

# **Einfluss konservierender Bodenbearbeitungsverfahren auf den Wasser- und Stoffhaushalt landwirtschaftlich genutzter Flächen**

Olaf Nitzsche, Michael Zimmermann, Walther Schmidt

## **1 Einleitung**

Die diffuse Belastung der Elbe durch Sediment- und Nährstoffeinträge wird durch die Ab- und Austräge landwirtschaftlich genutzter Flächen mitverursacht. Da die Fläche des Freistaates Sachsen zu ca. 95 % direkt oder indirekt in die Elbe entwässert, kommt einer boden- und gewässerschonenden Landbewirtschaftung insbesondere im Hinblick auf eine Entlastung der Elbe eine große Bedeutung zu.

Eine Möglichkeit zur Reduzierung von Boden- und Nährstoffabtrag von landwirtschaftlichen Flächen stellt eine konsequente Anwendung konservierender - d.h. pflugloser - Bodenbearbeitungssysteme in Verbindung mit Mulchsaat dar (KTBL 1998). Die Anwendung dieser Verfahren kann auf der Fläche zu einer Erhöhung der Wasserinfiltration in den Boden und damit zu einem reduzierten oberflächlichen Abfluss und Bodenabtrag führen (Ehlers 1996). Durch eine Erhöhung der Aggregatstabilität bei nichtwendender Bodenbearbeitung sinkt die Verschlammungsanfälligkeit insbesondere bei Lössböden und die Regenverdaulichkeit steigt. Die sichere Vorhersage der Wirkung einzelner Bodenbearbeitungsgänge im System der dauerhaft konservierenden Wirtschaftsweise auf die Wasserinfiltration, die Aggregatstabilität und damit auf die Erosionsgefährdung sowie auf bodenhydrologische Parameter wie z.B. die Grundwasserneubildung ist bisher allerdings nur begrenzt möglich.

Das Interesse der landwirtschaftlichen Praxis an konservierenden Bestellverfahren ist groß, da diese Verfahren neben ihren Wirkungen hinsichtlich des Boden- und Gewässerschutzes auch eine erhöhte Schlagkraft und Einsparungen an Maschinen-, Energie- und Arbeitskosten ermöglichen.

Diese neuartigen Bodenbearbeitungsverfahren erfordern jedoch Anpassungen der acker- und pflanzenbaulichen Systeme und stellen sehr hohe Anforderungen an die Kenntnisse und Erfahrungen der Bearbeiter. Bei der Umsetzung dieser Verfahren in die landwirtschaftliche Praxis gilt es, die veränderten Systemansprüche und Besonderheiten zu benennen und zu vermitteln. Gezielte Beratung und die Präsentation funktionierender Anbausysteme kann dazu beitragen, die Vorbehalte, die in der Praxis gegenüber diesen Bestellverfahren bestehen, zu überwinden. Dies fordert die Kenntnis von Managementsystemen für die veränderten Bestellverfahren. In diesem Bereich sind die Erfahrungen jedoch noch gering, so dass einer breiten Umsetzung dieser neuartigen Bestellverfahren die Erarbeitung konkreter Handlungsempfehlungen vorausgehen muss.

In Großparzellenversuchen auf Praxisflächen werden daher verschiedene Bodenbearbeitungssysteme hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf bodenphysikalische, bodenhydrologische und bodenchemische Parameter verglichen. Die Erhebung acker- und pflanzenbaulicher Parameter und ergänzende Versuche zu speziellen Problemen konservierender Bestellverfahren schaffen, in Verbindung mit den Erfahrungen der beteiligten Landwirte, die Grundlage für Akzeptanz fördernde Handlungsempfehlungen zur Beherrschung der neuartigen Bestellverfahren.

## **2 Standorte und Methoden**

Die Versuche werden an fünf Standorten in drei repräsentativen geografischen Räumen des sächsischen Elbeeinzugsgebietes (Osterzgebirge, Sächsisches Lösshügelland und Leipziger Tieflandsbucht) durchgeführt. An allen Standorten wird jeweils eine konventionelle Pflugvariante mit mindestens einer konservierend bearbeiteten und in Mulchsaat bestellten Fläche verglichen. An einzelnen Standorten werden ergänzend Direktsaat- bzw. modifizierte Mulchsaatvarianten untersucht.

Die folgende Ergebnisdarstellung beschränkt sich beispielhaft auf eine Versuchsfläche im Mittelsächsischen Lösshügelland, auf der im Jahr 1992 von der Südzucker AG (GB Landwirtschaft) ein Bodenbearbeitungsversuch angelegt worden ist, der für die Versuchsanstellung zur Verfügung gestellt wurde. In einer Zuckerrübenfruchtfolge werden drei Bodenbearbeitungsvarianten (Pflug, Direktsaat,

Mulchsaat) untersucht. In der Variante Pflug wird der Boden jährlich bis in eine Tiefe von ca. 30 cm gewendet. Die Variante Mulchsaat zeichnet sich durch eine flach mischende Bearbeitung (max. 10 cm) aus. In der Variante Direktsaat wird auf jede Bodenbearbeitung verzichtet (Becker et al. 1996). Die Parzellen haben eine Breite von 96 m und eine Länge von 600 bis 1000 m.

Innerhalb der drei Großparzellen wurde hangparallel im Bereich des Mittelhanges, in unmittelbarer Nähe der Messparzellen für die Bodenfeuchteuntersuchungen, jeweils eine Profilgrube angelegt, um den Boden zu charakterisieren. Aus den Profilgruben wurden in 5 Tiefenstufen Stechzylinderproben für bodenphysikalische Erhebungen (Trockenraumdichte, Porengrößenverteilung, gesättigte Wasserleitfähigkeit, Luftleitfähigkeit) entnommen. Zur Erfassung der Durchwurzelungsintensität wurde in den Gruben mit Hilfe der Profilwandmethode die Wurzellängendichte erhoben (Böhm 1978). Zusätzlich erfolgte die Entnahme von Bodenmonolithen zur Bestimmung der Durchwurzelungsintensität.

In den Messparzellen für die Bodenfeuchteuntersuchungen wurden jeweils drei TDR-Rohre (0 bis 80 cm Tiefe) und Tensiometer in sechs Tiefenstufen (15, 30, 60, 80, 100 und 130 cm) und vier Wiederholungen eingebaut. Die Messung erfolgte ab der Zuckerrübenaussaat bis zur Ernte wöchentlich.

Um den Einfluss der drei Bodenbearbeitungsvarianten auf die Wasserinfiltration und die Bodenerosion zu ermitteln, wurde am 01.06.99 in allen Bodenbearbeitungsvarianten eine Beregnung von 42 mm in einer Stunde mit einer Kleinberegnungsanlage (1 m<sup>2</sup>) durchgeführt. Der Kulturdeckungsgrad betrug 20% .

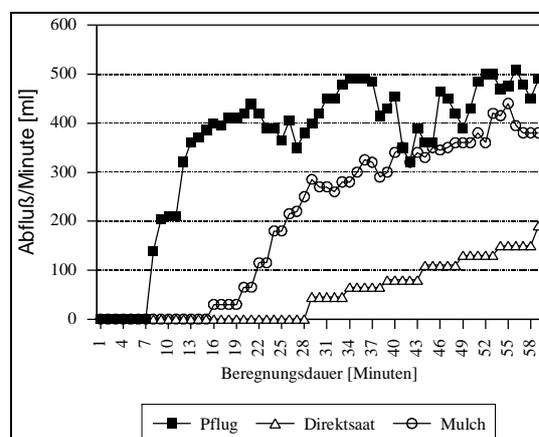
Die Erfassung des Feldaufganges, des Mulchauflagegrades, der Bodentemperatur und regelmäßige Unkraut- und Krankheitsbonituren wurden ebenfalls durchgeführt und durch eine Ertrags- und Qualitätserfassung der Zuckerrüben ergänzt. Ergebnisse hierzu liegen jedoch noch nicht vor.

### 3 Ergebnisse

Bei dem Bodentyp am Versuchsstandort handelt es sich um einen Parabraunerde-Pseudogley aus tiefgründigem Löss. Im Bereich der Messparzellen stellt sich der Boden homogen dar; die Bodenart ist Ut3 bis Ut4 (Tab. 1).

Die Beregnung mit 42 mm Niederschlag (entsp. 700 ml/Min\*m<sup>2</sup>) ergab deutliche Unterschiede hinsichtlich des oberflächlichen Wasserabflusses (Abb. 1), der Wasserinfiltration und der Bodenerosion (Tab. 2) in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem. In der Variante Pflug verschlammte der Boden bereits in den ersten Minuten und nach 7 Minuten setzte der oberflächliche Wasserabfluss ein, der sich ab der 13. Minute auf einen Wert zwischen 400 und 500 ml/Min. einpendelte. In der Variante Mulch kam es erst ab der 15. Minute zu einem Abfluss und in der Variante Direktsaat sogar erst nach 28 Minuten. Die Zunahme des Abflusses verlief in den beiden ungepflügten Varianten langsamer als in der Variante Pflug. Dies wirkte sich deutlich auf die Infiltrationsrate und den Bodenabtrag aus. In der Variante Pflug erreichte der Bodenabtrag etwa den 10-fachen Wert der Variante Direktsaat (Tab. 2).

Die Erfassung der Strohmulchauflage ergab in der Variante Direktsaat am 07. April 1999 einen Wert von 83,5 %, in der Variante Mulch 69,9 % und in der Variante Pflug 1,2 %.



**Abb. 1.** Wasserabfluss bei Starkregensimulation in drei Bodenbearbeitungsvarianten (Hangneigung: 8 %)

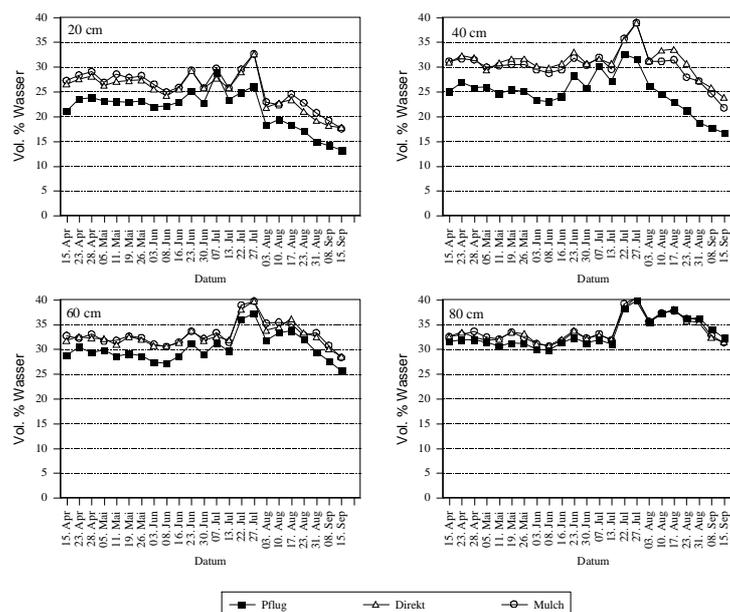
**Tab. 1.** Bodenart (nach KA 4) in den Bodenbearbeitungsparzellen

Variante	Pflug	Mulch	Direkt
0-30 cm	Ut3	Ut4	Ut4
30-40 cm	Ut3	Ut4	Ut4
40-60 cm	Ut4	Ut4	Ut4
60-90 cm	Ut4	Ut4	Ut4

**Tab. 2.** Infiltrationsrate und Bodenabtrag bei Starkregensimulation in drei Bodenbearbeitungsvarianten (Hangneigung: 8 %)

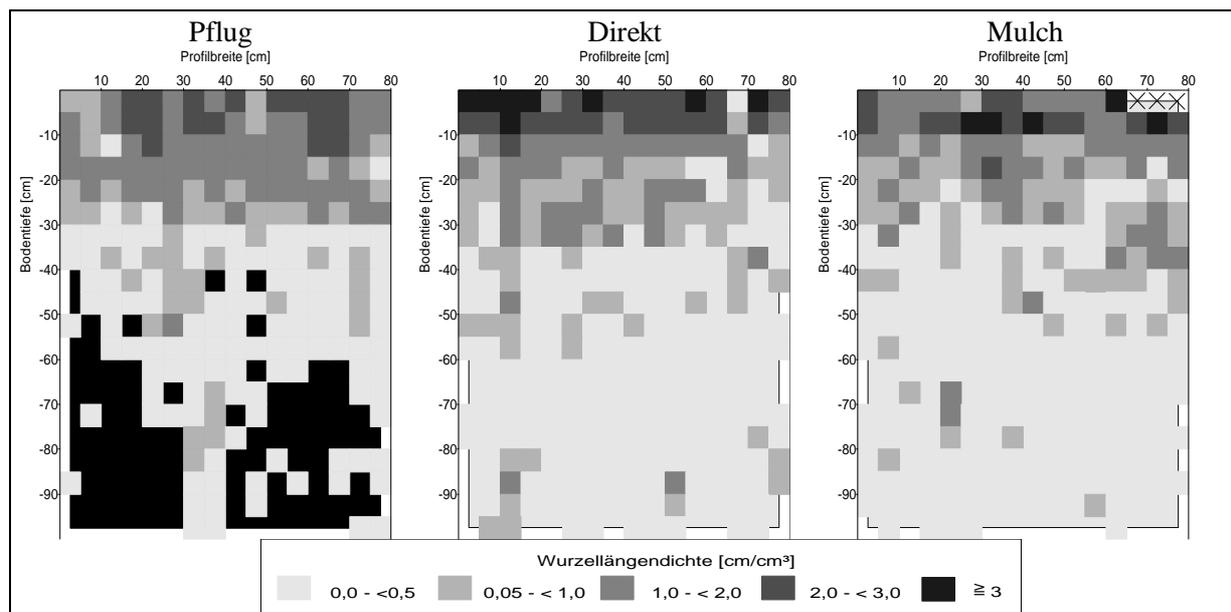
Variante	Pflug	Mulch	Direkt
Infiltrationsrate (%)	49,4	70,9	92,4
Bodenabtrag (g/m <sup>2</sup> )	317,6	137,5	33,7

Die Bodenfeuchtemessungen wiesen schon kurz nach der Rübenaussaat (08.04.99) einen niedrigeren Wassergehalt in der Variante Pflug im Vergleich zu den beiden nichtgepflügten Varianten aus (Abb. 2). Diese Differenzierung lässt sich bis zum 07.07. verfolgen. Nach starken Niederschlägen im Juni und Juli glichen sich die Varianten dann bei hohem Wassergehalt bis in die oberen Bodenschichten an. Ab dem 13.07. ist der Wassergehalt in der Variante Pflug bis in 60 cm Tiefe wieder geringer. Erst in der Tiefe von 80 cm ergibt sich im Verlauf weiterer Austrocknung des Bodens (Sept. 99) ein tendenziell höherer Wassergehalt in der Variante Pflug. Dies wird durch die Ergebnisse von Tensiometermessungen bis in 130 cm Tiefe bestätigt (Daten nicht dargestellt).



**Abb. 2.** Bodenwassergehalt in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung in den Bodentiefen 20, 40, 60 und 80 cm (Messmethode: TDR)

Die Erfassung der Durchwurzelungsintensität (Abb. 3) ergab für die Varianten Mulchsaat und Direktsaat eine stärkere Durchwurzelung des Bodens von 0 bis 10 cm Tiefe. Zwischen 10 und 30 cm Tiefe war der Boden in der Variante Pflug stärker durchwurzelt. Im Bereich der Pflugsohle zeigte sich bei der Variante Pflug eine deutliche Abnahme der Durchwurzelungsintensität, während in den beiden nicht gepflügten Varianten keine klare Grenzschicht zu erkennen ist. Insbesondere ab einer Tiefe von 60 cm war die Durchwurzelungsintensität in den Varianten Mulchsaat und Direktsaat deutlich höher als in der Pflugvariante. Im Unterboden wurden die Wurzeln vorwiegend in Regenwurmröhren gefunden, die in den nicht gepflügten Varianten in größerem Umfang vorhanden waren.



**Abb. 3.** Durchwurzelungsintensität in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Profilwandmethode)

Die Zuckerrüben in der Variante Direktsaat entwickelten sich langsamer und lückiger als in den beiden anderen Varianten. Ergebnisse zum Ertrag und zur Qualität der Rüben sind noch nicht verfügbar. Die Krankheits- und Schädlingsbonitur (*Cercospora beticola*, *Ramularia beticola*, *Phoma betae*, Blattläuse) ergab keine Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten. In der Direktsaatvariante war ein erhöhter Distel- und Ausfallgerstenbesatz zu verzeichnen.

#### 4 Diskussion

Die Ergebnisse des Beregnungsversuches bestätigen Erhebungen von Schmidt et al. (1997), die mit einer Großberegnungsanlage (44 m<sup>2</sup>, 40 mm Niederschlag) durchgeführt wurden. Eine Mulchsaat ohne Saatbettbereitung verhinderte den Bodenabtrag. Mit zunehmender Bodenbearbeitungsintensität (Anzahl Arbeitsgänge zur Saatbettbereitung) sank die Infiltrationsrate und nahm die Bodenerosion zu. Der höchste Abtrag und die geringste Infiltrationsrate war in der Variante Pflug zu verzeichnen.

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt lassen noch keine eindeutigen Schlüsse zu, da einerseits noch einzelne Parameter fehlen (z.B. Porenverteilung, gesättigte Leitfähigkeit, Aggregatstabilität, Rübenenertrag) und es sich andererseits lediglich um einjährige Ergebnisse handelt. Das Jahr 1999 war im Untersuchungsgebiet durch sehr hohe Niederschläge im Juni und Juli und eine sehr trockene Zeitspanne im August und September gekennzeichnet. Ein Vorteil der konservierenden Bodenbearbeitung wird in der Schonung des Bodenwasservorrates gesehen (KTBL 1998, Ehlers 1996). Auf Grund des reichlichen Niederschlagsangebotes und der hohen Speicherkapazität des Versuchsstandortes wurde dieser Vorteil 1999 erst spät wirksam (September), konnte aber augenscheinlich die Ertragsbildung nicht mehr beeinflussen. Der geringere Wassergehalt in der Variante Pflug bis zu einer Tiefe von 60 cm kann möglicherweise auf einen verstärkten kapillaren Aufstieg und eine dadurch erhöhte Evaporation und eine auf Grund erhöhter Verschlammungsneigung reduzierte Infiltration zurückgeführt werden. In größeren Bodentiefen (ab 80 cm) war im Verlauf der Trockenphase im August und September ein leicht höherer Wassergehalt in der Pflugvariante zu beobachten. Die Ursache könnte in einer stärkeren Durchwurzelung des Unterbodens in den nicht gepflügten Varianten und einem dadurch möglicherweise erhöhten Wasserentzug gesehen werden.

Die acker- und pflanzenbauliche Bewertung der Versuchspartellen zeigt einen deutlichen Abfall der Direktsaat-Variante auf Grund des geringeren Feldaufganges, der verzögerten Entwicklung und größerer Probleme mit Unkräutern und -gräsern. Die Varianten Mulchsaat und Pflug unterschieden sich nur

geringfügig in der Bestandesdichte und der Verunkrautung, ein anhaltender Entwicklungsrückstand in der Mulchsaat-Variante war nicht zu erkennen. Dies bestätigen auch an verschiedenen Standorten in Deutschland erarbeitete Untersuchungsergebnisse der Südzucker AG (Becker et al. 1996).

Die vorab am Beispiel Zuckerrüben dargestellten Untersuchungen wurden 1999 auch zu Mais und Winterweizen durchgeführt. Sie werden im verbleibenden Projektzeitraum durch Untersuchungen zu Triticale, Sommer- und Wintergerste, Sommer- und Winterweizen und Winterraps an den verschiedenen Untersuchungsstandorten ergänzt. Die dabei erzielten Ergebnisse bilden eine Grundlage für die Beratungsempfehlungen für Landwirte in Sachsen im Sinne der umfassenden Anwendung erosionsmindernder Anbauverfahren.

## **Literatur**

- Becker, C., Miller, H., Koch, H.-J. (1996) Pfluglose Bodenbearbeitung zu Zuckerrüben - pflanzenbauliche und ökonomische Ergebnisse einer Versuchsserie auf Großparzellen. Zuckerindustrie 121 (8), 609-615
- Böhm, W. (1978) Die Bestimmung des Wurzelsystems am natürlichen Standort. Kali-Briefe (Büntehof), 14(2), 91-101
- Ehlers, W. (1996) Wasser in Boden und Pflanze. Stuttgart, Ulmer
- KTBL (1998) Bodenbearbeitung und Bodenschutz; Schlußfolgerungen für die gute fachliche Praxis; Hrsg.: KTBL, Darmstadt, Arbeitspapier 266
- Schmidt, W., Michael, A., Schmidt, J. (1997) Ergebnisse von Bodenabtragsmessungen auf konservierend bestellten Ackerflächen als Beratungsgrundlage für wassererosionsmindernde Anbauverfahren in Sachsen. VDLUFA-Schriftenreihe 46, 675-678