

Bodenverlagerung am Hang infolge von Bodenbearbeitung

Der Schutz des Bodens ist spätestens seit den 80er Jahren infolge des wachsenden Bewusstseins über die fortdauernde Substanzbeeinträchtigung durch Schadstoffeinträge, Erosion, Bodenverdichtung und -versiegelung in den Blickpunkt der umweltrechtlichen Diskussion gerückt.

Aus der Literatur geht hervor, dass der Bodenverlagerung auf Ackerflächen infolge der Bodenbearbeitung eine erhebliche Bedeutung zukommen kann. Nachfolgend wird ein Überblick über die Zusammenhänge der bodenbearbeitungsinduzierten Bodenverlagerung gegeben, indem Einflussfaktoren, Methoden der Quantifizierung sowie mögliche Ansätze der Prävention vorgestellt werden.

MAB Thomas Schüle ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion (Leitung: Prof. Dr. K. Köller), Garbenstrasse 9, 70599 Stuttgart; e-mail: thomas.schuele@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitungserosion, Netto-Bodenverlagerung, Messmethoden, Prävention

Keywords

Tillage erosion, net soil dislocation, measuring methods, prevention

Böden nehmen in terrestrischen Ökosystemen eine zentrale Stellung ein, da sie eine knappe und nicht erneuerbare natürliche Ressource darstellen. Nicht zuletzt deshalb hat die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages -Schutz des Menschen und der Umwelt- 1997 als übergeordnetes Umweltziel „die Erhaltung oder Wiederherstellung der Funktion von Böden und den sorgsamsten Umgang mit Böden als endliche Ressource“ formuliert. Ähnliche Ziele und Forderungen werden auch in Zukunft über die bisherigen Gesetze und Verordnungen hinaus gestellt und umgesetzt werden.

Daher ist es angebracht, bisherige Bodenbearbeitungsstrategien und -geräte unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu betrachten. Da im Gegensatz zu Bodentransporten durch Wasser und Wind die Translokation von Boden durch Bodenbearbeitung nur geringfügig erforscht ist, soll hierauf näher eingegangen werden.

Bodenbearbeitungserosion

Unter Bodenbearbeitungserosion (tillage erosion) wird die Verlagerung von Böden und damit der Bodenverlust und die Bodenakkumulation an landwirtschaftlich genutzten Hängen verschiedener Ausformungen als Folge des Einsatzes von Bodenbearbeitungsgeräten verstanden [1]. Ursache hierfür ist das mechanische Eingreifen der Boden-

bearbeitungswerkzeuge in den Bodenbearbeitungshorizont. Jede mechanische Bodenbearbeitung in horizontaler Richtung führt zu einer Bodenverlagerung. Erfolgt die Verlagerung in Richtung des Gefälles, kann so eine Bodenbearbeitungserosion entstehen.

Ursache hierfür sind sämtliche lockernde Bearbeitungsmaßnahmen, welche den Oberboden anheben. Auf geeigneten Flächen geschieht dies senkrecht zur Bodenoberfläche. Anschließend fällt der Boden zurück, nun aber senkrecht zur Horizontalen (Bild 1). Aus den unterschiedlichen Richtungen der beiden Vektoren entsteht ein Nettotransport hangabwärts.

Die Rate des Bodenabtrages oder des Bodenauftrages wird durch den Wechsel der Hanggradienten zwischen benachbarten Hangsegmenten bestimmt. Als Ergebnis dieses Prozesses zeichnen sich Bodenverluste an konvexen Hangbereichen und Bodenakkumulationen an konkaven Hangbereichen ab [3].

Einflussfaktoren

Das Ausmaß der Bodenbearbeitungserosion ist von diversen Einflussfaktoren abhängig. Neben der Hangmorphologie und Hangneigung als standortspezifische Faktoren besitzt der Zustand des Bodens zum Zeitpunkt der Bearbeitung, etwa in Form von Lagerungsdichte, Bodenfeuchte, Skelettanteil und organischer Substanz, maßgeblichen Einfluss [4]. Weitere Parameter stellen die Arbeitsgeschwindigkeit und Fahrweise sowie die Arbeitstiefe und das verwendete Bodenbearbeitungsgerät oder -werkzeug dar. Festzuhalten ist, dass der Umfang der Bodenbearbeitungserosion stark von den dargelegten Parametern abhängig ist und sich bei verschiedenen Verfahren und Geräten differenziert darstellt.

Die letztlich verursachte Bodenbewegung resultiert aus den einzelnen Bodenbearbeitungsgängen mit ihren spezifischen Verlagerungsraten. Hierbei steht die Nettobodenverlagerungsrate in engem Zusammenhang mit der Bearbeitungsrichtung in Falllinie oder parallel zum Hang, also entlang der Höhenlinien, sowie mit dem gerichteten Boden-

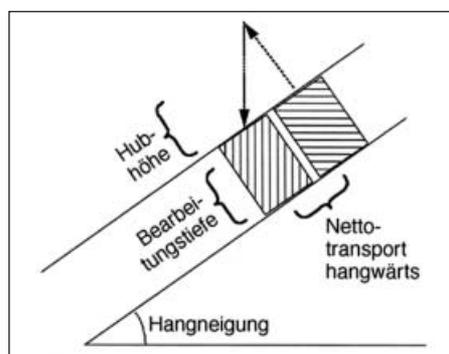


Bild 1: Verlagerung eines repräsentativen Bodenwürfels bei der Bodenbearbeitung [2]

Fig. 1: Dislocation of a representative soil cube during cultivation [2]

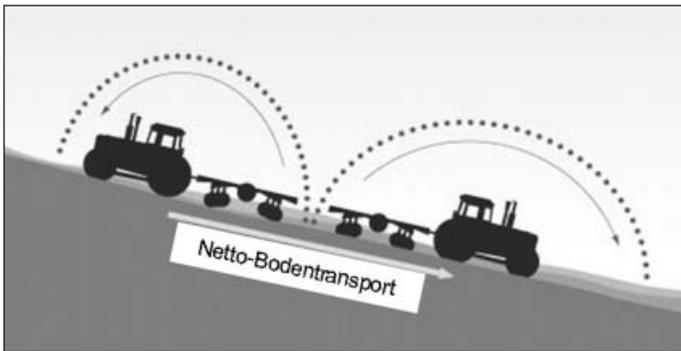


Bild 2: Bodenverlagerung durch Bodenbearbeitung in Falllinie

Fig. 2: Soil dislocation through tillage (cultivation in fall line)

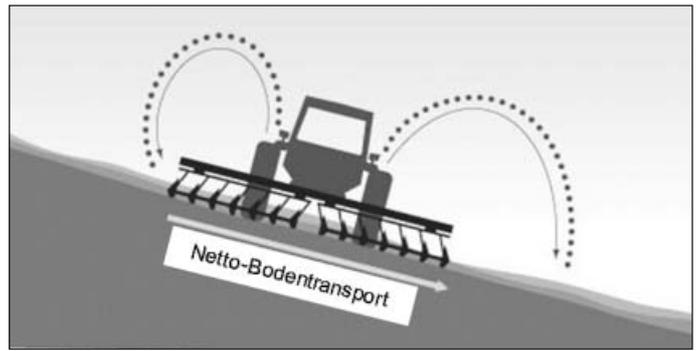


Bild 3: Bodenverlagerung durch Bodenbearbeitung entlang Höhenlinien

Fig. 3: Soil dislocation through tillage (cultivation along contour lines)

transport hangauf- oder hangabwärts (Bild 2 und 3).

Bearbeitungserosions- und Depositionsraten können auf Hängen mit ausgeprägter konvexer Formung unter Verwendung des Pfluges bei Bearbeitung in Falllinie 10 t/ha je Jahr übersteigen [5]. In Kanada beträgt der Anteil der Bodenbearbeitungserosion am Gesamtbodenverlust über 70% [6].

Messmethoden

Über Messmethoden zur Bestimmung der Bodenbearbeitungserosion wird in der Literatur verschiedentlich berichtet. So verwandte Winnige [7] Tracer, welche aus gefärbtem Kies mit einem Durchmesser von 4 mm bestanden und in Plots der Größe 1•0,2•0,3 m eingebracht wurden. Nach der Bodenbearbeitung erfolgte die Bestimmung der Tracerkonzentration unter Berücksichtigung der eingebrachten und wieder gefundenen Tracer, woraus letztlich das Volumen des transportierten Bodens kalkuliert werden kann. Lobb et al. [8] verwandten Cäsium 137 (¹³⁷Cs) als Tracer. Hierbei wurde innerhalb von definierten Messblöcken der Boden mit ¹³⁷Cs markiert und nach erfolgter Bodenbearbeitung mit Hilfe eines Gammaskpektrometers über die räumliche Streuung der relativen ¹³⁷Cs Konzentration auf das Maß der Bodenverlagerung geschlossen. Einen anderen Ansatz wählten Govers et al. [5], die nummerierte Aluminiumwürfel mit einer Kantenlänge von 15 mm als Prüfkörper verwandten, welche nach der Bodenbearbeitung von einem Metalldetektor zur Erfassung der Bodenverlagerung detektiert wurden.

Einfluss der Bodenbearbeitungssysteme

Ein Großteil der in der Literatur beschriebenen Versuchsdurchführungen zur Bodenverlagerung infolge der Bodenbearbeitung beschäftigt sich mit Geräten der konventionellen Bodenbearbeitung, vornehmlich dem Streichblechpflug. Vergleichende Versuche zwischen konventioneller und konservieren-

der Bodenbearbeitung, Pflug versus Scheibenegge, belegen eine höhere mittlere Verlagerungsentfernung sowie eine höhere verlagerte Gesamtmasse des Bodens bei konventioneller Bodenbearbeitung.

Verwunderlich ist jedoch die Tatsache, dass sich bisher keine Versuche mit dem Pflugeinsatz parallel zum Hang, mit dem gerichteten Bodentransport hangaufwärts, beschäftigen. Gerade diese Form des Pflugeinsatzes wird von vielen Praktikern als Argument für die konventionelle Bodenbearbeitung gegenüber der konservierenden Bodenbearbeitung angeführt.

Da die positiven Effekte konservierender Bodenbearbeitungsstrategien in Hinblick auf Ökologie, Ökonomie und Nachhaltigkeit, insbesondere die reduzierte Wassererosionsanfälligkeit, hinreichend dokumentiert sind [9], ist es angebracht, Strategien zur Reduktion der Bodenverlagerung am Hang unter Einsatz konservierender Bodenbearbeitungstechnik näher zu spezifizieren.

Positiven Einfluss auf jegliche Bodenverlagerung am Hang hat die Minimierung der Arbeitstiefe und Bearbeitungsintensität in Form von reduzierter Bearbeitungshäufigkeit. Als Konsequenz daraus wäre es durchaus vorstellbar, Ackerflächen oder Teilbereiche ab einer definierten Hangneigung ohne jegliche Bodenbearbeitung durch Direktsaat zu bewirtschaften.

Einen weiteren Ansatz stellt die Neukonzeption oder Optimierung von Arbeitsgeräten zur konservierenden Bodenbearbeitung dar. Zum Beispiel gibt es Überlegungen und Umsetzungen eines Praktikers, welcher ein Arbeitsgerät zum aktiven Bodentransport hangaufwärts bei Bearbeitung entlang den Höhenlinien durch eine Grubber-Scheibeneggenkombination mit schwenkbaren Scheibenelementen konzipierte.

Ausblick

Gerade unter der gegenwärtigen gesellschaftspolitischen sowie weltwirtschaftlichen Neubestimmungen des Begriffes

Nachhaltigkeit erscheint es angebracht, bisher doch eher unpopuläre Themengebiete in den Mittelpunkt der Betrachtung zu rücken. Am Beispiel der Bodenverlagerung am Hang infolge von Bodenbearbeitung lässt sich relativ anschaulich die Notwendigkeit weiterer Forschungsaktivitäten innerhalb der Agrartechnik darstellen. Ansatzpunkte stellen in diesem Zusammenhang neue oder in der Umsetzung einfachere Messmethoden zur Bestimmung der Bodendeposition sowie die Überarbeitung und Neukonzeption von Bodenbearbeitungsgeräten und Bodenbearbeitungssystemen dar.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Winnige, B., M. Frielinghaus und Y. Li: Bedeutung der Bearbeitungserosion im Jungmoränengebiet. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 101 (2003), S. 93-94
- [2] • Blume, H. P., et al.: Lehrbuch der Bodenkunde. Scheffer/Schachtschabel, 15. Auflage, Spektrum-Verlag, Heidelberg, 2002
- [3] Van Oost, K., G. Govers und P. Desmet: Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. Landscape Ecology 15 (2000), no. 6, pp. 577-589
- [4] Montgomery, J. A., et al.: Quantifying tillage translocation and deposition rates due to moldboard plowing in the Palouse region of the Pacific Northwest, USA. Soil & Tillage research 51 (1999), pp. 175-188
- [5] Govers, G., et al.: The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. European Journal of soil Science 45 (1994), pp. 469-478
- [6] Lobb, D. A., and J.D. Kachanoski: Modelling tillage erosion in the topographically complex landscape of southwestern Ontario, Canada. Soil & Tillage research 51 (1999), pp. 261-277
- [7] Winnige, B., und M. Frielinghaus: Untersuchungen zur Bodenverlagerung infolge der Bodenbearbeitung als eine Art der Bodenerosion. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 102 (2003), S. 813-814
- [8] Lobb, D. A., R. G. Kachanoski und M. H. Miller: Tillage translocation and tillage erosion on shoulder slope landscape positions measured using ¹³⁷Cs as a tracer. Canadian journal of Soil Science 75 (1995), pp. 211-218
- [9] • Köller, K., und C. Linke: Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 2001