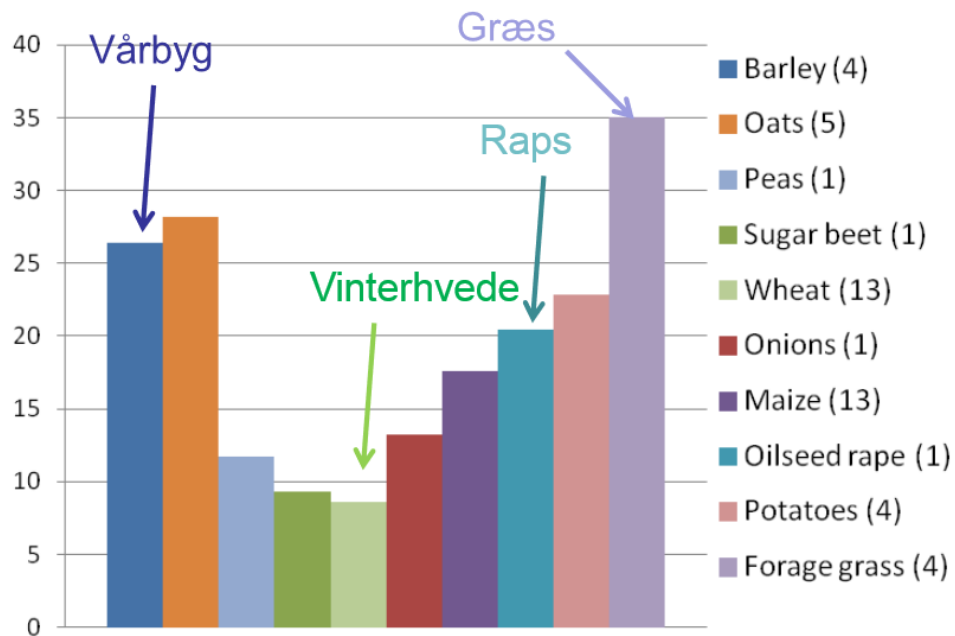
TABEL 10. RELATIVE UDBYTTER I ET MARKFORSØG I 12 M FASTE KØRESPORS-SYSTEM OVER EN FIRE-ÅRIG PERIODE. KILDE: GEFIONS PLANTEAVLSBERETNING 2016.

Led	Udbytte hvede, hkg/ha	Hvede Relativt 2016	Vinterraps Relativt 2015	Hvede Relativt 2014	Vårbyg Relativt 2013	gns. 4 års forsøg
Gns.udbytte for 12-36 CTF system på forsøgsmarken	116,1	100	100,0	100,0	100,0	100
2: Trafik i mejetærskerspor	120,8	104,1	102,5	89,3	97,2	98,3
3: Trafik kun i harvespor (udenfor sprøjte-og mejetærskerspor)	123,0	106,0	106,3	101,5	107,2	105,3
4: Område helt uden trafik	117,6	101,3	109,9	102,4	104,4	104,5

Tim Chamen samlede i hans ph.d. i 2011 en del udbyttetal som fremgår af figur 1.

Udbytte forsøg CTF (primært fra 80'erne)

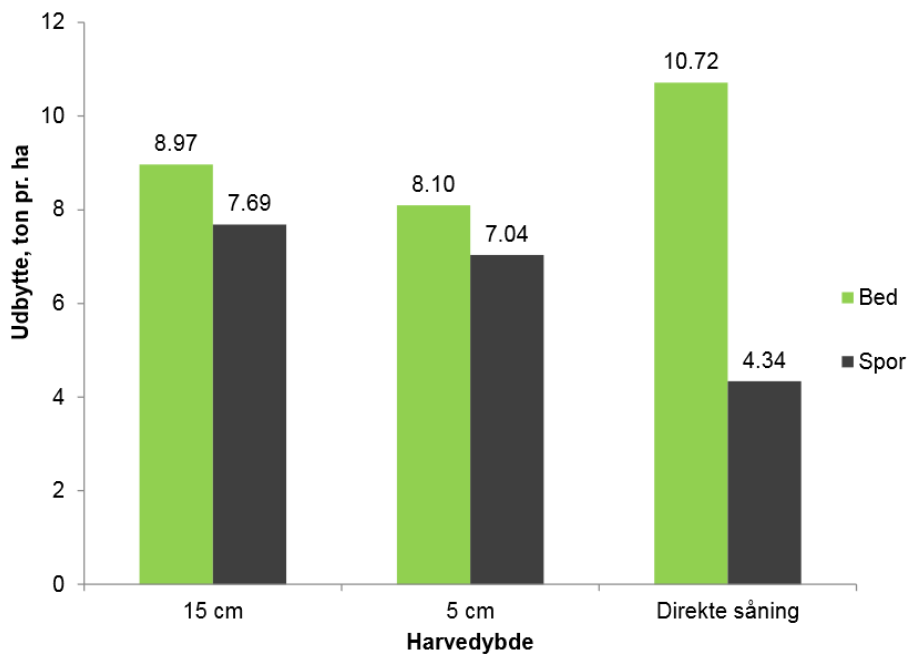
% merudbytte på ikke overkørte areal



FIGUR 1. UDBYTTER I FORSKELLIGE AFGRØDER. DET ANTAL FORSØG SOM UDBYTTE ER BASERET PÅ ER NÆVNT I PARENTES. (KILDE: TIM CHAMEN 2011)

Sammenligningen mellem upakket jord (udenfor spor) og tilfældig trafik opgjort i figur 1 er måske lidt optimistisk opgjort, da spor med lavt udbytte udgør en del af de marker med faste kørespor der er udført undersøgelser i. Derfor bør de reelle merudbytter reduceres lidt.

Intensiteten af jordbearbejdningen i kombination med faste kørespor og/eller kontrolleret trafik kan også have effekt på udbyttet. Bl.a. en undersøgelse fra Harper Universitetet i UK har vist at effekten af faste kørespor og/eller kontrolleret trafik har størst effekt ved mindst jordbearbejdning, se figur 2.



FIGUR 2. UDDBYTTE AF VINTERHVEDE I 2013, HARPER UNIVERSITETET, UK. FIGUREN VISER, AT JO MINDRE JORDBEARBEJDNING I KOMBINATION MED FASTE KØRESPOR OG/ELLER KONTROLLERET TRAFIK DES HØJERE UDDBYTTE KAN DER OPNÅS (SMITH 2014).

En anden måde at opgøre udbytte ved faste kørespor er at beregne det ud fra de udbytter der findes fra markforsøg med jordpakning. Hvis man antager at det gennemsnitlige udbyttetab for jordpakning i forbindelse med gylleudbringning med 8 ton hjullast er 9 hkg pr ha i korn (Oversigt over landsforsøgene 2010-2016). Så kan man lave en yderst simpel beregning af udbyttetabet ved forskellige arbejdsbredder. Eksempel: 12 m arbejdsbredde: Antaget at hvert hjul pakker 1 m i bredden. $2 \text{ m} / 12 \text{ m} * 9 \text{ hkg pr ha} =$ udbyttetab 1,5 hkg/ha. Det er ikke et stort udbyttetab, men der skal også tillægges flere tab, nemlig skaden som følge af alle de andre markopgaver (ud over gylleudbringning) igennem vækstsæsonen, manglende rettidighed hvis der er dårlig jordstruktur som hindrer, at arbejdsopgaverne i marken kan udføres på det optimale tidspunkt. Alle disse faktorer er utroligt vanskeligt at måle i markforsøg, og det er dermed vanskeligt at opgøre de eksakte udbyttetab ved jordpakning, som vurderes som relativt stort.

Autostyring på planteavlsbrug

Forfatter Hans Henrik Pedersen

Autostyring sikrer, at man kører i samme spor hver gang. Det er kun de såkaldte RTK-GPS styresystemer, der er præcise nok. Disse systemer korrigeres hele tiden fra jordbaserede referencestationer.

Desværre vil styresystemer af forskellige fabrikater sjældent køre i præcis de samme spor, selvom de bliver kodet med de samme positioner. Har man flere autostyringsystemer, skal de altså være af samme fabrikat, og de skal benytte samme service til referencesignaler. Den manglende standardisering af systemer volder specielt kvaler, når man vil samarbejde med andre landmænd eller med en maskinstation.

Styringen kan foregå med en elmotor, der kobles til rat på traktor eller mejetærsker. Systemer kan let flyttes mellem maskiner. Der kan dog opnås større præcision, hvis styresystemer er integreret enten elektrisk eller hydraulisk med traktorens styresystem. Det er da ofte stadig muligt at flytte antenne og styrecomputer mellem traktorer. Med de mest præcise styresystemer er det muligt at styre en rækkerenser uden brug af kamerastyring. Det kræver dog, at der monteres GPS antenne og styring både på traktoren og på såmaskine og på rækkerenser.

Arbejdsbredder på maskiner

Ved faste kørespor skal alle maskiner have samme arbejdsbredde eller de skal have en bredde, der ganget op svarer til den smalleste maskine. Det er ikke nødvendigt at købe nye maskiner for at komme i gang. Ofte kan eksisterende maskiner bruges eller tilpasses fx med et par ekstra tænder på en harve. Maskiner, der sælges som f.eks. 6 m maskiner, har ofte en lidt mindre effektiv arbejdsbredde.

I praksis vil man ofte lave en investeringsplan, der strækker sig over nogle år. For hurtigt at opnå fordele ved faste kørespor, bør man prioritere de tungeste maskiner. Det vil sige maskiner til gødningsudbringning og til høst. Derudover bør rækkerensere og andre maskiner, der bruges i løbet af sæsonen, være med fra start. For at opnå størst effekt af faste kørespor, bør den smalleste maskine være lidt bredere, end man ellers ville have købt den. Hvis der ikke dyrkes specialafgrøder, som fx kartofler, vil en mindste bredde dog ofte være 6 m, der passer med en 20 eller 24 fods mejetærsker. I konventionel planteavl er 8 eller 9 m såmaskiner populære til faste spor. De passer til en 30 fods mejetærsker. Meget store brug har investeret i 12 m maskiner og 40 fods skærebord.

Sporvidde og dækbredde

For at reducere det samlede areal, der køres på, bør sporvidden på alle traktorer være ens, og den skal samtidigt være så stor, som det er praktisk muligt, for derved i størst mulig omfang at køre i de samme spor som mejetærskeren.

Man kan ofte bruge de dæk, man har, og de almindelige råd fx om lavt lufttryk gælder stadig. Brug af tvillingehjul vil selvsagt øge det overkørte areal. Hvis der pløjes kan der være behov for tvillingehjul ellers vil en forbedret farbarhed i sporene og et mindre trækraftbehov ved faste kørespor gøre, at tvillingehjul ikke er nødvendige.

Jordbearbejdning

Ved faste kørespor reduceres behovet for jordbearbejdning, da der ikke er pakningsskader, der skal repareres i den primære dyrkningszone. I konventionelt landbrug praktiseres faste kørespor mest af landmænd, der praktiserer pløjefri dyrkning, hvilket også kan medvirke til at optimere jordens fysiske egenskaber. Det biologiske liv i jorden forstyrres også mindre ved pløjefri dyrkning og endnu mindre, hvis der sås uden forudgående jordbearbejdning, eller hvis der kun harves i striber. Ved faste kørespor har pløjning desuden den uheldige effekt, at den pakkede jord i sporene flyttes ud i dyrkningszonen. I Holland er det almindeligt blandt CTF landmænd, at pløje på tværs af dyrkningsretningen, så reduceres dette problem.

Der er landmænd, der har erfaringer med at dyrke økologisk og pløjefrit. Den største bekymring er ukrudtsbekæmpelse, der givetvis skal håndteres ved andre metoder. F.eks. kan gode efterafgrøder virke hæmmende på ukrudt, ligesom det er kendt, at ukrudtsfrø af de fleste græsarter går til eller spises, hvis de efterlades på jordoverfladen. Hvis rod ukrudt bliver et stort problem, kan det blive nødvendigt med en veludført pløjning.

Litteratur – her kan du finde mere viden om faste kørespor

- Sørensen, K. L. (2013, 15 januar 2013). Tung trafik drukner jorden / Sammenpakket jord giver vandlidende marker / Faste kørespor forbedrer jordens dræningsevne med 100 procent, Effektivt Landbrug, pp. 1 and 7-9.
- Pedersen, H. H. (2013). Stigende interesse for alternativ såning / Faste kørespor - CTF. Agrologisk (December), 21-25
- Chamen, T. (2015). Controlled Traffic Farming – From Worldwide Research To Adoption In Europe And Its Future Prospects. *Acta Technologica Agriculturae*, 18(3), 64-73.
www.degruyter.com/view/j/ata.2015.18.issue-3/ata-2015-0014/ata-2015-0014.xml
- Godwin, R., Misiewicz, P., White, D., Smith, E., Chamen, T., Galambošová, J., & Stobart, R. (2015). Results From Recent Traffic Systems Research And The Implications For Future Work. *Acta Technologica Agriculturae*, 18(3), 57-63. www.degruyter.com/view/j/ata.2015.18.issue-3/ata-2015-0013/ata-2015-0013.xml
- Smith, E. K., Misiewicz, P. A., Girardello, V., Arslan, S., Chaney, K., White, D. R., & Godwin, R. J. (2014). Effects of traffic and tillage on crop yield (winter wheat *Triticum aestivum*) and the physical properties of a sandy loam soil. Paper presented at 2014 ASABE and CSBE/SCGAB Annual International Meeting, Montreal, Quebec Canada July 13 – July 16, 2014, pp. 1.
<http://elibrary.asabe.org/abstract.asp?adid=44848&t=5>
- Chamen, W. C. T. (2014). Controlled Traffic Farming – from research to adoption in northern Europe and its future prospects. Paper presented at AgEng 2014, Zurich 6-10 July 2014: www.eurageng.eu.
http://www.geyseco.es/ageng2014/eposter/?seccion=index_posters
- Smith, E. K., Misiewicz, P. A., Chaney, K., White, D. R., & Godwin, R. J. (2013). An investigation into the effect of traffic and tillage on soil properties and crop yields. Paper presented at American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting Kansas City, Missouri, July 21 - July 24, 2013, Vol:4, pp. 2868-2880. <http://dx.doi.org/10.13031/aim.20131597846>
- Gasso, V., Sorensen, C. A. G., Oudshoorn, F. W., & Green, O. (2013). Controlled traffic farming: A review of the environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 48, 66-73.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030113000208>
- Isbister, B., Blackwell, P., Riethmuller, G., Davies, S., Whitlock, A., & Neale, T. (2013). Controlled Traffic Farming Technical Manual Department of Agriculture and Food, Western Australia: Department of

- Agriculture and Food, Western Australia. <https://www.agric.wa.gov.au/soil-compaction/developing-controlled-traffic-tramline-farming-system> <http://www.calameo.com/read/00274908245fceb6da2ac>
- Html side, meget kort: <https://www.agric.wa.gov.au/soil-compaction/developing-controlled-traffic-tramline-farming-system>
 - Webb, B., Blackwell, P., Riethmuller, G., & Lemon, J. (2004). Tramline Farming Systems: Technical Manual Department of Agriculture, Government of Western Australia: Department of Agriculture, Government of Western Australia. <https://www.agric.wa.gov.au/sites/gateway/files/Tramline%20Farming%20Systems%20bulletin4607.pdf>
 - Soil Quality Improvements from Implementation of Controlled Traffic University of Alberta, Department of Renewable Resources <http://www.controlledtrafficfarming.org/images/Soil%20Quality%20Improvements%20CTF%20U%20of%20A%202015.pdf>
 - Linksamling fra Controlled Traffic Farming Alberta: http://controlledtrafficfarming.org/index.php/links#CTF_sites
 - Controlled Traffic Farming Alberta – forsøgsresultater: <http://www.controlledtrafficfarming.org/index.php/ctf-plot-reports>
 - Controlled Traffic Farming Technical Manual: http://www.nacc.com.au/wp-content/uploads/2015/05/NACC_Controlled_Traffic_Farming_Technical_Manual.pdf
 - Her er der lidt tal på bl.a. erosion og vandholdende evne: <https://connect.innovateuk.org/documents/3285671/9285005/10+-+DaveTinker.%20Controlled+Traffic+Farming.pdf/a19cf1dc-53a3-465c-bdf8-98d34e4abe36>
 - The Use and Effects of Controlled Traffic Farming. Jacob Bolson and Amy Kaleita, Dept. Agricultural & Biosystems Engineering Iowa State University: <http://actfa.net/wp-content/uploads/2014/02/The-Use-and-Effects-of-Controlled-Traffic-Farming.pdf>
 - Controlled Traffic Farming in Europe – Constraints and Opportunities Tim Chamen Controlled Traffic Farming (CTF Europe) Ltd, Bedfordshire, UK: <http://actfa.net/wp-content/uploads/2014/02/Controlled-Traffic-Farming-in-Europe-%E2%80%93-Constraints-and-Opportunities.pdf>

Uddrag af artikler

LONG-TERM EFFECTS OF DIFFERENT TILLAGE AND FIELD OPERATION REGIMES ON SOIL STRUCTURE.

Weisskopf, P.¹, Anken, T.², Rek, J.¹, Reiser, R.¹, Holpp, M.², and Keller T.¹

¹Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, CH-8046 Zürich, Switzerland,

²Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, CH-8356 Ettenhausen, Switzerland

Abstract

Only little is known about the rate and extent of structural evolution under the combined influence of tillage and wheeling. Whereas some quantitative information on the regeneration of compacted soils is available, the course and potential of structure formation and recovery under the absence of wheel traffic – as made possible by Controlled Traffic Farming (CTF) systems using permanent traffic lanes – are not well investigated and understood. Therefore the effects of tillage practices and field traffic organization on soil structure were studied in a crop sequence under practical soil management conditions on a loamy orthic luvisol at Tänikon, Switzerland (1187 mm mean annual precipitation, 8.0 °C mean annual temperature).

From 2000 to 2008 the effect of no-till on soil structure evolution was studied on a formerly ploughed field and compared to continuously ploughed plots. Since 2008 the previous random field traffic organization was maintained in the ploughed and no-till plots, but changed to controlled traffic in plots formerly under shallow tillage and consecutively managed by no-till.

Soil structure evolution was described by repeated samplings of undisturbed soil cores in the top- (10-15 cm) and subsoil (35-40 cm) and subsequent analysis of porosity, permeability and strength characteristics in the lab. In situ measurements of parameters characterizing soil water regime (volumetric water content, matric potential) and the soil environment (O₂- and CO₂-concentrations in soil air, oxygen diffusion rate, redox potential) under field conditions were done quasi continuously at several soil depths.

Results show a slow evolution of structural properties in the subsoil and a limited structure formation in the absence of tillage measures in the topsoil. Soil structure evolution can be followed up in short-term cycles covering individual vegetation periods as well as in medium-term cycles covering crop rotation periods. In situ measurements of water retention characteristics and properties of soil environment revealed consistent but minor effects of field traffic organisation on processes depending on soil structure as well as on weather conditions.

Læs hele artiklen her:

www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/viewFile/708/594

SOIL AERATION AND REDOX CONDITIONS MONITORED IN A CONTROLLED TRAFFIC FARMING FIELD TRIAL

Reiser, R.¹, Rek, J.¹, Oberholzer, H.-R.¹, Holpp, M.², and Weisskopf, P.¹

¹Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, CH-8046 Zürich, Switzerland,

²Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, CH-8356 Ettenhausen, Switzerland

Abstract

On an experimental basis there are missing links between soil compaction as deformation of soil structure and effects of the deformed pore space on soil biochemistry. We measured such effects through observation of aeration status and redox conditions in a field experiment. An automated recording system combining quasi continuous recording of the Oxygen Diffusion Rate (ODR) and the redox potential (E_H) in unsaturated agricultural soils was developed and installed in three no-till blocks of a controlled traffic farming (CTF) field trial in Tänikon, Switzerland. The platinum probes were horizontally inserted into the soil and placed underneath both a moderately wheeled track and a non wheeled area in each block. Replicate probes were placed at depths of 10 cm, 20 cm and 35 cm. In parallel, gas permeable tubes for measuring the soil air composition were inserted at each depth. Water tension and volumetric water content were recorded using pF-meters and FDR-probes, respectively.

The ODR correlated with the soil water content and with the oxygen concentration in the soil air. Particularly during the wet and warm periods in summer, the ODR frequently dropped below critical levels and provoked E_H to collapse; i.e. E_H dropped after ODR had dropped below approx. $10 \mu\text{g m}^2/\text{s}$ only. This effect was more often observed in the wheeled than in the non wheeled soil and was most distinct at 20 cm depth.

Surprisingly, E_H dropped also at 10 cm depth where the median ODR was highest. Hence, the short periods of drastically restricted aeration during wet weather met the conditions for E_H drops also near the surface. At 35 cm depth the median ODR was lowest but the redox status was hardly affected. Obviously, the soil microbial activity was concentrated in the top 20 cm and thus, reducing conditions occurred almost exclusively in the topsoil.

Artiklen kun tilgængelig ved betaling

SOIL AND PLANT RESPONSES TO CONTROLLED TRAFFIC FARMING IN SWITZERLAND

Thomas Anken^{1*}, Martin Holpp¹, Jan Rek², Peter Weisskopf²

*1Agroscope Research Station, Taenikon, 8356 Ettenhausen, Switzerland 2Agroscope Research Station, Reckenholzstr. 191, 8046 Zurich, Switzerland *Corresponding author. E-mail: thomas.anken@art.admin.ch*

Abstract

A long-term tillage experiment in Tänikon, Switzerland showed that compared to ploughed plots, untilled plots developed a compact soil structure with decreased porosity and a trend towards lower oxygen concentration in the soil air. All these factors resulted in lower plant yields. To investigate the influence of wheeling on these plots, the shallow-tilled plots were converted to controlled traffic farming (CTF) with no-tillage in 2008. The hypothesis is that a sustainable improvement in soil structure and plant development is achievable in areas with no traffic.

In a field trial with four repeated blocks, 'CTF no-tillage' was compared with 'random trafficked mouldboard ploughing' and 'random trafficked no-tillage'. The crop rotation was winter wheat – winter barley – meadow, established on luvisol (23% clay, 34% silt, 42% sand) with an annual rainfall of 1190mm and an average annual temperature of 8.4 °C. An intensive monitoring programme was set up for various parameters: Soil-surface-level changes, penetration resistance, macropore volume, soil-air composition, matric potential, volumetric soil-water content, emergence rate, intermediate harvests and harvest yield.

Results for 2008 to 2011 show that traffic has a clearly negative impact on soil structure in all variants, even when wheelings are done with low tyre-inflation pressure. Traffic-induced soil-surface-level changes were small, but nonetheless affected the soil's physical parameters. Soil penetration resistance is higher and soil oxygen content after precipitations lower in the trafficked areas than in traffic-free zones. Yield effects were not as pronounced as in other published field trials. CTF and no-tillage achieved approximately the same yield levels, but routine ploughing resulted in the highest yields. CTF leads to a certain improvement in the soil structure, but the plant response showed that more improvement is necessary to optimise yields.

Key words: no-till, soil compaction, plant development, controlled traffic farming

Læs hele artiklen her:

fagro2.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/viewFile/697/583

Øversættelse af artikler

Øversættelse artikel fra magasinet "LOP Landwirtschaft ohne Pflug" udgave November 2016, oversat af Martin Beck

Hvor meget udbytte koster kørespor?

Optimering af planteavlen med Controlled Traffic Farming – resultater fra fem års undersøgelser

Markus Demmel og Hans Kirchmeier, Institut for landbrugsteknik og husdyrhold, Robert Brandhuber og Benjamin Blumenthal, Institut for økologisk landbrug, jordkultur og ressourcebeskyttelse; Bayerisk Landsanstalt for Landbrug, Freising

Jordpakning i forbindelse med jordbearbejdning, afgrødepleje og høst har negativ indflydelse på jordens funktion. Dette mindsker også udbyttet. Klimaændringernes følger derimod øger kravene til jordfunktionerne (infiltration, vandholdningsevne, dræning). Faste kørespor – Controlled Traffic Farming (CTF) – er strategier, hvormed køresporene i marken kan koncentreres på et mindre areal og dermed have et stort areal, som ikke er udsat for nogen form for belastning (Chamen 2007). Under australske forhold, viste Tullberg, at CTF øger vandets infiltration i jorden, mindsker erosion og frembringer større og mere stabile udbytter (Tullberg et al. 2007).



Controlled Traffic Farming

Første forsøg med konsekvent faste kørespor blev allerede gennemført i 1970'erne og 1980'erne i grøntsagsdyrkingen i Holland med bred-sporede bærekøretøjer (såkaldte "Gantries"). De forventede forbedringer på jordstruktur og brændstofforbrug indtrådte (Lamers et al., 1986), men pga. talrige tekniske problemer kunne systemet ikke vinde indpas i praksis.

I nyere tid beskæftiger forskningen sig i tiltagende grad hermed (Tullberg et al., 2007; Tullberg, 2008; Gasso et al., 2013). Større traktorer, redskaber med 6, 9 og 12 meters arbejdsbredde og høstmaskiner med tilsvarende

arbejdsbredde i kombination med højpræcise GPS-baserede styringssystemer muliggør en realisering af faste kørespor i marken.

I ekstensiv korndyrkning i tørre områder af Australien med pakningsfølsomme jorde, har CTF siden 1990'erne udviklet sig til et standard system, hvormed der i dag dyrkes flere millioner ha (Tullberg *et al.*, 2007; Department of Agriculture, 2004). Videnskabelige undersøgelser viser, en forbedret vandabsorberingsevne, en bedre jordstruktur, en formindsket tilbøjelighed til erosion, forringet emission af lattergas og metan, bedre fremspiring, bedre rodudvikling fører til mere stabile og højere udbytter (Gass *et al.*, 2013; Kingwell & Fuchsichler, 2011; Tullberg *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2004). Bowman (2008) peger på den bedre produktivitet i forbindelse men CTF under australske forhold. Positive effekter med hensyn til udnyttelsen af vand, erosionsbestyttelse og udbytte blev ligeledes dokumenteret i de tørre løssområder i Nord-Kina (Qingjie *et al.*, 2009).

Forskningsgruppen i Storbritannien, Schweiz, Slovakiet, Tjekkiet, Holland, Tyskland og Danmark (i Danmark med vægt på slætgræs) undersøgte, hvorledes det forholder sig med faste kørespor under vest- og mellemeuropæiske betingelser (jord, klima, sædskifte, udbytte, mekanisering), og om der kan observeres lignende effekter i tørre områder kan observeres. De europæiske aktiviteter er forbundet med hinanden i et netværk kaldet ISTRO Working Group "Controlled Traffic Farming" og offentliggør deres arbejde via hjemmesiden: www.controlledtrafficfarming.com. Diverse udgivelser beskriver forskningstilgange, og viser første resultater (Arvidson *et al.*, 2014; Holpp *et al.*, 2013; Demmel *et al.*, 2012, 2013; Roberts, 2011; Holpp *et al.*, 2011; Bochtis *et al.*, 2010; Kroulik *et al.*, 2010; Bommers, 2009; Holpp & Anken, 2008).

I de schweiziske randomiserede og imidlertid afsluttede markforsøg med faste kørespor har Holpp (2012) i detaljeret grad afrapporteret resultaterne i sin afhandling (se også Holpp *et al.*, 2013 og Holpp & Hensel, 2013). Derudover er der gennemført omfattende videnskabeligt arbejde på basis af afsluttede markforsøg i det europæiske område, som endnu ikke er offentliggjort.

Vesteuropa er ikke Australien

Implementering af det "klassiske" australske CTF-system med identiske sporvidder hos alle maskiner og redskaber er ikke mulige i Vesteuropa idet disse maskiner ikke er lovlige i forhold til europæiske trafiklove, maskinerne er simpelthen for brede, og vil således kun kunne bruges på arronderede arealer, hvor maskinerne ikke skal ud på offentlig vej. Derfor er der behov for varianter, som er tilpasset europæiske betingelser og antallet af kørespor, og dermed også arealet med kørespor, nødvendigvis større. Af disse grunde undersøgte den Bayerske Landsanstalt for Landbrug i årene 2009-2014 i et forskningsprojekt finansieret af det Bayerske Statsministerium for Ernæring, Landbrug og Skovbrug, om faste kørespor kan fungere under europæiske forhold, og hvilke problemer der opstår i forbindelse hermed, hvordan disse kan løses og om de forventede effekter mht. vandeffektivitet, ressourceudnyttelse, og i sidste ende udbyttedmæssigt indtræder.

Undersøgelser på 3 lokaliteter

Der blev indgået et samarbejde med tre landbrugsbedrifter om at etablere faste kørespor på de enkelte marker og således foretage detaljerede målinger i marken (Figur 1). De tre bedrifter opfyldte på forhånd væsentlige kriterier for at kunne gennemføre forsøget: de praktiserede alle pløjefri dyrkning, de havde erfaring med GPS-baserede automatiske styringssystemer og interesse i en videreudvikling af deres dyrkningsmanagement med henblik på faste kørespor. Alle maskiner inklusive høstmaskiner blev opgraderet med et højpræcist RTK-GPS-styringssystem. Dertil blev der monteret nyere teknik, som direkte griber ind i traktorens hydrauliske styring, men også universelle sets til eftermontering på typisk ældre traktorer. Bedrifternes lokale betingelser fremgår af tabel 1. På alle tre lokaliteter blev der etableret omfangsrigt måleudstyr til måling af jordens vandindhold i forskellige dybder i og mellem køresporene. Et stort antal af jordprøver blev taget for at dokumentere forandringen i jordens beskaffenhed.

Tabel 1: Væsentlige lokale faktorer på forsøgsbedrifterne

Lokalitet	Højde o. NN, m	Jordtype	LfL-Klimastation	Middel årstemperatur, °C	Middel årsnedbør, mm
Bedrift 1 Adelschlag	430	Ler	Häringhof	8,7	708
Bedrift 2 Rennertshofen	450	Ler	Burgheim	8,7	695
Bedrift 3 Wurmannsquick	560	Lerholdig sand	Frieding	8,9	891

Tabel 2: Data vedr. omstilling til CTF på de tre værftsbedrifter

	Bedrift 1	Bedrift 2	Bedrift 3
Systembredde	5,4 m	6,0 m	4,5 m
Traktorer	Challenger 755 JD 6930 Sporbredde 1,8 m	Challenger 765 MBtrac 1000 Sporbredde 2,0 m	JD 7810 MBtrac 900 Sporbredde 1,8 m
Jordbearbejdning	Tallerkenharve, Grubber 6,0 m	Grubber 6,0 m	Grubber 4,5 m
Såning	Såset 5,4 m	Såset 6,0 m	Rotorset + såmask.
Plantebeskyttelse	bugseret, 28 m	liftophængt, 30 m	liftophængt, 22,5 m
Høst	5,6 m 800/65 R32	7,5 → 6,0 m tvillingshjul	6,6 → 4,5 m 800/65 R32
CTF - „Model“	„twin-track“	„twin-track“	„twin-track“
Autom. Styring	RTK, lokal fast station	RTK, lokal Rep.	RTK, GSM Netz
Sædskifte	Sukkerroer – vinterhvede – vinterhvede	vinterraps – vinterhvede – vinterhvede	Vinterraps – majs til modh. – vinterhvede



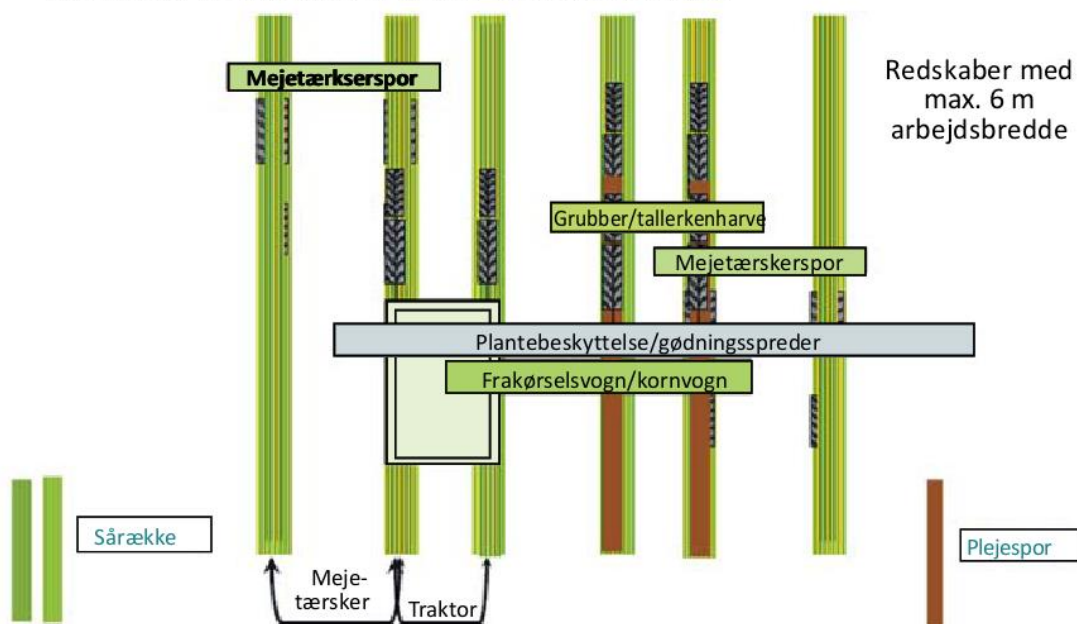
Figur 1: Forsøgsbedrifternes lokalitet i Bayern.

Teknisk gennemførelse med tre systembredder

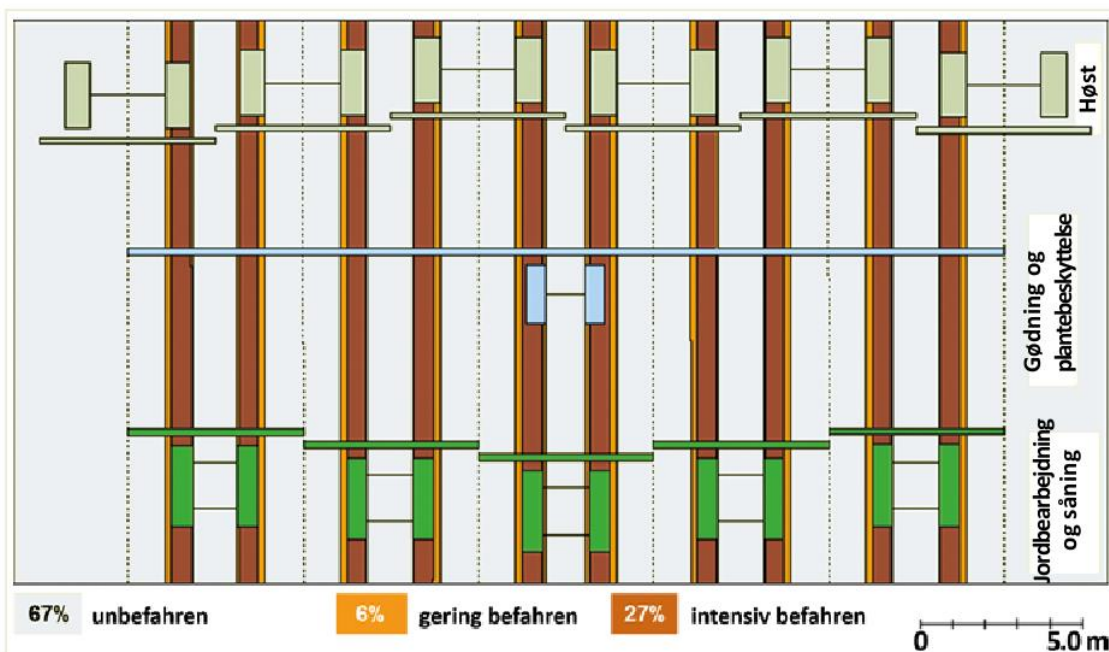
For at kunne gennemføre et konsekvent system med faste kørespor, blev der for hver forsøgsbedrift anlagt et system med de forhåndsværende maskiner og redskaber. Her skulle der tages hensyn til nøglemaskinernes arbejdsbredde (jordbearbejdning, såning, høst), maskinernes sporvidder og hjulbredden. Resultatet blev forskellige kørsels gange med følgende arbejdsbredder: 5,4 m (bedrift 1), 6,0 m (bedrift 2) og 4,5 m (bedrift 3). Alle arbejds gange (jordbearbejdning, såning, høst), blev gennemført i disse arbejdsbredder. Gødskning og plantebeskyttelse blev ligeledes gennemført passende til de givne arbejdsbredder (tabel 2). Deraf resulterede så følgende (teoretisk) realiserbare andel af ikke-overkørt jordareal i kornafgrøder: 67 % i bedrift 1, 58% i bedrift 2 og 66% i bedrift 3.

Figur 3 viser køresporene for bedrift 1 med 67 % ikke-overkørt jordareal. Traktoren benytter sig af mejetærsker sporet, men kører et halv spor forskudt, idet de ikke passer sammen i sporvidden ("Twin-track", Chamen, 2007), se figur 3. På grund af det forskudte sporforløb kører traktoren altså i et af hver af mejetærsker sporene. Denne løsning støder på dens begrænsninger ved sporvidder over 6 m, fordi sporene fra mejetærskeren kommer til at ligge for langt fra traktorens typiske sporvidde.

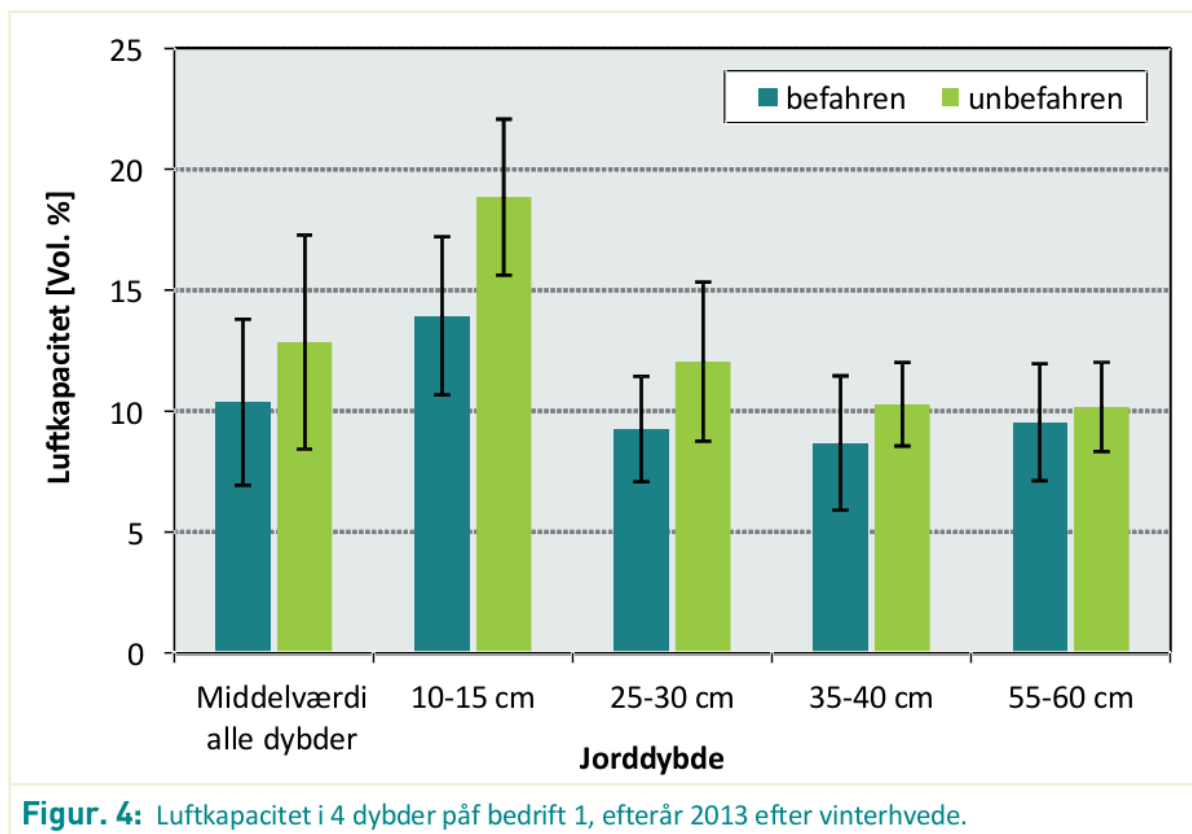
TwinTrac: Traktorspor krydser mejetærskerspor



Figur. 2: Minimiering af det overkørte spor-areal vha. TwinTrack-Systemet (Grafik: Chamen, o.J.).



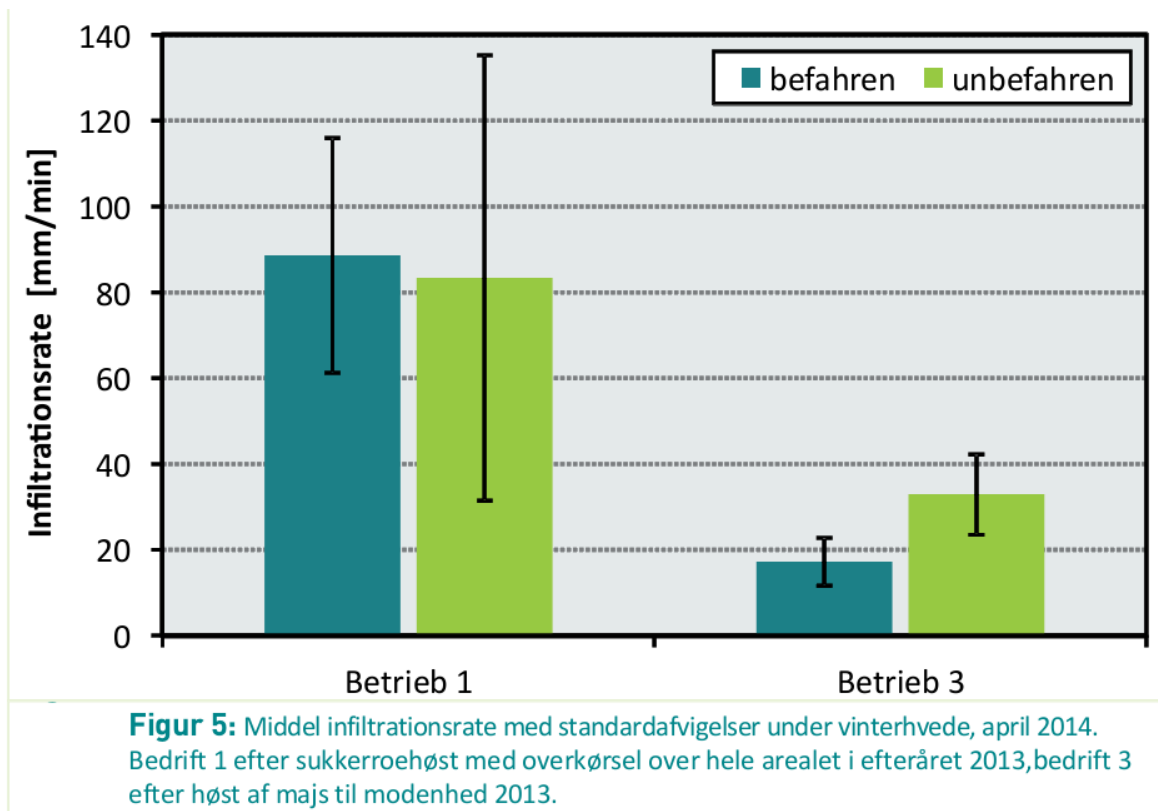
Figur. 3: Skematisk oversigt over spor ved en systembredde på 5,4 m (Planteavlbedrift 1).



Undersøgelsen viser, at faste kørespor kan realiseres med traktorer, der er lovlige i trafikken på planteavlsbrug, der praktiserer pløjefri dyrkning, men ikke dyrker sukkerroer eller kartofler. Derudover skal man være villig til at alle arbejdsgange i sædskiftet integreres i CTF-systemet, dvs. arbejdsbredderne afstemmes i forhold til hinanden og konsekvent sporføring vha. højpræcist GPS-system omsættes. Det kræver motivation af driftslederen at gå denne vej og omsætte det blandt medarbejdere og evt. maskinstation.

Klare fordele for jordstrukturen

De omfangsrige undersøgelser på jordstrukturen og sammenligningen af den jord der blev kørt på i forhold til den ikke-trafik-skadede jord gav et entydigt billede. I årene 2010/11 og 2013/14 blev der taget jordprøver, hhv. 6 udtagningssteder per mark og overkørselssituation. På alle arealer og i alle år (med undtagelse efter høst af kartofler på bedrift 1) var jordstrukturen (tæthed, porevolumen, luftkapacitet) betydeligt bedre på den ikke-overkørte jord i forhold til der, hvor traktoren havde kørt (figur 4). Det samme gjaldt også for infiltrationsevnen (figur 5).

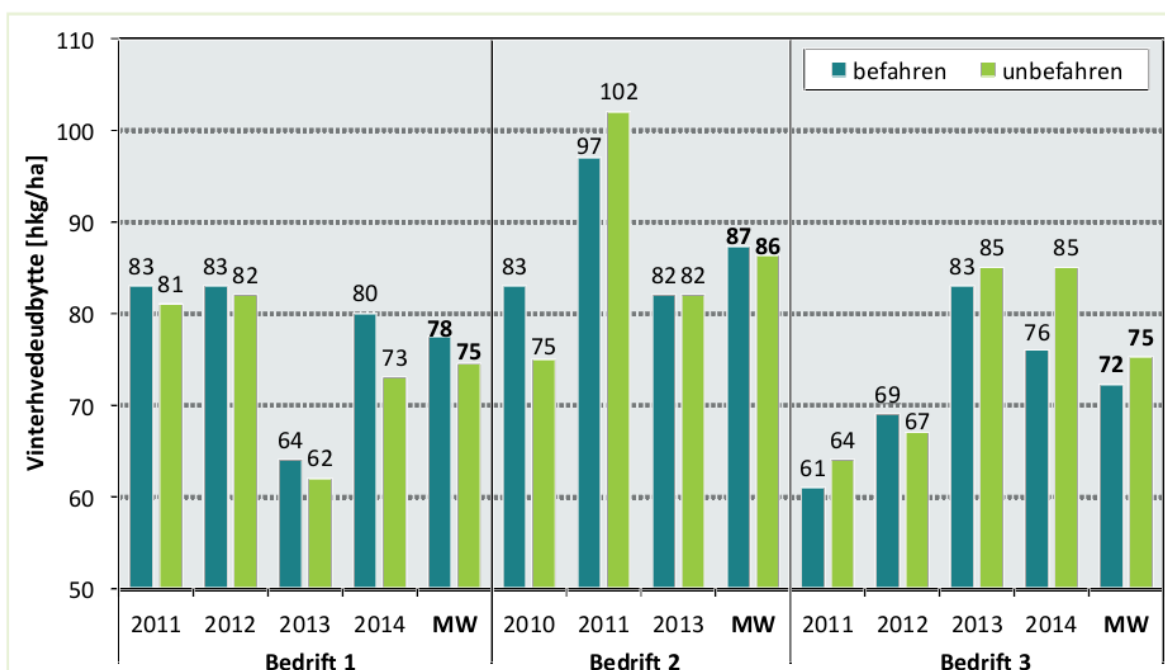


Ingen forskel på vandholdningsevnen

Med hensyn til planternes vandforsyning på de undersøgte arealer var der ikke tydelige forskelle på trods af jorden, hvorpå der ikke havde været færdsel med maskiner, havde en betydelig bedre afdræningsevne. Forsøgsarealerne var flade arealer med ringe hældning. Havde det været skrånende arealer, så havde der formodentligt været erosionsfare i sporene.

Udbytter: Hvede reagerer ikke – majs til modenhed derimod kraftigt

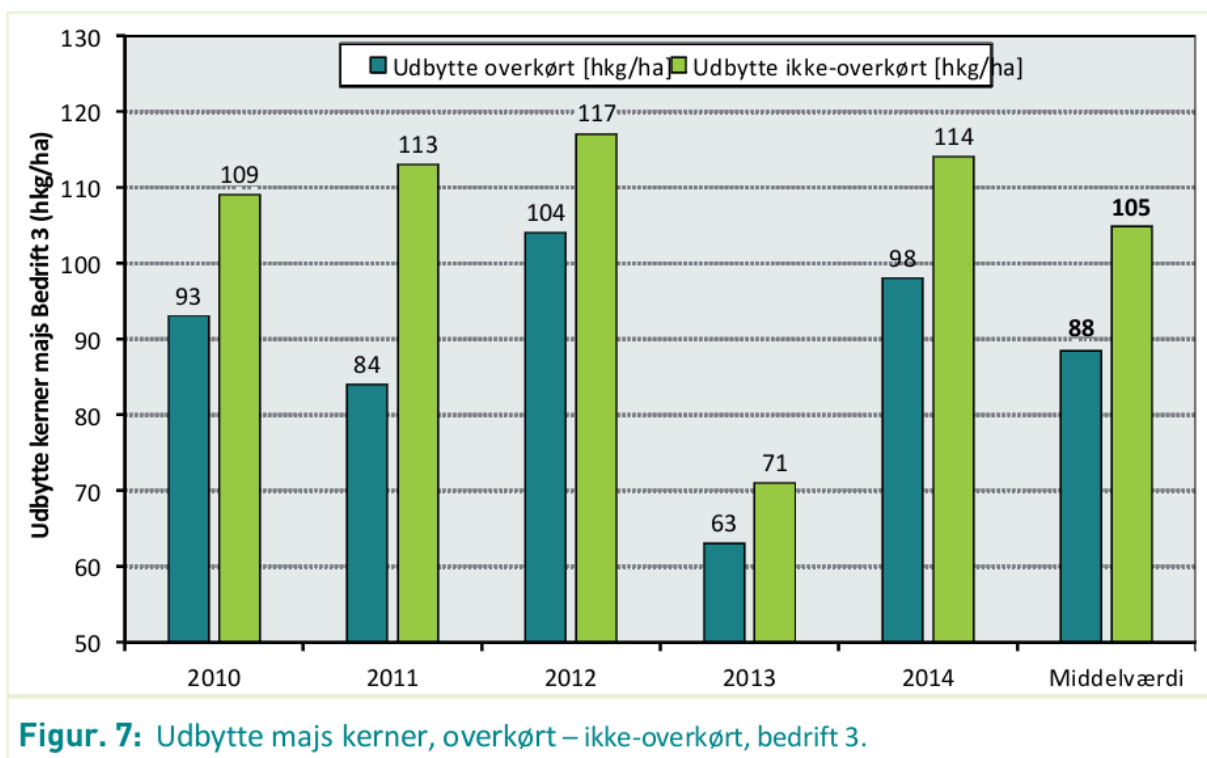
På forsøgsbedrifter blev der dyrket brødhvede med et udbyttensniveau på omkring 80 hkg/ha, hvilket er i det normale område. Sammenligningen af overkørte og ikke-overkørte arealer på de tre værtsbedrifter viste over alle årene præcist identiske udbytter (figur 6).



Figur. 6: Vinterhvedeudbytter, overkørt - ikke-overkørt

Betragter man de enkelte bedrifters udbytter, viser sig visse forskelle. På bedrift 1 er udbytterne lidt lavere på den ikke-overkørte jord, på bedrift 3 er de lidt højere her (med undtagelse af 2012), på bedrift 2 er der ingen entydig trend. Muligvis profiterer den sandede jord på bedrift 3 mere af en forbedret jordstruktur i forhold til løsjorde (ler, fint ler, en del silt) på bedrifterne 1 og 2, idet disse på forhånd fra naturlig side har en bedre evne til at danne jordagregater.

Tydelige er dog udbytteforskellene i majs til modenhed på bedrift 3 (figur 7). I alle årene er der opnået betydeligt bedre udbytter på den ikke-overkørte jord. I gennemsnit er udbyttet 17 hkg/ha, svarende til 19 % højere her. Da 30 % af arealet overkøres på bedrift 3, ligger det teoretiske merudbytte over det samlede areal på ca. 14% i forhold til et almindeligt dyrkningssystem uden faste kørespor.



Majsens følsomhed overfor jordpakning og stående vand er velkendt. I år med våde forhold i foråret og evt. køreskader på jorden fra sidste års høst, er disse tydeligt at se i majs. Tilsvarende profiterer majs på bedrift 3 netop når denne mekaniske belastning bortfalder, specielt i forbindelse med udbringning af gylle i foråret og i forbindelse med såning og overkørsel af to rækker majs.

Konklusion/sammendrag

På tre planteavlsbedrifter i Bayern blev arbejdsbredden på maskiner og redskaber tilpasset hinanden. Betingelserne for at kunne køre i faste kørespor i marken, og stadig holde sig indenfor lovlig færdsel på offentlig vej var overholdt. I et OnFarm-Research-forsøg blev udvalgte marker undersøgt over 5 år med hensyn til jordstruktur, vandholdningsevne og udbytte. Alle tre bedrifter dyrkede i forvejen pløjefrit. I sædskiftet var: korn-raps, korn sukkerroer og korn- majs til modenhed. Teknisk set kunne faste kørespor omsættes i praksis med de forhåndsværende maskiner og med eftermontering af et RTK-GPS-baseret styresystem på traktorerne. Sporføringen fungerede tilstrækkeligt præcist i praksis.

På markerne var jordstrukturen på jorden, som ikke var udsat for hjultryk efter 6 år overvejende bedre, vandinfiltrationsevnen højere. Mht. vandforsyningen fra jorden var der ikke entydige forskelle at registrere. Jorden var i alle situationer tilsyneladende i stand til at optage den nedbør der kom på de i øvrigt flade og ikke-skrånende arealer. Ekstrem kraftig regn eller tørkeperioder indtrådte ikke i projektperioden.

Hvedeudbytte reagerede under normale vejrforhold ikke på forskellene i jordstrukturen. Majs til modenhed derimod reagerede med betydeligt udbyttenedgang i køresporene.

Dette tilpassede system til faste kørespor som praktiseret på forsøgsbedrifterne kan kun praktiseres under bestemte forudsætninger: pløjefri dyrkning og ingen rækkeafgrøder som sukkerroer eller kartofler. Derudover skal alle arbejdsgange i CTF-systemet integreres, hvilket kræver en engageret og motiveret driftsleder og medarbejdere. Fordelene ved en intakt jordstruktur viser sig på det ikke-overkørte jordareal i form af højere majs-udbytter og et potentiale for større vandholdningsevne og erosionsbeskyttelse. En fuldstændig udnyttelse af disse fordele muliggør kun det "klassiske" CTF system, hvor alle maskiner har

samme spor- og arbejdsbredde, hvilket dog ikke er muligt hvis maskinerne også skal kunne køre på offentlig vej.

Den automatiske sporføring med minimering af køresporene i marken og undgåelse af overlap viser sig at være en innovativ teknologi med økonomiske og økologiske fordele. Dertil behøver dog ikke alle arbejdsgange at forløbe i samme spor. Kombinationen af jordskånsom kørsel, sporføring og bearbejdning af marken i bede/agre (ingen vending i forageren) er fremtidssynet og bør understøttes via yderligere forskning og rådgivning.

En detaljeret slutrapport på denne undersøgelse med kildeangivelser kan findes på denne hjemmeside: <http://www.lfl.bayern.de/publikationen/schriftenreihe/131176/index.php>



Ny type majshøster med opsamling PRO DX 4 fra LOMMA Sachsen: Sådanne høstmaskiner giver nye perspektiver omkring bjærgning af grovfoder i faste kørespor, idet de parallelt kørende transportvogne overflødiggøres. Derved kan sporandelen reduceres betydeligt. Opsamlingen rummer 42 m³ og kan tømmes indenfor kun 75 sekunder over på transportkøretøjet. Maskinen på 25-30 tons drives af en MAN-motor med 1200 hk. Snitteredskabet stammer fra firmaet Krone, ud over majssnitter, kan også græsopsamler og skærebord til høst af helsæd monteres.

Satellitter bringer luft i pløjefrit dyrkede jorde

Oversættelse af artikel fra LOP-magasinet særudgave fra 2011:

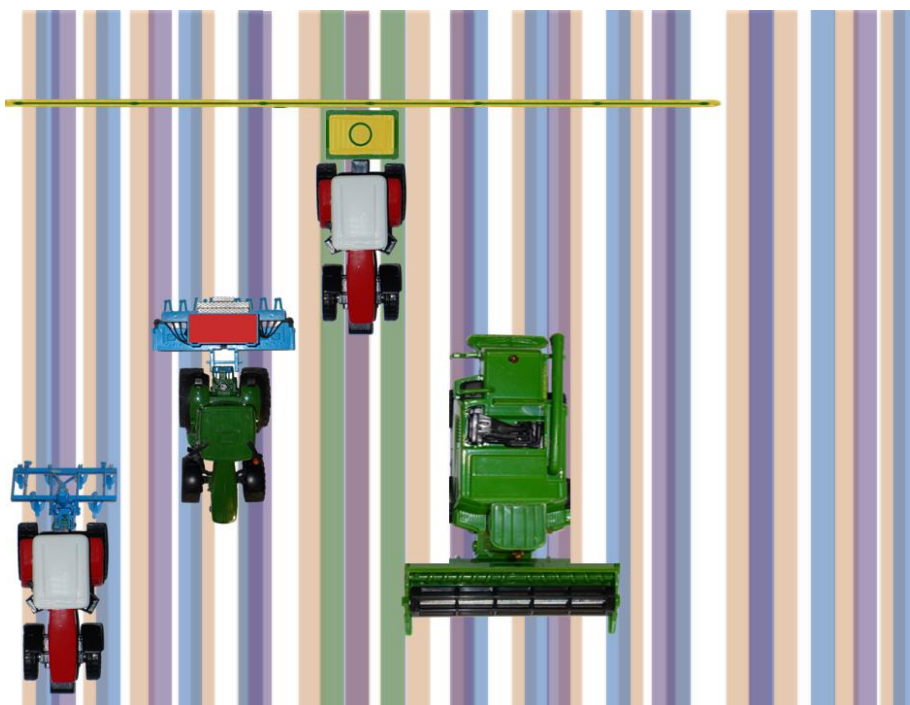
Original titel: *Bodenschonende Bewirtschaftung mit Controlled Traffic Farming (CTF) – Satellitter bringer Luft in Direktsaatböden.*

Forfatter: Martin Holpp, Dr. Thomas Anken, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz, Prof. Dr. Oliver Hensel, Universitet Kassel, Agrartechnik Witzenhausen.

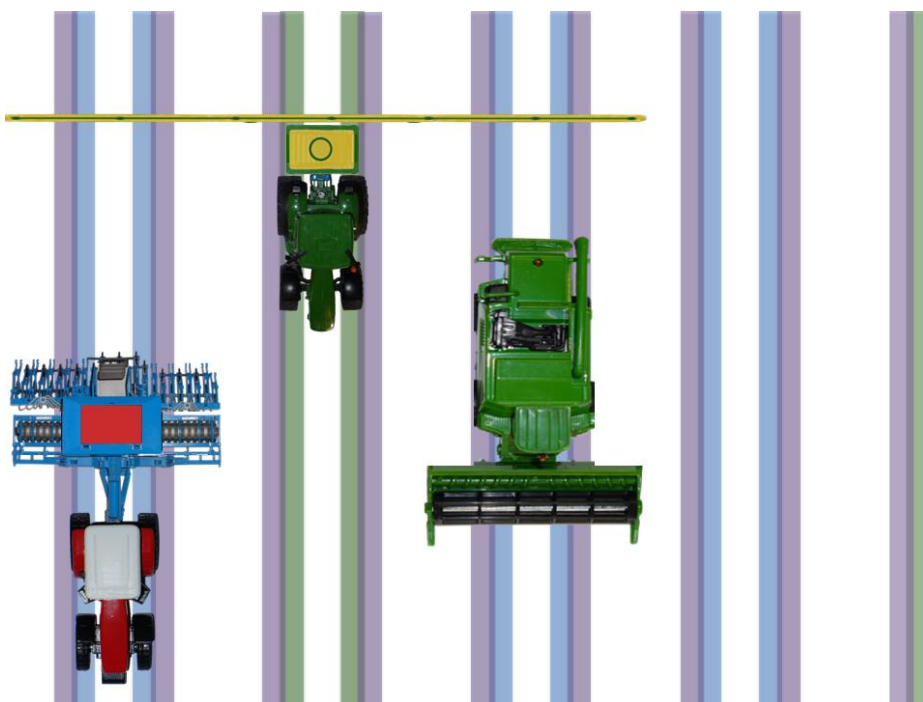
Konserverende dyrkningssystemer som pløjefri dyrkning og direkte såning er metoder til at dyrke med reducerede omkostninger til maskiner, arbejdstid og energiforbrug, men også metoder til reduktion af erosionsfare. Dyrkningsforsøg hvor plov og konserverende systemer sammenlignes viser, at udbyttet i form af den høstede afgrøde, men også at den rent økonomiske gevinst som regel er større i dyrkningssystemerne med reduceret indsats (Chervet et al 2005, Lütke Entrup et al. 2007).

Desværre er det dog ikke gældende i alle tilfælde. Afhængigt af jordbundsforhold, vejr, forfrugt m.v., varierer udbytterne i de konserverende dyrkningsmetoder væsentligt mere end i et pløjet dyrkningssystem. En årsag hertil er pakkede jordlag i jordoverfladen. Pløjning eller grubning bryder disse pakkede horisonter, hvorimod overfladiske jordbearbejdnings- og direkte såteknikker resulterer til tiden i dårligt fremspiring og hæmmet udvikling. Målinger viser, at iltindholdet i jordluften, under fugtige, dårligt strukturerede jord-forhold, kan opnå kritiske værdier.

Fordeles derfor den mekaniske belastning fra maskiner ud på et stort areal ved at montere brede dæk på traktoren i et dyrkningssystem med reduceret jordbearbejdning, så er dette faktisk kontraproduktivt (Figur 1). Hvorledes kan nu dyrkningssystemet tilpasses, således at en løs overjord kan opretholdes?



Figur. 1. Overkørsel uden afstemte arbejdsbredder (standard procedure). Grubber 3 m, såsæt 4 m, pleje 20 m, mejetærsker 6 m. Der er således færdsel på en stor del af arealet.



Figur. 2. Kontrolleret trafik. Arbejdsgange og arbejdsbredder er afstemt i forhold til hinanden. Såsæt 6 m, pleje 18 m, mejetærsker 6 m. På to trediedele af arealet er der således ingen færdsel/hjultryk fra maskiner.

Understøttelse fra himlen

En løsningsmulighed byder faste kørespor også kaldt Controlled Traffic Farming (CTF). Ved hjælp af GPS-baserede styresystemer og ens sporvidde på traktor og høstmaskiner, holdes færdslen i marken indenfor permanente spor. Udenfor sporene bliver jorden ikke udsat for mekanisk belastning (Figur 2). Her kan jordstrukturen – alt efter arbejdsbredde – udvikle sig uforstyrret på mindst 2/3 dele af arealet. (0 % af køreskaderne i marken sker ved første overkørsel. Det er altså hensigtsmæssigt at reducere det overkørte areal mest muligt.

Udforskningen og udviklingen af systemer til kontrolleret trafik begyndte for flere årtier siden. I den ikke-overkørte jord kunne man observere bedre vandinfiltration, en mere let jordstruktur, uhindret luftskifte, mindre erosionstilbøjelighed, bedre fremspiring og mere stabile udbytter. Ifølge australske undersøgelser (Tullberg 2001) er tilgængeligheden vand og næringsstoffer forbedret (Figur 3).



Figur. 3. Spadediagnose i andet år efter CTF-dyrkning. God krummestruktur, god rodudvikling og mange regnorm. (Foto: Tim Chamen)

En bedre jordstruktur betyder mere ilt i jordluften. Det kan således forventes, at der dannes mindre klimaskadelig lattergas (N₂O) (Vermeulen & Mosquera 2009). Som følge af større jordporer, kan systemet således også forebygge erosion og dermed næringsstofftab.

Ifølge undersøgelser og resultater fra praksis kan der i Europa realiseres merudbytter på 5 til 10 procent alt efter hvor meget det overkørte areal kan reduceres. Det samlede merudbytte fremkommer af merudbyttet fra den ikke-overkørte jord, som således mere end udligner det mindre udbytte fra den over-kørte jord (Chamen 2006).

Teknisk muligt blev CTF først sidst i 1990'erne med indførelse af præcise GPS-styresystemer. Med disse kunne køresporene fastlægges og genfindes året efter. Som positiv sideeffekt viste sig at man undgik overlap med redskaberne, hvorved besparelser på brændstof, såsæd, gødsning og pesticider blev sparet.

Australien er førende

Strukturerne Down-Under med store arealer og ekstensiv dyrkning er oplagte for dyrkning i faste spor. CTF bruges primært i afgrøder der høstes med mejetærsker som korn, majs, raps, hirse, men også sukkerrør og grøntsager. Vigtigste faktor på disse semi-aride lokaliteter, er den positive indflydelse på vandforsyningen og vandinfiltrationen i jorden. Sukkerrør dyrkes i bede i fugtige subtropiske områder. Med CTF kan jordpakning af disse jorde med de tunge høstmaskiner undgås. Tasmanien syd for Australien med et klima der mere ligner vores mellem-europæiske klima, er et foretrukket område til dyrkning af grøntsager. Her forbedrer CTF jordstrukturen og forringer erosionsfaren.

De generelt lettere og mere porøse CTF-dyrkede jorde, mindsker trækraft-behovet til jordbearbejdningen og de mere kompakte kørespor forringer rullemodstanden. Energiforbruget sænkes med i gennemsnit 50 % (Tullberg 2001). Som følge heraf går trenden i retning af mindre traktorer på bedrifter med CTF. Imidlertid dyrkes i Australien mere end 3 millioner hektar med CTF.

Europa er ved at komme efter det...

Under mellemeuropæiske betingelser kan findes nogle paralleller. Der bruges er tungere og tungere maskiner på ofte fugtige forhold omkring høst især hvilket er problematisk. Klimaforandringens følger med mere udprægede vejr-ekstremer, bringer yderligere udfordringer. I vinterperioden kan det føre til en stigende tilslæmning og erosion som følge af kraftig nedbør. Om sommeren kan det derimod være tørke og varmestress, men også kraftige regnskyl.

De hidtidige erfaringer med CTF viser, at faste kørespor byder på fordele også under europæiske betingelser. Ved direkte såning bliver løsning i dybden overflødig.

I Storbritannien, Danmark og Holland er der gennemført omfangsrige forsøg med CTF og resultaterne er gennemgående positive. Overfor en indførelse af CTF-systemer i den brede praksis står der derimod stadig nogle udfordringer. For at mindst muligt areal over-køres, sørger CTF-systemerne sig – ligesom i Australien – at tilpasse sporvidderne til den bredeste maskine, hvilket som regel er mejetærskeren. Akserne på traktorer og vogne udvides til 3,00-3,20 meter og hjulbredden reduceres til 40-50 cm (Figur 4). Andelen af ikke-overkørt jord stiger således til 80-90%.



Figur. 4. CTF i grøntsagsdyrkingen. Traktorsporene er lige så brede som bedene. (Foto: Hans Henrik Pedersen)

Derved er der dog også forbundet relevante ulemper. På den ene side er køretøjerne i mange lande ikke lovlige at køre med på offentlige veje. På den anden side har de bredere akser og smallere dæk en mindre bæreevne. Dæktrykket skal derfor også være højere, hvorved jorden i køresporene belastes endnu stærkere – uønskede dybe kørespor kan opstå.

CTF-systemer i forsøg

Under søgningen efter tilpassede løsninger arbejder forskningsinstitutioner og rådgivningsorganisationer fra Storbritannien, Holland, Danmark, Tyskland, Tjekkiet, Slovakiet og Schweiz sammen. Fokus er her at udvikle CTF-systemer med standardmaskiner, dvs. uden ændring sporvidden. Et dyrkningssystem med direkte såning (Figur 2) har været under afprøvning siden 2008 i et samarbejdsprojekt mellem den Schweiziske Forskningsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART og det tyske Universitet for Agrarteknik i Witzenhausen. Forsøgsarealet er placeret i Tänikon (Schweiz).

I et markforsøg med fire gentagelser på en god parabrunjord blev der anlagt følgende forsøgsvarianter: Plov, traditionel pløjefri/direkte såning og CTF direkte såning. For at skåne køresporene er mejetærskeren monteret med 800 mm brede dæk og traktorerne med 650 mm brede dæk. Dæktrykket var 0,8 til 1,25 bar.

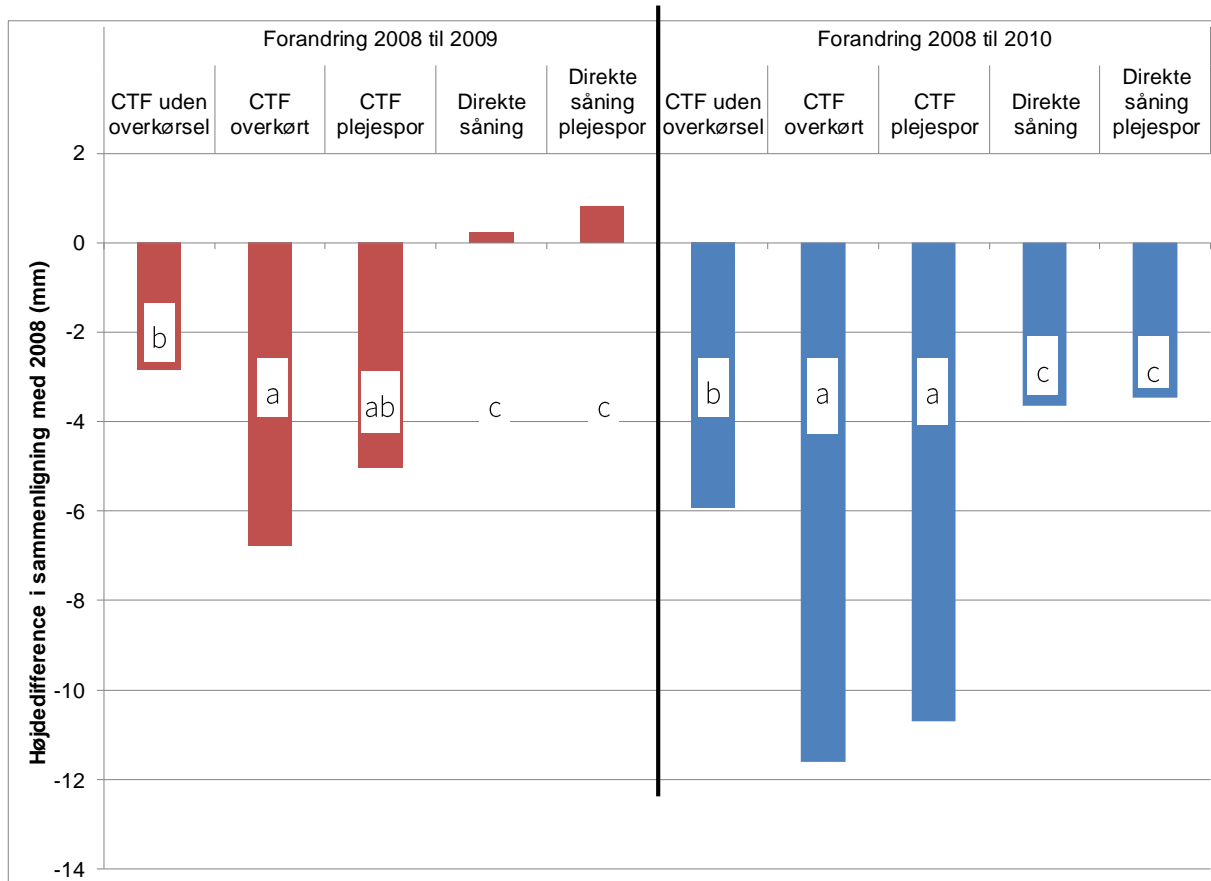
Arealet uden for plejesporene blev kun overkørt to gange, i forbindelse med såning og ved høst. Sporandelen er her omkring en tredjedel. Hypotesen var, at planterne i køresporene udvikler sig ligesom vi i dag kender det fra traditionelle systemer og planterne på de ikke-overkørte arealer efterhånden viser bedre vækst og udbytte.

I det følgende vises de første resultater fra to forsøgsår med vinterhvede (2008/2009) og vinterbyg (2009/2010). For at måle fordybninger og højde på den overkørte og ikke-overkørte jord, lavede en professionel opmålingsvirksomhed en profil af jordoverfladen med en nøjagtighed på +/- 1,5 mm (Figur 5).



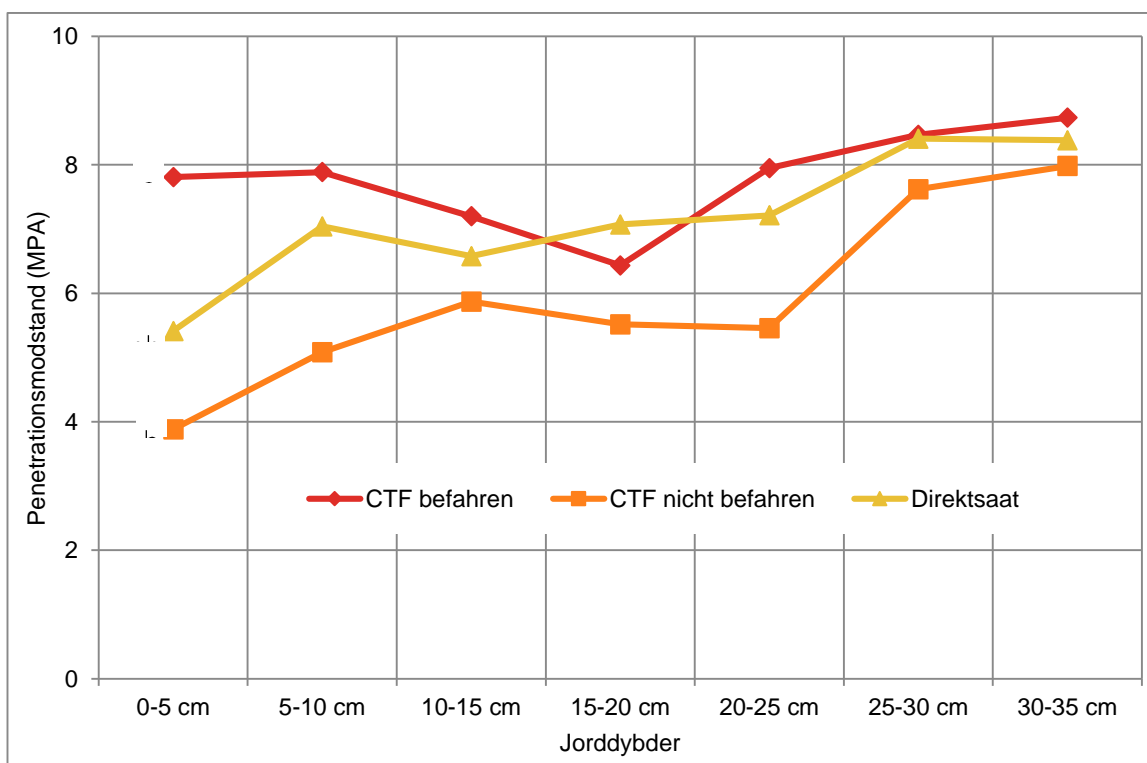
Figur. 5. Til venstre: Måling af jordoverfladeprofilen. Til højre: Penetrometer til bestemmelse af penetrationsmodstanden i jorden.

Figur 6 viser højdeforskellene på jordoverfladen og forandringen hen over årene 2008 og 2009. Den maksimale pakning antog næste 12 cm. Dybden i CTF-sporene var signifikant større end i det ikke overkørte areal. Også i parcellerne med traditionel direkte såning, var der en signifikant større pakning end i det ikke overkørte CTF-areal. Forsøgsparcellen var anlagt i et areal der har været dyrket pløjefrit siden 1990'erne. Generelt var jordstrukturen bedre og mindre pakket i de pløjefri parceller end i de pløjede.



Figur. 6. Udviklingen i overjorden med udgangspunkt i basisåret 2008 (svarende til 0). Arealerne, som kun har været dyrket pløjefrit fra 2007, tenderer stærkere til pakning end arealerne som har været dyrket pløjefrit siden 1990'erne. Figuren viser statistiske sammenligninger indenfor de pågældende år. Bogstaverne angiver de forskellige signifikansgrupper.

Målingen af pakningsgraden med penetrometer viste i 2008 og 2009 ingen signifikante forskelle på alm. pløjefri og CTF-systemet. I 2010 derimod var modstanden i CTF-parcellerne dog signifikant mindre end i de andre parceller (Figur 7).



Figur. 7. Måling af penetrationsmodstanden i august 2010. En sammenligning af penetrationskurver over hele jordhorisonten viser signifikante forskelle mellem CTF overkørt og CTF uden overkørsel. Bogstaverne angiver de forskellige signifikansgrupper.

Udtagningen af jordprøver med henblik på at måle porevolumen i jorden fandt sted i maj 2009 og april 2010. På grund af stenet jord kunne disse kun gennemføres med to gentagelser og er derfor statistisk usikre. Resultatet fra 2009 til 2010 viste en forandring i CTF parcellerne. Det ikke-overkørte areal havde nu det største porevolumen, efterfulgt af CTF plejespor og CTF-overkørt areal (Figur 8). De lavere værdier i CTF-overkørt kan evt. føres tilbage til, at jordstrukturen i de mangeårige bestående CTF-plejespor allerede er mere stabile end i det overkørte areal. Alt i alt ligger porevolumen i CTF og pløjefri langt under 10 %, hvilken man i Schweiz anser som minimum for hvad en god jord skal have. På den pågældende ler-jord med 1150 mm årlig nedbør er det dog ikke usædvanligt.

Fremspiringen af vinterhveden 2008/09 var mere uregelmæssig end i vinterbyggen 2009/10 (figur 9).

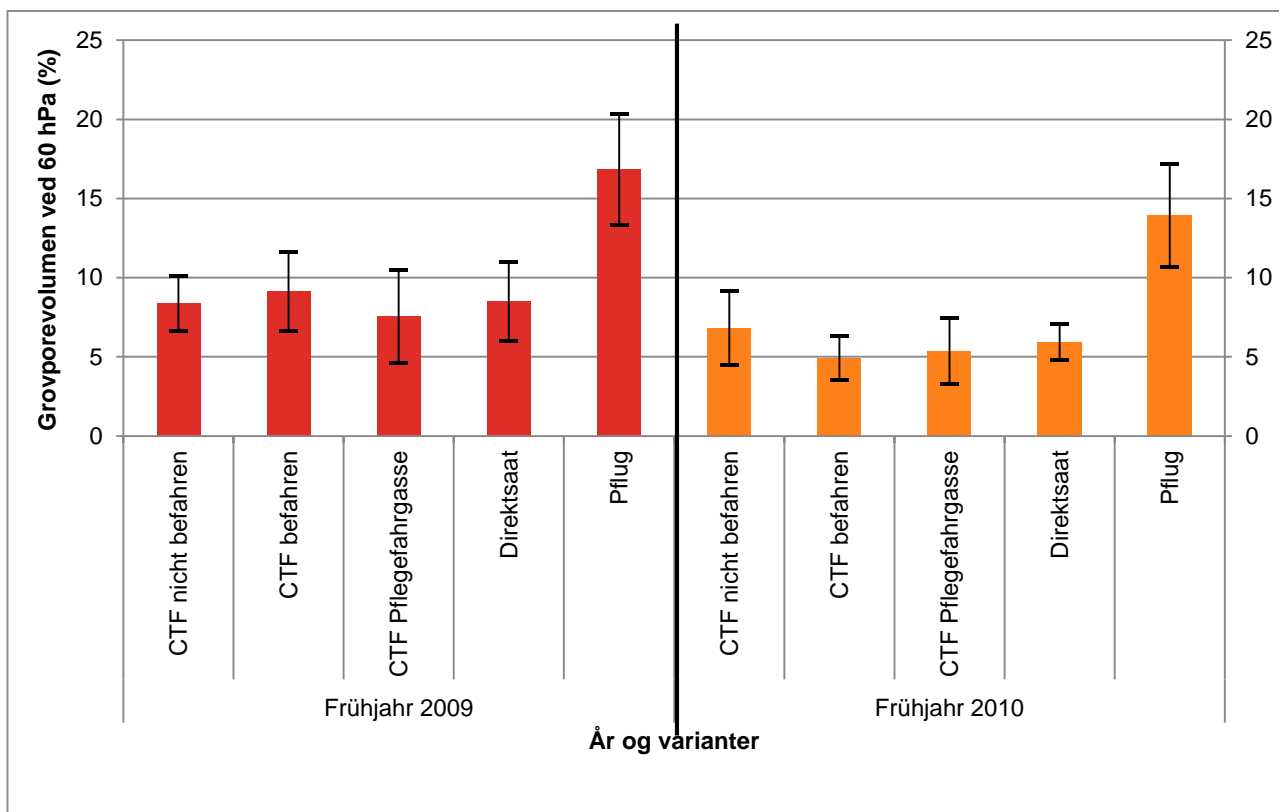
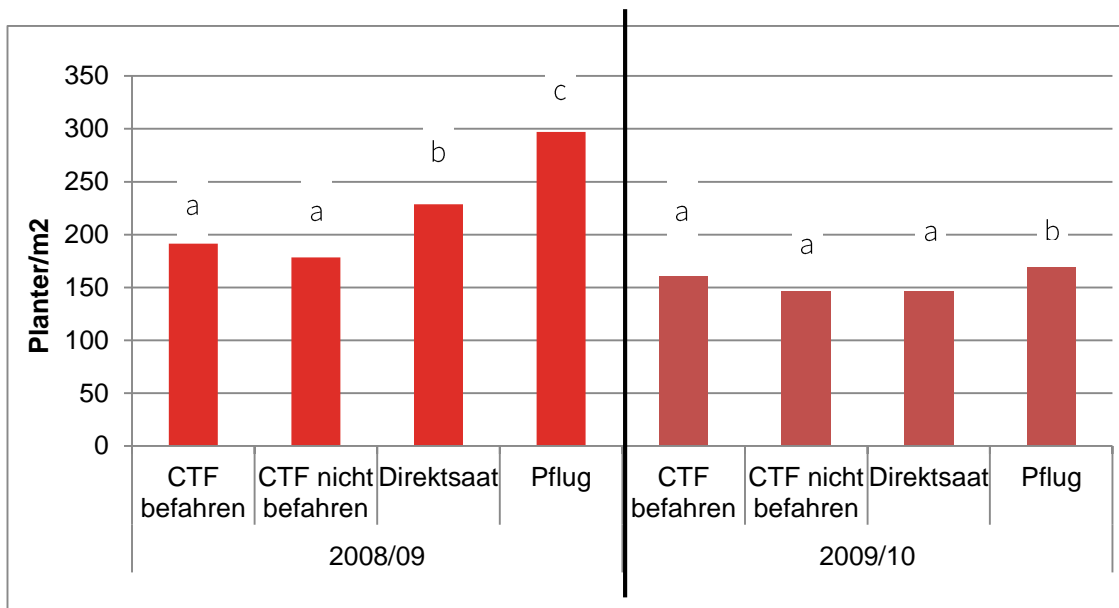


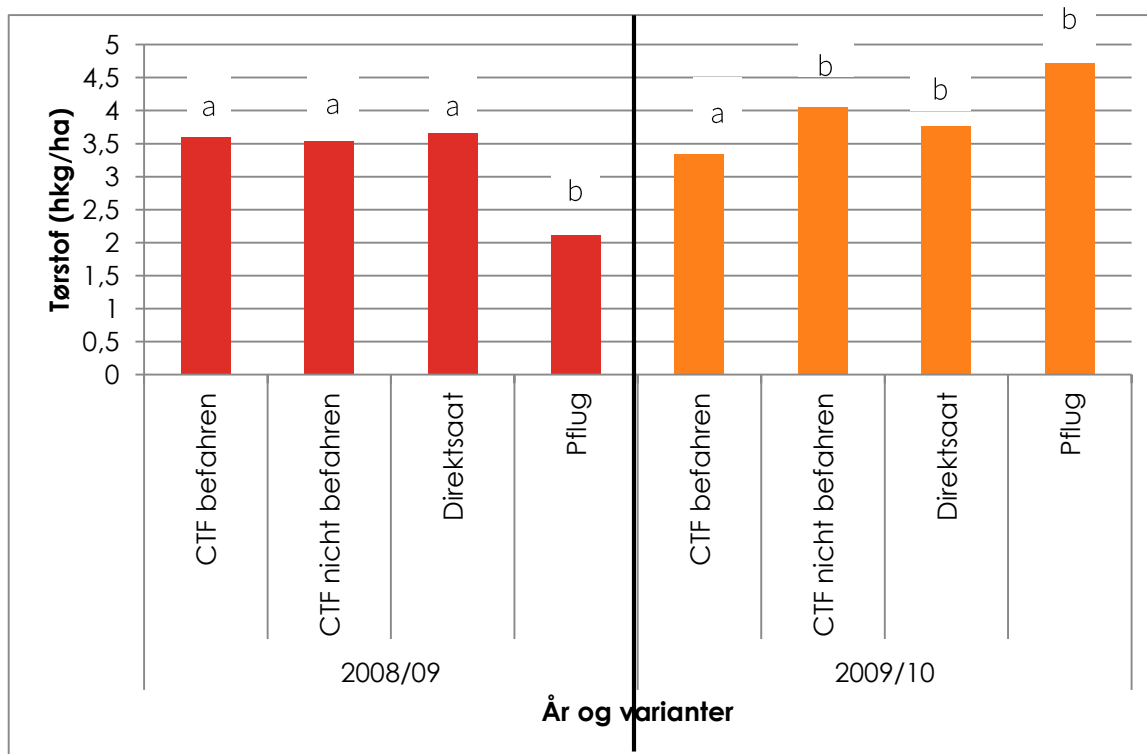
Abb. 8. Grovporevolumen-middelværdier i 10-15 cm dybde for årene 2009 og 2010. Mest i øjnefaldene er forskellene i CTF varianterne 2010. På grund af de mange sten i denne jord, kunne der kun måles i gentagelser og dermed ikke analyseres statistisk. Supplerende til middelværdierne er spredningen angivet.

Forskellene er kun delvist signifikante. De absolutte værdier viser dog, at spiringsprocenten er ens i alle varianter. Forskellene kan skyldes halmen, forskelle i såbeddet eller skyldes såteknikken.

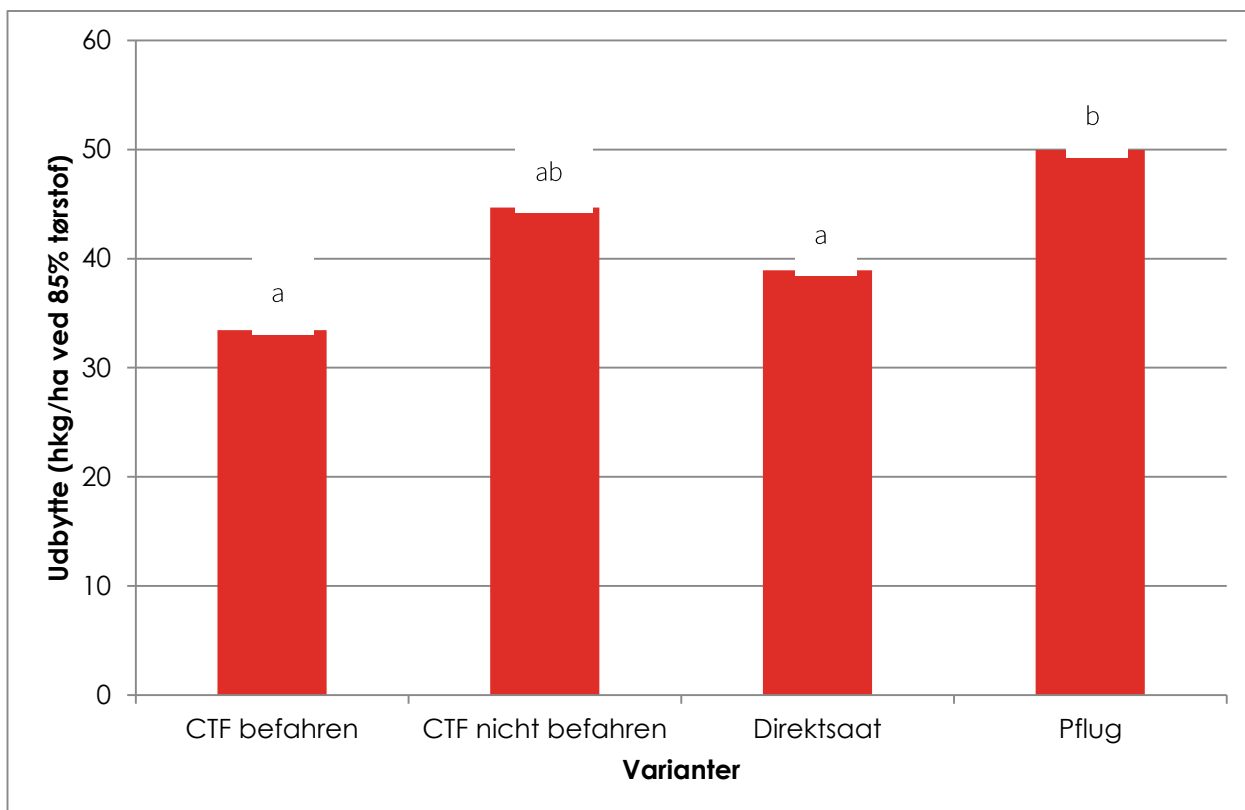
Ved høsten 2008/2009 var der dårligt udbytte i de pløjede parceller, idet udvintringstab var større i disse parceller. I 2009/2010 optrådte denne forskel ikke. Også her var der signifikante forskelle, de absolutte værdier varierer dog ikke meget (figur 10).



Figur. 9. Markspiring 2008/09 og 2009/10. De statistiske sammenligninger blev beregnet indenfor det pågældende år. Bogstaverne angiver de forskellige signifikansgrupper.



Figur. 10. Tørstofværdier fra måleparcellerne udtaget i april 2009 og 2010. De statistiske sammenligninger blev foretaget indenfor det pågældende år. Bogstaverne angiver de forskellige signifikansgrupper.



Figur. 11. Tørstofvægt i kornudbytter i måleparceller for vinterbyg 2009/10. CTF ikke-overkørt udskiller sig ikke signifikant fra plov, direkte såning og CTF overkørt. Bogstaverne angiver de forskellige signifikansgrupper.

En kraftig haglskade i 2008/2009 betød imidlertid at hvedeparcellerne led betydeligt. Kun bygparcellerne gav et udbytte der kunne bruges forsøgsmæssigt. Tørstofudbyttet i den pløjede variant var signifikant højere end i det traditionelle pløjefri og i de CTF-overkørte varianter. CTF-ikke-overkørt var ikke signifikant højere end pløjet direkte sået eller CTF overkørt (Figur 11). Det alt i alt lavere udbytte skyldes formodentlig en udpræget tørkeperiode underkernefyldningen. Tusindkornsvægten i alle varianter var kun ca 35 i stedet for 50 som de ellers ligger på i den pågældende sort. Efter den første forsigtige vurdering udvikler CTF-varianterne overkørt og ikke-overkørt sig forskelligt over tiden. På det ikke-overkørte areal viser der sig en tendens til en mere langsom men kontinuerlig forbedring af jordegenskaberne og en lille udbytte fremgang.

CTF som del af noget større

Et bæredygtigt jordforbedrende dyrkningssystem baserer på flere byggesten. Et gennemtænkt sædskifte med efterafgrøder, konserverende jordbearbejdning, brede dæk, lavt dæktryk er kun nogle af værktøjerne. Med den mere og mere udbredte teknik til GPS-styring af maskiner, kan CTF-

blive et instrumentarium til jordskånende dyrkningsmuligheder og således bidrage til at fremme udbyttepotentialet og imødekomme fremtidige udfordringer omkring vores dyrkningsjord.

Mere information kan findes under

www.ctf-swiss.ch

www.ctfeurope.eu

Literatur

- Chamen, T.: *Controlled traffic farming: literature review and appraisal of potential use in the U.K.*, HGCA Research Review, 2006, London, 59 p.
- Chervet A., Ramseier L., Sturny W. G. und Tschannen S. 2005: *Direktsaat und Pflug im 10-jährigen Systemvergleich*. Agrarforschung, 12, 5, 184–189.
- Lütke Entrup N., Gröblichhoff E.-F. und Schneider M. 2007: *Konservierende Bodenbearbeitung / Direktsaat als strategisches Element des Erosionsschutzes und der Verbesserung der ökonomischen Effizienz von Pflanzenbausystemen*. In: *Strategien zum Bodenschutz - Sachstand und Handlungsbedarf*, Bonn, Institut für Landwirtschaft und Umwelt (ILU), S. 179–190.
- Tullberg J.: *Controlled traffic for sustainable cropping*. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, 28.01–01.02.2001, Hobart, Tasmania.
- Vermeulen G.D. und Mosquera J.: *Soil, crop and emission responses to seasonal-controlled traffic in organic vegetable farming on loam soil*. Soil & Tillage Research 102 (2009) 126–134.