

- [ 16 ] *Ocker, H.D. u. W. Nierle:* Schwermetalle in Getreide und Getreideerzeugnissen. Z. Getreide, Mehl und Brot, Bd. 28 (1974) S. 285, ref. Inform. AID Bd. 22 (1975) H. 2, S. 2/3.
- [ 17 ] *Ocker, H.D.:* Kurzfassung der Forschungsergebnisse zum Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Inform. AID Bd. 22 (1975) H. 5, S. 1/2.
- [ 18 ] *Wiesner, E.:* Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere. Jena: G. Fischer 1970.
- [ 19 ] *Luther, H.G.:* Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Wirkstoffe in der Tierernährung am 1.10.1964 in Berlin.
- [ 20 ] *London, W.T., W. Henderson u. R.F. Cross:* An attempt to produce chronic nitrite toxicosis in swine. J. Amer. Vet. Med. Assoc. Vol. 150 (1967) S. 398/402.
- [ 21 ] *Marret, L.E. u. M.L. Sunde:* The use of turkey poults and chickens as test animals for nitrate and nitrite toxicity. Poultry Sci. Vol. 47 (1968) S. 511/19.
- [ 22 ] *McNamara, L.A. Klepper u. R.H. Hagenau:* Nitrate content of seeds of certain crop plants, vegetables and weeds. J. Agr. Food Chem. Vol. 19 (1971) S. 540/42.
- [ 23 ] *Schormüller, J.:* Handbuch der Lebensmittelchemie. Bd. 3, Teil 2. Berlin: Springer-Verlag 1968.

## Auswirkungen einiger den Arbeitseffekt von Bestellwerkzeugen kennzeichnenden Größen auf den Pflanzenaufgang von Getreide

Von Günter Kahnt, Rainer Bausch und Karlheinz Köller, Stuttgart-Hohenheim\*)

Mitteilung aus dem Sonderforschungsbereich 140 – Landtechnik "Verfahrenstechnik in der Körnerfruchtproduktion" der Universität Hohenheim

DK 631.31:581.14

Die Bestelltechnik nimmt im verfahrenstechnischen Bereich der Körnerfruchtproduktion eine wichtige Stellung ein, da sie Menge und Qualität der jährlichen Erzeugung beeinflusst. Die Kenntnis der Auswirkungen des Arbeitseffektes von Bestellgeräten auf den Pflanzenaufgang erscheint hinsichtlich der Entwicklung optimaler Pflanzenbestände von besonderer Bedeutung.

Um Kriterien für die Auswahl und Entwicklung geeigneter Bestellwerkzeuge und -geräte zu bekommen, müssen die Zusammenhänge zwischen den den Arbeitseffekt von Bestellwerkzeugen kennzeichnenden Größen und dem Pflanzenaufgang ermittelt werden. Dabei sind optimale Bereiche der Kenngrößen für einen hohen Pflanzenaufgang zu quantifizieren. Erste Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in dieser Arbeit veröffentlicht.

### 1. Einleitung

Untersuchungen auf dem Gebiet der Bestelltechnik in Verbindung mit dem Pflanzenertrag führen häufig zu Ergebnissen, die über einen bestimmten Anwendungsfall hinaus nicht verallgemeinert werden können. Dies liegt in erster Linie daran, daß der gesamte Problemkreis sehr komplex ist und eine Vielzahl von Faktoren den Pflanzenertrag beeinflussen können. Aus diesem Grunde sollte man im Rahmen der Grundlagenforschung auf diesem Gebiet erst einmal die kürzeste Kausalkette untersuchen, d.h. den Zusammenhang zwischen den Kenngrößen, die von den Bestellwerkzeugen beeinflusst werden können, und denen für den Pflanzenaufgang.

\*) Prof. Dr. Günter Kahnt ist Inhaber des Lehrstuhls für Acker- und Pflanzenbau an der Universität Hohenheim. Dipl.-Ing. agr. Rainer Bausch und Dipl.-Ing. agr. Karlheinz Köller sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 140 (Fachgebiet: Acker- und Pflanzenbau bzw. Verfahrenstechnik der Pflanzenproduktion) dieser Universität.

Zur Keimung des Saatgutes sind die drei Faktoren Temperatur, Wasser und Luft je nach Fruchtart in unterschiedlichem Ausmaß erforderlich. Durch Wahl des günstigsten Saattermins und Bereitung eines bestimmten Saatbettes wird versucht, diese Faktoren zu optimieren. Die Qualität des Saatbettes, das durch die Bestellgeräte erst geschaffen werden muß, kann durch verschiedene bodenphysikalische Kenngrößen charakterisiert werden. So untersuchte *Czeratzki* [1] die Beziehungen zwischen Porenvolumen bzw. Porengrößenverteilung und der Entwicklung von Getreide und Zuckerrüben, während *Kunze, Kaiser* und *Stranak* [2] den Einfluß der Lagerungsdichte des Bodens auf den Pflanzenaufgang überprüften. Auf die Bedeutung der Aggregatgrößenverteilung im Boden weisen verschiedene Autoren hin. Bereits 1922 untersuchte *Bornemann* [3] den Einfluß verschiedener Aggregatgrößen mit einem Durchmesser von 0,5 ÷ 7,0 mm auf die Entwicklung von Weizen. Wie er unterstreichen auch *Krause* [4], *Heege* [5] und *Theissig* [6] die besondere Bedeutung der "kleinen" Bodenaggregate. Nach *Hadas* und *Russo* [7] sind es in ariden Gebieten vor allem die Aggregate von 0,25 ÷ 2,0 mm Durchmesser, die die Wasserversorgung des Samens entscheidend beeinflussen. Auch die Saattiefe ist eine Kenngröße, die in diesem Zusammenhang zu nennen ist. Der Einfluß der Saattiefe auf den Pflanzenaufgang wurde u.a. von *Korsmo* [8] sowie *Hakansson* und *v. Polgar* [9] ermittelt. Die genannten Untersuchungen beinhalten keine Angaben über die Wechselwirkungen zwischen Aggregatgröße, Porenvolumen, Saattiefe, Bodenwassergehalt und -temperatur usw. sowie deren Auswirkung auf den Pflanzenaufgang.

Im Rahmen der Arbeiten des Sonderforschungsbereiches 140 wird versucht, diese komplexen Zusammenhänge zu klären. In dieser Arbeit wird der Zusammenhang zwischen dem Pflanzenaufgang und den beiden Kenngrößen "Größe der Bodenaggregate" und "Saattiefe" anhand einiger Versuchsergebnisse diskutiert.

### 2. Aufgabenstellung

Zur Ermittlung der Abhängigkeit des Pflanzenaufgangs von der Aggregatgröße der Bodenteilchen und der Saattiefe sowie der Bodenfeuchte und -temperatur werden Versuche in Gefäßen, auf Kleinparzellen und auf drei unterschiedlichen Versuchsstandorten durchgeführt.

Die Gefäßversuche in der Klimakammer ermöglichen es, die genannten Kenngrößen in bestimmten Bereichen zu variieren bzw. konstant zu halten. Auf den Kleinparzellen wird der Aufgang bei konstanter Saattiefe in Abhängigkeit von der Aggregatgröße untersucht, wobei diese durch gezieltes Einstellen von Werkzeug- und Fahrgeschwindigkeit verschiedener Bestellmaschinen variiert wird. Um die Übertragbarkeit der in den Gefäß- und Kleinparzellenversuchen gefundenen Gesetzmäßigkeiten auf praxisnahe Feldbedingungen überprüfen zu können, werden die entsprechenden Beziehungen auch auf drei Versuchsstandorten mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ermittelt.

### 3. Pflanzenaufgang und Aggregatgröße der Bodenteilchen

Der Pflanzenaufgang ist das Verhältnis der Zahl der nach einer bestimmten Zeit insgesamt aufgegangenen Pflanzen zu der Zahl der ausgesäten Samenkörner. Bild 1 zeigt schematisiert den Pflanzenaufgang über der Zeit. Anhand einer solchen Kurve lassen sich neben dem eigentlichen Kurvenverlauf  $A = f(t)$  einige für den Pflanzenaufgang charakteristische Kenngrößen festlegen:

- $T_0$  = Beginn des Pflanzenaufganges
- $T$  = Ende des Pflanzenaufganges
- $A_T$  = Pflanzenaufgang zur Zeit  $T$ .

Da die Entwicklung optimaler Pflanzenbestände nicht nur von der Anzahl der aufgegangenen Pflanzen bestimmt wird, sondern auch von der gebildeten Pflanzenmasse, wird als weiteres Kriterium der  $TM_T$ -Wert herangezogen. Dieser Wert gibt die mittlere Trockenmasse der oberirdischen Pflanzenteile je Pflanze zur Zeit  $T$  an.

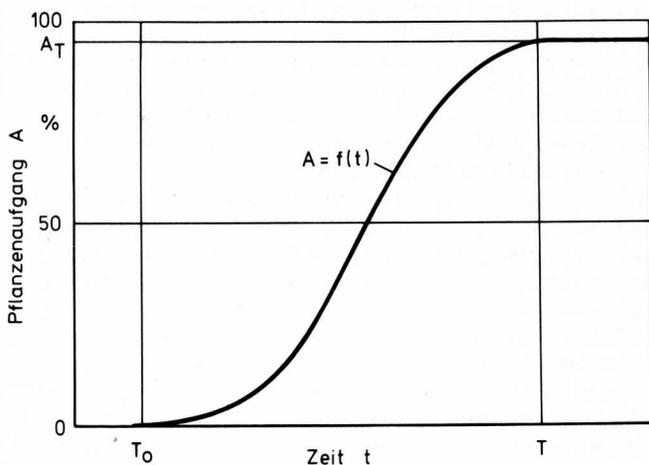


Bild 1. Zeitlicher Verlauf des Pflanzenaufganges (schematisch).

Die **Aggregatgröße** der Bodenteilchen wird im allgemeinen durch Siebung des bearbeiteten Bodens mit verschiedenen Siebgrößen bestimmt. Das Ergebnis der Siebanalyse ist die sog. Aggregatgrößenverteilung, für die Bild 2 ein Beispiel zeigt.

Will man den Pflanzenaufgang in Abhängigkeit von der Aggregatgröße darstellen, so benötigt man für die Aggregatgrößenverteilung eine Kennziffer. Nach Vorschlägen von *Rammler* [10, 11] und *Kießkalt* und *Matz* [12] ermitteln verschiedene Autoren [6, 13] bestimmte Aggregatgrößenkennziffern und Gleichmäßigkeitskoeffizienten oder errechnen aus diesen Werten die mittlere Korngröße bzw. die äußere spezifische Oberfläche. Eine andere Möglichkeit besteht in der Bestimmung des sog. gewogenen mittleren Durchmessers  $d_m$ , der nach einem Vorschlag von *van Bavel* [14] in verschiedenen neueren Arbeiten [15, 16] verwendet wird.

Die Bestimmungsgleichung für  $d_m$  lautet:

$$d_m = \frac{\sum (g_i \cdot d_i)}{\sum g_i}$$

mit  $d_i$  = Klassenmitte einer Aggregatfraktion  
 $g_i$  = Gewicht der Aggregatfraktion mit der Klassenmitte  $d_i$ .

Wenn auch die Verwendung dieser Kenngröße nicht ganz unproblematisch ist – unterschiedliche Aggregatgrößenverteilungen können den gleichen  $d_m$ -Wert ergeben –, so wird diese Größe trotzdem im folgenden bei den Freilandversuchen verwendet, da es noch keine bessere Kennzeichnung gibt.

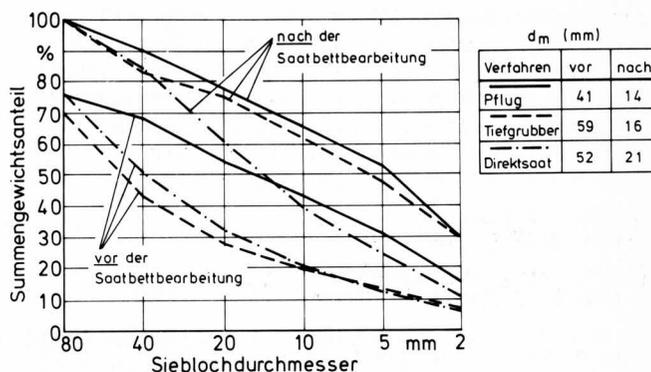


Bild 2. Aggregatgrößenverteilung vor und nach der Saatbettbearbeitung.

### 4. Versuchsaufbau und -durchführung

#### 4.1 Gefäßversuche

Es wurden quadratische Gefäße mit der Abmessung 20 x 20 x 17 cm verwendet, in deren unteren Teil eine 5 cm hohe Bodenschicht eingebracht und verfestigt wurde. Darüber wurde eine 10 cm hohe Schicht in lockerer Lagerung aufgebracht. In dieser Schicht wurden die Aggregatgröße und die Feuchtigkeit variiert. Das Saatgut (50 Körner pro Gefäß) wurde von Hand auf eine bestimmte Tiefe abgelegt. Die Versuche wurden in einer Klimakammer durchgeführt, um die Temperatur während der Versuchszeit konstant zu halten. Dabei wurden die Gefäße 12 Stunden täglich belichtet. Der Wasserverlust durch Evapotranspiration wurde täglich durch Wägung ermittelt und wieder ergänzt. Als Bodenmaterial wurde ein schluffiger Lehm verwendet, als Saatgut Winterweizen der Sorte "Jubiläum".

Folgende Parameter wurden variiert:

- Größe der Bodenaggregate: < 1 mm, 1 bis < 3 mm, 3 bis < 5 mm, 5 bis < 20 mm
- Temperatur: 6 °C und 18 °C
- Saattiefe: 1 cm, 3 cm, 5 cm, 7 cm
- Bodenfeuchtigkeit: 50 %, 70 % und 90 % der maximalen Wasserkapazität ( $WK_{max}$ ).

Für die genannten Aggregatfraktionen wurden folgende maximale Wasserkapazitäten (in % der Trockenmasse des Bodens) ermittelt:

- < 1 mm, 1 bis < 3 mm, 3 bis < 5 mm, 5 bis < 20 mm
- 47 %      39 %      37 %      35 %

Zur Ermittlung der genannten Beurteilungskriterien wurden täglich, bis zur Zeit  $T$ , für jedes Gefäß die aufgegangenen Pflanzen gezählt und auf die Zahl der ausgesäten Körner bezogen. Zum Zeitpunkt  $T$  wurden die oberirdischen Pflanzenteile abgeschnitten und die mittlere Trockenmasse je Pflanze  $TM_T$  festgestellt.

#### 4.2 Versuche auf Kleinparzellen

Die Versuchspartellen wurden im Freien angelegt (Bodenart: schluffiger Lehm) und hatten je Variante eine Größe von etwa 300 m<sup>2</sup>. Die verschiedenen Gemische von Bodenaggregaten wurden mit einer Kreiselegge und einer Fräse mit Zinkenrotor bei unterschiedlichen Werkzeuggeschwindigkeiten hergestellt, wobei die

Arbeitstiefe 9 cm betrug. Das Saatgut (Sommergerste "Carina") wurde mit einer üblichen Drillmaschine in eine Tiefe von 4 cm abgelegt. Die Saatstärke betrug im Mittel 360 Körner/m<sup>2</sup>.

Zur Ermittlung der Größe der Bodenteilchen wurden Bodenproben aus den Bodenschichten 0 bis 3 cm, 3 bis 6 cm und 6 bis 9 cm entnommen. Diese wurden in luftgetrocknetem Zustand gesiebt (Sieblochdurchmesser: 2, 5, 10, 20, 40 mm) und danach die Aggregatgrößenverteilung ermittelt. Die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen wurde täglich bestimmt, die bis zum Zeitpunkt T aufgewachsenen Pflanzen aufsummiert zum Pflanzenaufgang A<sub>T</sub>, der sowohl mit dem Gewichtsanteil der Aggregatfraktionen < 2 mm und < 5 mm als auch mit dem d<sub>m</sub>-Wert in Beziehung gesetzt wurde. Lufttemperatur und Bodentemperatur in 10 cm Tiefe, außerdem die Bodenfeuchten in den Bodenschichten 0 bis 5 cm und 5 bis 10 cm wurden über den Versuchszeitraum registriert:

Mittl. Lufttemperatur	17 °C
Mittl. Bodentemperatur (10 cm Tiefe)	12 °C
Mittl. Bodenfeuchte (0 - 5 cm)	11 %
Mittl. Bodenfeuchte (5 - 10 cm)	21 %

Die mittlere Bodenfeuchte in Saatguttiefe (4 cm) war hiernach geringer als die niedrigste Feuchtigkeit (50 % von WK<sub>max</sub>), die bei den Gefäßversuchen zugrundegelegt wurde.

### 4.3 Großflächige Feldversuche

Parallel zu den genannten Versuchen wurde auf drei verschiedenen Versuchsstandorten der Pflanzenaufgang von Sommergerste (Sorte "Carina", Saatstärke 360 Körner/m<sup>2</sup>) in Abhängigkeit von der Aggregatgröße der Bodenteilchen ermittelt. Auf diesen Standorten wurden mit anderer Zielsetzung sehr unterschiedliche Saatbettbereitungsgesetze und Sämaschinen eingesetzt. Entsprechend variierten auch die Größe der Bodenaggregate und die Saattiefe (1 bis 7 cm). Die Probenahme zur Bestimmung des d<sub>m</sub>-Wertes beschränkte sich auf die gesamte bearbeitete Bodenschicht von 0 bis 8 cm.

Die mittlere Bodentemperatur konnte bei diesen Versuchen noch nicht registriert werden. Die drei Standorte werden durch die Daten in **Tafel 1** gekennzeichnet:

Auch im Feldversuch wurde der Pflanzenaufgang täglich bestimmt. Die bis zum Zeitpunkt T aufgewachsenen Pflanzen ergaben den Pflanzenaufgang A<sub>T</sub>, der mit dem d<sub>m</sub>-Wert in Beziehung gesetzt wurde.

	Bodenart	Höhe über NN m	mittl. Lufttemp. °C	jährl. Niederschl. mm
Heidfeldhof	uL	401	8,5	687
Ihinger Hof	IT	485	7,8	697
Messelhof	tL	734	6,8	1034

uL schluffiger Lehm, IT lehmiger Ton, tL toniger Lehm

**Tafel 1.** Daten zur Kennzeichnung der Standorte der Feldversuche.

## 5. Versuchsergebnisse

Von den vorliegenden Versuchsergebnissen kann hier nur eine Auswahl gebracht werden. Die **Bilder 3 bis 6** zeigen Ergebnisse der Gefäßversuche. Bild 3 und 4 zeigen für eine Aggregatgröße von 1 bis < 3 mm den Pflanzenaufgang über der Zeit von 20 bzw. 10 Tagen für verschiedene Saattiepen und Wassersättigungen bei Bodentemperaturen von 6 °C bzw. 18 °C. Man erkennt, daß der Beginn des Pflanzenaufganges (Zeit T<sub>0</sub>, siehe Bild 1) abhängig ist von der Saattiefe, von der Wassersättigung und von der Temperatur. Bei einer Wassersättigung von 90 % der maximalen Wasserkapazität wird bei 18 °C der Beginn des Pflanzenaufganges um

2 Tage verzögert, wenn man die Saattiefe von 1 auf 7 cm steigert, bei 6 °C dagegen um 5 Tage. Reduziert man die Wassersättigung auf 50 %, so tritt eine noch größere Aufgagsverzögerung ein; die genannten Differenzen zwischen den Saattiepen bleiben bestehen. Der Pflanzenaufgang ist bei 18 °C bei allen Saattiepen nach T = 10 Tagen beendet und bei 6 °C nach T = 20 Tagen. Die entsprechenden A<sub>T</sub>-Werte (siehe Bild 1) liegen bei den Bildern 3 und 4 zugrundeliegenden Aggregatgröße von 1 bis < 3 mm dicht beieinander. Trotzdem darf der Pflanzenaufgang bei den verschiedenen Varianten nicht gleich bewertet werden. So spielt die Zeit T, nach der der maximale Pflanzenaufgang erreicht wird, eine gewisse Rolle bei der Ertragsbildung. Je kleiner T desto höher kann der Ertrag sein. Zum anderen muß auch der Wert von TM<sub>T</sub> als weiteres Beurteilungskriterium herangezogen werden. Je größer dieser Wert ist, desto besser ist der Pflanzenaufgang zu beurteilen.

In den Bildern 5 und 6 sind die Werte von A<sub>T</sub> und TM<sub>T</sub> für verschiedene Saattiepen, Aggregatgrößen und Wassersättigungen bei Temperaturen von 6 °C und 18 °C dargestellt. Man erkennt, daß bei einer Aggregatgröße von 1 bis < 3 mm trotz eines in etwa konstanten Wertes von A<sub>T</sub> der Wert von TM<sub>T</sub> mit zunehmender Saattiefe und abnehmender Wassersättigung abnimmt.

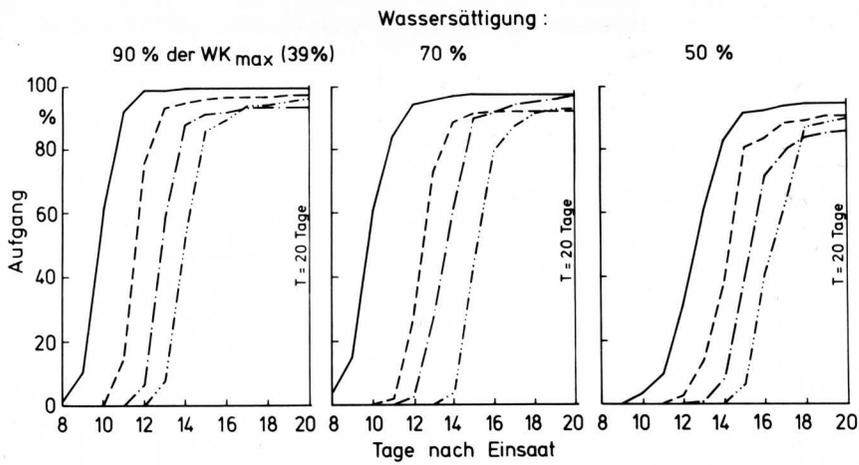
Konzentriert man sich im folgenden in erster Linie auf die Werte für den Pflanzenaufgang A<sub>T</sub>, insbesondere auch im Hinblick auf die Ergebnisse der Freilandversuche, so kann man anhand der Bilder 5 und 6 folgendes feststellen:

Bei einer Aggregatgröße von 1 bis < 3 mm werden die Werte von A<sub>T</sub> durch Saattiefe, Wassersättigung und Temperatur nur wenig verändert. Sie stellen in diesem Bereich Maximalwerte dar. Mit zunehmender Aggregatgröße nimmt der Pflanzenaufgang A<sub>T</sub> relativ wenig ab, wenn es sich um hohe Werte der Wassersättigung handelt. Er nimmt jedoch sehr stark ab, wenn geringere Wassersättigungen vorliegen. Hierbei spielt dann auch die Saattiefe eine wichtige Rolle. Bei diesen Verhältnissen ermöglicht eine exakte Ablage des Saatgutes auf 2 bis 3 cm Tiefe einen maximalen Pflanzenaufgang. Das gleiche muß gefordert werden bei kleiner Aggregatgröße (< 1 mm) und hoher Wassersättigung.

Vergleicht man die Ergebnisse der Gefäßversuche mit denen der Kleinparzellenversuche, so ist in der Tendenz eine gute Übereinstimmung zu finden. Diese Versuche fanden infolge der Witterung bei einer sehr geringen Wassersättigung des Bodens statt. Nach den Ergebnissen der Gefäßversuche ist unter diesen Feuchtebedingungen mit einem starken Abfall des Pflanzenaufganges A<sub>T</sub> mit zunehmender Aggregatgröße zu rechnen. **Bild 7** zeigt den entsprechenden Zusammenhang, wobei der gewogene mittlere Durchmesser d<sub>m</sub> für die Bodenschicht 3 bis 6 cm ermittelt wurde. Tendenzmäßig gilt dieser Zusammenhang für sämtliche untersuchte Saatbetthorizonte, die Korrelation zwischen A<sub>T</sub> und d<sub>m</sub> ist jedoch für die Schicht 3 bis 6 cm am besten, was mit der gewählten Saattiefe von 4 cm zusammenhängt.

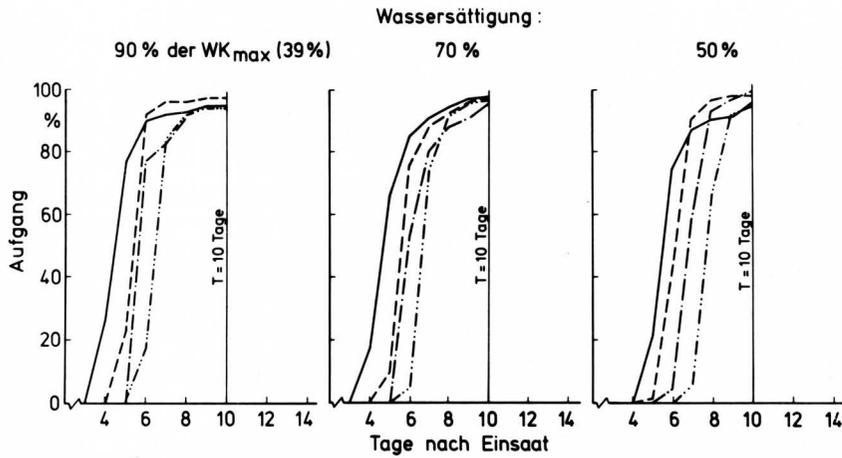
Weiterhin konnte mittels der Ergebnisse der Kleinparzellenversuche festgestellt werden, daß der Pflanzenaufgang A<sub>T</sub> mit zunehmendem Anteil der Aggregate < 2 mm ansteigt. Dieser Zusammenhang zeigt sich wiederum besonders deutlich in der Schicht 3 bis 6 cm, in die das Saatgut abgelegt wurde, **Bild 8**. Eine ähnliche Korrelation ergaben Untersuchungen mit Aggregatgrößen < 5 mm. Diese Ergebnisse bestätigen die Aussage der Gefäßversuche, daß Aggregatgrößen von 1 bis < 3 mm in Saatgutnähe Maximalwerte für den Pflanzenaufgang ergeben.

Vergleicht man die Ergebnisse der Gefäßversuche mit denen der großflächigen Feldversuche, so kann man ebenfalls in der Tendenz eine Übereinstimmung finden. Keimung und Pflanzenaufgang erfolgten in diesen Versuchen bei einer relativ hohen Wassersättigung des Bodens. Nach den Ergebnissen der Gefäßversuche ist unter solchen Bedingungen mit einem relativ geringen Abfall des Pflanzenaufganges A<sub>T</sub> mit zunehmender Aggregatgröße zu rechnen. **Bild 9** zeigt den entsprechenden Zusammenhang. Trotz unterschiedlich tiefer Ablage des Saatgutes, auch das stimmt tendenzmäßig mit den Ergebnissen der Gefäßversuche überein, ist der Pflanzenaufgang auf den drei Standorten über den vorgefundenen Bereich der Aggregatgröße (d<sub>m</sub> = 5 bis 37 mm) relativ konstant.



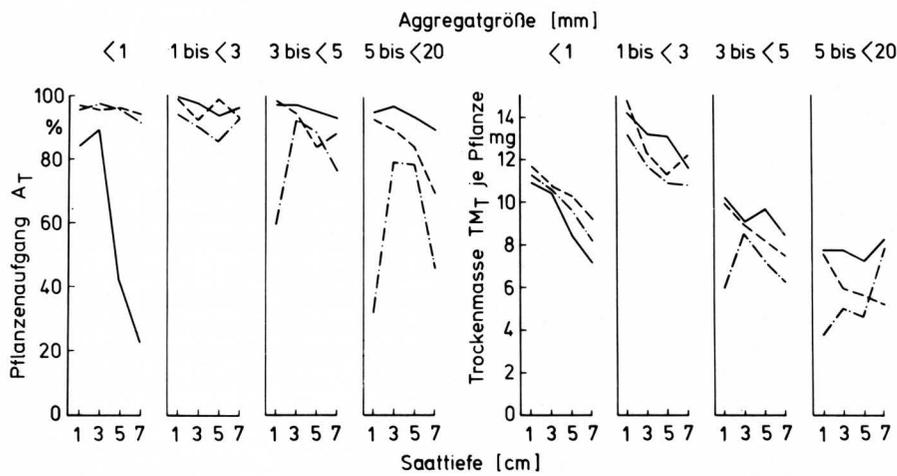
**Bild 3.** Verlauf des Pflanzenaufganges bei 6 °C (Aggregatgröße 1 bis <3 mm).

Saattiefe : 1 cm —  
 3 cm - - -  
 5 cm ····  
 7 cm -·-·-



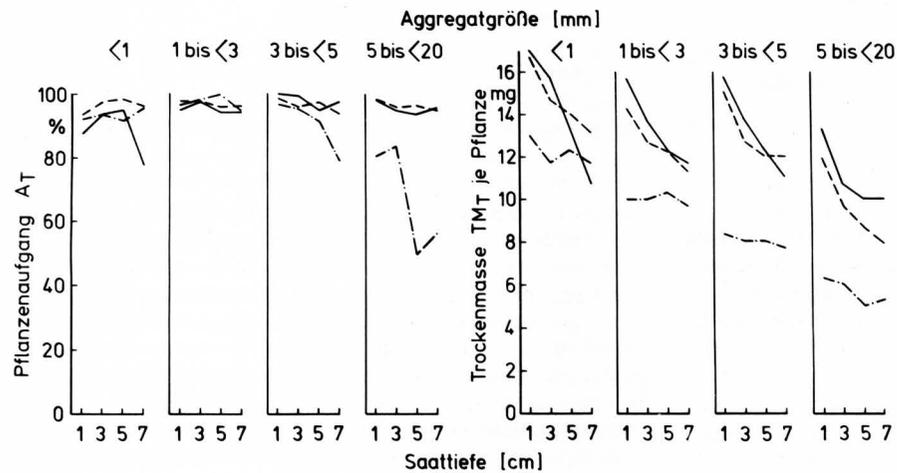
**Bild 4.** Verlauf des Pflanzenaufganges bei 18 °C (Aggregatgröße 1 bis <3 mm).

Saattiefe : 1 cm —  
 3 cm - - -  
 5 cm ····  
 7 cm -·-·-



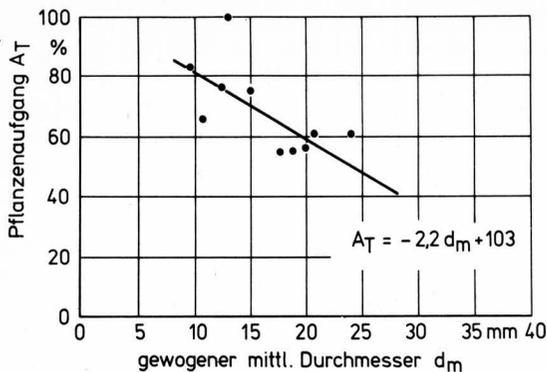
**Bild 5.** Pflanzenaufgang  $A_T$  und Trockenmasse  $TM_T$  bei 6 °C.

Wassersättigung : 90 % der WK<sub>max</sub> —  
 70 % " - - -  
 50 % " ····

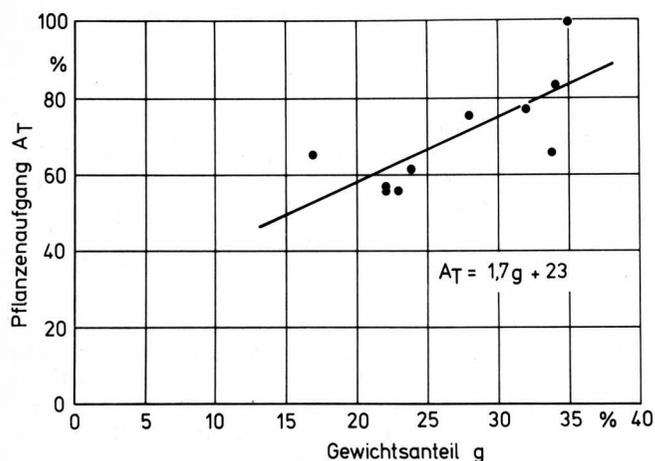


**Bild 6.** Pflanzenaufgang  $A_T$  und Trockenmasse  $TM_T$  bei 18 °C.

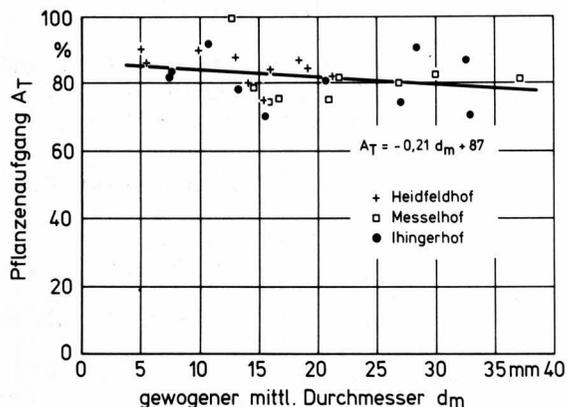
Wassersättigung : 90 % der WK<sub>max</sub> —  
 70 % " - - -  
 50 % " ····



**Bild 7.** Pflanzenaufgang  $A_T$  in Abhängigkeit vom gewogenen mittleren Durchmesser  $d_m$  (Bodenschicht 3 bis 6 cm; rel. geringe Wassersättigung).



**Bild 8.** Pflanzenaufgang  $A_T$  in Abhängigkeit vom Anteil der Aggregate < 2 mm (Bodenschicht 3 bis 6 cm).



**Bild 9.** Pflanzenaufgang  $A_T$  in Abhängigkeit vom gewogenen mittl. Durchmesser  $d_m$  (Bodenschicht 0 bis 8 cm; rel. hohe Wassersättigung).

## 6. Zusammenfassung

Zur Charakterisierung des Pflanzenaufganges in Abhängigkeit vom Arbeitseffekt von Bestellwerkzeugen wird die Aggregatgröße des Bodens herangezogen. Sowohl einzelne Aggregatfraktionen als auch der aus ihnen ermittelte gewogene mittlere Durchmesser ( $d_m$ ) werden in verschiedenen Versuchen mit dem Pflanzenaufgang in Beziehung gesetzt.

In Gefäßversuchen mit verschiedenen Wassersättigungen eines Bodens, unterschiedlich tiefer Saatgutablage, verschiedenen Tempe-

raturen und Aggregatgrößen wurde festgestellt, daß bei Aggregatgrößen von 1 bis < 3 mm Durchmesser der Aufgang stets über 90 % liegt, unabhängig von den variierten übrigen drei Faktoren. Bei größeren oder kleineren Bodenaggregaten wird der Aufgang je nach Faktorenkonstellation mehr oder weniger vermindert.

In Versuchen auf Kleinparzellen bei einer relativ geringen Wassersättigung des Bodens zeigte sich wie in den Gefäßversuchen der positive Einfluß von Aggregaten < 2 und < 5 mm in Saatgutnähe auf den Feldaufgang. In den großflächigen Feldversuchen bei einer relativ hohen Wassersättigung des Bodens ist die Abnahme des Pflanzenaufganges mit zunehmender Aggregatgröße, entsprechend den Ergebnissen der Gefäßversuche, relativ gering.

Die dargestellten Ergebnisse bieten nur einen kleinen Ausschnitt aus den laufenden umfangreichen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Kenngrößen, die von den Bestellwerkzeugen beeinflusst werden, und dem Pflanzenaufgang.

## Schrifttum

- [ 1 ] Czeratzki, W.: Die Charakterisierung von bearbeitungsbeeinflussten Bodeneigenschaften in Beziehung zum Pflanzenwachstum. Landbauforsch. Völkenrode Bd. 16 (1966) H. 1, S. 37/44.
- [ 2 ] Kunze, A., M. Kaiser u. A. Stranak: Einfluß der Lagerungsdichte des Bodens auf Keimung und Entwicklung von Sommergerste. A.-Thaer-Archiv Bd. 10 (1966) S. 927/38.
- [ 3 ] Bornemann, A.: Bodenphysikalische Studien zur Fräskultur. Deutsche Landw. Presse Bd. 49 (1922) Nr. 47, S. 321/22.
- [ 4 ] Krause, M.: Russische Forschungen auf dem Gebiet der Bodenstruktur. Landwirtschaft. Jahrbücher Bd. 73 (1931) Nr. 4, S. 605/90.
- [ 5 ] Heege, H.J.: Saatbetherichtung für Getreide. Landtechnik Bd. 29 (1974) Nr. 3, S. 108/109.
- [ 6 ] Theissig, K.: Arbeitseffekte von Geräten zur Sekundärbodenbearbeitung. Diss. Bonn 1975.
- [ 7 ] Hadas, A. u. D. Russo: Water uptake by seeds as affected by waterstress, capillary conductivity and seed-soil-watercontact. Agr. J. Bd. 66 (1974) Sept./Oct. I Experimental Study S. 643/47 II Analysis of Experimental Data S. 647/52.
- [ 8 ] Korsmo, E.: Saadybde - og Saamenmengdeforsøk med vaarkorn. Meldinger fra Norges Landbrukshøjskole, Oslo 13 (1933) S. 321 ff.
- [ 9 ] Hakansson, J. u. J. von Polgar: Modellforsök med Sädädensfunktion. Landbrukshögskolan, Uppsala. Rapporter fran Jordbearbetningsavdelningen, 1971.
- [ 10 ] Rammler, E.: Zur Auswertung von Körnungsanalysen in Körnungsnetzen. Freiburger Forschungsh. 11 (1952) S. 12/22.
- [ 11 ] Rammler, E.: Zur Ermittlung der spezifischen Oberfläche des Mahlgutes. VDI-Zeitschr. Beih. Verfahrenstechnik Folge 1940, Nr. 5, S. 150/60.
- [ 12 ] Kießkalt, F. u. G. Matz: Zur Ermittlung der spezifischen Oberfläche von Kornverteilungen. VDI-Z. Bd. 93 (1951) Nr. 3, S. 58/60.
- [ 13 ] Regge, H.: Der Zerkleinerungserfolg als Bewertungsmaßstab für Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen. Deutsche Agrartechnik Bd. 15 (1965) Nr. 8, S. 376/78.
- [ 14 ] van Bavel, C.H.M.: Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical Index of aggregation. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer. 19 (1949) S. 20/23.
- [ 15 ] Knittel, H.: Auswirkungen der Minimalbestelltechnik auf physikalische Bodeneigenschaften. Diss. Weihenstephan 1975.
- [ 16 ] Zeltner, E.: Betriebstechnische und pflanzenbauliche Aspekte verschiedener Minimalbestellverfahren. Diss. Weihenstephan 1975.