

Produktionskosten und Erträge bei Anwendung alternativer Bodenbearbeitungsstrategien

Univ.-Prof. Dr. Dr. habil. Josef Boxberger, Dr. Gerhard Moitzi, DI Hansjörg Schlichtner, Dr. Helmut Wagentristl, Universität für Bodenkultur, Wien

Das Ziel der Bodenbearbeitung ist die Schaffung einer optimalen Bodenstruktur je nach Standort und Kulturart, die ein ungestörtes Pflanzenwachstum gewährleistet. Der Beseitigung der makroorganischen Substanz für eine sichere Bestellung sowie das Einebnen und Ausformen der Bodenoberfläche sind ebenfalls wichtige Teilziele wie die Stabilisierung und Regenerierung der Bodenstruktur.

Die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug ist ungebrochen das Standardverfahren in Österreich bzw. im gesamten Mitteleuropa. Durch neue technische Weiterentwicklungen bei Drehpflügen und von Traktoren konnte die Qualität und die Flächenleistung beim Pflügen noch verbessert werden. Dabei wird immer noch geschätzt, dass das Pflügen einen „reinen Tisch“ hinterlässt, auf dem sich die Saatbettbereitung und die Saat gut durchführen lassen. Durch die tiefe Bearbeitung werden auch größeren Mengen an Ernterückständen aber auch Unkraut- und Ausfallsamen in den Boden gut eingearbeitet.

Alternativen zur konventionellen Bodenbearbeitung mit dem Pflug sind Verfahren, die auf wendende Bodenbearbeitung verzichten und die Pflanzenrückstände vor der Saat mit einem Grubber einmischen (Mulchsaat) oder bei denen unmittelbar in die Stoppel der Vorfrucht die Zwischenfrucht gesät wird (Direktsaat oder Streifenfrässaat). Diese Verfahren senken wegen des geringeren Arbeits- und Energieeinsatzes die Kosten beträchtlich. Außerdem weisen diese Verfahren eine Reihe von physikalischen und biologischen Vorteilen auf.

Der ursprüngliche Triebfaktor für die Entwicklung der konservierenden Bodenbearbeitung in den 30iger Jahre war die Bodenerosion (extreme Winderosionen in den intensiven Getreideanbaugebieten der Great Plains in den USA). In Österreich wird für die Erosion ein Durchschnittswert von 7 t Erde/ha und Jahr angegeben, die hauptsächlich auf die Steilheit der Flächen und dem hohen Lößanteil im Flachland zurückzuführen sind (BLUM, 2005).

KÖLLER & LINKE (2001) geben folgende Gründe für den Pflugverzicht an:

1. Reduzierung der Bodenerosion
2. Arbeits- und Kosteneinsparung
3. Erhöhung der Flächenleistung und der Arbeitsproduktivität
4. Vermeidung von Schäden der Bodenstruktur

Weitere Vorteile sind die Förderung des Bodenlebens (Schichtung der mikrobiellen Aktivität, höhere Regenwurmdichte), die Verbesserung des Infiltrationsvermögens, die erhöhte Wurzellängendichte und bessere Erschließbarkeit des Unterbodens durch Wurzeln für Wasser und Nährstoffe, die Verhinderung von Verschlammung, die Verminderung des Nitrat- und Pestizidaustrags in Oberflächengewässer und die höhere Tragfähigkeit der Böden.

Andererseits wird befürchtet, dass durch sinkende Erträge und durch den steigenden Unkraut- und Krankheitsdruck (insbesondere einjährige Unkräuter, bodenbürtige Krankheiten wie z. B. *Fusarium*) ein erhöhter Pflanzenschutzmitteleinsatz den

Deckungsbeitrag bei Mulch- und Direktsaat verringert. Zudem erschweren große Mengen an makroorganischer Substanz auf der Oberfläche teilweise die Sätechnik. Als weiterer Nachteil wird der veränderte Bereitstellungszyklus von Stickstoff gesehen.

Konservierende Bodenbearbeitung und Pflanzengesundheit

Trotz der Vorteile für den Bodenschutz finden Verfahren konservierender Bodenbearbeitung nur zögernd Eingang in die Praxis. Hierfür werden vor allem Pflanzenschutzprobleme verantwortlich gemacht, die nach pflugloser Bodenbearbeitung auftreten können. In der Literatur werden Angaben über ein verändertes Auftreten sowohl für Unkräuter als auch pilzliche und tierische Schaderreger gemacht (BRUNOTTE & WAGNER, 2001).

Wie zahlreiche Untersuchungen zeigen, bringt Minimalbodenbearbeitung und Direktsaat ein verstärktes Auftreten von *Fusarium sp.* bei Verbleib der Stoppelreste auf der Bodenoberfläche (KREYE ET AL. 2001).

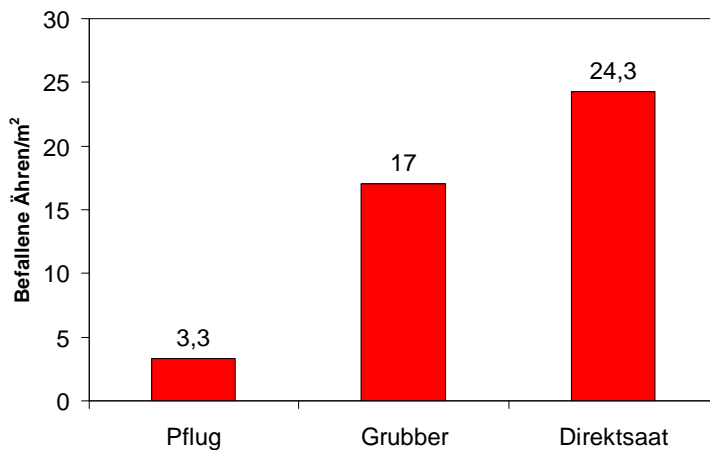


Abb.1: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den *Fusarium*-Befall bei Winterweizen, Vorfrucht Körnermais (KREYE ET AL. 2001)

Neben der *Fusarium*-Problematik können durch die Stoppelreste bzw. Ernterückstände auch gelegentlich die Blattfleckenkrankheit (DTR) gefördert werden. Praxiserfahrungen zeigen, dass die „Bodenruhe“ aufgrund der fehlenden Bearbeitung zur besseren Entwicklung der Regenwurmpopulation führt, wodurch die Rottegeschwindigkeit des Strohs beschleunigt wird. Um das Infektionspotenzial von pilzlichen Schaderregern dadurch schwächen zu können ist eine gleichmäßige Verteilung des kurz gehäckselten Strohs erforderlich (DLG-Mitteilung 12/2004). Gerade bei großen Mähdrescher-Arbeitsbreiten stößt aber die gleichmäßige Verteilung des kurzen Häckselgutes auf physikalische Grenzen.

Physikalischer Bodenschutz – Pflugsohlenbasisverdichtungen

Beim konventionellen Pflügen wird die Pflugsohle mit dem Furchenrad befahren, bei der es zu Pflugsohlenbasisverdichtungen kommt, die vielfach unterschätzt wird. Messungen mit Penetrometer können Pflugsohlenbasisverdichtungen sichtbar machen (Abb. 2).

Bei Messungen des Eindringwiderstandes (gemessen mit Penetrometer) wurde der Anstieg des Eindringwiderstandes im Bereich der Pflugsohle deutlich nachgewiesen. Wie der Vergleich der Herbstmessung zur Frühjahrmessung zeigt, ändert sich zwar

der Verlauf des Eindringwiderstandes im Oberboden. Im Bereich der Pflugsohle (22 und 28 cm) steigt der Eindringwiderstand besonders stark an (Hamedinger, 2004)

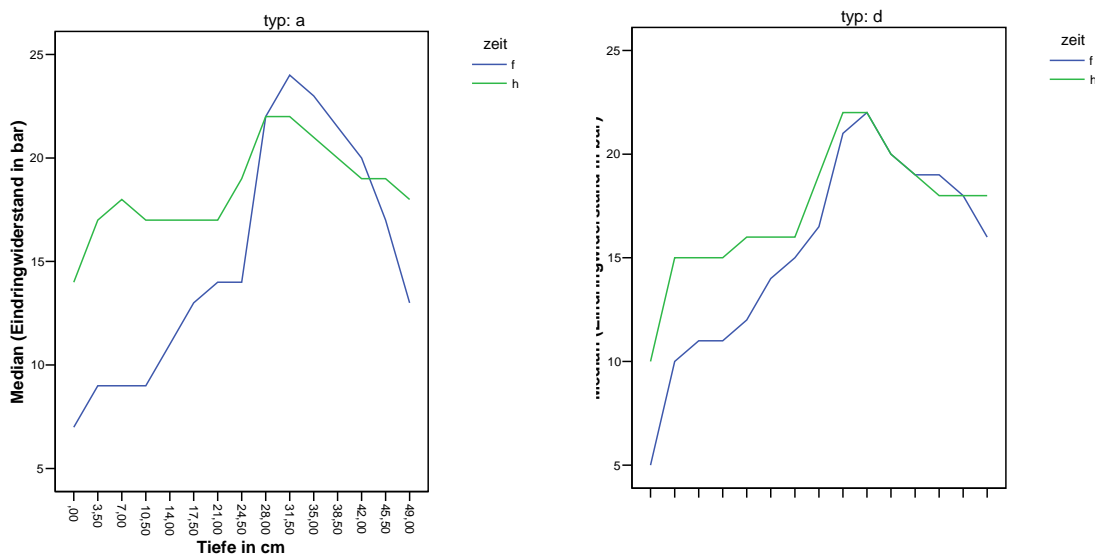


Abb. 2: Visualisierung der Pflugsohlenbasisverdichtung durch Penetrometermessungen; Zuckerrübenernte mit 1-reihig gezogener (links) und 6-reihiger (rechts) Köpfrödebunker; f: Frühjahrsmessung, h: Herbstmessung (Hamedinger, 2004)

Durch eine konservierende Bodenbearbeitung, bei der die Bodenstruktur „konserviert“ wird, wird die Befahrbarkeit verbessert. Des weiteren wird die Druckfortpflanzung in die Tiefe aufgrund der dichteren Lagerung und natürlichen Aggregation vermindert, was wiederum Schadverdichtungen vorbeugt. Die beste Tragfähigkeit von Böden erreicht man durch Direktsaat (Abb. 4).

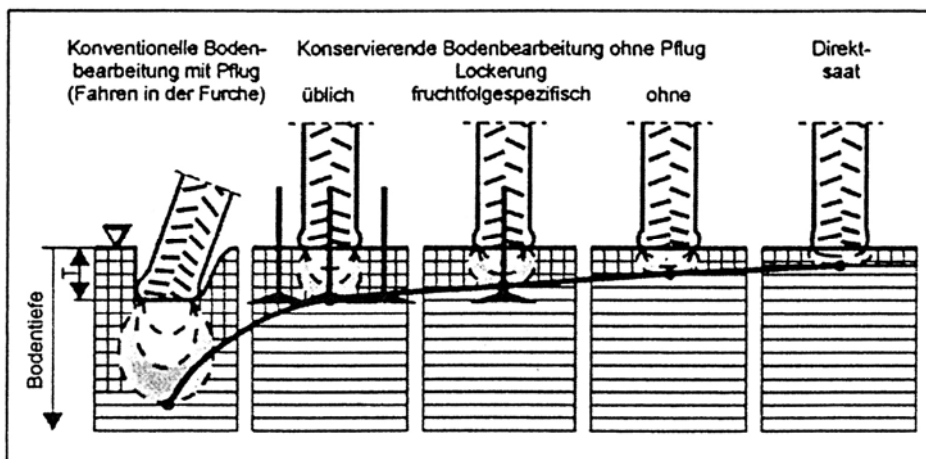


Abb. 4: Verbesserung der Tragfähigkeit des Bodens durch reduzierte Bodenbearbeitung (Sommer et al., 2001)

Kraftstoffverbrauch

Die Grundbodenbearbeitung zeichnet sich je nach Bodenart und Bearbeitungstiefe bzw. -intensität durch einen hohen direkten Energieeinsatz in Form von Diesel aus. Bei einer Bearbeitungstiefe von 1 cm müssen pro Hektar ca. 150 t Erde bewegt werden. In der Abb. 5 ist der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch bei der Bestellung unter Variation der Grundbodenbearbeitung dargestellt.

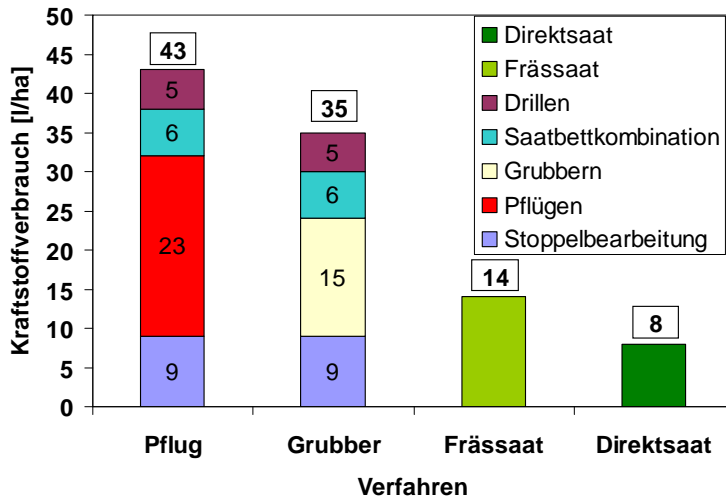


Abb. 5: Kraftstoffverbrauch bei der Bestellung unter Variation der Grundbodenbearbeitung (Datenquelle KTBL, 2002).

Während bei der Pflugvariante der Kraftstoffverbrauch über 40 l/ha beträgt, reduziert sich diese bei Pflügersatz durch den Grubber auf 35 l/ha. Bei Direktsaat sinkt der Verbrauch auf unter 10 l/ha.

Untersuchungen – Mulchsaat bzw. (Mulch-) Direktsaat

In einem gemeinsamen Projekt der Universität für Bodenkultur (Institut für Landtechnik, Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf) und der Firma Pöttinger wurden die Verfahren Konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug, Mulchsaat und (Mulch-) Direktsaat (Tab. 1) auf zwei österreichischen Standorten (Grieskirchen, OÖ, Raasdorf NÖ) im Jahr 2001/2002 untersucht.

Tab.1: Bodenbearbeitungsvarianten

Konventionell	Mulchsaat	(Mulch)-Direktsaat
Stoppelbearbeitung (Grubber)	Stoppelbearbeitung (Grubber)	
Wendende BB (Pflug)	Grubber	
Kombinierte Saat (Kreiselegge+Zahnpackerwalze +Scheibenschardrillmaschine)	Kombinierte Saat: Terrasem mit Kompaktegge	Kombinierte Saat: Terrasem mit Kurzscheibenegge

Bei der Pflugvariante und der Mulchsaat wurde eine Stoppelbearbeitung mit dem Grubber durchgeführt, nicht aber bei der Direktsaat. Die Direktsaat wurde im Versuch

mit einer Mulchsaatmaschine (Abb. 6) durchgeführt, weswegen die Variante als (Mulch)-Direktsaat bezeichnet wird.



Abb. 6: Mulchsaatmaschine Terrasem von Pöttinger; rechts Säelement (Einscheibenschar kombiniert mit Schleppschar).

Auswirkungen auf den Winterweizenertrag

Die Erträge bei Winterweizen lagen beim Trockenstandort Raasdorf bei Mulchsaat und Mulch-Direktsaat ca. 10 % über der Pflugvariante (Ausnahme Mulch-Direktsaat und Vorfrucht Körnermais; - 2 %). Am Standort Grieskirchen schwanken die Erträge bei Mulchsaat und Mulch-Direktsaat gegenüber der Pflugvariante zwischen -19 % und +9 %.

Auswirkungen auf die Arbeitserledigungskosten

In der Abb. 7 sind die Maschinengesamtkosten und der Arbeitszeitbedarf für den den Anbau von Winterweizen anhand der ÖKL-Richtwerte für Maschinenselbstkosten, 2005, kalkuliert.

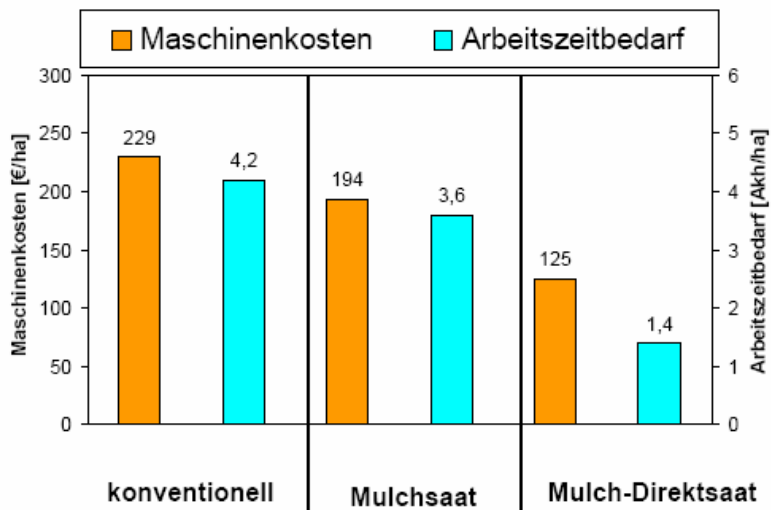


Abb. 7: Maschinenkosten und Arbeitszeitbedarf beim Anbau von Winterweizen (Datenquelle: ÖKL-Richtwerte für Maschinenselbstkosten, 2005)

Während die Maschinenkosten beim Anbau bei der konventionellen Bearbeitung mit Pflug bei ca. 230 €/ha liegen, sinken sie bei Mulchsaat auf unter 200 €/ha und bei Mulchdirektsaat auf 125 €/ha. Bei der Mulchdirektsaat kann der Arbeitszeitbedarf gegenüber der Pflugvariante um 67 % gesenkt werden.

Deckungsbeitragseffekte

Um die Auswirkungen der beiden Anbauverfahren (Mulchsaat und Mulch-Direktsaat) auf den Deckungsbeitrag zu berechnen wurde ein einheitlicher Weizenertrag von 55 dt/ha beim konventionellen Verfahren unterstellt. Die prozentuellen Ertragsdifferenzen bei der Mulchsaat und Mulchdirektsaat auf den beiden Standorten sind Durchschnittswerte, welche im Jahr 2002 im Versuch festgestellt wurden.

Tab.2: Deckungsbeitragseffekte bei Anwendung alternativer Anbautechnik in Grieskirchen (OO) und Raasdorf (NÖ).

		Konventionell		Mulchsaat		Mulch-Direktsaat	
		Griesk.	Raasd.	Griesk.	Raasd.	Griesk.	Raasd.
Variable Maschinenkosten*	[€/ha]	96	96	84	84	45	45
Fixkosten Maschinen*	[€/ha]	133	133	110	110	80	80
Ertrag	[dt/ha]	55	55	53 (- 3,5 %)	60,5 (+ 10 %)	52,3 (- 5%)	58,8 (+ 5 %)
Produkterlös	[€/ha]	607	607	583	666	575	647
„Deckungsbeitrag“	[€/ha]	511	511	499	582	530	602
DB-Veränderung	€/ha (%)			- 12 (- 2,3)	+ 71 (+ 13,9)	+ 19 (+ 3,7)	+ 91 (+ 17,8)

*: Datenquelle: ÖKL-Richtwerte für Maschinenselbstkosten, 2005

Die Ergebnisse zeigen, dass bei den unterstellten Annahmen am Trockenstandort Raasdorf sich der Deckungsbeitrag um 71 bzw. 91 €/ha erhöhte. Auf dem humiden Standort Grieskirchen reduziert sich der Deckungsbeitrag bei Mulchsaat gegenüber der Pflugvariante um 12 €/ha. Bei Mulch-Direktsaat stieg der Deckungsbeitrag maschinenkostenbedingt um 19 €/ha, obwohl der Weizenertrag um durchschnittlich 5 % geringer war.

Vergleich zu anderen Untersuchungen

Die Ergebnisse aus dem Versuch decken sich weitgehend mit den Ergebnissen anderer Versuchsansteller. TEBRÜGGE & BÖHRNSEN (1992) geben an, dass die Erträge bei Direktsaatverfahren durchaus mit der konventionellen Bodenbearbeitung vergleichbar sind. Mindererträge bei Minimalbodenbearbeitung sind auf tonigen, feuchten Standorten, auf verdichteten Böden, nach ungeeigneten Vorfrüchten bzw. ungeeigneter Fruchtfolge zu erwarten (KAHNT, 1995). Die Minimalbodenbearbeitung verringert die Arbeitserledigungskosten, folglich besteht bei annähernd gleichen Erträgen ein Einsparungspotenzial bei Mulchsaat von 50 – 80 €/ha (HOLLMANN, 2004). Die Minimalbodenbearbeitung bedingt aufwändige, teure Sätechnik, die ausgelastet werden muss.

Zusammenfassung:

Mit der Mulchsaat und Direktsaat stehen den Landwirten alternative Anbauverfahren zur Verfügung bei denen die Arbeitserledigungskosten beim Anbau beträchtlich reduziert werden können. Die zahlreichen bodenökologischen Vorteile leisten einen wertvollen Beitrag zum umfassenden Bodenschutz. Mulch- bzw. Direktsaat führen aber unter bestimmten standörtlichen Bedingungen zu neuen

Pflanzenschutzprobleme. Die Anwendung der Mulch- und Direktsaat erfordert eine Anpassungs- und Umstellungsphase sowie gute pflanzenbauliche und landtechnische Kenntnisse des Landwirts und seiner Berater. Sie kann deshalb als „Hohe Schule der Anbautechnik“ gesehen werden.

Literatur:

BLUM, W.E.H: mündliche Mitteilung, 2005

BRUNOTTE J. & M. WAGNER: Bodenschutz und Kosteneinsparung. KTBL-Schrift 398, 2001.

HAMEDINGER P.: Beurteilung der Druckbelastung auf den Boden durch unterschiedliche Ernteverfahren bei der Zuckerrübenernte, Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Landtechnik, 2004

HOLLMANN F.: Trauen Sie sich Mulchsaat zu !?. DLG-Mitteilungen 12/2004.

KAHNT, G.: Minimalbodenbearbeitung. Ulmer Verlag, 1995.

KÖLLER K.H. & C. LINKE, 2001: Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug, DLG-Verlag, 2001

KREYE H., V. GARBE M. SIEVERT: Pflanzenschutz bei Pflugverzicht. DLZ 7/2001

SCHLICHTNER, H.: Untersuchungen über Wirkungsweisen von konventionellen und konservierenden Verfahrenstechniken im Marktfruchtbau. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Landtechnik, 2003

TEBRÜGGE & BÖHRNSEN: Direktsaat/No-tillage. In: Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. KTBL-Arbeitspapier 190, 1992