

## **Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft**

Fachbereich 4 Pflanzliche Erzeugung Referat 42 Bodenkultur

04159 Leipzig, Gustav-Kühn-Str. 8

Internet: <http://www.boden.sachsen.de>

---

Bearbeiter: Dr. Walter Schmidt

E-Mail: [Walter.Schmidt@smul.sachsen.de](mailto:Walter.Schmidt@smul.sachsen.de)

Tel.: 0341-9174 116 Fax: 0341-9174 111

# **Auswirkungen einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung auf den Bodenschutz**

## **1 Einführung**

Durch Umstellung der konventionellen auf konservierende Bodenbearbeitung kann mit Veränderungen von Bodenparametern gerechnet werden, die sich auf Infiltration und Erosion auswirken (siehe auch konservierende Bodenbearbeitung).

Dabei ist die Wirkung der häufig angewandten einjährig konservierenden Bodenbearbeitung gegenüber einer mehrjährigen konservierenden Bodenbearbeitung umstritten.

Deshalb wurden Ergebnisse von Versuchen ausgewertet, um Auswirkungen einer einjährig konservierenden Bodenbearbeitung und einer mehrjährigen konservierenden Bodenbearbeitung auf Veränderungen infiltrationsbeeinflussender Bodenparameter, Infiltration und Bodenabtrag im Vergleich zur konventionellen Bearbeitung aufzuzeigen.

## **2 Standort und Methodik**

Die Untersuchungen erfolgten auf Bodenbearbeitungsversuchen im sächsischen Lößgebiet. Bei Anlage der Bodenbearbeitungsversuche wurden nebeneinander konventionelle und konservierende Bodenbearbeitungsvarianten angelegt. Im Zeitraum von März 2000 bis Juni 2001 wurden auf diesen Bodenbearbeitungsversuchen zwischen den Varianten vergleichende Beregnungsversuche (Niederschlagsintensität  $1,9\text{mm min}^{-1}$ , Dauer 20 min) mit einer Kleinberegnungsanlage (siehe Messmethoden) durchgeführt und Veränderungen folgender infiltrationsbeeinflussender Bodenparameter erfasst:

Parameter zur Verschlammungsanfälligkeit der Oberfläche (Bodenbedeckung, Organische Substanz in oberster Bodenschicht, Anteil wasserstabiler Aggregate)

Parameter zur Bodenphysik der Unterkrume, dem nicht mehr regelmäßig bearbeiteten Tiefenbereich der Krume (Trockenrohdichte, gesättigte Wasserleitfähigkeit)

(Makroporenkontinuität)

Infiltration (Gesamtinfiltration, Oberflächenabflussbeginn, Endinfiltrationsrate)

Bodenabtrag

Um Veränderungen zwischen der ein- (8 vergleichende Untersuchungen) bzw. mehrjährigen konservierenden (20 vergleichende Untersuchungen) und konventionellen Bodenbearbeitung zu ermitteln, wurden für die einzelnen Parameter Differenzen gepaarter Beobachtungen (konservierend-konventionell) gebildet. Für die Differenzen des jeweiligen Parameters wurde der Median und der dazugehörige 90 % Vertrauensbereich Konfidenzintervall berechnet. Dieses Konfidenzintervall gibt den Bereich an, um den sich der betreffende Parameter im Mittel (Median) verschiebt, wenn von konventioneller auf entweder einjährig oder mehrjährig konservierende Bearbeitung umgestellt wird.

Median und dazugehörige Vertrauensbereiche werden im Folgenden für die einzelnen Parameter vergleichend für die Versuche „einjährig konservierend“ vs. „konventionell“ und „mehrjährig konservierend“ vs. „konventionell“ dargestellt.

### 3.1 Ergebnisse - Verschlammungsanfälligkeit

#### Bodenbedeckung

Die Abbildung 1 zeigt die Mediane und die dazugehörigen Vertrauensbereiche der Bodenbedeckung. Gegenüber der konventionellen Bodenbearbeitung nimmt sowohl bei einjähriger als auch bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung die Bodenbedeckung zu.

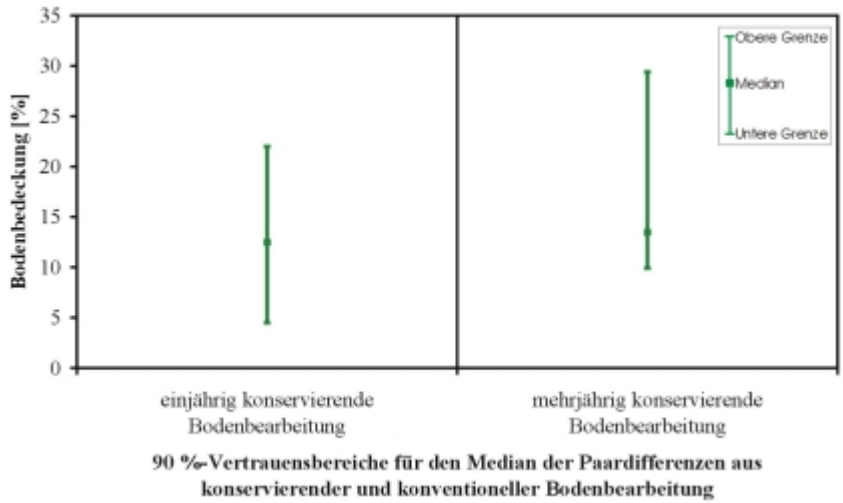


Abb. 1: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"-"konventionell" und "mehrjährig konservierend"-"konventionell") zur Bodenbedeckung

#### Organische Substanz

Bei einjähriger konservierender Bodenbearbeitung wurden keine erhöhten Gehalte an organischer Substanz nachgewiesen (Abb. 2), da der Median 0 beträgt und die untere Grenze des Vertrauensbereiches im negativen bzw. die obere Grenze im positiven Bereich liegt. Dagegen nehmen die Gehalte an organischer Substanz bei mehrjähriger konservierender Bearbeitung zu.

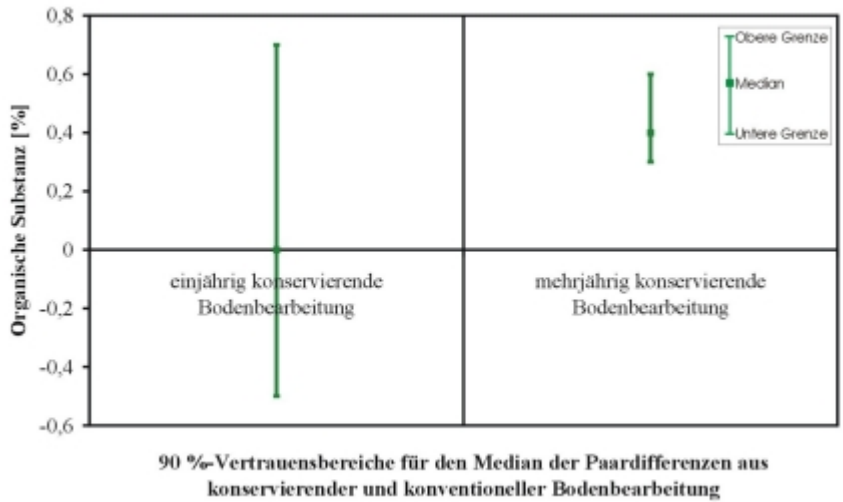


Abb. 2: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"-"konventionell" und "mehrjährig konservierend"-"konventionell") zur organischen Substanz in oberster Bodenschicht

### Aggregatstabilität

Auch wenn im Median bei einjähriger konservierender Bearbeitung eine höhere Aggregatstabilität festgestellt wurde, so ist doch die untere Grenze des Vertrauensbereiches bereits negativ. Nur bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung tritt demzufolge eine signifikante Zunahme der Aggregatstabilität auf, da der gesamte Vertrauensbereich des Medians positiv ist (Abb. 3).

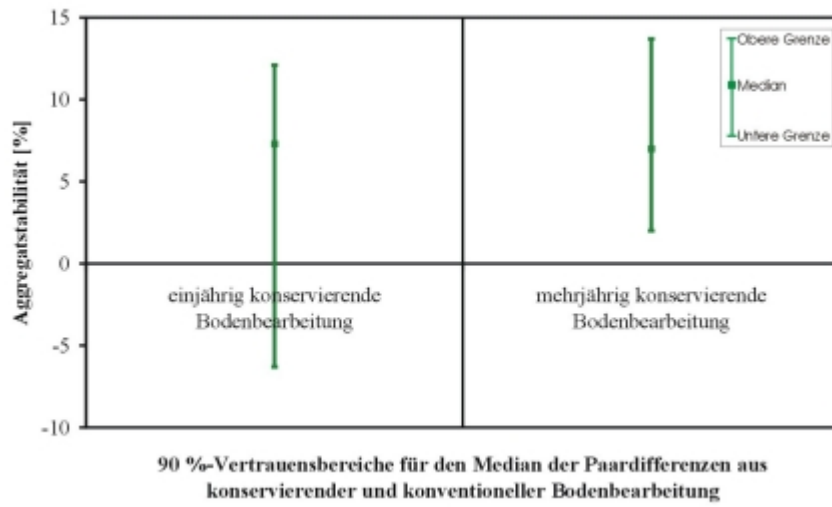


Abb. 3: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zur Aggregatstabilität in oberster Bodenschicht

### 3.2 Ergebnisse - Bodenphysik Unterkrume

#### Trockenrohdichte

Auch wenn der Median und die obere Grenze des Vertrauensbereiches die Tendenz zu einer höheren Trockenrohdichte bereits bei einer einjährigen konservierenden Bearbeitung aufzeigt, so ist doch die untere Grenze des Vertrauensbereiches noch negativ. Nur bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung tritt demzufolge eine signifikante Zunahme der Trockenrohdichte auf, da der gesamte Vertrauensbereich des Medians positiv ist (Abb. 4).

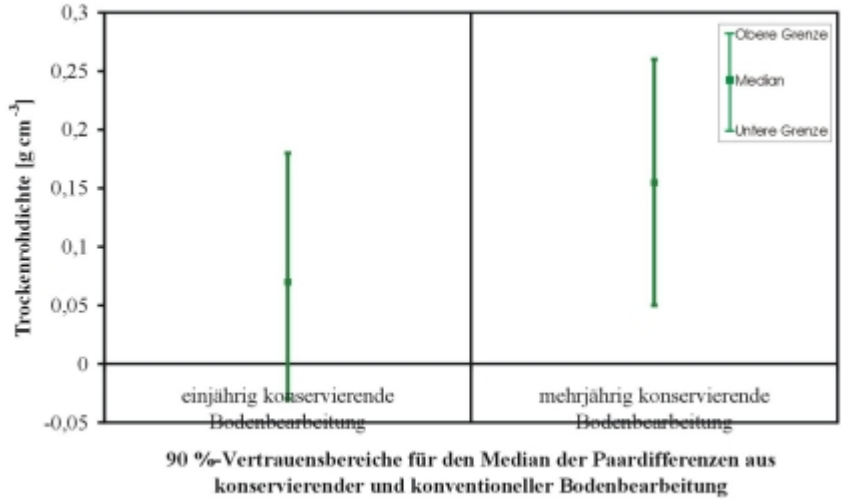


Abb. 4: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zur Trockenrohdichte in Unterkrume

#### Gesättigte Wasserleitfähigkeit

Bei einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung nimmt die Wasserleitfähigkeit signifikant ab. Der gesamte Vertrauensbereich des Medians liegt im negativen Bereich (Abb. 5). Auch bei mehrjähriger konservierender Bearbeitung ist die Tendenz zur Abnahme der Wasserleitfähigkeit zu erkennen. Die obere Grenze des Vertrauensbereiches liegt jedoch im positiven Bereich (Abb. 5), ein Indiz dafür, dass die dichter lagernde Unterkrume Makroporen enthält.

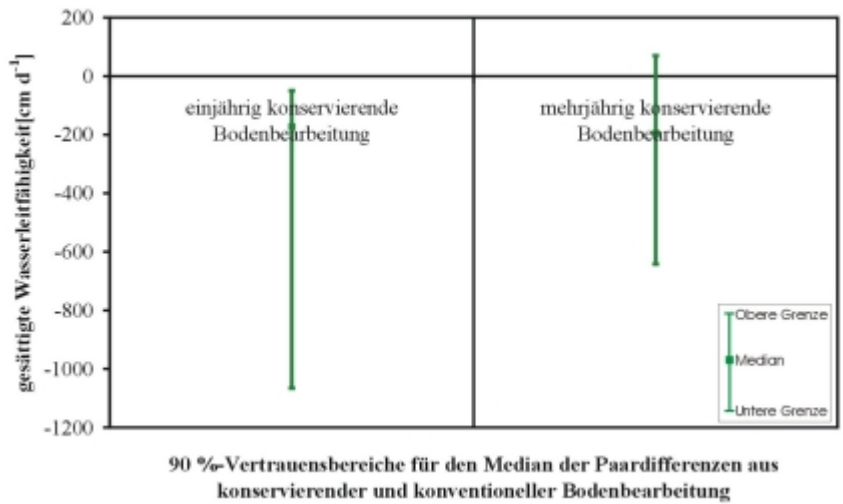


Abb. 5: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zur gesättigten Wasserleitfähigkeit in Unterkrume

### 3.3 Ergebnisse - Infiltration

#### Gesamtinfiltration

Bei einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung ist die Infiltration im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung nicht größer. Der Median liegt nahe dem Wert 0 und die untere Grenze des Vertrauensbereiches ist negativ bei gleichzeitig positivem Wert der oberen Grenze (Abb. 6). Dagegen findet eine höhere Infiltration bei einer mehrjährig konservierenden Bodenbearbeitung statt. Der gesamte Vertrauensbereich des Medians ist positiv (Abb. 6).

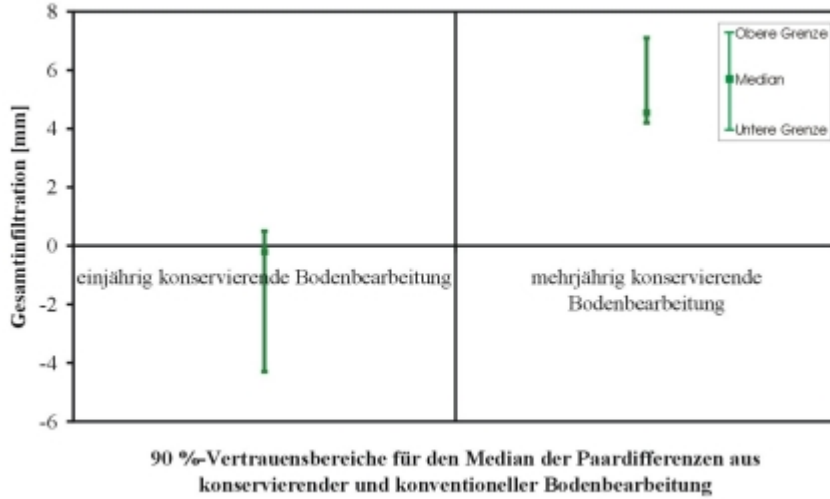


Abb. 6: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zur Gesamtinfiltration

#### Oberflächenabflussbeginn

Bei einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung findet auch kein verzögerter Oberflächenabflussbeginn im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung statt, da die untere Grenze des Vertrauensbereiches negativ und die obere Grenze positiv ist (Abb. 7). Dagegen tritt ein zeitlich verzögerter Oberflächenabflussbeginn bei einer mehrjährig konservierenden Bodenbearbeitung auf. Der gesamte Vertrauensbereich des Medians ist positiv (Abb. 7).

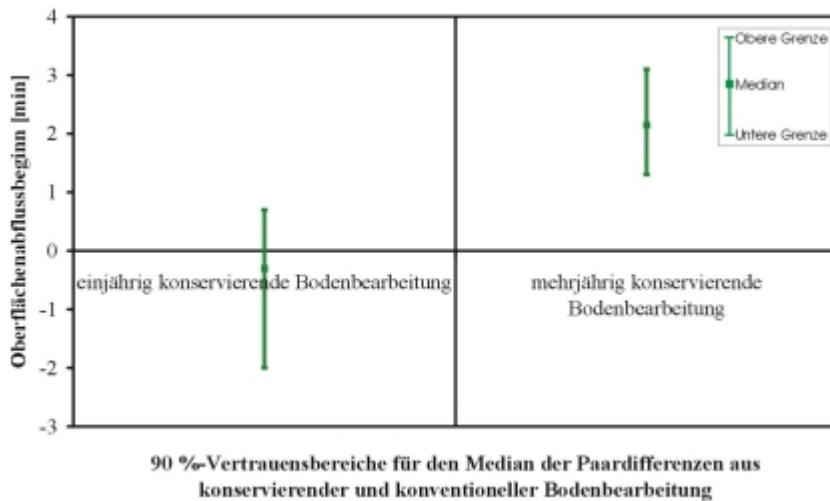


Abb. 7: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zum Oberflächenabflussbeginn

## Endinfiltrationsrate

Bei einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung ist die Endinfiltrationsrate im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung nicht höher. Der Median liegt nahe dem Wert 0 und die untere Grenze des Vertrauensbereiches ist negativ bei gleichzeitig positivem Wert der oberen Grenze (Abb. 8). Dagegen tritt eine höhere Endinfiltrationsrate bei einer mehrjährig konservierenden Bodenbearbeitung auf. Der gesamte Vertrauensbereich des Medians ist positiv (Abb. 8).

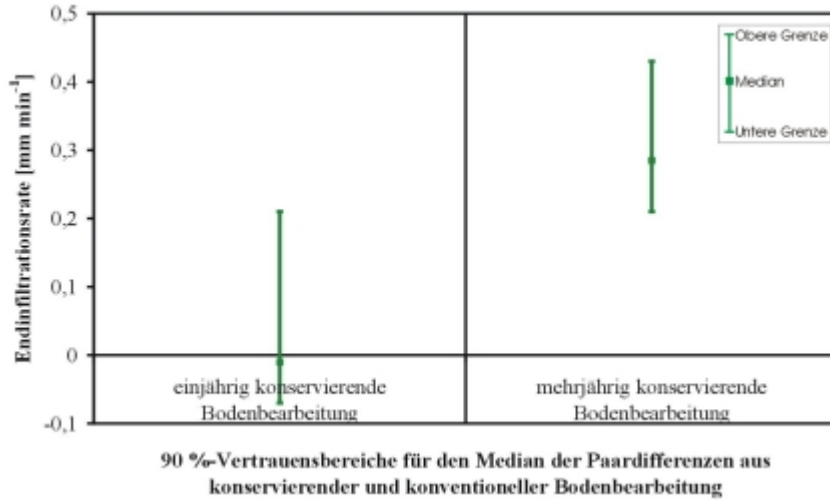


Abb. 8: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zur Endinfiltrationsrate

## 3.4 Ergebnisse - Bodenabtrag

Bei einer einjährigen konservierenden Bodenbearbeitung verändert sich der Bodenabtrag im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung nicht. Der Median liegt nahe dem Wert 0 und die untere Grenze des Vertrauensbereiches ist negativ bei gleichzeitig positivem Wert der oberen Grenze (Abb. 9). Dagegen wird der Bodenabtrag bei einer mehrjährig konservierenden Bodenbearbeitung deutlich reduziert, da der gesamte Vertrauensbereich des Medians negativ ist (Abb. 9).

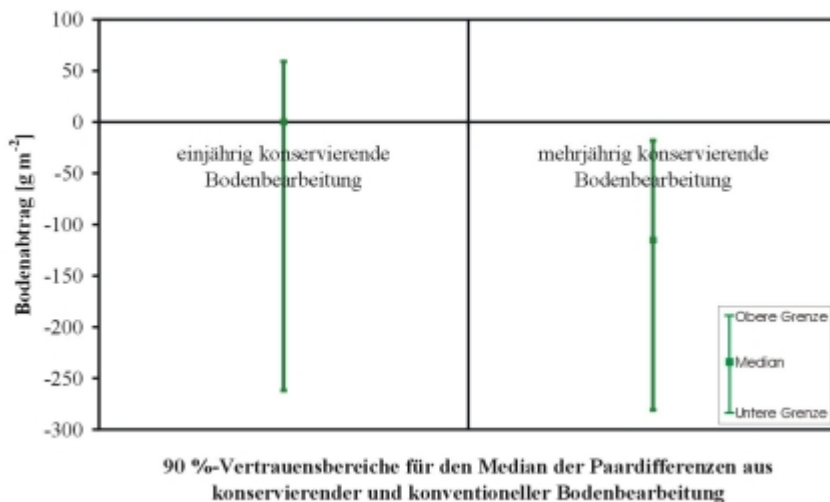


Abb. 9: Vertrauensbereiche der Mediane für Paardifferenzen ("einjährig konservierend"- "konventionell" und "mehrjährig konservierend"- "konventionell") zum Bodenabtrag

## 4 Diskussion

### Einjährige konservierende Bodenbearbeitung

In Anbetracht dessen, dass bei einjähriger konservierender Bodenbearbeitung keine Unterschiede in der Infiltration bei signifikant höherer Bodenbedeckung festgestellt wurden, muss davon ausgegangen werden, dass bei der praxisüblichen Bodenbedeckung durch Mulchmaterial (Vertrauensbereich um 4,5 bis 22,0 %-Punkte) im ersten Jahr noch kein ausreichender Schutz der Bodenoberfläche vor auftretenden Niederschlagstropfen mit Auswirkung auf die Oberflächenverschlammung erreicht wird. Ein Schutz vor Oberflächenverschlammung wird durch die praxisübliche Mulchbedeckung offensichtlich erst in Verbindung mit einer Erhöhung der organischen Substanz und der Aggregatstabilität erreicht. Nach einjähriger konservierender Bodenbearbeitung konnten weder Unterschiede für die organische Substanz noch für die Aggregatstabilität nachgewiesen werden.

Ein weiterer möglicher Grund dafür, dass keine Infiltrationsunterschiede zu verzeichnen waren, sind in einer signifikanten Abnahme der Wasserleitfähigkeit der Unterkrume des Oberbodens zu sehen, auch wenn für diese Schicht im Vergleich zur konventionellen Bearbeitung noch keine signifikanten Unterschiede in der Lagerungsdichte statistisch gesichert nachgewiesen werden konnten. Es ist folglich möglich, dass das Vordringen der Infiltrationsfront von der Ober- in die Unterkrume behindert wird. Eine Makroporeninfiltration ist jedoch nicht bzw. nur begrenzt möglich, da sich in dem kurzen Zeitraum nach Umstellung der Bodenbearbeitung auf konservierende Verfahren noch keine verbesserte Makroporosität und Makroporenkontinuität aufbauen konnte.

Dies verdeutlicht auch Abbildung 10. Darin sind die Fließmuster bei konventioneller (links) und einjähriger konservierender Bodenbearbeitung (rechts) eines Zuckerrübenbestandes dargestellt, dessen Oberflächen vor Versuchsbeginn nicht verschlammte waren.

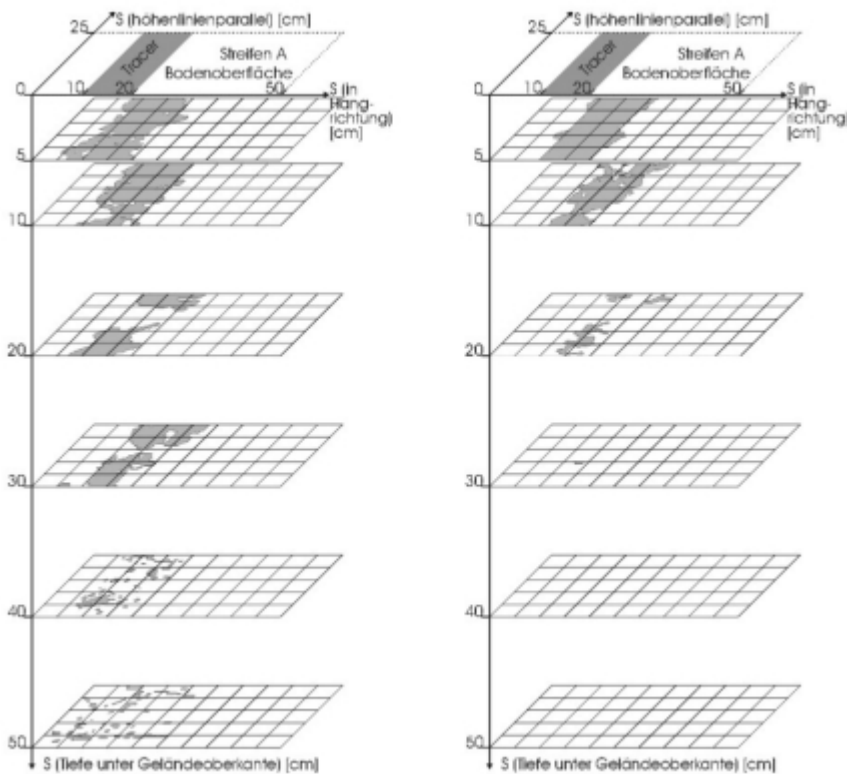


Abbildung 10: Fließmuster bei konventioneller (links) und einjährig konservierender Bearbeitung (rechts) eines Lößbodens 24 h nach Farbttracerapplikation auf die Bodenoberfläche und Beregnung (Niederschlag: 38 mm in 20 min).

Bei einjähriger konservierender Bodenbearbeitung nehmen unterhalb von 10 cm Tiefe in der Unterkrume die eingefärbten Bodenbereiche drastisch ab. Eine vertikale Verlagerung unterhalb der Krume konnte nicht festgestellt werden. Dagegen ist in der konventionellen Variante in der gesamten erst vor der Aussaat gepflügten Ackerkrume eine relativ gleichmäßige in der Bodenmatrix stattfindende vertikale Wasserbewegung festzustellen. Die plötzliche Abnahme der gesättigten Wasserleitfähigkeit an der Grenze zwischen lockerer Krume und Unterboden induzierte dann präferenziellen vertikal ausgerichteten Fluss in Makroporen und in sich wahrscheinlich durch höhere Wasserleitfähigkeit auszeichnenden, gebleichten Bodenbereichen.

## Mehrfährige konservierende Bodenbearbeitung

Bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung wurde eine signifikant höhere Infiltration (späterer Oberflächenabflussbeginn, höhere Endinfiltrationsraten) als bei konventioneller Bearbeitung festgestellt. Ursachen dafür sind in einer grundlegenden Änderung von infiltrationsbeeinflussenden Bodeneigenschaften zu sehen.

Es wurden bei der konservierenden Bodenbearbeitung im Gegensatz zur konventionellen Bodenbearbeitung höhere organische Substanzgehalte festgestellt. Diese wiederum bedingen die verbesserte Aggregatstabilität, welche zu einer geringeren Verschlammungsanfälligkeit führt.

Bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung kann sich durch die geringere Oberflächenverschlammungsanfälligkeit in der Oberkrume (Lockerungsschicht) eine typische Infiltrationsfont mit einer Sättigungs- bzw. Nass-, Übergangs- und Transportzone ausbilden. Das Voranschreiten der Infiltrationsfront in dieser obersten Bodenschicht wird nicht behindert, die Lagerungsdichte der Oberkrume unterscheidet sich nicht von der gepflügter Böden. Ist die Infiltrationsfront bis an das untere Ende dieser Lockerungsschicht (Grenzschicht zwischen Ober- und Unterkrume) vorgeschritten, wird offensichtlich das weitere vertikale Voranschreiten der Infiltrationsfront durch die festgestellte Zunahme der Trockenrohdichte und die in der Tendenz plötzliche Abnahme der gesättigten Wasserleitfähigkeit in der Unterkrume behindert. Diese Veränderung der Matrixeigenschaften bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung wirkt eigentlich, analog zu den Ausführungen zur einjährigen konservierenden Bearbeitung, einer vertikalen Wasserbewegung in tiefere Schichten entgegen. Folglich kann die erhöhte Infiltration zunächst nicht durch die Veränderung der Bodenmatrixeigenschaften in der Unterkrume erklärt werden. An der Grenze zwischen Ober- und Unterkrume (Lockerungs- und darunter liegender Schicht) kann aufgrund der ausgebildeten Stauschicht ein Aufstau von Wasser auftreten. Da jedoch in der Unterkrumenmatrix vertikal-kontinuierliche Makroporen liegen, kann Wasser entlang einer solchen Grenzschicht aus der Bodenmatrix zu den Makroporen hin transportiert werden und in die Makroporen eintreten und vertikal versickern.

Ein höherer Anteil vertikal-kontinuierlicher Makroporen muss wegen der höheren Dichtlagerung der Unterkrume neben der geringeren Oberflächenverschlammungsanfälligkeit als eine wichtige Ursache für die höhere Infiltration in mehrjährig konservierend bearbeitete Böden angesehen werden.

Die Abbildung 11 zeigt beispielhaft das Vordringen von Wasser während des simulierten Starkregens für einen Zuckerrübschlag bei konventioneller (links) und mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung (rechts). Zu erkennen ist, dass sich die Fließmuster zwischen den Bearbeitungsvarianten völlig unterscheiden. Während bei der konservierenden Bodenbearbeitung der Boden direkt unterhalb des Tracerapplikationsstreifens im Horizontalschnitt in 5 cm Tiefe gleichmäßig mit Farbstoff eingefärbt und der Tracer bis in 50 cm Tiefe nachweisbar ist, hat die Oberflächenverschlammung in der konventionellen Variante dazu geführt, dass nur noch in durch das Mikrorelief induzierten Teilbereichen (Drillspur) Wasser durch die Oberfläche in den Boden eindringen konnte. Der Nachweis des Tracers in Makroporen in 40 bis 50 cm Tiefe bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung bedeutet, dass die in der Krume dichter lagernde Schicht mit herabgesetzter Wasserleitfähigkeit in Makroporen tatsächlich durchflossen wurde. Entlang der Makroporenwandungen konnte in diesem Tiefenbereich eine laterale Verlagerung des Tracers in die Bodenmatrix beobachtet werden. Dies ist ein typischer Prozess, da die umgebende Bodenmatrix bei nicht vollständiger Wassersättigung das in Makroporen fließende Wasser lateral absorbiert.

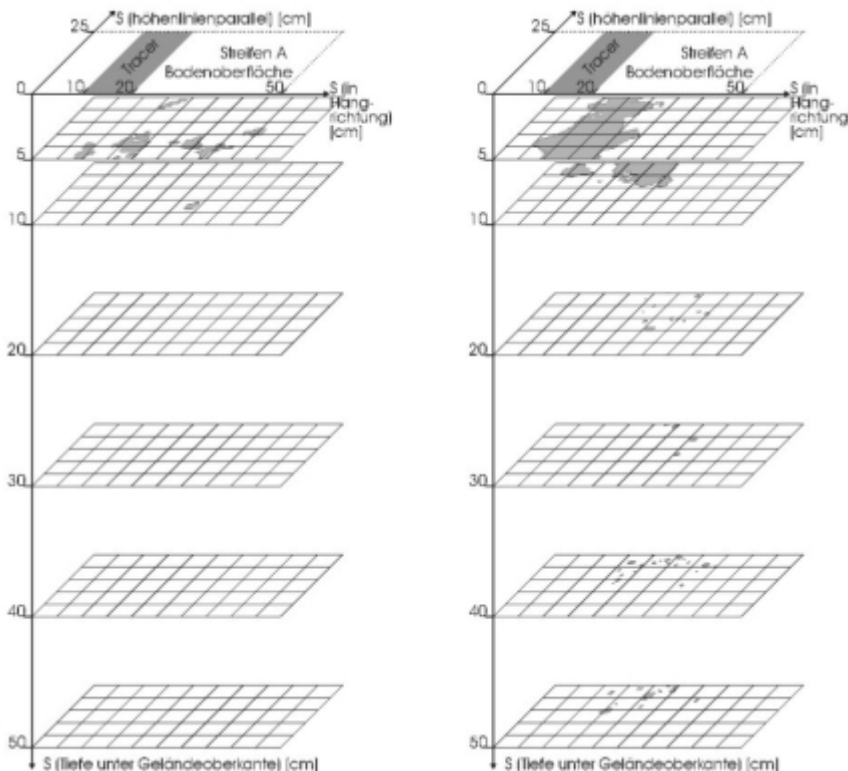


Abbildung 11: Fließmuster bei konventioneller (links) und mehrjährig konservierender Bearbeitung (rechts) eines Lössbodens mit Zuckerrüben 24 h nach Farptracerapplikation auf die Bodenoberfläche und Beregnung (Niederschlag: 38 mm in 20 min)



## 5 Fazit

Zwischen einjähriger konservierender und konventioneller Bodenbearbeitung konnten keine signifikanten Unterschiede in der Infiltration und im gesamten Infiltrationsverlauf nachgewiesen werden. Als Grund hierfür wurde festgestellt, dass trotz einer höheren Bodenbedeckung diese aber in Verbindung mit einer erstmaligen Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung, noch nicht zu einer erhöhten Aggregatstabilität und Makroporenkontinuität geführt hatte. Unterhalb der Lockerungsschicht wurde in der Unterkrume sogar eine signifikante infiltrationshemmende Abnahme der gesättigten Wasserleitfähigkeit der Bodenmatrix nachgewiesen. Die häufig angewandte einjährige konservierende Bodenbearbeitung zu bestimmten Fruchtarten führte folglich auch zu keiner Erosionsminderung.

Bei mehrjähriger konservierender Bodenbearbeitung wurde im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung eine signifikant höhere Infiltration nachgewiesen. Die verbesserte Infiltration ist auf einen signifikant verzögerten Oberflächenabflussbeginn und auf höhere Endinfiltrationsraten zurückzuführen. Die verbesserte Infiltration steht offenbar kausal mit einer geringeren Verschlammungsanfälligkeit (signifikant höhere Bodenbedeckung, organische Substanz und Aggregatstabilität) sowie mit einer verbesserten Makroporenkontinuität im Zusammenhang. Für die Auslösung von Makroporenfluss hat offensichtlich die signifikant dichter lagernde Unterkrumenbodenmatrix mit geringerer Wasserleitfähigkeit einen entscheidenden Einfluss, da hierdurch ein Übertritt von Wasser aus der Bodenmatrix in vorhandene vertikal-kontinuierliche Makroporen ermöglicht wird.