FarmaX – Soil for the Future

Hvad betyder sloganet: ”Soil for the Future”

Hos Farmax går man op i ydeevne og maskinkvalitet – men det er resultaterne i marken, der virkelig betyder noget. Spadearbejde øger iltniveauet i jorden ved forsigtigt at løfte og løsne den, hvilket skaber mere overfladeareal til kontakt med luften. Samtidig blandes afgrøderester og organisk gødning grundigt, hvilket øger niveauet af organisk materiale i muldjorden.

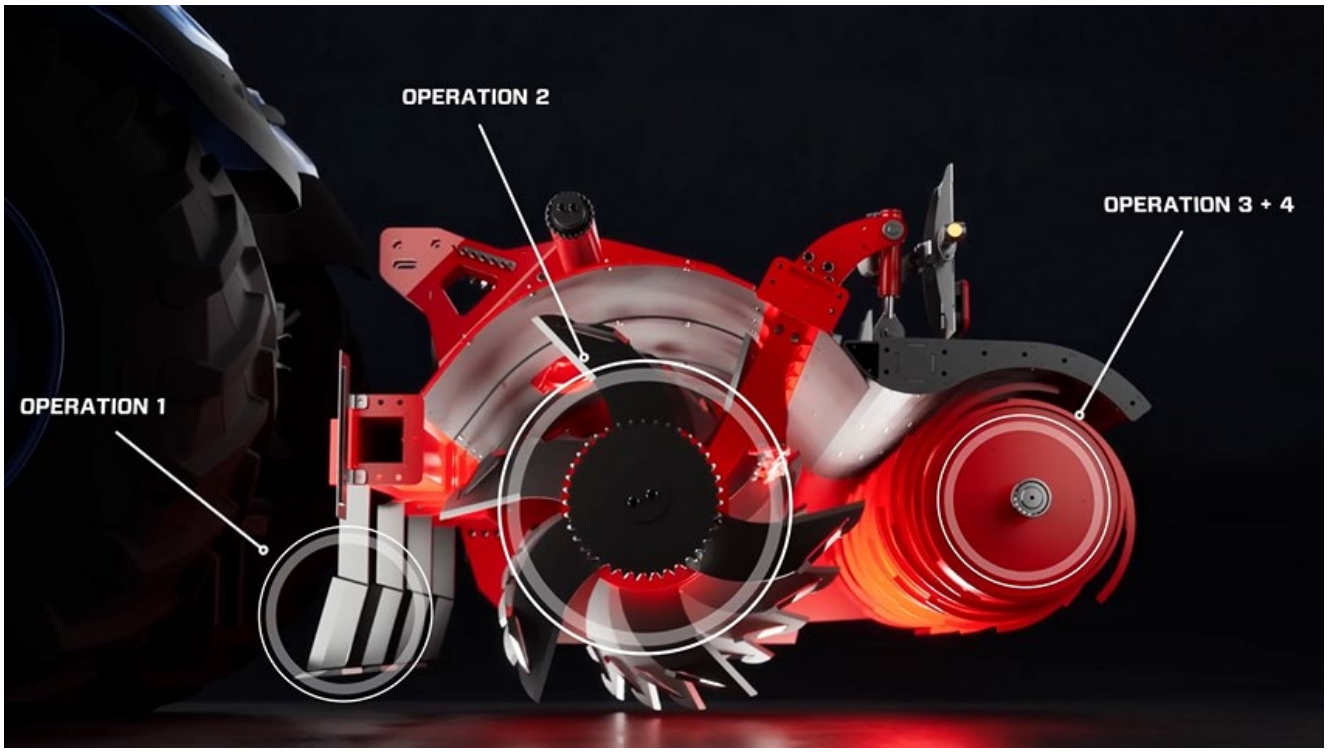
Denne stigning, kombineret med en lettere og mere luftet jordstruktur, hjælper med at forhindre jordpakning og forbedrer den generelle jordsundhed. Resultatet er en stærkere og mere modstandsdygtig jordstruktur – i dag og i fremtiden.

Derfor siger vi: Farmax – Soil to the Future.

Indledning:

Farmax Spader Principbillede

Operation 1: Undergrundsløsning, Operation 2: Løsning og mixning. Operation 3: Pakning



Grubbetænderne kan arbejde ned til 5 cm dybere end spaderotoren.

Farmax spaderotor maskinen er et PTO-drevet redskab, der kræver minimal eller ingen traktorkraft til fremdrift. Dette eliminerer risikoen for jordpakning. Alle jordtyper er egnede til spading. **Ingen komprimering fra traktordæk**

Farmax spaderotor kan typisk arbejde fra 15 cm's til 55 cm's dybde, alt efterbehov. Den kan bryde pløjesål og andre rod- og vandstoppende jordlag. Dette fører til en betydelig stigning af markens udbytte!

Optimal blanding garanterer perfekt jordstruktur.

Farmax spaderotor blander organisk materiale i det mest iltrige og biologisk aktive lag, og hindrer "Madrasdannelse". Det organiske materiale er øjeblikkeligt tilgængeligt for mikroorganismer som føde. Farmax spaderotor blander jorden meget skånsomt, hvilket gør det muligt at indarbejde store mængder organisk materiale. Dette fører til en kontinuerlig forbedring af jordstruktur, vand-tilbageholdelse og jordmikrobiologi. I modsætning til konventionel pløjning, som resulterer i tab af store mængder organisk materiale, holder spaderotor behandling det organiske materiale maximalt opblandet.

Øg markens udbytte betydeligt

Tests har vist, at jord bearbejdet med en spaderotor maskine varmes hurtigere op, hvilket øger afgrødernes fremspiring og spireevne. Dette garanterer højere udbytter!

Jordbehandling og såning i én overkørsel

En Farmax spaderotor kan nemt kombineres med en såmaskine, så du kan bearbejde og så jorden i én overkørsel. Dette sparer tid og brændstof.

Til alle jordtyper og -forhold

Farmax spaderotor reducerer omkostninger og kan bruges under stort set alle jord- og vejrforhold. Takket være ensartet jordbearbejdning og optimal jordstruktur vil der ikke så let forekomme vandmætning i markerne i perioder med meget regn.

Farmax spaderotor konceptet tilbyder en række forskellige arbejdsdybder (50 til 130 cm) og arbejdsbredder (90 til 450 cm).

Specielt Farmax LRP Profi: Arbejd hurtigere OG spar brændstof! Farmax LRP Profi er en spaderotor til mellemstore landbrug og maskinstationer. Jordbearbejdning med en LRP Profi kan øge udbyttet med 10 til 20 %. Maskinen kan også rotere med høj hastighed uden at beskadige jordstrukturen. Hurtig, økonomisk og multifunktionel. LRP Profi er nem at vedligeholde, meget brugervenlig og stort set fuldt udstyret som standard med en række ekstrafunktioner. Det betyder, at du kan kombinere flere operationer på én gang, hvilket giver en mulig brændstofbesparelse på ca. 40 %!

Spading eller pløjning: Hvad gør forskellen?

I efteråret 2018 og foråret 2019 udførte Fachhochschulen Osnabrück adskillige markforsøg på vegne af Farmax for at undersøge de videnskabelige forskelle mellem roterende spading og pløjning. Den komplette undersøgelse blev afsluttet i slutningen af 2019, og den afslørede nogle interessante oplysninger.

Spading og pløjning er begge jordbearbejdningsmetoder, der er meget udbredt i landbrugssektoren. Fordelene ved begge metoder er generelt kendte, men specifikke data om forskellene mellem dem mangler. Hvilke økonomiske og økologiske fordele tilbyder hver metode sammenlignet med den anden? Af denne grund kontaktede Alfons Sleiderink, direktør hos Farmax, Fachhochschulen Osnabrück. Fachhochschulen Osnabrück er en af de førende landbrugsforsknings- og uddannelsesinstitutioner i Tyskland.

I efteråret 2018 begyndte to forskere og en studerende de første jordprøver på en mark lige nord for Hamborg, Tyskland. Jordtypen på testområdet ovenfor Hamborg var en podsoljord med lerholdige-sandede karakteristika; der blev ikke fundet jordforskelle inden for testområdet. Raps blev dyrket på området i 2017 og majs i 2018. I efteråret 2018 begyndte pløjning og spading af majsstubben. Efter jordbearbejdningen og testen blev vinter hvede sået på området.

Forskningsresultater:

Efter omfattende feltundersøgelser og dataanalyse i 2018 og 2019 kunne universitetet påvise, om pløjning eller spaderotor gør en forskel, og hvor forskellene ligger.

Resumé af forskningsresultaterne giver et klart overblik over resultaterne. Signifikans betyder i bund og grund, at det er videnskabeligt bevist, at de observerede forskelle mellem de to jordbearbejdningsmetoder ikke er tilfældige.

Undersøgelsen viser tydeligt, at spade- og pløjningskapacitet gør en forskel i nogle områder.

Den gennemsnitlige blandekapacitet for en spademaskine har vist sig at være 19,33 % sammenlignet med 13,91 % for en plov. Den største fordel for landmanden findes i det øverste jordlag (0-10 cm), hvilket resulterer i en 10-dobbelt forskel mellem spade- og pløjningsmetode. Den tilgængelige markkapacitet (BVC) var højere under den anden måling om foråret. Op til 8 centimeter var BVC for spademaskinen 24 %, mens ploven opnåede 22 %. I dybder på 9 til 16 centimeter steg forskellen mere, med henholdsvis 24 % for spademaskinen og 20 % for ploven. I dybder på 17 til 24 centimeter var BVC 21,5 % for spademaskinen og 19,5 % for ploven, en mindre procentvis forskel mellem de to.

Tabel 1: Resumé af forskningsresultater.

Kilde: HS Osnabrück, Sandmann.

Markudstyr:	Spaderotor	Pløjning med riste under-plov
Jordparametre		
Blanding af organisk materiale:	Væsentligt højere.	Væsentligt lavere
Jordkomprimering	Væsentlige forskelle	
Aggregatstabilitet	Ingen væsentlige forskelle	
Porevolumen (PV)	Ingen væsentlige forskelle	
Luftkapacitet (LC)	Ingen væsentlige forskelle	
Markkapacitet (VC & BVC)	Væsentligt højere	Væsentligt lavere
Visnetidspunkt	Ingen væsentlige forskelle	
Tørvægt	Ingen væsentlige forskelle	
Jordindsynkning	Ingen væsentlige forskelle	
Biologisk aktivitet	Ingen væsentlige forskelle	
Humusindhold	Ingen væsentlige forskelle	
PH-værdier	Ingen væsentlige forskelle	
Planteparametre		
Afgrødefremspiring pr. m²	Væsentligt højere	Væsentligt lavere
Overvintring pr. m²	Ingen væsentlige forskelle	
Ukrudtstryk	Væsentligt lavere	Væsentligt højere
Hvedeaks pr. m²	Ingen væsentlige forskelle	
Afgrødeudbytte (dt/ha)	Væsentligt højere	Væsentligt lavere
Tusindkernevægt	Ingen væsentlige forskelle	
Maskinparametre		
Brændstofforbrug	Væsentligt højere	Væsentligt lavere
Maskinomkostninger dyrkning	93,77 €/hektar	88,18 €/hektar
Maskinomkostninger (dyrkning og så-ning)	134,37 €/hektar	167,73 €/hektar

(Forklaring Markkapacitet: Jordens evne til at indeholde vand).

Ud over jordforholdene blev plantens egenskaber også testet for begge jordbearbejdningsmetoder. Undersøgelsen viste, at vinter hvedes fremspiring i gennemsnit steg efter jordbearbejdning med spade. Målet var et gennemsnit på 245 planter pr. m²; den spadede mark opnåede et gennemsnit på 247 planter pr. m² sammenlignet med 227 planter pr. m² for pløjningen. Ukrudtstrykket blev også målt under vinterhvededyrkning, og forskningen viste, at ukrudtstrykket er betydeligt højere under pløjning end under spadesåning. Undersøgelsen observerede også, at den foregående afgrøde (raps) blev pløjet op igen, hvilket blev klassificeret som ukrudt. Den spadede mark oplevede næsten 60% mindre ukrudtstryk som følge heraf. Udbyttet blev også målt. Dette udbytte blev bestemt ved et kornfugtighedsindhold på 14%, med et gennemsnitligt udbytte på 95,24 dt/ha for de pløjede parceller og 104,69 dt/ha for spademaskinen.

Denne forskel resulterer i en udbyttestigning på næsten 10% for den spadede mark. En mulig årsag til udbytteforskellen kan være den højere markkapacitet (BVC).

Med hensyn til forskellen i omkostninger udførte forskerholdet forskellige omkostningsberegninger, hvor alle maskin- og personaleomkostninger blev taget i

betragtning. Dieselforbruget til spading er i gennemsnit 3,8 liter højere end til pløjning. Dette højere forbrug skyldes primært den højere løftekapacitet hos en spademaskine, som krævede en anden traktor. Baseret på de standardiserede omkostningsantagelser konkluderede forskerholdet, at spade bearbejdning alene i gennemsnit er 5,59 € pr. hektar dyrere end pløjning. Når gravning og såning kombineres i en enkelt operation, reduceres omkostningerne fra 167,73 € pr. hektar for pløjning og derefter såning til 134,37 € pr. hektar for samtidig spading og såning. Ved at kombinere gravning og såning kan landmænd opnå omkostningsbesparelser på op til 20 %.

Tabel fra maskinstationsberegningsprogram viser en vejledende Pris pr. Ha mellem 600 og 700 kr. afhængig af hvor mange timer, som maskinen kører pr. år. Kalkulationsprisen er på en ny Farmax Profi LRP 300.

Kalkulatus 2016 — Maskinkalkulation

Maskintype: **Maskine**

Pris	380000	kr
Periode	12	år
Kalkulationsrente	4	%
Værditab	10	%p.a
Gns. Årligt værditab	22723	kr/år
Restværdi	107323	kr
Værditab+forrentn.	33347	kr/år
Kapitalomkostninge	8,78%	
Husleje	3000	kr/år
Forsikring	3000	kr/år
Vægtafgift		kr/år
Faste omkostninger	39347	kr/år
Løn til medarbejder	300	kr/time
Sociale omk	5	%
Lønomkostning	315	kr/time
Effektivitet	90	%
Lønomkostning	350	kr/eff.time
Rep/vedligeh.	50	kr/eff.time
Traktoromkostninger	150	kr/eff.time
Brændstofforbrug	25	liter/time
Brændstofpris	6,00	kr/liter
Brændstof	150	kr/eff.time
Traktor i alt	300	kr/eff.time
Vareforbrug	10	kr/eff.time
Driftsomk.ialt	710	kr/eff.time
Driftsomk. Ex løn	360	kr/eff.time

Omkostninger - udnyttelse

100 (interval i skema)

timer/år	kr/eff.time i alt	kr/ha	ha i alt	kr/eff.time excl.diesel	kr/eff.time ex. Traktor excl.løn excl.diesel
200	952	705	270	795	270
300	883	654	405	726	201
400	849	629	540	691	166
500	828	613	675	671	146
600	814	603	810	657	132

enhed: **ha** kapacitet: **1,35** enhed/time

Administration: 5 %

0 - punktsberegning

	kr/time	VÆLG		kr/enhed	VÆLG
Salgspr	849	**2.000**	Salgspri	629	**2.000**
Antal	400	33	Antal	540	29

Driftsresultat fra timepris			Driftsresultat fra enhedspris		
timer	i alt	kr i alt	enheder	kr/i alt	kr i alt
200	-11.590	218.653	270	-11.590	358.653
300	2.289	347.653	405	2.289	557.653
400	16.167	476.653	540	16.167	756.653
500	30.046	605.653	675	30.046	955.653
600	43.925	734.653	810	43.925	#####

0-punktsberegning tm2016

Nedenunder er Planteavlsnyt's vejledende priser for Markarbejde 2025-2026.

VEJLEDENDE PRISER FOR MARKARBEJDE 2025-2026

Opgavens omfang		Min. 8 timer	Ca. 10 ha	Min. 25 ha
Opgave	**kr./time**	**kr./time**	**kr./ha**	**kr./ha**
Traktor med fører, 250 hk	770	740		
Teleskoplæsser/lille rendegraver med fører	870	840		
Gummiged med fører/stor rendegraver	930	910		
Traktor med 18 t vogn (sneglevogn/afskubbervogn +150 kr./time)	910	870		
Drænspuling	1200	1140		
Pløjning med vendeplov			1040	940
Harvning til såbed (præcisionsharvning + 110 kr./ha)			340	315
Stubharvning (dybdeharv., stivtands, + 150 kr./ha såudstyr m. luft)			510	450
Stubharvning (let stubharve, tallerkenredskab, + 50 kr./ha elspreder)			330	310
Tromling (med crossboard, pløjejord + 50 kr./ha)			270	240
Stensamling (f.eks. ELHO 6 m)	1500	1400		
Kombinationssåning (f.eks. Pronto, Rapid mv.) + 150 kr./ha frøsåning			745	680
Kombinationssåning med gødningsplacering (f.eks. Pronto, Rapid mv.)			850	780
Rækkesåning med aktiv GPS styring til rækkedyrkning			850	780
Rotorharvesåning			1040	940
Direkte såning (Weawing, Sly Boss, Multiva mv.) inkl. gød. placering			815	745
Stribesåning, raps m. gød.plac. (He-va, Focus TD mv.) (+ 50 kr./ha sneglegift)			975	915
Enkornssåning (gødningsplac. eller vaccum-/trykmaskine + 200 kr./ha)			725	650
Gylleudlægning, selvkørende udlægger			27 kr./m³	25 kr./m³
Gylleudbringning, vogn 27 m³ (nedfældning + 200 kr./ha)	1685	1580		
Gylleomrøring (kraftig), incl. mand	1100	995		
Spredning af handelsgødning			180	170
Flydende gødning med sprøjte			255	235
Ukrudtsharvning, strigling			185	175
Radrensning			560	525
Rækkesprøjtning, frøgræs (6 meter med kamera/GPS-styreramme)	2750	2500	1100	1000
Marksprøjtning			200	185
Marksprøjtning luftassisteret			210	195
Afpudsning, frøgræs			390	370
Afpudsning, brak (f.eks. rotorslåmaskine 5 m)	1130	1030		
Hegnsklipning	1050	1000		
Skårlægning frøgræs, BCS slåmaskine eller skiveslåmaskine			840	790
Selvkørende skårlægger, 20 fods (raps ÷ 150 kr./ha)			840	790
Skårlægning slætgræs, skiveslåmaskine			595	540
Rotorrive eller spreder (storrive 12 m, 1300 kr./time)			210	190
Mejetærskning af frø, 30 fods (+/-100 kr./time pr. fod)	4400	3800	2500	2200
Mejetærskning af korn, 30 fods, uden halmsnitning	4400	3800	1370	1270
Mejetærskning af korn, 30 fods, med halmsnitning	4550	3950	1470	1370
Tillæg for kørebælter			275	250
Tillæg for pickup bord eller Airbar til spinat	550	470	290	265
Rundballepresning inkl. garn	290 kr/tons	260 kr/tons		
Presning, storballer 120 x 90 cm	200 kr/tons	190 kr/tons		
Presning, storballer 120 x 130 cm	200 kr/tons	190 kr/tons		
Læsning og hjemkørsel af bigballer	1040	930		
Presning og wrapning, 80 x 90-baller, rundballer, min. 120 cm, kr./stk			185	165
Roeoptagning, uden frakørsel			2450	2300
Pasning af landbrug med korn			4850-5000	4250-4650

PRISERNE ER VEJLEDENDE NABOPRISER. UDBUD OG EFTERSPØRGSEL BESTEMMER DEN FAKTISKE PRIS.

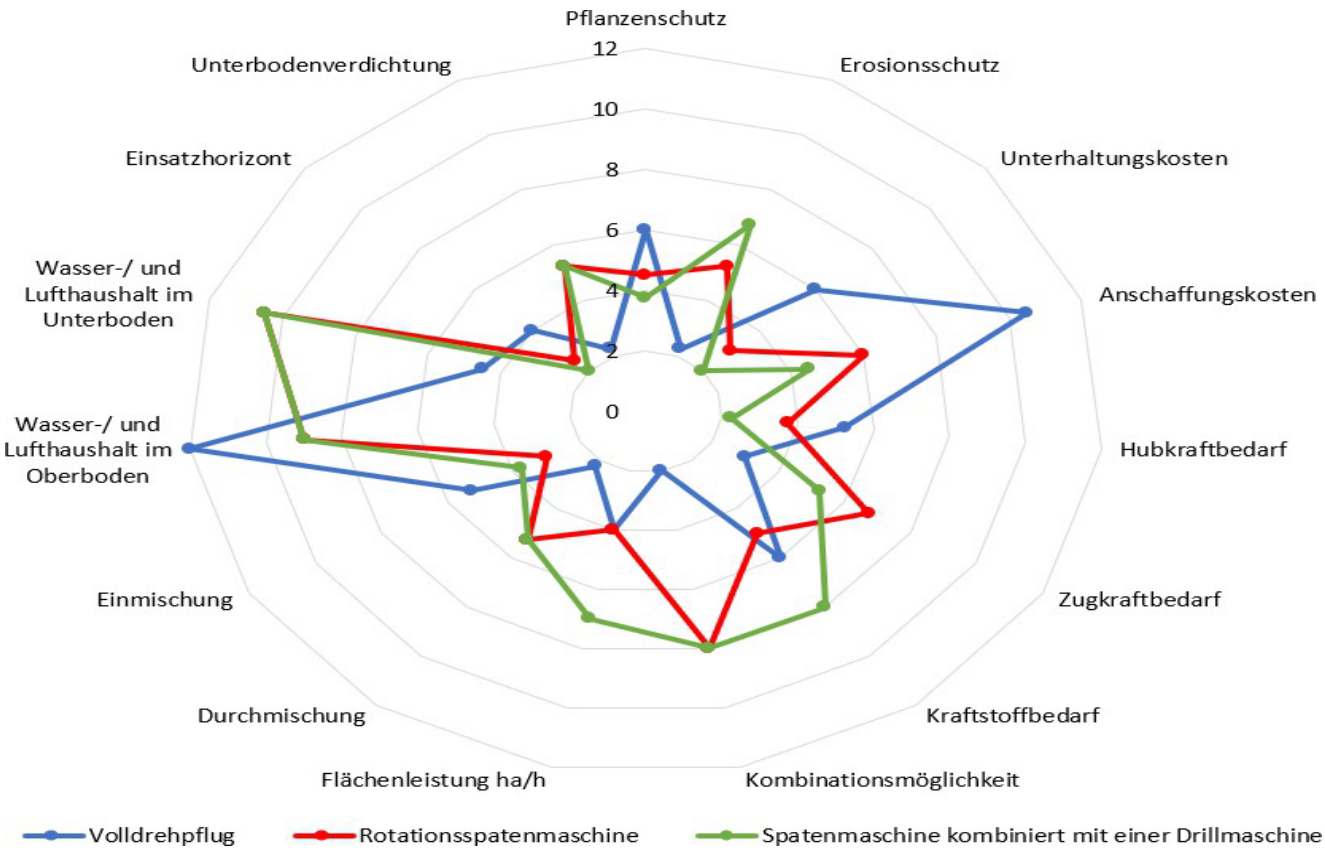
Uddrag af forsøgene oversat til dansk:

HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Styrkerne og svaghederne ved jordbearbejdningsmetoderne identificeret.

Figur 6 illustrerer dette. Der kunne ikke gives en klar købsanbefaling. Bedriftsspecifikke forhold, såsom gårdens størrelse, afstand mellem gård og mark, maskiner, jordtype og sædskifte, er nøglekriterier for valg af jordbearbejdningsudstyr og blev ikke taget i betragtning af Sandmann (2019). Afslutningsvis køber landmænd i øjeblikket jordbearbejdningsudstyr baseret på deres gårdstruktur og om deres prioriteter ligger i omkostningsreduktion, arbejdsbesparelser eller påvirkning af jord og afgrøder (Sandmann 2019).

Figur 6: Sammenligning af vigtige kriterier for praktisk jordbearbejdning ved hjælp af metoderne en vendeplov, en rotorspade og en kombination af en spade med monteret såmaskine. Point blev tildelt fra 1 (meget dårlig) til 10 (meget god) plus en vægtningsfaktor på 0,5-1,5 pr. kriterium (Sandmann 2019).



2.4.1 Jordbearbejdning

En vendeplov er det klassiske eksempel på konventionel jordbearbejdning. Fra et agronomisk perspektiv nævnes fordelene ved denne metode ofte som en "ren tavle". Fordelen ligger i, at den næste operation, normalt såning, kan udføres uden afbrydelser. Der er dog risiko for "madrasdannelse", når store mængder organisk materiale indarbejdes (LWK NRW 2015). Desuden reduceres sygdomspresset på afgrøder ved inversionsjordbearbejdning. Fordele og ulemper opstår på grund af det løse jordlag, som plovskæret efterlader. Den løse jord indeholder store mængder ilt, hvilket fremmer hurtig kemisk nedbrydning af plantemateriale. Dette øger dog tendensen til jordkomprimering og modtagelighed for jorderosion.

Den fuldstændige ændring af muldjordens horisont resulterer i forringet kapillærvirkning til underjordens horisont og reduceret jordlevetid samt manglende evne til at absorbere store mængder vand rettidigt. På grund af plovskålens bevægelse er der risiko for plovskålkomprimering, især på tung og fugtig jord. Dette resulterer i forringet rodvækst, hvilket fører til reduceret næringsstof- og vandoptagelse og i sidste ende lavere udbytter (PARISOT 2014).

I henhold til § 17 i den føderale lov om jordbeskyttelse (BBodSchG) – God landbrugspraksis og § 2 i forordningen om direkte betalingsforpligtelser (DirektZahlVerpflichtung) til implementering af EF-forordningen (krydsoverensstemmelse) er brugen af ploven forbudt på jord, der er truet af vind- og vanderosion (føderal lov om jordbeskyttelse 2017, lov om direkte betalingsforpligtelser 2014). Der er ingen lovmæssig begrænsning på rotorfræsernes anvendelsesområde. Risikoen for erosion er lavere på grund af rotorfunktionen, og selv bakkede marker kan dyrkes langs skråningen (KADISCH og MÜLLER 1999).

Rotorspademaskinen udnytter princippet om jordløsning, hvilket fører til forbedret vand- og luftcirkulation i jorden (DEGEN og SCHRADER 2002). I modsætning til pløjning skærer og smører den ikke kapillærer og regnormehuller. Desuden er det ikke nødvendigt at køre over en fure, og der er ingen risiko for jordkomprimering.

Ulemper omfatter brugen på særlig tunge og stenede jorde samt indarbejdelsen af store mængder organisk materiale. Jordaggregater kan ikke nedbrydes tilstrækkeligt, og nogle afgrøderester forbliver på overfladen (FRAHM et al. 1991). Ifølge Landbrugskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW, 2015) må man forvente et højere ukrudtstryk, hvilket øger behovet for plantebeskyttelsesforanstaltninger.

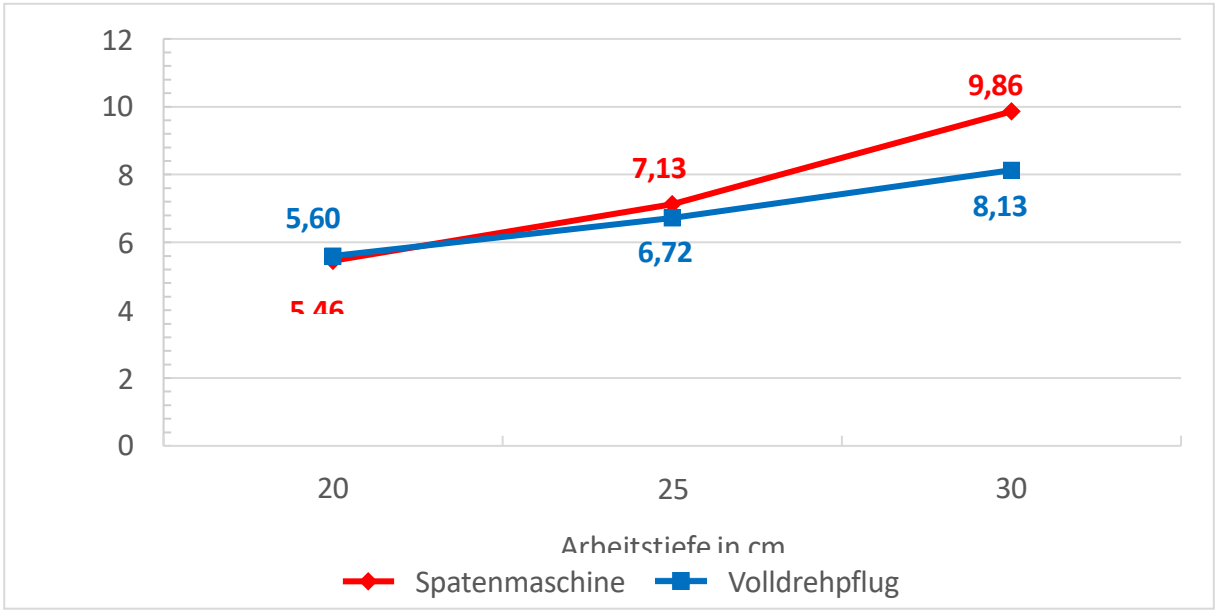
2.4.2 Anskaffelses- og driftsomkostninger

En oversigt over aktuelle priser for en femfuret vendeplov og en roterende spademaskine findes i bilaget (se figur A4 – A8). Lemken Juwel 8 M 5 N 100, en femfuret vendeplov, har i øjeblikket en listepris på €30.826 med lukkede plovkroppe. Ombygning af plovkroppens form til stribeformede plovkroppe (betegnet BS42) øger prisen med €1.425.

For en sammenlignelig serie af jordbearbejdningsredskaber anbefales en permanent monteret pakker, da spademaskinen også er udstyret med en bagerste valse. Denne såkaldte Lemken FlexPack JR 5-100 pakker koster €9.177 for Juwel 8 M 5 N 100. Den samlede pris for femfuret plov er derfor €40.003 med standardskær eller €41.428 med stribeformede plovkroppe. Den samlede vægt er cirka 2.100 kg (HEIER 2018).

En roterende spademaskine til let til mellemsvær jord har en standard hakkevalse med en diameter på 360 mm og en efterfølgende ringvalse. LRP Profi 300 vejer 2.700 kg og koster €55.135. Til tunge jorde anbefaler WASSE (2019) en Rapide 300. Med såbedsforberedelsesudstyr koster denne €60.270 og har en driftsvægt på 2.950 kg. Afslutningsvis er anskaffelsesomkostningerne for en sammenlignelig spademaskine cirka 25 % højere end for en vendeplov.

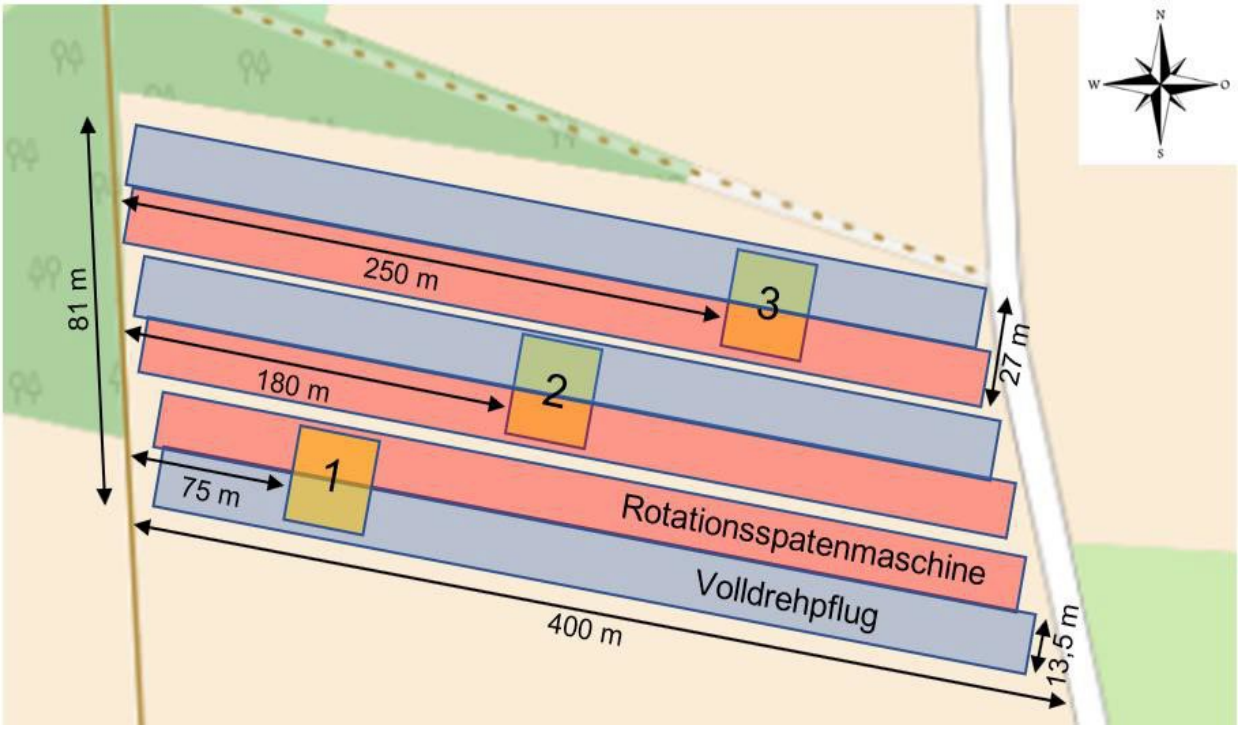
Ved sammenligning af driftsomkostningerne for konventionel og konserveringsjordbearbejdning rapporterer OTTO (2011) en omkostningsfordel på €81/ha for konserveringsjordbearbejdning. KOWALEWSKY (2009) beskriver et 10-15 % lavere brændstofforbrug for spademaskinen sammenlignet med ploven. Kombination af spademaskinen med en på hængt såmaskine kan resultere i yderligere brændstofbesparelser på 2-3 liter pr. hektar.



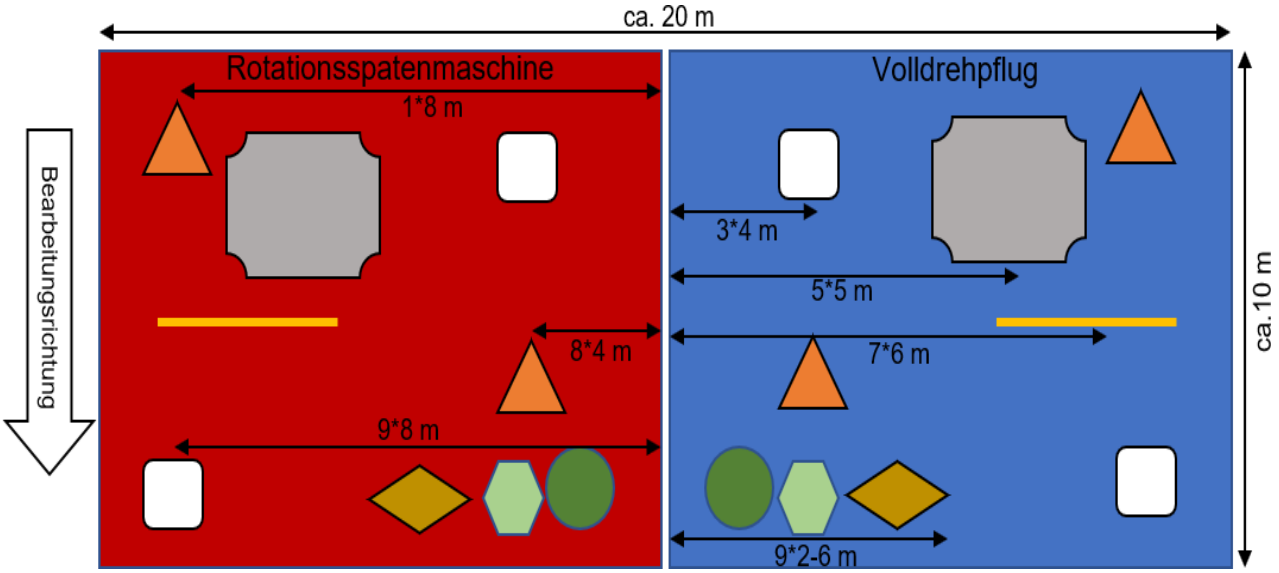
Baseret på en feltforsøg beskriver SCHEDDING (2015) dog et højere brændstofforbrug for spademaskinen ved arbejdsdybder på cirka 23 cm og derover (se fig. 7). Ifølge SCHEDDING (2015) blev jordbearbejdningen udført med den samme traktor, men der gives ingen oplysninger om jordtype eller andre jordforhold.

Figur 17: Eksperimentel opsætning af eksperimentet "Jordvidenskab og agronomiske ændringer i vegetationsperioden" (Randomiseret blokdesign med tredobbelt replikation (gul);

Blå = vendeplovvariant, rød = rotorspademaskinevariant)



Tab. 2: Legende der Untersuchungsparameter zur Abb. 18



Tab. 2: Legende der Untersuchungsparameter zur Abb. 18

Legende:	Untersuchungsparameter
	Eindringwiderstand
	Biologische Aktivität
	Sackungsverhalten des Bodens
	Aggregatstabilität
	Humusgehalt und pH-Wert
	Porengrößenverteilung und Trockenrohdichte
	Feldaufgang, Ertrag, Halme je m², Unkrautdruck und Auswinterungsverluste

Tab. 2: Nøgle til undersøgelsesparametrene for figur 18

Penetrationsmodstand

Biologisk aktivitet

Jordens sætningsadfærd

Aggregatstabilitet

Humusindhold og pH-værdi

Porestørrelsesfordeling og tørvægt

Fremspiring, udbytte, stængler pr. m², ukrudtstryk og vinterdræbningstab

Udvælgelsen af undersøgelsesparametrene er baseret på kapitel 2, "Vidensstatus". På grund af de forskellige jordbearbejdningsmetoder for rotorspad og feje-, drejeplovskær blev der forventet ændringer i indtrængningsmodstand, jordens sætningsadfærd, aggregatstabilitet og porestørrelsesfordeling under det eksperimentelle design.

Derudover forventedes mønstre i indtrængningsmodstand med hensyn til afstanden mellem plovskærene eller placeringen af spadearmene, såvel som i dybdeprofilen. Potentiel plovskålkomprimering skulle demonstreres ved at måle indtrængningsmodstand og tørvægt.

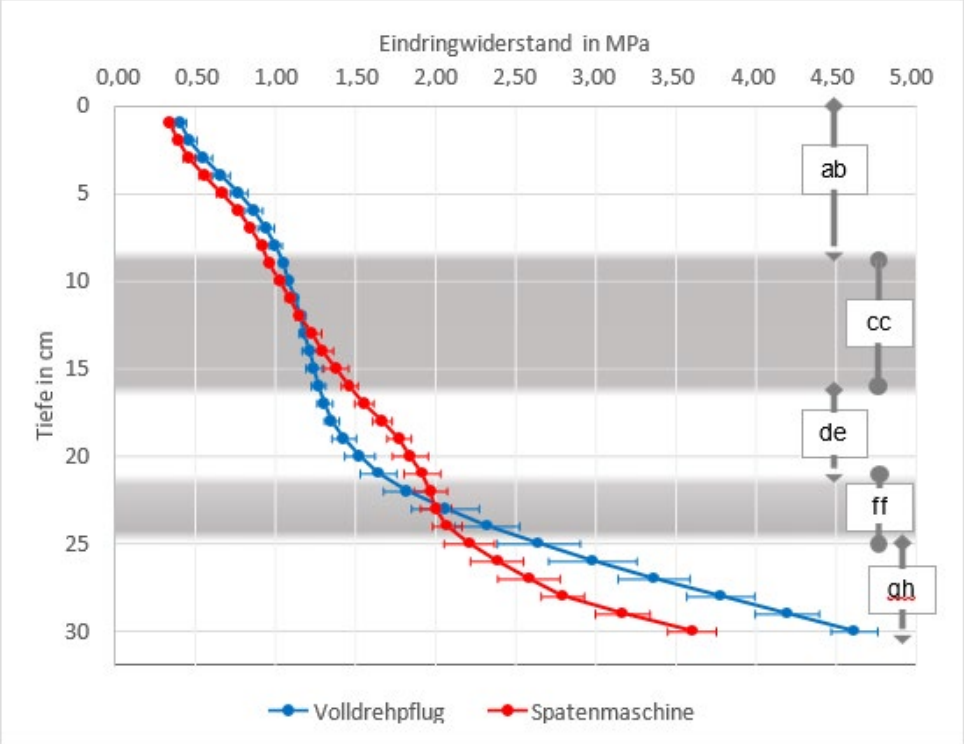
Den varierende iblanding af organisk materiale kunne påvirke humusindhold, pH-værdi, fremkomst, ukrudtstryk og biologisk aktivitet. Det blev også antaget, at ændringer i de anførte undersøgelsesparametre i sidste ende ville afspejles i afgrødeudbyttet. De forskellige drivteknologier og effektbehov for de to jordbearbejdningsredskaber antydede også forskelle i brændstofforbrug og maskinomkostninger.

Penetrationsmodstand

Ved hjælp af penetrometeret blev penetrationsmodstanden i marken målt og digitaliseret til en maksimal dybde på 80 cm. Penetrationsmodstanden beskriver det tryk ($N*mm^{-2} \triangleq MPa$), der skal påføres for at overvinde de kræfter, der virker i jorden, og muliggøre forskydning af jordpartikler (HORN 2004). Penetrationsmodstanden er en mekanisk størrelse, der afhænger af variable parametre såsom jordfugtighed eller jordtype (EIJKELKAMP 2016). Ideelt set bør alle målinger udføres ved brugbar feltkapacitet (DOMSCH og PETELKAU 1997). Ifølge KUNTZE et al. (1994) betragtes værdier over 2 MPa i muldjorden af sandjord som kritiske og udbyttereducerende. For sandet, smuldrende underjord beskriver DOMSCH og PETELKAU (1997) en grænse på 4,5 MPa. Indtrængningsmodstanden blev målt efter jordbearbejdning (1. forsøg) og efter vinterhvedens fremspiring i november 2018.

Måling efter såning. **(Arbejdsdybde: 25 cm).**

.



Beregning af maskinomkostninger

Til beregning af maskinomkostninger blev faktorerne udnyttelsespotentiale pr. hektar og tid, gennemsnitlig kapitaliseret værdi, rente, restværdi, reparationsomkostninger og lageromkostninger taget fra KTBL (2019). For at bestemme købsprisen blev listepriser for vendeplov og rotorspademaskine anmodet fra de relevante producenter af landbrugsmaskiner, Lemken GmbH & Co. KG og Farmax Metaaltechniek B.V. (se figur A4-A8). Arbejdsomkostningerne pr. hektar, bestående af traktoromkostninger, arbejdskraft og brændstofforbrug, er baseret på KTBL (2018) databasen. Brændstofforbruget blev udledt af de brændstofforbrugsmålinger, der blev udført i feltforsøget (se figur 53).

Resumé

Øget effektivitet i landbruget spiller en afgørende rolle i dag. Maksimalt udbytte skal produceres på et støt faldende ager areal, samtidig med at det samme niveau af input opretholdes. Jordbearbejdning er en nøglefaktor i at øge udbyttet og reducere omkostningerne.

Et markforsøg blev udført på sandjord for at sammenligne jordbearbejdningsmetoderne med en rotorspade og en vendeplov. Forsøget blev integreret i et eksisterende landbrugsareal og sået med vinter hvede. Kun jordbearbejdningsmetoden blev ændret. Anvendelsen af plantebeskyttelsesmidler og gødning forblev den samme i begge varianter. Følgende spørgsmål blev besvaret: Er der forskel i indarbejdelsen af organisk materiale? Sker der jordbundsrelaterede og agronomiske ændringer i vækstsæsonen? Og hvilken jordbearbejdningsmetode er mest omkostningseffektiv ud fra et økonomisk perspektiv? For at besvare forskningsspørgsmålet om, hvorvidt der er en ændring i indarbejdelsesmønsteret for afgrøderester, simulerede blåt sandt organisk materiale. Jordprofiler blev oprettet efter indarbejdelse med spaden eller vendeploven. Disse blev fotograferet, og billedbehandlingssoftware lokaliserede det blå sand, hvilket muliggjorde en vurdering af dets dybdefordeling og indarbejdelsesmønster. Ved hjælp af forskellige parametre, såsom porestørrelsesfordeling, tørvægt, aggregatstabilitet, penetrationsmodstand, biologisk aktivitet, humusindhold, bundfældningsadfærd, jordens pH, fremspiring og ukrudtsangreb, blev potentielle ændringer i vegetationens vækst målt. Den økonomiske evaluering af begge jordbearbejdningsmetoder var baseret på brændstofforbrug bestemt i markforsøget, afgrødeudbytte og prislister fra førende maskinproducenter.

Resultaterne afslørede forskelle i indarbejdelsen af organisk materiale mellem de to jordbearbejdningsmetoder. Den vendeplov indarbejdede det blå sand fuldstændigt på en præcis måde i hver plovkrop. Den roterende jordfræser opnåede en mere jævn fordeling af det blå sand over hele undersøgelsesdybden, fra 0 til 30 cm.

Der blev ikke observeret jordkomprimering i nogen af varianterne under målingerne af penetrationsmodstanden. Kun profilen af penetrationsmodstanden over undersøgelsesdybden viste forskelle mellem jordbearbejdningsmetoderne. Yderligere jordrelaterede ændringer blev dokumenteret i markkapaciteten (FK) og ikke-markkapaciteten (nFK) i efteråret 2018. I en dybde på 0-10 cm var FK og nFK signifikant højere for spadevarianten end for plovvarianten. Der blev ikke fundet forskelle mellem jordbearbejdningsmetoderne for undersøgelsesparametrene GPV, LK, PWP, biologisk aktivitet, tørvægt, aggregatstabilitet, humusindhold, pH-værdi og jordindsynkning. Afgrøderelaterede ændringer i løbet af vegetationsperioden blev observeret med hensyn til fremspiring, ukrudtstryk og udbytte. Ukrudtstrykket var signifikant højere for plovvarianten, mens fremspiring og vinterhvedeudbytte var højere for spadevarianten.

På grund af de forskellige effektbehov for jordbearbejdningsredskaberne blev der anvendt forskellige traktorer. Brændstofforbruget var cirka 20 % højere for spaderedskabet end for vendeploven. Ved beregning af maskinomkostninger var spademaskinen (93,77 €/ha) cirka 6 % dyrere end vendeploven (88,18 €/ha). På grund af det øgede vinterhvedeudbytte på 945 kg/ha med spademetoden er fortjenesten efter fradrag af maskinomkostninger 10 % højere ved brug af spademaskinen.

Afslutningsvis er jordbearbejdning med en spademaskine et lukrativt alternativ til vendeploven. Trods stort set uændrede jordparametre blev der opnået en stigning i udbyttet. Markforsøg er dog underlagt klimatiske forhold og bør udføres over flere år. Vigtige kriterier at overveje ved køb af en spademaskine omfatter også sædskifte, jordtype og traktorkrav. Disse variabler spiller en afgørende rolle i den økonomiske evaluering af jordbearbejdningsmetoder og skal bestemmes på gårdsspecifik basis.

Abstract in English:

The aim of this thesis was to compare the spader with the reversible plow as an alternative tillage processing method. From September 2018 to July 2019 a field trial was carried out. The soil type was sand and the grown crop wheat. Following soil parameters were examined: penetration resistance, pore size distribution, dry bulk density, subsidence of the soil during the vegetation, biological activity, humus content and pH value of the soil. The crop parameters were field emergence, hibernation loss, weed emergence and wheat yield.

During the cultivation with the plow and the spader the fuel consumption was measured and afterwards the machine costs were calculated. A second trial was carried out to measure the mixing behavior of organic substances. Therefore, the sand was colored blue to simulate the organic substances, distributed on the soil surface and cultivated with the two processing methods. Using an image processing program, the blue sand was defined in the image and the area proportion were calculated in relation to the whole soil profile.

Based on the results, the following statements can be made:

- With the spader the blue sand had a more homogeneous distribution over the whole soil horizon compare to the plow. Also, the area proportion were about 25 higher.
- The parameters pore size, subsidence of the soil during vegetation, biological activity, humus content, pH value of the soil and hibernation loss have shown no differences between both machines.
- In this specific trial an additional yield of 945 kg/ha wheat has been generated through using the spader.
- The tractor consumes 20 percent more fuel by using the spader than the plow.
- The machine costs calculation shows, that the usage of a spader is about 6 percent more costly than that of a plow.
- Processing costs with the spader could be reduced by 20 percent with a combination of the soil tillage and sowing.