

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

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

Vorbeugender Hochwasserschutz durch konservierende Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet der Pließnitz

1. Einleitung

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt von 1999 bis 2001 finanzierten Forschungsvorhabens (Projektpartner: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau sowie Institut für Bodenkunde der Universität Hannover, Lehrstuhl Abwassertechnik der BTU Cottbus, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) wurde am Beispiel des deutschen Einzugsgebietes der Lausitzer Neiße untersucht, in welchem Umfang dezentrale Wasserrückhalte- und -versickerungsmaßnahmen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft (z. B. in Form sog. Mulden-/Rigolensysteme) sowie der Landwirtschaft einen Beitrag für einen vorbeugenden Hochwasserschutz leisten können (SIEKER 2002; siehe auch Projekte "Innovativer Ansatz eines vorbeugenden Hochwasserschutzes durch dezentrale Maßnahmen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße").

Im Mittelpunkt der im Rahmen des Projektes durch die Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführten Untersuchungen stand die Prüfung der potenziell hochwassermindernden Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung. Grundlage für diesen Arbeitsansatz ist deren erosionsmindernder bzw. -verhindernder Effekt. Dieser beruht vorrangig darauf, dass, infolge einer geringeren Oberflächenverschlammungsanfälligkeit und dem Aufbau eines vertikal-kontinuierlichen Makroporensystems, eine verbesserte Wasserinfiltration möglich ist. Dies lässt den Schluss zu, dass bei Intensivniederschlägen durch eine flächenhaft praktizierte konservierende Bodenbearbeitung der rasche, hochwasserwirksame Oberflächenabfluss von Ackerflächen reduziert werden kann (siehe auch "Einfluss ackerbaulicher Nutzung auf den Bodenwasserspeicher").

Zur Prüfung dieser Hypothese wurden im Rahmen des Projektes auf jeweils nebeneinander angelegten dauerhaft konservierend bzw. konventionell bearbeiteten Versuchspartellen Infiltrationsversuche mit einer Kleinberegnungsanlage durchgeführt. Ergebnisse zur Infiltration von konservierend und konventionell bearbeiteten Ackerflächen werden im Folgenden vorgestellt sowie hinsichtlich einer hochwassermindernden Wirkung diskutiert.

2. Standort und Methodik

Die Untersuchungen wurden von März 2000 bis Mai 2001 im Oberlausitzer-, Mulde- und Mittelsächsischen Lößhügelland durchgeführt. Die Lößbedeckung führt in Verbindung mit gleichartigen Reliefeigenschaften zu vergleichbaren Oberflächenabfluss- und Infiltrationsverhältnissen in den 3 Testgebieten. Deshalb wurden alle Ergebnisse bei der Auswertung zu einer Grundgesamtheit zusammengefasst.

Auf insgesamt 10 Schlägen erfolgte nebeneinander in Hanglage die Anlage von Varianten mit konventioneller und dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung. Auf diesen Bearbeitungsvarianten wurden insgesamt 20 vergleichende Untersuchungen zu verschiedenen Fruchtarten und Zeitpunkten mit bis zu zwei Niederschlagssimulationen pro Bearbeitungsvariante durchgeführt. Zur Beregnung wurde ein transportabler Niederschlagssimulator verwendet, der mit einer schwenkbaren Flachstrahldüse (VeeJet 80/100) ausgestattet war (siehe "Messmethoden"). Die Niederschlagsintensität betrug $1,9 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Die Beregnung dauerte 20 min. Die Niederschlagssumme betrug 38 mm. Eine abgegrenzte Fläche von 1 m^2 diente zur Bestimmung des Oberflächenabflussanteils. Die Differenz aus Niederschlagsintensität und Oberflächenabflussrate bildet die Infiltrationsrate. Neben der Gesamtinfiltration wurden auch Unterschiede im Oberflächenabflussbeginn, der Steilheit der Infiltrationsabnahme und Höhe der Endinfiltrationsrate in die Betrachtungen mit einbezogen.

Zur statistischen Auswertung der Infiltrationsergebnisse wurde ein Verfahren herangezogen, welches zum Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben mit kleinen Umfängen und großen Spannweiten geeignet ist (in SACHS 1999). Es wurden Differenzen gepaarter Beobachtungen gebildet (konservierend-konventionell), der Median und das dazugehörige 90 %-Konfidenzintervall berechnet sowie der Vorzeichenstest von DIXON und MOOD (1946) ($\alpha = 10 \%$) durchgeführt. Als Streuungsmaß dient die Angabe der dazugehörigen Medianstandardabweichung (MAD).

Die in den Feldversuchen ermittelten und statistisch geprüften Werte bildeten die Grundlage für im Rahmen des Projektes durchgeführte Niederschlag-Abfluss-Modellierungen mit dem Modell NASIM für das Einzugsgebiet der Pließnitz. Damit sollte die Hochwasserwirksamkeit flächenhaft praktizierter konservierender Bodenbearbeitung abgeschätzt werden.

3. Infiltrationsunterschiede

In der Abbildung 1 sind die Ergebnisse zur Gesamteinfiltration der 20 vergleichenden Untersuchungen zwischen konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung dargestellt.

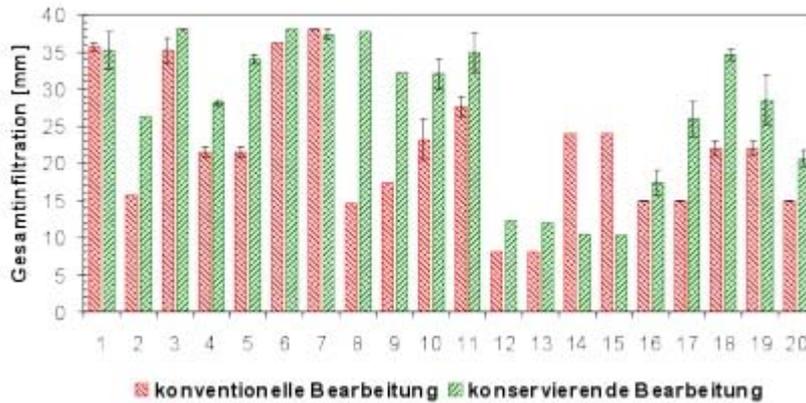


Abbildung 1: Gesamteinfiltration bei konventioneller und mehrjährig konservierender Bodenbearbeitung (Ergebnisse von 20 Feldversuchen)

Bei 16 Versuchen versickerte auf der konservierenden Variante ein größerer Anteil des Niederschlagswasser. Nur in vier Versuchen konnte keine höhere Infiltration bei konservierender Bodenbearbeitung nachgewiesen werden. Von diesen vier Versuchen waren zwei durch eine insgesamt sehr hohe Infiltration gekennzeichnet (erster Versuch: 99,2 %; siebenter Versuch: 98,4 %). Zudem infiltrierte hier in jeweils einer Wiederholung auf der konservierenden Beregnungsvariante eine größere bzw. gleiche Wassermenge, als bei der konventionellen Vergleichsvariante.

Die Differenz in der Gesamteinfiltration zwischen der konservierenden und der konventionellen Bearbeitung betrug im Median +4,6 mm. Da das dazugehörige Konfidenzintervall mit +4,2 bis +7,1 mm vollständig im positiven Bereich lag, kann von einer erhöhten Infiltration bei konservierender Bearbeitung ausgegangen werden. Dies wurde auch durch den Vorzeichentest bestätigt.

Hinsichtlich des Oberflächenabflussbeginns kann bei der konservierenden Bearbeitung im Konfidenzintervall von einer Verschiebung um +1,3 bis +3,1 min bzw. im Median um +2,2 min ausgegangen werden. Auch der Vorzeichentest bestätigt den verzögerten Oberflächenabflussbeginn.

Eine Veränderung in der Steilheit der exponentiellen Abnahme der Infiltration konnte nicht nachgewiesen werden. Das Konfidenzintervall für die Änderung der Endinfiltrationsraten liegt mit +0,2 bis +0,43 mm*min⁻¹ vollständig im positiven Bereich, so dass mit einer Erhöhung der Endinfiltrationsraten bei konservierender Bearbeitung gerechnet werden kann. Dies wurde durch den Vorzeichentest bestätigt. Im Median ergibt sich eine Erhöhung der Endinfiltrationsrate um +0,3 mm*min⁻¹.

Auf der Basis dieser ermittelten Unterschiede kann eine Prognose des Infiltrationsverlaufs gegeben werden, wenn anstatt der konventionellen Bearbeitung ein Schlag mehrjährig konservierend bearbeitet worden wäre (Abb. 2).

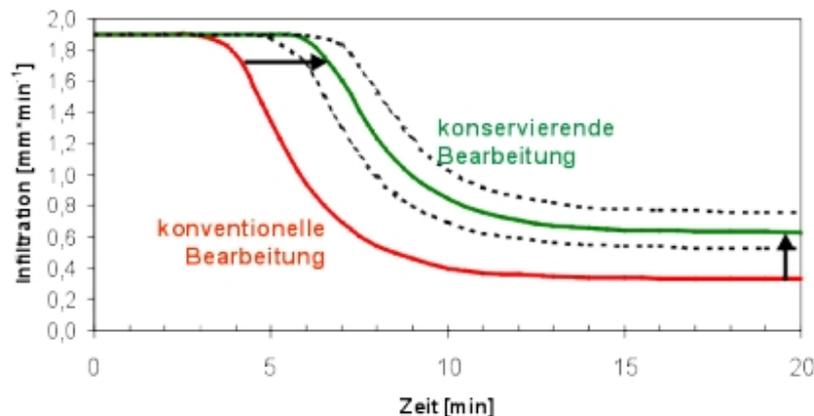


Abbildung 2: Prognose des Infiltrationsverlaufs nach Umstellung der Ackerfläche von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung (BB) auf Basis der Mediandifferenzen (dicke Linie) sowie der Differenzen an der unteren und oberen Grenze des Konfidenzintervalls (unterbrochene Linien).

4. Niederschlags-Abfluss-Simulation

Für das im Lausitzer Lößhügelland gelegene Einzugsgebiet der Pließnitz (Größe: 162 km², davon 57 % Ackerland), dessen Ackerfläche bisher fast vollständig konventionell bearbeitet wurde, erfolgte eine Niederschlag-Abfluss-Simulation. Nach Kalibrierung für den Ist-Zustand (konventionelle Bodenbearbeitung) an einem mittleren Sommerhochwasserereignis mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 2-3 Jahren erfolgte die Simulation des Abflussgeschehens bei angenommener vollständiger konservierender Bodenbearbeitung der Ackerfläche (Abb. 3). Hierzu wurde im Modell die Infiltrationskurve entsprechend der festgestellten Unterschiede verändert (WILCKE, in SIEKER 2002).

Aus der Niederschlags-Abfluss-Modellierung lässt sich abschätzen, dass bei diesem Ereignis die konservierende Bodenbearbeitung zu einer Abnahme des Hochwasserscheitelabflusses um ca. 20 % führen würde (Abb. 3). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch POTTER (1991), SHIPITALO ET AL. (2001) und YU ET AL. (2001) durch Auswertung von Abflussganglinien von Bächen und Flüssen in Einzugsgebieten mit einem zunehmenden Flächenanteil konservierender Bodenbearbeitung bzw. durch Untersuchungen an Lysimetern.

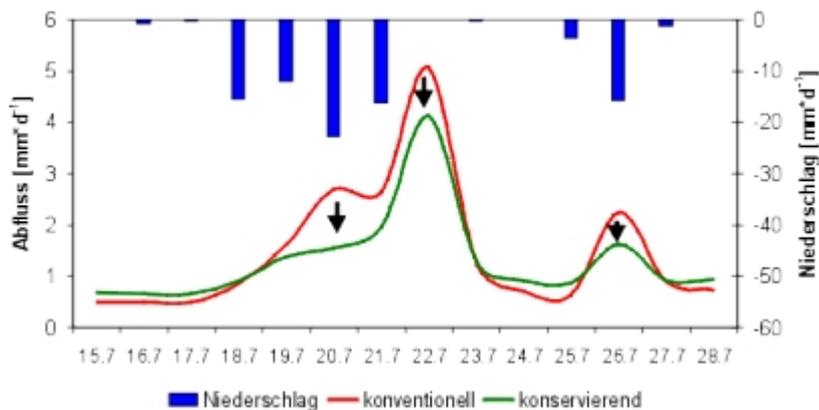


Abbildung 3: Gebietsabfluss bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung der Ackerflächen (Ergebnis einer Niederschlags-Abfluss-Modellierung mit dem Modell NASIM für das Pließnitz-Einzugsgebiet, WILCKE, in SIEKER 2002).

5. Fazit

Bei Intensivniederschlägen infiltriert in konservierend bearbeiteten Ackerböden eine signifikant höhere Niederschlagsmenge als bei konventioneller Bearbeitung. Die erhöhte Infiltration bei konservierender Bearbeitung ist auf einen verzögerten Oberflächenabflussbeginn und erhöhte Endinfiltrationsraten zurückzuführen.

Wie die Niederschlag-Abfluss-Simulation für das im Projekt untersuchte Einzugsgebiet der Pließnitz zeigt, führt die konservierende Bodenbearbeitung zu einer Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltes in diesem durch Lößauflagen geprägten Gebiet. Dies äußert sich in einer Minderung des Hochwasserscheitelabflusses. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die umfassende bzw. einzugsgebietsweite Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung einen Bestandteil eines vorbeugenden Hochwasserschutzkonzeptes bilden sollte.

6. Literatur

Dixon, W.J., Mood, A.M., 1946. The statistical sign test. J. Amer. Statist. Assoc. 41. 557-566.

Potter, K.W., 1991. Hydrological impacts of changing land management practices in a moderate-sized agricultural catchment. Water Resources Research. 27, 845-855.

Sachs, L. 1999. Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. 9. Auflage. Springer. Berlin-Heidelberg.

Shipitalo, M.J., Dick, W.A., Edwards, W.M., 2000. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. Soil Till. Res. 53, 167-183.

Sieker, F., 2002. Innovativer Ansatz eines vorbeugenden Hochwasserschutzes durch dezentrale Maßnahmen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße. Endbericht DBU Projekt 15877.

van Genuchten, M. Th., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 892-898.

Yu, B., Sombatpanit, S., Rose, C.W., Ciesiolka, C.A.A., Coughlan, K.J., 2000. Characteristics and modelling of runoff hydrographs for different tillage treatments. Soil Sci. Soc. Am. J. 64, 1763-1770.