

# Physikalische Bodenreife und Pfluggeschwindigkeit

Von P. U. BACHTIN, Moskau<sup>1)</sup>

DK 629.1.42:631.312

Unser Mitarbeiter P. Naethbohm, Schwerin, hat es in dankenswerter Weise unternommen, aus dieser umfangreichen und wertvollen wissenschaftlichen Abhandlung die für uns wichtigsten Ergebnisse zusammenzufassen. Wir bringen anschließend diesen Auszug und sind gern bereit, Interessenten die vollinhaltliche Übersetzung leihweise zur Verfügung zu stellen. Der Beitrag stellt eine aufschlußreiche Ergänzung zu dem von uns bereits mehrfach behandelten Thema „Schnellpflügen“<sup>2)</sup> dar und wird auf neue Untersuchungen dieses Problems durch unsere Wissenschaftler fruchtbare Auswirkungen haben. Die Redaktion

Bei den wiederholten Versuchen, mit höherer Pfluggeschwindigkeit zu arbeiten, haben sich die Beobachtungen vielfach nur auf die Flächenleistung, den Kraftstoffverbrauch, den Radschlupf und den Zugkraftbedarf des Pfluges beschränkt. Die Versuchsergebnisse wurden selten in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit und der erzielten Krümelung gebracht.

Von dem bodenkundlichen W. W. Dokutschajewo-Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR sind diesbezügliche aufschlußreiche Versuche durchgeführt worden, die P. U. Bachtin in seiner Ausarbeitung „Physikalische Bodenreife und Pfluggeschwindigkeit“ behandelt. Bachtin führt nach einer Analyse der Literaturangaben über die Bodenfeuchtigkeit in Abhängigkeit von der Bodenkrümelung und dem geringsten Bodenwiderstand u. a. aus:

„Früher wurde empfohlen, mit dem Beginn der Bodenbearbeitung zu warten, bis der Boden „reif“ wird, d. h. bis er eine relative Feuchtigkeit von 60% erreicht. Nur dann wurde beim Pflügen eine optimale Krümelung des Ackers und ein minimaler Energieaufwand bei der Fahrgeschwindigkeit des bodenbearbeitenden Gerätes von nicht über 3,6 km/h erreicht. Unsere Versuche zeigten, daß, wenn wir die Pfluggeschwindigkeit auf 7 bis 8 km/h erhöhen, solcher Boden, trotz seines „optimalen“ Feuchtigkeitsgehalts, entsprechend seiner physikalischen Reife (60% vom kapillaren Feuchtigkeitsgehalt), verstärkt zerstäubt wird und die Ausbeute der Bodenkrümel mit der Größe von 1 bis 10 mm Dmr. in Vergleich zum Pflügen mit der Geschwindigkeit von 3,6 km/h sinkt. Damit klärt sich auch der Mißerfolg vieler Forscher, die sich mit Versuchen der Pfluggeschwindigkeit beschäftigen, die sich auf zufällig herausgenommene Varianten der Bodenfeuchte und auf statische Auffassungen über die physikalische Bodenreife stützen.

In Wirklichkeit kann man die Pfluggeschwindigkeit in der festgesetzten Arbeitsgrenze bedeutend steigern, wenn man die physikalische Bodenreife nicht wie eine statische, sondern wie eine dynamische Erscheinung betrachtet, die durch eine ganze Reihe von Ursachen bedingt wird.

Zu ihnen gehören in erster Linie die Pfluggeschwindigkeit, die Beschaffenheit der Arbeitsoberfläche des Pfluges und die Strukturstufe des Bodens. Die physikalische Bodenreife kann nicht wie eine unabhängige Erscheinung außerhalb des technologischen Pflugprozesses existieren. Damit erklären sich auch eine ganze Menge gelungener Versuche der Stachanow-Arbeiter, die mit erhöhten Geschwindigkeiten arbeiteten.

Durch unsere Versuche, die unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. N. A. Katschinskij im Jahre 1948 auf mittleren und schwerlehmigen Rasenpodsolböden durchgeführt wurden, wird geklärt, daß der quantitative Ausdruck der physikalischen Bodenreife mit der Steigerung der Pfluggeschwindigkeit erhöht werden muß.

Je größer die Pfluggeschwindigkeit ist, desto größer ist die Bedeutung der physikalischen Bodenreife. Dabei ist die Ausbeute der optimalen Krümel des Ackers entweder gleich solcher, wie sie bei gewöhnlichen Geschwindigkeiten erhalten wird oder größer; der Energieaufwand bei der Bodenbearbeitung wird gesenkt.

Die Veränderung der Bodenstruktur und die Form der Streichbleche des Pfluges können starken Einfluß auf die Größe der Veränderlichkeit der physikalischen Bodenreife bezüglich der Pfluggeschwindigkeit haben.

Beispielsweise wurde durch unsere Versuche herausgefunden, daß, je besser die Bodenstruktur, um so größer die Bedeutung der physikalischen Bodenreife bei allen in unseren Versuchen angewendeten Pfluggeschwindigkeiten ist.“

Die Versuche, die zu solchen Schlüssen Anlaß gaben, wurden auf Flächen mit 3jährigen Grasgemischen von Klee mit Timothee, auf bis zur Frühjahrsturche liegende Gerstestoppeln, auf Sommergerstestoppeln, und auf Winterroggenstoppeln, bei verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten mit Pfluggeschwindigkeiten von 1,06, 1,25, 1,46 und 2,25 m/s durchgeführt.

Das Ziel dieser Versuche war die Ermittlung der optimalen Feuchtigkeit bei dem geringsten spezifischen Bodenwiderstand und der größten Krümelausbeute in der Größengruppe von 1 bis 10 mm bei den verschiedenen Pfluggeschwindigkeiten.

Bachtin schreibt hierüber:

„Auf allen untersuchten Flächen wird bei drei Pfluggeschwindigkeiten die Abnahme des spezifischen Bodenwiderstandes beim Pflügen mit der Zunahme der Bodenfeuchtigkeit festgestellt bis zur Festsetzung der Grenze, nach der mit weiterer Zunahme der Bodenfeuchtigkeit, aber auch in Verbindung mit ihr die Vergrößerung der Klebrigkeit des Bodens am Pflugstreichblech, der spezifische Widerstand anzuwachsen beginnt. Dabei ist es charakteristisch, daß für jede Pfluggeschwindigkeit der ihr eigene Wert der optimalen Feuchtigkeit oder der physikalischen Bodenreife für die Erreichung des minimalen spezifischen Bodenwiderstandes vorhanden ist (Tafel I).

Tafel I

Optimale Feuchtigkeit für das Pflügen in verschiedenen Geschwindigkeiten

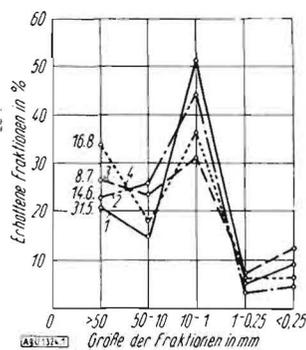
Pfluggeschwindigkeit in m/s	Die relative Feuchtigkeit bei dem geringsten spezifischen Widerstand			
	Roggenstoppeln %	Gerstestoppeln Aussaat 1947 %	Gerstestoppeln Aussaat 1948 %	Grasgemisch %
1,06	59,97	71,0	64,90	73,90
1,25	60,70	73,40	72,20	86,04
1,46	74,00	—	74,33	90,17

Wie aus Tafel I ersichtlich, hat die relative Bodenfeuchtigkeit – gleich physikalische Bodenreife – dieselbe große Bedeutung, die für die Flächen unter Grasgemischen hervor gehoben wurde.

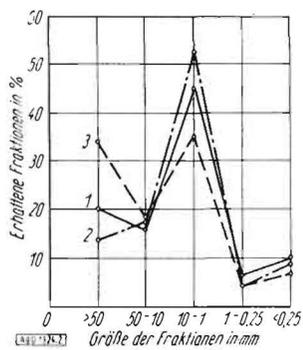
In diesem Falle kam die große Strukturfähigkeit dieses Bodens im Vergleich zu den anderen zum Ausdruck. Auf allen Flächen wurde mit der Steigerung von der ersten bis zur dritten Pfluggeschwindigkeit eine allmähliche Vergrößerung des optimalen Wertes der Bodenfeuchtigkeit hervor gehoben. Auf diese Weise ist die Feuchtigkeit der sogenannten „physikalischen Reife“ des Bodens nicht nur von den Bodentypen, von seinem Strukturzustand und von den angebauten Kulturen abhängig, sondern auch von der Konstruktion des Pfluges und was besonders wichtig ist, von der Geschwindigkeit, in der die Bodenbearbeitung durchgeführt wird.“

<sup>1)</sup> Aus: *Почвоведение* (Bodenkunde) Moskau (1952) Nr. 5, S. 461 bis 472, 4 Bilder. Übersetzer: Dr. E. Linter.

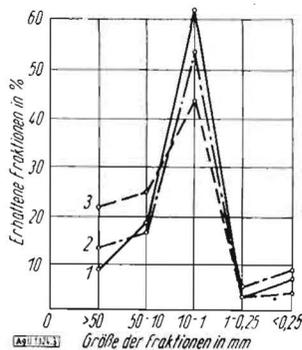
<sup>2)</sup> Deutsche Agrartechnik (1951) H. 1, S. 5 und H. 6, S. 174. (1953) H. 4, S. 102 und 104, H. 10, S. 315.



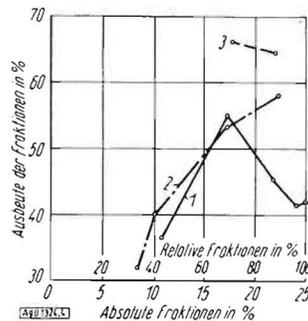
**Bild 1.** Abhängigkeit der Krümelgröße von der Feuchtigkeit. Grasgemisch Klee und Timothee. Pfluggeschwindigkeit 1,06 m/s, 1 relative Feuchtigkeit 61,47%, absolute Feuchtigkeit 16,91%, 2 relative Feuchtigkeit 88,11%, absolute Feuchtigkeit 22,17%, 3 relative Feuchtigkeit 43,93%, absolute Feuchtigkeit 10,76%, 4 relative Feuchtigkeit 25%.



**Bild 2.** Abhängigkeit der Krümelgröße von der Feuchtigkeit. Pfluggeschwindigkeit 1,25 m/s, 1 relative Feuchtigkeit 61,47%, absolute Feuchtigkeit 16,91%, 2 relative Feuchtigkeit 88,11%, absolute Feuchtigkeit 22,17%, 3 relative Feuchtigkeit 41,09%, absolute Feuchtigkeit 10,30%.



**Bild 3.** Abhängigkeit der Krümelgröße von der Pfluggeschwindigkeit. Grasgemisch Klee und Timothee. Relative Feuchtigkeit 88,11%, absolute Feuchtigkeit 22,17%, Pfluggeschwindigkeit 1 = 1,46 m/s, 2 = 1,25 m/s, 3 = 1,06 m/s.



**Bild 4.** Abhängigkeit der Fraktionsausbeute mit der Größe 10 bis 0,25 mm von der Bodenfeuchtigkeit und der Pfluggeschwindigkeit, Grasgemisch Klee und Timothee. Pfluggeschwindigkeit 1 = 1,06 m/s, 2 = 1,25 m/s, 3 = 1,46 m/s.

Über diese Feststellung hinaus ist Krümelstruktur auf den Flächen bei gleichen Pfluggeschwindigkeiten, jedoch verschiedener Bodenfeuchtigkeit, untersucht worden.

„Die Kurve in Bild 1 zeigt, daß wir bei der Pfluggeschwindigkeit von 1,06 m/s das Maximum der Krümel von 1 bis 10 mm Dmr. bei der relativen Feuchtigkeit von 61,47% erhalten, während bei größerer und kleiner Bodenfeuchtigkeit (100, 88,11 und 43,93%) die Menge dieser Krümel bedeutend kleiner ist.

Im letzteren Fall wird die große Scholligkeit des Ackers hervorgehoben.

Die Erhöhung der Pfluggeschwindigkeit auf 1,25 bis 1,46 m/s vermindert die Krümelmenge von 1 bis 10 mm Dmr. bedeutend, aber noch nicht bei der relativen Feuchtigkeit von 61,47%, sondern bei 88,11% (Bild 2 und 3).

Bild 4 zeigt die Abhängigkeit der Fraktionsausbeute des Ackers mit der Größe von 0,25 bis 10 mm Dmr. bei verschiedenen Pfluggeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit.

Bei der Geschwindigkeit von 1,06 m/s wächst zuerst die Ausbeute der Fraktionen, gleich darauf fällt sie nach der relativen Feuchtigkeit über 61% stark ab, während bei der Geschwindigkeit von 1,25 m/s die Ausbeute der Krümel von 0,25 bis 10 mm Dmr. auch bei der Feuchtigkeit von über 88% noch ansteigt.

Bei der Pfluggeschwindigkeit von 1,46 m/s ist die Ausbeute der Fraktionen von 0,25 bis 100 mm bedeutend höher als im vorhergehenden Fall, ungeachtet der großen Bodenfeuchtigkeit. Beim vierten Gang des Traktors (2,25 m/s) wurde nur ein Versuch bei der relativen Feuchtigkeit von 60 bis 65% durchgeführt, der die geringsten Mengen der Fraktionen von 0,25 bis 10 mm Dmr. im Acker zeigte.

Anscheinend ist, wenn wir vom oben angeführten ausgehen, für die Erhaltung der optimalen Bodenkrümelung eine größere optimale Feuchtigkeit erforderlich.

Aus der Analyse der Tafel und Bilder ist ersichtlich, daß die Erhaltung der maximalen Krümelausbeute mit der Größe von 1 bis 10 mm, ebenso wie auch des minimalen spezifischen Bodenwiderstandes, sich in direkter Abhängigkeit von der Dynamik der physikalischen Bodenreife befindet.

Die optimale Bodenfeuchtigkeit ist charakteristisch für die Erhaltung der besten Krümelbildung des Ackers, die der optimalen Feuchtigkeit für die Erhaltung des geringsten spezifischen Bodenwiderstandes beim Pflügen entspricht.

Die allmähliche Erhöhung der Pfluggeschwindigkeit über 2 bis 3 km/h bei der physikalischen Bodenreife mit dem gleichen Wert der relativen Bodenfeuchtigkeit von 60% führt zur allmählichen Vergrößerung der Staubfraktionen und zur Abnahme der Krümel von 1 bis 10 mm Dmr.

Damit wir das Maximum der Krümel von 1 bis 10 mm Dmr. und den geringsten spezifischen Pflugwiderstand bei der Erhöhung der Pfluggeschwindigkeit erhalten, ist es notwendig, die physikalische Bodenreife über die 60% ige relative Feuchtigkeit zu erhöhen.“

Ein solches Ergebnis läßt die Anwendung höherer Pfluggeschwindigkeiten unter den genannten Bedingungen zu. Sie jedoch mit den z. Z. verfügbaren Arbeitsmitteln anzuwenden, dürfte nicht erfolversprechend sein.

Die erhöhte Pfluggeschwindigkeit könnte jedoch bei der Entwicklung völlig neuer Bodenbearbeitungsmethoden zur Anwendung gelangen und damit zu neuen Bestellmethoden führen. Bachtin führt diese Möglichkeiten in seiner Schlußfolgerung ebenfalls an:

1. Die Feuchtigkeit des Bodens im Augenblick seiner Bearbeitung besitzt entscheidende Bedeutung zur Feststellung der Qualität des Ackers und in bezug auf den mechanischen Energieaufwand.
2. Die früheren statischen Auffassungen über die physikalische Bodenreife und über die Intervalle der optimalen Feuchtigkeit für die rationelle Bodenbearbeitung können den Übergang von der Geschwindigkeit mit 3,6 km/h zu denen mit 8 bis 12 km/h nicht begründen.
3. Die Versuche ergeben, daß der Zustand der physikalischen Bodenreife nicht als ständige und unabhängige Eigenschaft des Bodens erscheint. Er ist eng verbunden mit den technologischen Prozessen des Pflügens und verändert sich zusammen mit ihnen. Die physikalische Bodenreife hängt nicht nur von den Bodentypen und seiner Strukturfähigkeit ab, sondern auch von der Konstruktion des Pfluges und in Besonderheit von der Pfluggeschwindigkeit.
4. Je höher die Pfluggeschwindigkeit ist, desto höher muß die optimale Bodenfeuchtigkeit für die Erhaltung der besten Krümelbildung des Ackers und des minimalen Energieaufwandes sein.
5. Die Angaben der Versuche weisen auf die Möglichkeit für die Durchführung der frühzeitigen vorsaatlichen Ackerbestellung hin, was für die Dürregebiete besonders wichtig ist.
6. Die erwähnten Gesetzmäßigkeiten schaffen wissenschaftliche Beweisgründe, die die Voraussetzung für die Ausarbeitung der Technologie der Pfluggeschwindigkeit und für die Konstruktion entsprechender Geräte für die Bodenbearbeitung sind.
7. Die Notwendigkeit einer schnelleren Untersuchung der Dynamik der physikalischen Reife anderer Typen und Bodenunterschiede bei Pfluggeschwindigkeiten von 3 bis 12 km/h.“