

Bernhard Rump und Karlheinz Köller, Hohenheim

Bodenrinnenhalle zur standardisierten Versuchsdurchführung mit Bodenbearbeitungswerkzeugen

Die Untersuchung von Bodenbearbeitungswerkzeugen und -geräten ist im Freiland oft schwierig. Eine Lösung dieses Problems sind überdachte Bodenrinnen. Hohe Ansprüche müssen an die Textur und die Aufbereitung des Bodens gestellt werden. Der Boden soll reproduzierbare und auf das Freiland übertragbare Ergebnisse erlauben. In der Hohenheimer Bodenrinnenhalle wird sowohl zur Bodenaufbereitung als auch zur Versuchsdurchführung ein Gantry eingesetzt. Erste Versuche dienen der Weiterentwicklung von Direktsaatscharen.

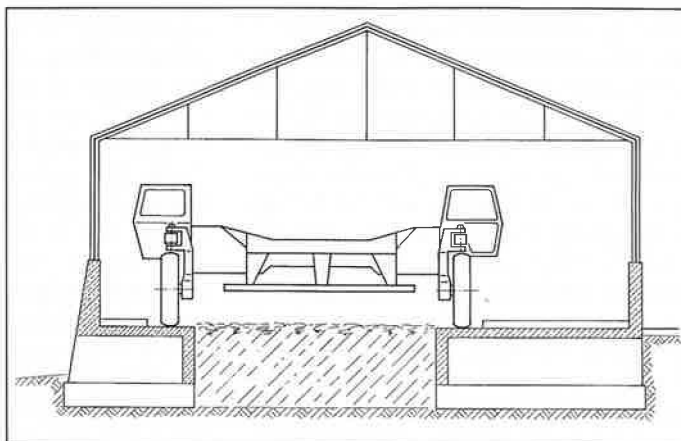
Freilanduntersuchungen von Bodenbearbeitungsgeräten führen oft nicht zum gewünschten Erfolg. Die Variation eines Versuchsparameters bei gleichzeitig konstanten äußeren Bedingungen gelingt nur selten. Die Komplexität des Systems Boden macht die Einstellung konstanter Versuchsbedingungen außerordentlich schwierig. Witterungseinflüsse, Bodenbedeckung, Bodenfeuchte und inhomogener Boden erschweren Aussagen über Arbeitsqualität und Leistungsbedarf der Geräte. Unterschiedliche Bodenarten haben ebenfalls einen erheblichen Einfluß auf die Versuchsbedingungen. Dieses Problem wurde schon Anfang des Jahrhunderts von Kühne erkannt [1]. Für seine Untersuchungen an Pflugmodellen baute er Kästen, in denen er Boden auf die gewünschte Dichte einstellte. Söhne beschäftigte sich ebenfalls intensiv mit bodenmechanischen Fragestellungen. In einer Bodenrinne stellte er Versuche an, um Erkenntnisse über die Bodenverformung besonders beim Pflügen zu gewinnen. Söhne konnte Rückschlüsse auf die Energiebilanz beim Pflügen ziehen [2]. Ein Problem war aber weiterhin die Übertragung der von den Modellen gewonnenen Ergebnisse auf Geräte in Originalgröße. Mit Hilfe der Dimensionsanalyse können aus den Versuchsparametern dimensionslose Kennzahlen gebildet werden, die zur Abschätzung der Kräfte am Original herangezogen werden. Da die Berechnungen nur Näherungswerte bei

bestimmten Bodenzuständen ergeben können, blieb die Forderung, Bodenbearbeitungswerkzeuge in Originalgröße unter standardisierten Bedingungen untersuchen zu können. Ein Schritt in diese Richtung sind Bodenrinnen im Freiland, die mit einem homogenen Bodengemisch gefüllt werden. Dadurch können die Bodenbedingungen konstant gehalten werden. Am National Soil Dynamics Laboratory in Auburn (Alabama/USA) wurde 1933 mit dem Bau der ersten Freilandbodenrinnen begonnen, in denen Untersuchungen an Gerä-

Die aufgrund dieser Anforderungen gebaute Hohenheimer Bodenrinnenhalle besteht aus einer Glaskonstruktion, aufgebaut auf einem Betonfundament und der eigentlichen Bodenrinne, die bei einer Tiefe von 1,2 m eine Breite von 5 m und eine Länge von 46 m hat. An die Bodenzusammensetzung in einer Bodenrinne werden besondere Anforderungen gestellt. Der Boden soll einerseits homogen,

Bild 1: Hohenheimer Bodenrinnenhalle im Aufriß

Fig. 1: Front elevation of the Hohenheim soil bin



ten in Originalgröße durchgeführt werden konnten. Um Geräte auf unterschiedlichen Böden untersuchen zu können, entstanden insgesamt sieben Freilandbodenrinnen mit verschiedenen Bodenzusammensetzungen von reinem Sandboden bis zu Tonboden. Um die Witterungseinflüsse auszuschalten, wurden später zwei überdachte Bodenrinnen errichtet [3]. Die Vorzüge von überdachten Bodenrinnen führten auch am Silsoe College in Bedfordshire (Großbritannien) zum Bau einer mit sandigem Lehm gefüllten Bodenrinne. In Silsoe werden meist Grundlagenuntersuchungen durchgeführt [4].

Bodenrinne in Hohenheim

In Hohenheim wurden verschiedene Grundlagenuntersuchungen in einer Bodenrinne durchgeführt, beispielsweise zur Adhäsion zwischen Boden und festen Werkstoffen [5]. Das Lastenheft für eine neue Bodenrinne sah vor, sowohl Grundlagenuntersuchungen an Einzelwerkzeugen, als auch Versuche an Geräten durchführen zu können. Eine weitere Anforderung war die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Freiland. Des weiteren sollten für die Lehre auch Geräte im praktischen Einsatz gezeigt werden können.

andererseits leicht bearbeitbar sein und auf das Freiland übertragbare Ergebnisse erlauben. Sandfüllungen sind generell gut bearbeitbar, können jedoch nicht in allen Fällen gut übertragbare Ergebnisse liefern. Bodenmischungen mit hohem Schluffanteil sind in einer Bodenrinne außerordentlich schwierig zu handhaben, da die Bearbeitbarkeit in hohem Maße vom Wassergehalt abhängt. Für die Hohenheimer Bodenrinne wurde eine Zusammensetzung von 72 % Sand, 16 % Schluff und 12 % Ton gewählt. Dies entspricht einem lehmigen Sandboden.

Aufbereitung des Bodens

Besondere Aufmerksamkeit muß der Aufbereitung des Bodens gewidmet werden. Es kommt auf eine gleichmäßige Lagerungsdichte bei gleichmäßig konstantem Wassergehalt an. Der Boden muß zu Beginn gelockert werden. Dazu werden in Bodenrinnen hauptsächlich rotierende Werkzeuge wie Zinkenrotoren oder Kreiseleggen verwendet. Fräsen sind wegen der möglichen Frässhohlenbildung weniger geeignet. Je nach Bodenfeuchte besteht die Gefahr der Entmischung der einzelnen Bodenfraktionen. Nach der Lockerung erfolgt eine Nivellierung. Die gewünschte Bodendichte wird dann

Prof. Dr. Karlheinz Köller ist Leiter des Fachgebietes „Mechanisierung und Bewässerung“ des Instituts für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, Dipl.-Ing. sc. agr. Bernhard Rump ist Mitarbeiter des Instituts.

durch mehrmaliges Walzen eingestellt. In herkömmlichen Bodenrinnen werden schienengeführte Prozessoreinheiten verwendet, die sowohl für die Aufbereitung des Bodens genutzt werden, in vielen Fällen aber auch die Meßeinheiten tragen können. Diese Prozessoren können mit den entsprechenden Werkzeugen ausgestattet werden. In Hohenheim wird ein auf die Erfordernisse der Bodenrinne abgestimmtes Brückenfahrzeug verwendet, welches auch für den Einsatz im Freiland geeignet ist. Die Aufbereitung des Bodens wird mit einer Kreiselegge und einem Planierschild durchgeführt, bei Bedarf in Verbindung mit einer tieferen Lockerung durch nicht wendende Werkzeuge. Fortlaufende Messungen des Eindringwiderstandes während des nachfolgenden Walzens gewährleisten eine genaue Einstellung der Lagerungsdichte. Der Boden kann durch einen am Brückenfahrzeug angebrachten Düsenträger befeuchtet werden. Der Vorteil des Gantry ist die Einsatzmöglichkeit der kompletten Meßtechnik ohne Umbaumaßnahmen auch für Freilandversuche. Mit diesem in Großbritannien hergestellten Fahrzeug wird im regulären Ackerbau immer in den selben Fahrspuren gefahren. Ziel ist es, damit die Bodenverdichtung beim Ackerbau zu reduzieren. Die Spurweite beträgt 12 m. Für die Straßenfahrt werden die Räder um 90° gedreht, das Fahrzeug hat dann eine Breite von 3 m. Das in Hohenheim eingesetzte Fahrzeug mit einer Spurweite von 6 m ist mit einer Meßkabine und einer über einer Breite von 5 m verschiebbaren Dreipunktaufhängung ausgestattet. Es können daher problemlos Bodenbearbeitungsgeräte angebaut und untersucht werden. Eine hydrostatisch angetriebene Zapfwelle mit einer Leistung von 30 kW steht zur Verfügung. Für Grundlagenuntersuchungen an Einzelwerkzeugen kann ein fahrbarer Werkzeugträger montiert

werden, der mit einer umfangreichen Meßtechnik zur Erfassung der am Werkzeug auftretenden Kräfte ausgestattet werden kann. Ultraschallsensoren messen die Arbeitstiefe, die Fahrgeschwindigkeit wird je nach Anforderung mit Radarsensoren oder einem Laufrad gemessen. Es sind Geschwindigkeiten bis zu 12 km/h realisierbar. Die Auswertung der Daten erfolgt unmittelbar im Anschluß an die Messungen.

Untersuchungen in Hohenheim

Erste Untersuchungen in der Hohenheimer Bodenrinnenhalle wurden mit Direktsaatscharen durchgeführt. Ziel war es, den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Stroheinarbeitung bei Direktsaatscharen festzustellen. Direktsaat unterscheidet sich grundsätzlich von dem konventionellen Verfahren mit dem Pflug. Es ist unumgänglich, sämtliche Einflußfaktoren, wie Düngung, Pflanzenschutz, Fruchtfolge und besonders die eingesetzte Technik möglichst optimal in dieses System zu integrieren. Gerade die Technik zur Direktsaat ist jedoch noch nicht so ausgereift, daß sie unter allen Bedingungen optimale Saatbedingungen bietet. Die ungleichmäßige Tiefenablage des Saatgutes und die Verstopfungsneigung der Maschinen sowie die unzureichende Bedeckung des Saatgutes mit Boden sind auf die mangelnde Eignung der Geräte bei dichter Strohaufgabe zurückzuführen. Direktsaatmaschinen mit Zinkenscharen schleifen das Stroh mit und verstopfen. Das führt zu häufigen Arbeitsunterbrechungen und einer ungleichmäßigen Verteilung des Strohes auf dem Acker. Maschinen mit Scheibenscharen drücken das Stroh in die Saattrille und legen das Saatgut im Stroh ab. Der dadurch hervorgerufene mangelhafte Kontakt des Saatgutes zum Boden führt zu Wassermangel und zum Absterben des Keimlings. Der Keimling wird zusätzlich durch die beim

Abbau des Strohes entstehenden Säuren geschädigt. Die Folge ist ein geringer Feldaufgang. In umfangreichen Freilandversuchen wurde bei Scheibenscharen eine Abhängigkeit der Stroheinarbeitung in die Saattrille von der Fahrgeschwindigkeit beobachtet. Zur Absicherung dieser Ergebnisse unter standardisierten Bedingungen wurde der Boden in der Bodenrinne zunächst auf eine mit einem Direktsaatacker vergleichbare Lagerungsdichte eingestellt und eine definierte Strohmenge ausgebracht. Das Stroh wurde nach der Versuchsfahrt aus der Saattrille herauspräpariert und getrocknet. Nach Abscheidung des anhaftenden Bodens wurde das Stroh gewogen. Bild 3 zeigt die Ergebnisse. Wie zu erkennen ist, sinkt die Masse des eingearbeiteten Strohs bei steigender Fahrgeschwindigkeit.

Literatur

- [1] Söhne, W.: Bodenmechanische Grundlagen und ihre Umsetzung in der Werkzeuggestaltung. Landtechnik 41 (1986), H. 9, S. 372-376
- [2] Söhne, W.: Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen, unter rollenden Rädern sowie bei der Bodenbearbeitung. Grundlagen der Landtechnik (1951), H 1, S. 87-94
- [3] The American Society of Mechanical Engineers and The American Society of Agricultural Engineering: The National Soil Dynamics Laboratory, International Historic Mechanical Engineering Landmark and Historic Landmark of Agricultural Engineering. 1990, Auburn, Alabama
- [4] Silsoe College Cranfield University: Soil Bin Testing Facility, Silsoe, Großbritannien
- [5] Riek, H.-G. und W. Vornkahl: Experimentelle Untersuchungen über die Adhäsion zwischen Boden und festen Werkstoffen. Landtechnische Forschung 15 (1965), H. 5, S. 157-161

Schlüsselwörter

Bodenrinne, Gantry

Keywords

Soil bin, Gantry

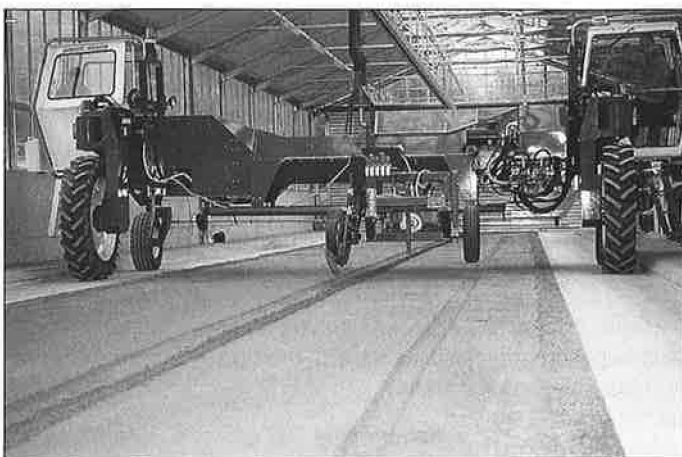


Bild 2: Untersuchung eines Direktsaatschares

Fig. 2: Disc opener test

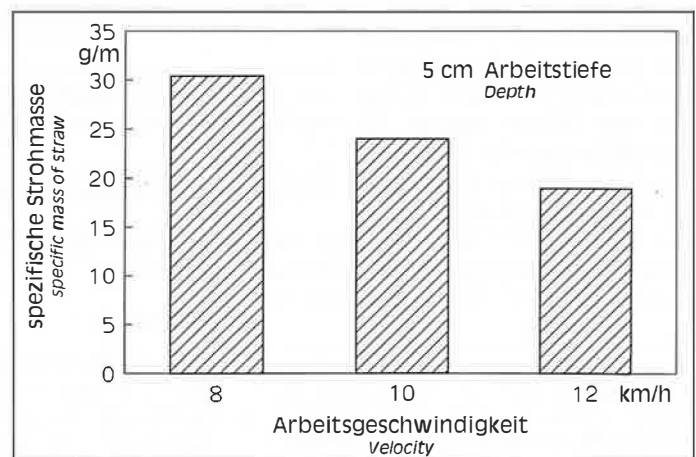


Bild 3: Strohmasse in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit

Fig. 3: Dependence on mass of straw mass from driving speed