

Thorsten Knappenberger, Hohenheim

Die Arbeitsqualität der Saatbettbereitung in Abhängigkeit der Bodenfeuchte

Die Arbeitsqualität von Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung hängt in entscheidendem Maße vom Bodenwassergehalt ab. Auf homogenen Schlägen lässt sich zum richtigen Bearbeitungszeitpunkt ein befriedigendes Ergebnis bei der Saatbettbereitung erzielen. Sind die Schläge jedoch heterogen, variiert der Bearbeitungserfolg auf der Fläche.

Der Bodenwassergehalt wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Zunächst ist dazu die Korngrößenverteilung oder Bodenart zu nennen, welche die Anteile von Sand, Schluff und Ton eines Bodens angibt. Ist die Bodenart bekannt, kann man mit Hilfe der van Genuchten Gleichungen die Saugspannungskurve sowie die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens ableiten [1]. Im Umgang mit Bodenwasser hat sich in den letzten 100 Jahren der Begriff der Potenziale durchgesetzt. Potenziale beschreiben die Bindung des Wassers an den Boden. Dabei wird das Gesamtpotenzial als Summe der Teilpotenziale (Matrix-, Gravitations-, Gas- und osmotisches Potenzial) beschrieben (Gleichung 1). Die Saugspannungskurve bringt das Matrixpotenzial mit dem Bodenwassergehalt in Verbindung.

$$\Psi = \Psi_m + \Psi_z + \Psi_g + \Psi_o \quad \text{Gl. 1}$$

Unterschiedliche Reliefausbildungen haben unterschiedliche Gravitationspotenziale zur Folge. Angenommen man hat auf einer Kuppe sowie in einer Senke dasselbe Gesamtpotenzial, so führt das größere Gravitationspotenzial auf der Kuppe zu einem geringeren Matrixpotenzial als in der Senke. Infolge dessen ist der Wassergehalt auf der Kuppe geringer als in der Senke.

Der Bodenwassergehalt wird jedoch nicht nur durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, er bestimmt auch Bodeneigenschaften wie hydraulische Leitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität, Befahrbarkeit und Konsistenz.

Der innere Zusammenhalt von Böden wird als Konsistenz bezeichnet. Atterberg hat dazu die Konsistenzgrenzen festgelegt (Tab. 1). Die Konsistenz der Böden hängt in erster Linie von deren Korngrößenverteilung, von der Art der austauschbaren Kationen sowie von der Salzkonzentration im Bodenwasser ab. Bei sehr hohen Wassergehalten nimmt der Boden die Eigenschaften einer Flüssigkeit, bei sehr niedrigen die eines Festkörpers an. Deshalb betrachtet man den Boden als makromeritische Flüssigkeit und wendet rheologische Betrachtungsweisen auf ihn an.

Die Bodenfeuchte beeinflusst die Bearbeitung

Der optimale Wassergehalt für die Bodenbearbeitung kann als Wassergehalt, bei dem die Bodenbearbeitung den größten Anteil an kleinen Aggregaten erzeugt, betrachtet werden [2]. Bhushan und Ghilday [3] bestimmten den optimalen Wassergehalt für die Bodenbearbeitung bei $0,77 \cdot W_a$ (W_a -Ausrollgrenze nach Atterberg, Tabelle 1) auf einem sandigen Lehm, Ojeniyi und Dexter [4] kamen hingegen auf $0,9 \cdot W_a$ auf einem vergleichbaren Boden. Weitere Untersuchungen ergaben, dass die optimale Bearbeitungsfeuchte am Wendepunkt der Saugspannungskurve zu finden ist. Dank der Parameter und Formeln von van Genuchten [1] ist es somit möglich, für jede Körnung die Saugspannungskurve und damit auch den Wendepunkt der Funktion zu ermitteln. Dexter und Bird [2] geben außer dem optimalen auch

M.Sc. Thorsten Knappenberger bearbeitet als Doktorand bei Prof. Dr. Karlheinz Köller ein Projekt zur Entwicklung von Berechnungsmodellen für die teilflächenspezifische Saatgutablage am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70593 Stuttgart; e-mail: thorsten.knappenberger@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Bodenfeuchte, Aussaat, präziser Landbau

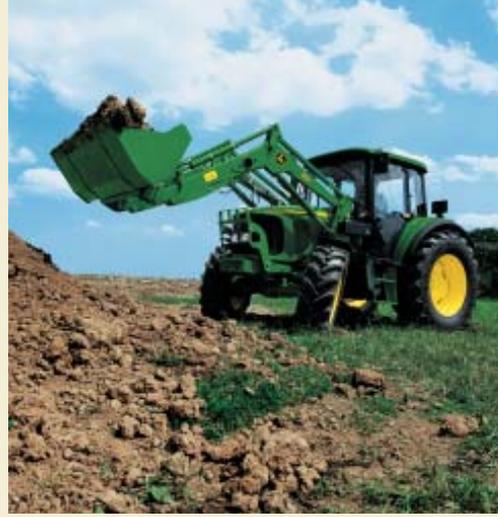
Keywords

Soil tillage, soil moisture, seeding, precision farming

Tab. 1: Konsistenzgrenzen nach Atterberg

Table 1: Consistency thresholds acc. to Atterberg

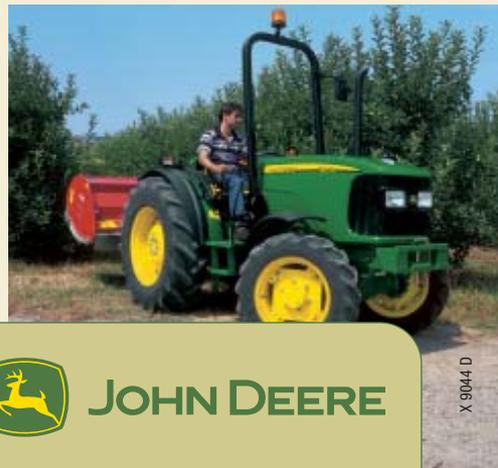
Wassergehalt	Zustand	Konsistenzgrenze
hoch	flüssige Suspension bis Paste	
	_____	Fließgrenze (Wf)
mittel	kohärente, breiige, zähe Paste	
	_____	Ausrollgrenze (W _a)
niedrig	brüchige, sehr steife Paste	
	_____	Schrumpfgrenze (W _s)
	_____	harter Block



Ein wahrlich breites Angebot...



50
1956 - 2006 DEUTSCHLAND



 **JOHN DEERE**
Zuverlässigkeit ist unsere Stärke

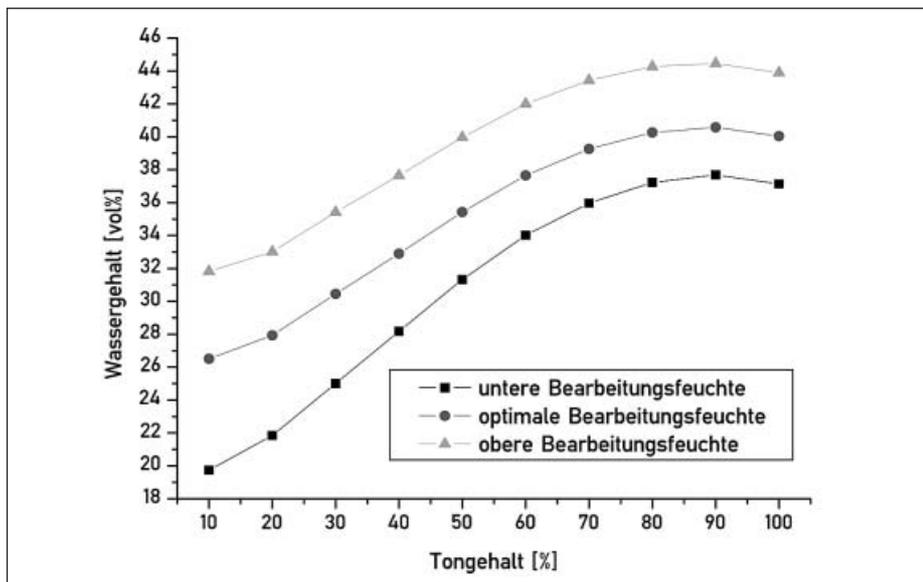


Bild 1: Der Einfluss des Tongehaltes auf die „optimale“ Bearbeitungsfeuchte

Fig. 1: The effect of clay content on optimum tillage moisture

den maximalen und minimalen Wassergehalt für die Bodenbearbeitung an. Außerhalb dieser Grenzen ergeben die Bodenbearbeitungsmaßnahmen keine gewünschten Effekte mehr: bei zu feuchten oder zu trockenen Böden werden überwiegend größere Brocken produziert. Bild 1 zeigt die optimale, minimale und maximale Bearbeitungsfeuchte in Abhängigkeit vom Tongehalt. Die Ergebnisse von Lyles und Woodruff ([5], Bild 2) bestätigen die Untersuchungen von Dexter und Bird.

Bedeutung auf heterogenen Schlägen

Auf heterogenen Schlägen mit unterschiedlichen Bodenarten und Reliefausbildungen sorgen die verschiedenen Körnungen einerseits für unterschiedliche Bodenwassergehalte, andererseits für unterschiedliche Saugspannungskurven. In Folge dessen variiert nicht nur der Wassergehalt auf einem Schlag, sondern auch die Werte für optimale, minimale und maximale Bearbeitungsfeuchte. Auf heterogenen Schlägen bekommt man somit die unterschiedlichsten Bearbeitungseffekte beispielsweise bei der Saatbettbereitung. Außerdem ist der Zeitpunkt der Bearbeitung entscheidend. Auf dem Schlag Binsensee der Versuchsstation Ihinger Hof ist zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten (13. und 15. April sowie 12. Mai 2005) die Bodenfeuchte gemessen worden. Der Schlag ist ungefähr zehn Hektar groß und zeichnet sich durch eine starke Heterogenität aus. Die Bodenarten wechseln zwischen schluffigem Sand und tonigem Ton und bieten somit ein sehr breites Untersuchungsspektrum. Die Bodenfeuchtwerte an den drei Zeitpunkten zeigten, dass die optimale Bearbeitungsfeuchte fast auf der ganzen Fläche über- oder unterschritten

wurde. Zum Zeitpunkt 1 waren 3 % der Fläche außerhalb des Bearbeitungsbereichs, während es zwei Tage später bereits 54 % waren. Diese Ergebnisse zeigen zum einen, dass es auf heterogenen Schlägen nicht zu einer gleich bleibenden Arbeitsqualität bei der Saatbettbereitung kommen kann und zum anderen, wie wichtig es ist, Bodenbearbeitungsmaßnahmen termingerecht zu erledigen.

Denn gerade für einen raschen und möglichst vollständigen Feldaufgang ist eine optimale Saatbettbereitung - mit möglichst vielen kleinen Aggregaten - wichtig. Hadas und Russo [6] fanden heraus, dass Aggregatgrößen zwischen 1/5 und 1/10 des Samendurchmessers für die besten Auflaufraten sorgen. Johnson und Taylor [7] ermittelten die höchste Pflanzendichte bei Mais auf Böden, bei denen mindestens 30 % der Aggregate 2 mm oder kleiner waren. Schneider und Gupta [8] benutzen den Geometric Mean Diameter (GMD) um unterschiedliche Aggregatgrößenverteilungen zu klassifizieren. Geringere Auflaufraten bei Mais erga-

ben sich für sehr kleine (GMD = 0,5 mm) und große Werte (GMD = 11,9 mm).

Fazit

Da die Heterogenität der Schläge zu unterschiedlichen Aggregatgrößenverteilungen innerhalb der Schläge führt, muss die Bestelltechnik auf die unterschiedlichen Gegebenheiten reagieren. Denkbar sind hier teilflächenspezifische Saatbettbereitungsmaßnahmen oder Bestellverfahren, welche durch Variation von Saatstärke und Saattiefe auf die sich ändernden Keimbedingungen eingehen.

Literatur

- [1] van Genuchten, M.Th.: A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. Soil Science Society of America Journal 44 (1980), pp. 892-898
- [2] Dexter, A.R., and N.R.A. Bird: Methods For Predicting the Optimum and the Range of Soil Water Contents for Tillage Based on the Water Retention Curve. Soil and Tillage Research 57 (2001), pp. 203-212
- [3] Bhushan, L.S., and B.P. Ghildyal: Influence of Radius of Curvature of Mouldboard on Soil Structure. Indian Journal of Agricultural Sciences 42 (1972), pp. 1-5
- [4] Ojienyi, S.O., and A.R. Dexter: Soil Factors Affecting the Macro-Structures Produced by Tillage. Transactions of the ASAE (1979), pp. 339-343
- [5] Lyles, L., and N.P. Woodruff: How Moisture and Tillage Affects Soil Cloddiness for Wind Erosion Control. Agricultural Engineering (1962), pp. 150-159
- [6] Hadas, A., and D. Russo: Water Uptake by Seeds as Affected by Water Stress, Capillary Conductivity, and Seed-Soil Water Contact. II. Analysis of Experimental Data. Agronomy Journal 66 (1974), pp. 647-652
- [7] Johnson, W.H., and G.S. Taylor: Tillage Treatments for Corn of Lakebed Clay. Department of Agricultural Engineering, Ohio Agric. Expt. Station, Wooster, 1958
- [8] Schneider, E.C., and S.C. Gupta: Corn Emergence as Influenced by Soil Temperature, Matric Potential, and Aggregate Size Distribution. Soil Science Society of America Journal 49 (1985), pp. 415-422

Bild 2: Der Anteil großer Klumpen in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte

Fig. 2: Percentage of big clods versus soil moisture

