

6.3 **Bodenbearbeitung (TP III-3)**

Teilprojektleiter: Prof. Dr.-Ing. C. Sommer

Bearbeiter: PD Dr. H.-H. Voßhenrich

6.3.1 **Zusammenfassung**

Ein Vergleich zwischen ortsspezifischer und betriebsüblicher Bodenbearbeitung erbrachte sowohl in der Bestandesentwicklung von Winterweizen als auch in den Erträgen ein vergleichbares Ergebnis. Der geringere Aufwand nach ortsspezifischer Bearbeitung durch Energieeinsparung und Bodenschutzvorteile begründen die Vorteile der ortsspezifischen Bodenbearbeitung. Ungenauigkeiten bei der Applikation durch Empfangsstörungen des DGPS-Signals können diesen Vorteil in Grenzen einschränken. Ortsspezifische Saatstärken in Anlehnung an die Arbeitstiefe und ein Streifenversuch mit variierter Zapfwellendrehzahl ergaben, dass hier Reservepotentiale zur Realisierung gleichmäßiger Pflanzenbestände vorliegen. Die Möglichkeit, den Energieverbrauch innerhalb einer Fläche zu georeferenzieren, ist für die Entwicklung der Technik der Bodenbearbeitung und die Erstellung einer Energiebilanz für unterschiedliche Arbeitsintensitäten von Interesse. Hierzu wurden erste Tast-Messungen unter Integration des Bussystems erfolgreich abgeschlossen.

Summary

A comparison of site-specific and standard conventional soil tillage showed in the plant development of winter wheat as well as in the yield a comparable result. The advantages of site-specific soil tillage are based on lower input, caused by energy saving. Application inaccuracies, caused by receiving disturbances of the DGPS-signals, can reduce this advantage. Site-specific seed rates in connection with working depth and an experiment with variable power take-off-speeds indicated that here is a reserve potential for realising an uniform plant density.

The possibility to monitor energy consumption inside an area is of interest for the development of soil tillage technique and the preparation of an energy balance for different working intensities. First tentative measurements using integrated bus-systems have been conducted successfully.

6.3.2 **Bezug zum Verbundprojekt**

Bereits im ersten Versuchsjahr bestand eine enge Zusammenarbeit zu dem Teilprojekt II-6a (Bodenwasserspeicher). Die von Herrn Dr. Durlusser und Dr. Sperl gemessenen Leitfähigkeiten wurden in die Applikationskarten zur Bodenbearbeitung einbezogen. Durch das TP II-1a (Hof-Bodenkarten) wurden die Informationen aus Bohrstockproben bereitgestellt, die gleichermaßen für die Erstellung der Applikationskarten wichtig waren.

Zusammen mit dem TP IV-4a (Regionaler Stoffhaushalt) wurden die Applikationskarten angefertigt. Dr. Reiche wirkte auch intensiv an der Erarbeitung des Algorithmus für ortsspezifische Bodenbearbeitung mit. Durch den Projektpartner Agri Con erfolgte die Anpassung der Applikationskarten für den Einsatz. In diesem Zusammenhang fand auch eine intensive Zusammenarbeit mit der Fa. Amazone (Herr Marquering) statt. Die Zusammenarbeit mit den genannten Teilprojekten wird fortgesetzt.

Um die Informationsqualität der Applikationskarten noch weiter zu verbessern, besteht neuerdings eine Kooperation mit dem TP II-1b (Relief). Die Simulationen zur Feuchtigkeit, aber auch zur Erosionsgefährdung, abgeleitet aus dem Standortrelief, eignen sich, um Unterschiede auf engem Raum noch deutlicher hervorzuheben. Das gilt ebenfalls für die Luftbildinformation aus dem TP II-2 (Luftbilder). Die Informationen aus den letztgenannten Quellen sollen nun auch durch reale Beobachtungen auf je einem Standort in Rostock und Groß-Twülpstedt mit Blick auf die besondere Eignung für Entscheidungshilfen in der Bodenbearbeitung überprüft werden.

Die Messtechnik zur Erfassung und Aufzeichnung des Energieverbrauchs (IMI) während der Arbeit wurde von dem TP I-3 (Micro-Precision-Farming) entwickelt und dem eigenen Teilprojekt zur Verfügung gestellt. Dadurch war es möglich, erstmals den Energieverbrauch georeferenziert zu erfassen.

Zusammen mit den Amazonen-Werken wurde die Technik für ortsspezifische Bodenbearbeitung konzipiert und realisiert. Für den Prototyp I mit aktiver Bodenbearbeitung, ein Tiefenlockerer mit Kreiselgrubber und Keilringwalze (TL-KG-KW), ist nach wie vor Herr Gattermann in Fragen der Weiterentwicklung und Geräteoptimierung zuständig. Um die zur Zeit laufende Konstruktion und Fertigung des Prototypen II für passive Bodenbearbeitung engagiert sich Herr Pokriefke. Herr Marquering ist in beiden Fällen für den Bereich Steuerung durch den Jobrechner zuständig.

Herr Täger-Farny, Leiter des Versuchsbetriebes in Groß-Twülpstedt, hat innerhalb des TP III-3 Aktivitäten gezeigt, die weit über das Obligatorische hinausgehen. Auch ist es seinem Engagement zu verdanken, dass die Fa. Fendt den Vario 926 für das Projekt zur Verfügung stellte.

6.3.3 Einleitung und Problemstellung

Ziel des Projektes ist die Realisierung einer ortsspezifischen Bodenbearbeitung und Bestellung. Im *ersten Versuchsjahr* wurde die Technik für eine tiefenverstellbare Primärbodenbearbeitung und ein erster Algorithmus für variable Arbeitstiefen entwickelt. Darüber wurde mehrfach von Voßenrich et al., 1999 und 2000 berichtet. Im nun abgeschlossenen zweiten Versuchsjahr wurden erste Ertragsergebnisse ermittelt und bewertet, sowie Wege aufgezeigt, ortsspezifische Grundbodenbearbeitung sinnvoll durch ortsspezifische Sekundärbodenbearbeitung und Saat zu ergänzen. Abschließend werden erste Messergebnisse zum Energieverbrauch vorgestellt, die als Grundlage für zukünftige Arbeiten vorgesehen sind (Schwenke & Auernhammer, 2000).

6.3.4 Material und Methoden

Im Vergleich stehen ortsspezifische Bodenbearbeitung mit bodenangepassten Arbeitstiefen – „flach“ entspricht 8 - 10 cm und „tief“ 20 - 25 cm - und betriebsübliche Bearbeitung mit, von wenigen Ausnahmen abgesehen, tiefer Grundbodenbearbeitung. Wegen der vielseitigen und sehr unterschiedlichen Versuchsanstellungen wird auf ein eigenes Kapitel hierzu verzichtet. Die für das Verständnis wichtigen Hinweise sind in den einzelnen Abschnitten eingearbeitet.

6.3.5 Ergebnisse und Diskussion

6.3.5.1 Technik für ortsspezifische Bodenbearbeitung

Die Technik für ortsspezifische Bodenbearbeitung besteht aus einem Vorlockerer (VL), einem Kreiselgrubber (KG), einer Keilringwalze (KW) und einem Exaktstriegel (ES) (Abb. 6.3-1). Sie wurde für ortsspezifische Bodenbearbeitung umgebaut und aufgerüstet. Der Prototyp '99 ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit mit Herrn Gattermann (Fa. Amazone).

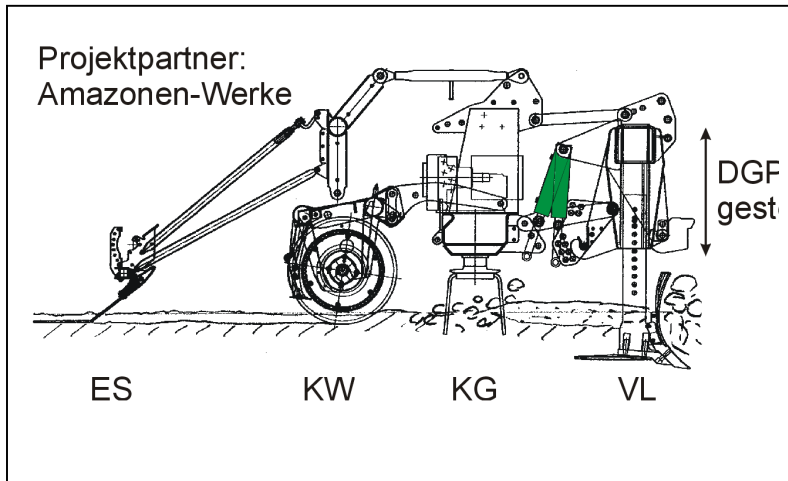


Abb. 6.3-1: Prototyp '99 für eine ortsspezifische Bodenbearbeitung von Ackerschlägen

Fig. 6.3-1: Prototype '99 for active site-specific soil tillage

Mit einem integrierten Hydrauliksystem wird der Vorlockerer auf die gewünschte Arbeitstiefe geführt. Dabei stützt sich der Vorlockerer über die Hydraulik auf dem Kreiselgrubber und diese sich auf der Keilringwalze ab. Die Schlepperhydraulik selbst steht in Schwimmstellung. Die Steuerung der Arbeitstiefe erfolgt über DGPS-Signale. Der LBS-Jobcomputer zur Steuerung des Vorlockerers wurde eigens für das Vorhaben neu entwickelt. Auch die maschinenspezifische Anpassung der Applikationskarten erfolgte durch die Amazonenwerke.

Im Herbst 2001 wurde ein zweiter Prototyp für ortsspezifische Bodenbearbeitung fertiggestellt. Es handelt sich um ein passiv arbeitendes Gerät (Abb. 6.3-7).

6.3.5.2 Algorithmus für ortsspezifische Bodenbearbeitung

Die erforderlichen Informationen zur Variabilität eines Standortes werden aus Bohrstockproben, Informationen der Reichsbodenschätzung, Leitfähigkeitsmessungen (EM38) und der Lokalisation von Kuppen und Senken (Relief) abgeleitet. Eine tiefe Lockerung (20-25 cm) innerhalb eines Standortes wird dort durchgeführt, wo entweder eine permanente oder vorübergehende Vernässung des Bodens durch Vergleyung oder Pseudovergleyung angegeben wird oder wo auf einem sandigen Boden bonitiert wurde. Tief gelockert wird ebenfalls in stark ausgeprägten Senken und an Kuppen. Der Lockerungsbedarf in den Senken besteht aufgrund häufig auftretender hydromorpher Erscheinungen und der Lockerungsbedarf an den Kuppen aufgrund schlechter Bodenstruktur durch geringen Humusgehalt, der durch Abtrag

bedingt ist. Trifft keine der geschilderten Situationen zu, so wird nur auf 8 - 10 cm Tiefe gearbeitet. Eine tiefe Lockerung des Bodens wird grundsätzlich nur zu einem Zeitpunkt durchgeführt, während sich der Boden in trockenem Zustand befindet. Der aktuelle Stand eines Entscheidungsbaumes für flache oder tiefe Bearbeitung wird dargestellt (Abb. 6.3-2).

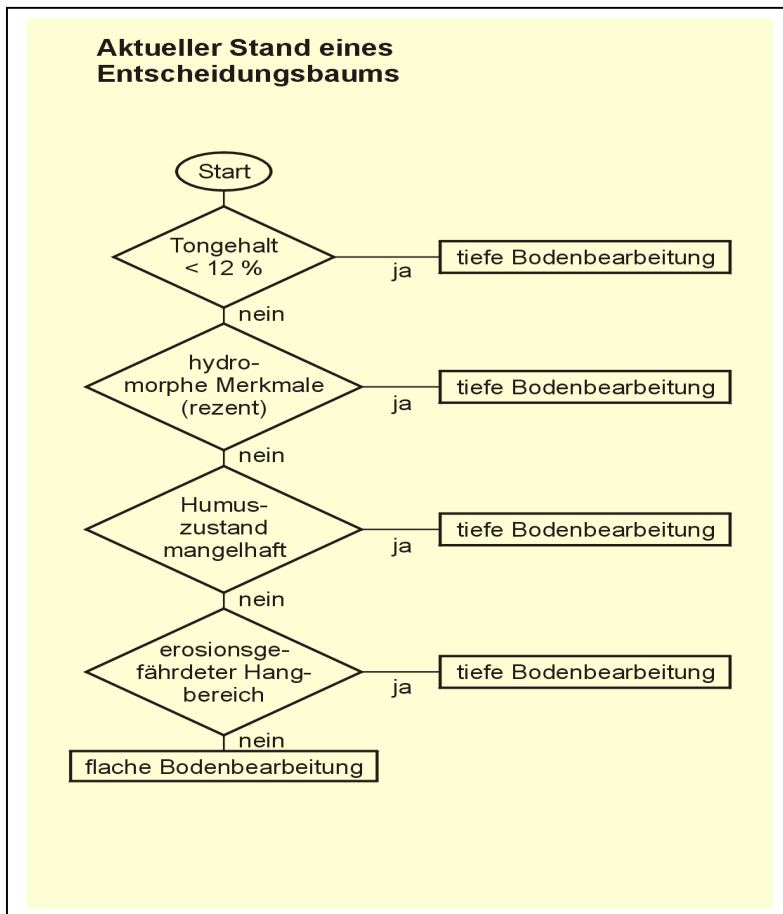


Abb. 6.3-2: Algorithmus für ortsspezifische Bodenbearbeitung

Fig. 6.3-2: Algorithmen for site-specific soil tillage

6.3.5.3 Ertrag

Auf den Entwicklungsschlägen Espenberg und Kesselbrink/Hülseberg in Querenhorst wurde nach ortsspezifischer Bodenbearbeitung zum ersten Mal eine Mähdruschernte mit Ertragskartierung durchgeführt. Die Ertragsergebnisse der Fläche Kesselbrink/Hülseberg (Q2) sind beispielhaft in Abbildung 6.3-3 (s. Anhang) dargestellt. Einbezogen sind auch die an insgesamt 6 Monitoringpunkten im Jahresverlauf erhobenen Daten, die in achtfacher Wiederholung ermittelt wurden (Tab. 6.3-1).

Auffallend sind die Daten des dritten Monitoringpunktes. Nach einem Feldaufgang mit 355 Pflanzen/m² wurden an gleicher Stelle nur 363 ährentragende Halme geerntet. Dieser Monitoringpunkt befindet sich auf einer Sandlinse. Nach tiefer (20 - 25 cm) Bodenbearbeitung waren die Auflaufbedingungen hier günstig. Die schlechte Wasserversorgung auf dem Sandboden erklärt aber die weitere Entwicklung der Weizenpflanzen mit einem sehr niedrigen Ertrag.

In der Gegenüberstellung der Ertragsergebnisse der nach ortsspezifischer und betriebsüblicher Bodenbearbeitung unterteilten Fläche gibt es keine weiteren Auffälligkeiten. Sowohl in der Anzahl ährentragender Halme wie auch dem Ertrag wird auf beiden Seiten bei allerdings ausgeprägter Heterogenität ein insgesamt vergleichbares Ergebnis erzielt. Damit erweist sich die ortsspezifische Bodenbearbeitung gegenüber der betriebsüblichen als ertragsneutral.

Diese Feststellung gilt auch für die Versuchsergebnisse aus dem zweiten Versuchsjahr (2000/2001). Die an den Monitoringpunkten der Standorte Kesselbrink/Hülsenberg (Q2), Auf dem Steinberge/Lehmberg (Q4) sowie Birkenhay (Q14) erhobenen Daten sind ebenfalls der Tabelle 6.3-1 zu entnehmen.

Tab. 6.3-1: Bestandesdichten und Erträge durch m²-Ernte an 6 Monitoringpunkten (Kesselbrink/Hülsenberg)

Tab: 6.3-1: *Plant density and yield/m² at 6 monitoring points (Kesselbrink/Hülsenberg)*

	betriebsübliche Bodenbearbeitung			ortsspezifische Bodenbearbeitung		
1999 – 2000						
Schlag Q2						
Monitoringpunkte	1	2	3	4	5	6
Bearbeitungstiefe	flach	tief	Tief	flach	tief	flach
Feldaufgang (Pfl./m ²)	298	290	355	294	265	281
STABW	26	36	42	37	40	57
Ährentragende Halme/m ²	379	427	363	441	436	401
STABW	44	39	28	57	76	55
Ertrag (dt/ha)	68,6	73,1	36,5	69,7	71,2	62,2
STABW	8,1	7,3	6,3	8,4	8,1	8,8
2000 - 2001						
Schlag Q2						
Monitoringpunkte	1	2	3	4	5	6
Bearbeitungstiefe	flach	tief	tief	flach	tief	flach
Feldaufgang (Pfl./m ²)	214	234	267	228	204	217
STABW	24,5	27,4	22,2	22,8	19,2	20,3
Ährentragende Halme/m ²	394	449	273	411	370	423
STABW	75,4	123,3	30,1	66,4	77,7	43,8
Ertrag (dt/ha)	79,7	89,1	43,5	79,8	77,7	81,0
STABW	14,5	23,5	14,1	10,4	15,2	6,5
Schlag Q4						
Monitoringpunkte	4	5	6	1	2	3
Bearbeitungstiefe	tief	tief	tief	tief	flach	flach

	betriebsübliche Bodenbearbeitung			ortsspezifische Bodenbearbeitung		
Feldaufgang (Pfl./m ²)	283	265	273	258	244	242
STABW	22,8	22,4	27,9	22,4	30,2	33,3
Ährentragende Halme/m ²	351	379	358	394	407	336
STABW	41,5	64,6	59,9	48	56,6	43,9
Ertrag (dt/ha)	72,6	77,7	75,7	80,8	83	79,8
STABW	10,9	14	8,3	10,1	10,6	10,3
2000 - 2001						
Schlag Q14						
Monitoringpunkte	1	2	6	3	4	5
Bearbeitungstiefe	tief	tief	tief	tief	flach	flach
Feldaufgang (Pfl./m ²)	220	229	191	215	248	225
STABW	27	28,6	30,3	29,3	33,8	38,3
Ährentragende Halme/m ²	278	311	386	346	353	260
STABW	42,2	50,8	101,4	45,7	46,3	60,4
Ertrag (dt/ha)	63,8	66,1	81,7	74,4	72,5	55,4
STABW	8	9,3	21,8	9,5	6,1	15,8

6.3.5.4 Applikationsgenauigkeit im Versuchsjahr 1999/00

Eingeschränkter Empfang des DGPS-Signals durch starkes Relief und Waldabschattung kann die Zielgenauigkeit von ortsspezifischen Maßnahmen beeinträchtigen. Messungen, die begleitend zur Bodenbearbeitung auf dem Standort Kesselbrink/Hülsenberg durchgeführt wurden, beschreiben die Situation. Das Ergebnis der DGPS-gesteuerten Grundbodenbearbeitung zeigt mit durchgezogenen Linien Zonen für flache (8-10 cm) und mit punktierten Linien Zonen für tiefe (25 cm) Grundbodenbearbeitung (Abb. 6.3-4). Durch Empfangsstörung bedingt, durchdringen in einigen Fällen punktierte Linien die Zonen flacher und durchgezogene Linien die Zonen tiefer Grundbodenbearbeitung. Es wurde in diesen Ausnahmesituationen tief gearbeitet, wo flach hätte gearbeitet werden müssen und umgekehrt.

Über die Gesamtfläche gesehen, liegt das Ausmaß fehlerhafter Bodenbearbeitung bei 10 %. Davon wäre theoretisch etwa die Hälfte vermeidbar gewesen, da der Fieldstar-Monitor eine mangelhafte Empfangssituation anmahnte. Der Schlepperfahrer hätte anhalten können, um auf einen besseren Empfang zu warten. In jeder Einzelsituation wäre jedoch eine 1- bis 10-minütige Arbeitsunterbrechung angefallen. Auf etwa 5 % der Gesamtfläche wäre eine falsche Bearbeitung des Bodens nicht zu vermeiden gewesen, da ein mangelhafter Empfang auf dem Monitor nicht angegeben wurde.

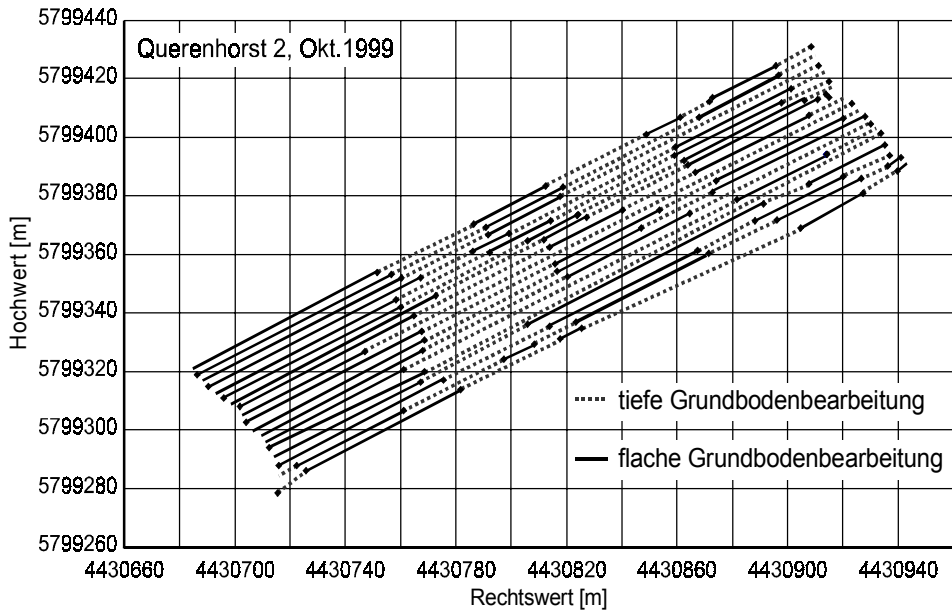


Abb. 6.3-4: Applikationsgenauigkeit bei DGPS-gesteuerter Grundbodenbearbeitung (Voßhenrich und Ortmeier)

Fig. 6.3-4: Precision of DGPS-supported primary soil tillage (Voßhenrich and Ortmeier)

Da kaum Untersuchungen dieser Art vorliegen, soll nicht der Versuch einer endgültigen Bewertung vorgenommen werden. Es gilt aber, dass gerade Standorte, die aufgrund ihrer Reliefverhältnisse zuweilen Empfangsprobleme aufweisen können, wegen ihrer stark wechselnden Bodenverhältnisse besonders interessant für ortsspezifische Maßnahmen sind. Eine Lösung des Problems bietet die Koppelortung (Schwenke & Auernhammer, 2000).

6.3.5.5 Bodenbearbeitung und Bestellung im Versuchsjahr 2000/01

6.3.5.5.1 Ortsspezifische Grundbodenbearbeitung und Saat

Im ersten Versuchsjahr (1999/2000) wurde eine ortsspezifische Bodenbearbeitung auf den Versuchsflächen Espenberg und Kesselbring/Hülensberg durchgeführt. Im zweiten Versuchsjahr (2000/2001) wurden zwei weitere Versuchsflächen (Birkenhay und Auf dem Steinberge/Lehmberg) in das Versuchsprogramm einbezogen. Nach Absprache mit dem Betriebsleiter, Herrn Täger-Farny, wurde auf der ersten Fläche (Birkenhay) nach tiefer (20 - 25 cm) Bearbeitung 170 kg/ha und nach flacher (8 - 10 cm) Bearbeitung 200 kg/ha Winterweizen gesät, auf der zweiten Fläche (Auf dem Steinberge/Lehmberg) entsprechend 180 und 200 kg/ha. Die Applikationskarte, die also für Bodenbearbeitung und Saat gleichermaßen gültig ist, da jeweils entweder zwei Arbeitstiefen oder zwei Saatstärken auftreten, wird an einem Beispiel (Auf dem Steinberge/Lehmberg) Abbildung 6.3-5 gezeigt.

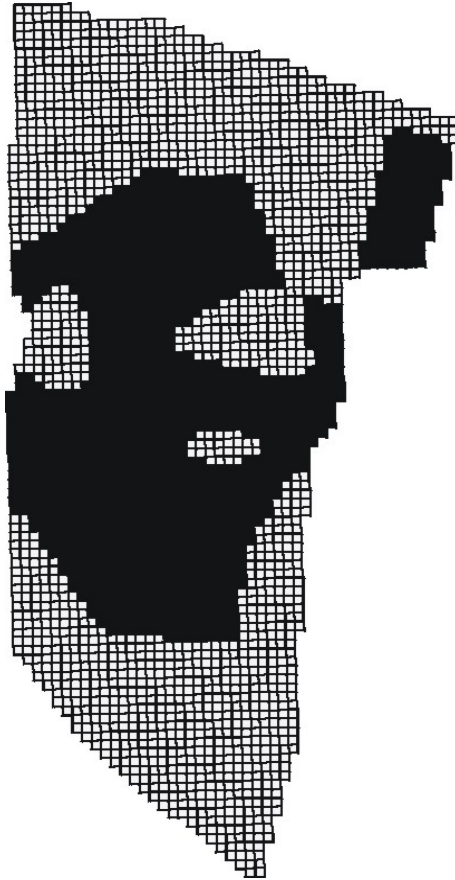


Abb. 6.3-5: Applikationskarte für Grundbodenbearbeitung und Saat (dunkle Zone: flache Bearbeitung und erhöhte Saatstärke; Auf dem Steinberge/Lehmberg, 2000/2001)

Fig. 6.3-5: Application map for primary soil tillage and sowing (black: deep soil tillage in combination with reduced seed density; Auf dem Steinberge/Lehmberg)

Die höhere Saatstärke nach flacher Bearbeitung lässt sich durch höhere Strohkonzentrationen in der Saatbettzone begründen. Die Differenzierung der Saatstärke soll zeigen, ob somit ein Beitrag zur gezielten Gestaltung der Bestandesdichte zu leisten ist. Wegen inhaltlicher Überschneidungen wird das Ergebnis der ortsspezifischen Saat unter Punkt 6.3.5.5.2 dargestellt.

6.3.5.5.2 Variable Sekundärbodenbearbeitung durch variable Drehzahl des Kreiselgrubbers

Um weitere Möglichkeiten ortsspezifischer Maßnahmen auszuschöpfen, wurde auch die Drehzahl des Kreiselgrubbers durch den Wechsel zwischen 500er und 1000er Zapfwelle in einem Streifenversuch variiert. Die danach ausgezählten Pflanzen (Abb. 6.3-6) weisen bei hoher Drehzahl (1000 U/min) kombiniert mit flacher Grundbodenbearbeitung einen tendenziell dichteren Bestand auf. Dies entspricht in der Größenordnung dem Saatstärkenzu-

schlag von 10 % bei flacher Grundbodenbearbeitung (siehe Punkt 6.3.5.5.1). Bei 500 U/min wurden für die tiefe und die flache Bearbeitung des Bodens dagegen absolut gleiche Bestandesdichten ausgezählt. Dieses Ergebnis könnte vorsichtig dahingehend ausgelegt werden, dass eine intensivere Sekundärbodenbearbeitung durch Erhöhen der Zapfwellendrehzahl und ein Saatstärkenzuschlag unter bestimmten Rahmenbedingungen eine kumulierende Wirkung für die Bestandesdichte haben. Danach ließe sich bei ungünstigen Saatbettstrukturen durch gezieltes Anpassen der Zapfwellendrehzahl und der Saatstärke regulierend in die Bestandesdichte eingreifen.

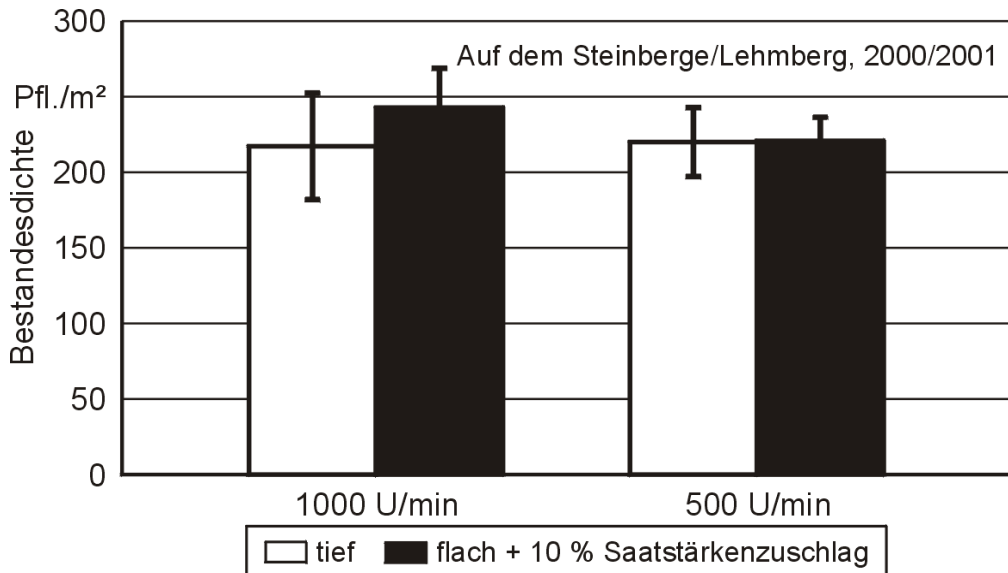


Abb. 6.3-6: Feldaufgänge in Abhängigkeit von Bearbeitungstiefe und Zapfwellen-Drehzahl (Auf dem Steinberge/Lehmberg)

Fig. 6.3-6: Emergence depending on varying working depth and speed of power take-off shaft (Auf dem Steinberge/Lehmberg)

6.3.5.6 Bodenbearbeitung und Bestellung im Versuchsjahr 2001/2002

Für das jetzt laufende Versuchsjahr befinden sich zwei weitere Flächen im Programm (Finkenspring und Döhrener). Der Versuchsstandort Kesselbring/Hülsenberg ist nun im dritten Jahr im Programm. Die Versuchsfrage auf den Standorten entspricht im Wesentlichen der des Vorjahres.

6.3.5.7 Prototyp '01 für passive ortsspezifische Bodenbearbeitung

Für das erste (1999/2000) und das zweite Versuchsjahr (2000/2001) stand mit dem Prototyp '99 (Abb. 6.3-1) eine Technik mit aktiver Sekundärbodenbearbeitung zur Verfügung. Diese Kompakttechnik wird auf landwirtschaftlichen Betrieben bis ca. 400 ha eingesetzt. Für größere Betriebe bietet sich die gezogene Alternative mit passiver Sekundärbearbeitung an. Die in Abbildung 6.3-7 (s. Anhang) dargestellte Technik wurde für ortsspezifische Bodenbearbeitung von BBG Amazone in Leipzig von Herrn Pokriefke neu entwickelt und auf der Agri-

technica 2001 in der DGPS-fähigen Version mit der Silbermedaille ausgezeichnet. Es handelt sich um einen vierbalkigen Grubber mit 20 cm Strichabstand, ausgestattet mit Meißel-Lockerungsscharen (50 mm Durchmesser), die über DGPS gesteuert bis maximal 25 cm tief arbeiten. Zur Nivellierung und zur Feinarbeit ist der Grubbereinheit eine zweireihige Scheibenegge (510 mm Durchmesser) nachgeordnet, die auf konstantem Tiefenniveau arbeitet. Zur Einhaltung exakter Arbeitstiefen wird das Gesamtsystem vorlaufend durch einen Reifenpacker und nachlaufend durch eine Keilringwalze abgestützt.

Zur Arbeitsqualität des Prototyps liegen mittlerweile erste Bonituren vor. So wurden beispielsweise auf dem werkseigenen Versuchsgelände der Fa. BBG Amazone die Feldaufgänge nach unterschiedlichen Arbeitstiefen des Grubbers ermittelt. Verschiedene Testeinsätze gab es auch auf dem *pre agro*-Versuchsbetrieb von Herrn Träger-Farny in Groß Twülpstedt. Diese Testeinsätze erfolgten noch von Hand gesteuert mit einer noch nicht für ortsspezifische Bodenbearbeitung entwickelten Version. Die DGPS-fähige Version steht für die kommende Saison zur Verfügung.

6.3.5.8 Energiemessungen

6.3.5.8.1 Erste Messergebnisse

Im Dezember 2000 gelang es erstmals, den Energiebedarf nach flacher (8 - 10 cm) und tiefer (20 - 25 cm) Bodenbearbeitung für den oben beschriebenen passiv arbeitenden vierbalkigen Grubber zu ermitteln. Hierzu wurde auf einer zu diesem Zeitpunkt noch befahrbaren Fläche ein Streifenversuch mit vier Messfahrten angelegt. In Abbildung 6.3-8 sind Auszüge aus dem verfügbaren Datenpool dargestellt. Danach ist mehr als ein Halbieren der Zugkräfte und des Kraftstoffbedarfs (Tab. 6.3-2) durch Umstellen von tiefer auf flache Bodenbearbeitung möglich.

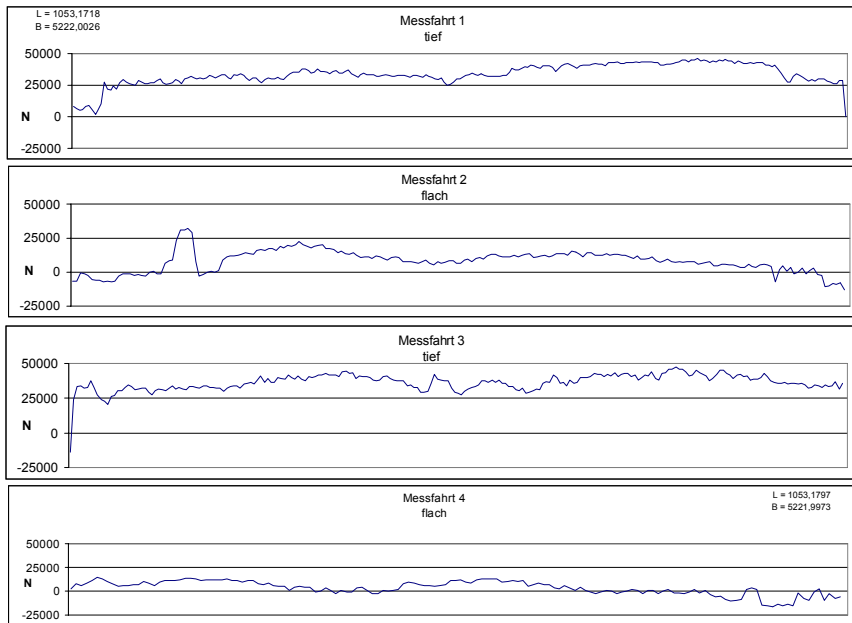


Abb. 6.3-8: Zugkraftbedarf bei tiefer (20 - 25 cm) und flacher (8 – 10 cm) Bodenbearbeitung (Mittelberg; Dezember 2000)

Fig. 6.3-8: Pull power requirement at deep (20-25 cm) and shallow (8–10 cm) soil tillage (Mittelberg; December 2000)

Tab. 6.3-2: Kraftstoffverbrauch bei tiefer und flacher Bodenbearbeitung (Schlag Mittelberg)

Tab. 6.3-2: Fuel consumption at deep and shallow soil tillage (Mittelberg)

	Messfahrt 1 (tief)	Messfahrt 2 (flach)	Messfahrt 3 (tief)	Messfahrt 4 (flach)
Länge (m)	422,3	416,5	420,1	424,4
Dieserverbrauch (l/Messfahrt)	3,18	1,5	3,02	1,35
Dieserverbrauch (l/h)	45,8	26,7	47,7	32,6
Dieserverbrauch (l/ha)	25,1	12,0	24,0	10,6
Geschwindigkeit km/h	6,1	7,4	6,6	10,3

6.3.5.8.2 Anmerkung zu Punkt 6.3.5.8.1

Die in Abbildung 6.3-8 aufgezeichneten Daten weisen Negativ- und Positivwerte auf. Negativkräfte können aber in der Vorfahrt – gemessen wurden die Zugkräfte an den Unterlenkern – nicht auftreten. Nach vorläufiger Interpretation ist das Auftreten der Negativkräfte auf einen noch ungenauen Nullabgleich der Messtechnik zurückzuführen. Da es sich aber um erste

Aufzeichnungen dieser Art handelt, wurde entschieden, das Datenmaterial ohne weitere Überarbeitung darzustellen. Der entscheidende Anteil an diesem Erfolg gehört Prof. Dr. Auernhammer und seinem wissenschaftlichen Mitarbeiter Dipl.-Ing. Spangler. Ohne das hohe Engagement von Herrn Täger-Farny hätten die Daten ebenfalls nicht ermittelt werden können.

6.3.5.8.3 Messtechnik mit Datenfluss über Bussystem

Die Daten wurden mit der von Prof. Dr. Auernhammer entwickelten IMI-Messtechnik erfasst. Die Technik ermöglicht erstmals eine georeferenzierte Zuordnung aller im System „Schlepper und Maschine“ anfallenden Daten. Damit ist es zukünftig möglich, eine detaillierte Energiebilanz für Bearbeitungsvorgänge zu liefern. Eine weitere Besonderheit dieser Messungen liegt darin, dass der Informationsfluss für die Gerätesteuerung und die Datenaufzeichnung über das Bussystem erfolgte.

6.3.5.8.4 Fendt 926 Vario

Als Zugmaschine stand ein Fendt 926 Vario zur Verfügung, der mit einer Dieseldurchfluss-Messeinrichtung, der IMI-Messeinrichtung und dem Bussystem ausgestattet war.

6.3.6 Zusammenfassende Diskussion

Mit ortsspezifischer Bodenbearbeitung und Bestellung wird es möglich sein, im Bereich der flachen (8 - 10 cm) gegenüber der tiefen Bodenbearbeitung (20 - 25 cm) den Energieverbrauch mehr als zu halbieren. Dabei wird das Ertragsniveau aufrecht erhalten. Das Ausmaß des Gesamterfolges hängt wesentlich von dem relativen Anteil flacher Bearbeitung innerhalb einer Fläche ab. Standorte mit wenig Flächenanteilen, die einer Lockerung bedürfen – dies ist häufig in reliefgeprägten Lagen der Fall –, bieten die höchsten Einsparungspotentiale an Energie und technischem Aufwand. Betriebsüblich werden diese Standorte in der Regel konsequent tief bearbeitet.

Ortsspezifische Saatstärken sind eine sinnvolle Ergänzung zur ortsspezifischen Bodenbearbeitung. Unterschiede in der Saatbettqualität und dem zu erwartenden Feldaufgang, durch wechselnde Bearbeitungstiefen und Strohkonzentrationen ausgelöst, lassen sich durch gezielt angepasste Saatstärken ausgleichen. Das Variieren der aktiven Sekundärbodenbearbeitung muss unter dem Aspekt der Strohverteilung und der Bodenaggregate in der Saatbettzone gesehen werden. Für Flächen, auf denen vorausgehend für ein gutes Strohmanagement gesorgt wurde, ist allein durch Erhöhen der Zapfwelldrehzahl nur eine begrenzte Wirkung zu erwarten. Einmal gut verteiltes Stroh lässt sich durch Drehzahlerhöhung nicht besser verteilen. Ein Vorteil durch Variieren der Kreiselgrubberdrehzahl ist erst bei starkem Wechsel der Aggregatverhältnisse zwischen feinkrümelig und grobklotig an der Bodenoberfläche zu erwarten.

Die landwirtschaftliche Praxis wird zeigen, unter welchen Voraussetzungen sich eine ortsspezifische Bodenbearbeitung mit ausschließlich passiver Technik gegenüber einer Technik mit aktiver Sekundärbodenbearbeitung durchsetzt. Vermutlich stellt sich die alte Frage, auf welchem Standorttyp sich welche Technik etabliert. Das Einhalten von Mindestarbeitsgeschwindigkeiten lässt die passive Bodenbearbeitung vor allem auf ebenen Flächen als geeignet erscheinen. Hier bieten sich vor allem trockene Standorte mit wechselnden Bodenarten an, um die Schlagkraft dieser Technik auszuschöpfen. Im Bereich der schweren Böden wird dann flach

und im Bereich der sandigen Böden tief gearbeitet. Dadurch ist eine optimale Auslastung der Zugmaschine bei gleichbleibender Arbeitsgeschwindigkeit denkbar.

Dagegen dürften die Vorteile der aktiven Bearbeitung im Bereich der durch Feuchtigkeit wechselnden Bodenverhältnisse liegen, da hier auch auf schwererem Boden eine Lockerung erforderlich sein kann. Überlagert werden diese Zusammenhänge allerdings dadurch, dass aktive Bodenbearbeitung auf Großflächen wegen fehlender Schlagkraft ausscheidet.

6.3.7 Ausblick

Es ist vorgesehen, die Untersuchungen auf der Fläche Q 2 (Kesselbrink/Hülsenberg), auf der jetzt im dritten Jahr ortsspezifische Bodenbearbeitung durchgeführt wird, fortzusetzen, um auf einem Standort mehrjährige Wirkungen ermitteln zu können.

Im Mittelpunkt der Weiterentwicklung steht die Zusammenführung und Bewertung von Modulen zur ortsspezifischen Bodenbearbeitung und Bestellung als Grundlage für die Einbettung in die ortsspezifische Pflanzenproduktion.

Die im 3. und 4. Versuchsjahr in das Versuchsprogramm nachrückenden Standorte werden, wie vorgesehen, einjährig bearbeitet. Zur Zeit wird über Möglichkeiten nachgedacht, den Algorithmus für wechselnde Arbeitstiefen durch Einbeziehen weiterer Informationsquellen zu verbessern. Vorgesehen ist eine noch differenziertere Einbeziehung von Reliefsimulationen sowie Luftbilddaufnahmen. Die soeben begonnenen Energiemessungen sollen fortgesetzt und erweitert werden. Hier werden sich entscheidende Vorteile der ortsspezifischen Bodenbearbeitung zeigen.

6.3.8 Literatur

- Voßhenrich, H.-H.; Gattermann, B.; Marquering, J.; Täger-Farny, W.; Sommer C., (2000): Entwicklung eines Managementsystems für ortsspezifische Bodenbearbeitung. In: VDI-Berichte 1544, VDI/MEG-Tagung 2000 in Münster, 275-280, VDI-Verlag Düsseldorf
- Voßhenrich, H.-H.; Marquering, J.; Gattermann, B.; Täger-Farny, W.; Sommer, C. (2000): DGPS-supported primary soil tillage. In: full papers, AgEng Warwick 2000: agricultural engineering into the third millennium; 2000.07.02-07, Paper Number 00-PA-026, Research Institut Silsoe
- Voßhenrich, H.-H.; Marquering, J.; Gattermann, B.; Täger-Farny, W.; Ortmeier, B.; Sommer, C. (1999): Managementsystem for DGPS-supported primary soil tillage. In: proceedings, ECPA Montpellier 2001, third european conference on precision agriculture, vol. 2, 731-736, agro Montpellier
- Schwenke, T.; Auernhammer, H. (2000): Koppelortung für landwirtschaftliche Fahrzeuge auf Basis von Radarsensoren. In: Tagungsband Ortung und Navigation 2000, DGON-Symposium, Freising, 157-166, Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e. V. Bonn
- Voßhenrich, H.-H.; Gattermann, B.; Marquering, J.; Täger-Farny, W.; Spangler, A.; Ortmeier, B.; Sommer, C. (2001): Entwicklung eines Managementsystems für ortsspezifische Bodenbearbeitung. Erste Ergebnisse zu Bodenbearbeitung, Bestellung und Energieverbrauch. In: VDI-Berichte, VDI/MEG-Tagung 2001 in Hannover, 153-162, VDI-Verlag Düsseldorf

