

Mit Gl. (9) ergibt sich der Druckverlust aus Gl. (4):

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = \frac{128 \dot{V} \eta_{PI}}{\pi d^4} + \frac{16 \tau_0}{3 d} \quad (10)$$

Die Fließkurve ist eine Gerade mit dem Anstieg 1 und η_{PI} als Schnittpunkt mit der $(\tau_w - \tau_0)$ -Achse an der Stelle $(dv/dr)_N = 1$. Um τ_w zu erhalten, muß daher zu jedem Punkt der Geraden entsprechend Gl. (9) $4/3 \tau_0$ addiert werden! Auch hier genügt die Kenntnis der Fließkennwerte τ_0 und η_{PI} . Wird dagegen $\tau_w = f[(dv/dr)_N]$ dargestellt, ergibt sich ein nichtlinearer Verlauf der Fließkurve im Bild 2.

Nichtlinearplastische Medien [4]

$$\eta_s = \frac{\tau_0}{\left(\frac{dv}{dr}\right)_N} + k \left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n \left(\frac{dv}{dr}\right)_N^{n-1} \quad (11)$$

oder mit Gl. (7):

$$\eta_s = \frac{\tau_0}{\left(\frac{dv}{dr}\right)_N} + k_N \left(\frac{dv}{dr}\right)_N^{n-1} \quad (12)$$

Mit Gl. (11) ergibt sich näherungsweise

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = \frac{4\tau_0}{d} + \frac{4k}{d} \left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n \left(\frac{32\dot{V}}{\pi d^3}\right)^n \quad (13)$$

Der Gültigkeitsbereich von Gl. (13) wurde bereits in einem früheren Beitrag [4] diskutiert.

Sind die Fließkennwerte τ_0 , k und n bekannt, so stellt auch diese Fließkurve eine Gerade dar (Anstieg n) mit k_N als Schnittpunkt mit der $(\tau_w - \tau_0)$ -Achse an der Stelle $(dv/dr)_N = 1$. Zu jedem aufgesuchten Funktionswert ist also τ_0 zu addieren, um τ_w zu erhalten.

Weiterhin stellt das gezeigte Nomogramm auch bei vorliegenden experimentell ermittelten Druckverlust-Durchsatz-Abhängigkeiten ein Hilfsmittel zur schnellen und einfachen Aufzeichnung von Fließkurven dar, wobei sich gleichzeitig die Fließkennwerte ergeben. Zur grafischen Ermittlung von τ_0 ist allerdings die Darstellung der Fließkurve im linearen Koordinatensystem erforderlich. Bei gesicherter

Laminarströmung, die durch das Kriterium $Re_n' < 1800 \dots 2100$

$$Re_n' = \frac{v d \rho}{\eta_s} \quad (14)$$

bestimmt ist, wird der Aussagewert der so bestimmten Fließkurven beträchtlich erhöht, wenn Druckverlust-Durchsatz-Abhängigkeiten für verschiedene Rohrdurchmesser d vorliegen. Ergeben alle Meßpunkte der Fließkurve (1) einen geschlossenen Kurvenzug ohne Unstetigkeitsstellen, treten keine verfälschenden Fehlereinflüsse (z. B. Wandgleitung) auf, und die Fließkurve kann mit hoher Sicherheit zur Druckverlustermittlung bei beliebigem Rohrdurchmesser d verwendet werden.

Das Kriterium (14) ergab sich aus einer Reihe von Förderversuchen mit verschiedenen landwirtschaftlichen Flüssigkeiten. Im Laminarbereich gilt die Beziehung

$$\lambda = 64/Re_n' \quad (15)$$

3. Anwendungsbeispiele

In Tafel 1 sind die in den Bildern 1 und 2 gezeigten Beispielflüssigkeiten beschrieben. Zuckerrübenmelasse (Substanz 1) ist als Newtonsche Flüssigkeit anzusehen, die Viskosität $\eta = 1,1567 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1156,7 \text{ cP}$ bei $\vartheta = 40^\circ\text{C}$ ist von der Belastung und Deformationsdauer unabhängig. Allerdings besteht eine starke Temperaturabhängigkeit, so daß ϑ und Tr sorgfältig bestimmt und mit angegeben werden müssen.

Das Fließverhalten von Futtermischungen aus Trockenmischfutter und Wasser (Substanz 2) kann mit hinreichender Sicherheit als pseudo-plastisch gekennzeichnet werden. Die in Tafel 1 angegebenen Fließkennwerte stellen Mittelwerte dar, die sich aus einer Vielzahl von Förderversuchen ergaben und somit als hochgesichert anzusehen sind. Hauptsächlich wird das Fließverhalten vom Wasseranteil und von der Zusammensetzung des Trockenmischfutters bestimmt, wobei z. B. ein erhöhter Grünmehlanteil zu erheblichem Anstieg der Scheinviskosität führt.

Bioschlamm (Substanz 3) zeigt zumeist ein Bingham-plastisches Fließverhalten und ist aufgrund seiner Kolloidstruktur stark thixotrop. Bei geringerem Trockensubstanzgehalt kann im praktischen Betrieb auch turbulente Rohrströmung auftreten, so daß eine sorgfältige Ermittlung der Fließkurven unerlässlich ist. Der größte Anteil der in der Schweinefütterung eingesetzten fließfähigen Wirtschaftsfuttermittel zeigt ein nichtlinearplastisches Verhalten (Substanz 4). Gegarte und konservierte Kartoffeln sind als schwer fließfähig anzusehen und ohne Verdünnung nicht über größere Entfernungen zu fördern.

Das in Tafel 1 weiterhin angeführte Berechnungsbeispiel zeigt, daß die grafische Bestimmung des Druckverlustes hinreichend genaue Werte ergibt und die Schwankungsbreite der Fließeigenschaften den größten Fehleranteil verursacht.

4. Zusammenfassung

Bei der Planung und Projektierung von Rohrfördersystemen sind oft umfangreiche Variantenrechnungen erforderlich, die bei kompliziertem Fließverhalten der Fördermedien recht zeitraubend sein können.

Zur Vereinfachung der Druckverlustbestimmung wurde in Anlehnung an Meskat und Pawlowski [3] eine grafische Methode vorgeschlagen, wobei lediglich die Fließkurve des Fördermediums bekannt sein muß.

Am Beispiel einiger repräsentativer landwirtschaftlicher Flüssigkeiten werden die Handhabung des Nomogramms gezeigt und die Fehler abgeschätzt.

Literatur

- [1] Reher, E.-O.; Pfannschmidt, P.: Mechanische Verfahrenstechnik, 1. Lehrbrief, Best.-Nr. F 63/1. Herausgegeben von der Zentralstelle für das Hochschulfernstudium Dresden.
- [2] Türk, M.: Berechnung des Druckverlustes bei der Förderung konzentrierter landwirtschaftlicher Suspensionen in Rohrleitungen. *agrartechnik* 26 (1976) H. 10, S. 486–490.
- [3] Meskat; Pawlowski: Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 1. München/Berlin: Verl. Urban & Schwarzenberg 1951. Zit. in: Mylius, E.; Haroske, D.; Reher, E.-O.: Experimentelle Untersuchungen zum Druckverlust beim Transport konzentrierter Suspensionen (Schlammkreidewasser) durch zylindrische Rohre. *Chemische Technik* 19 (1967) H. 12, S. 738–743.
- [4] Türk, M.: Berücksichtigung der Fließgrenze τ_0 bei der Berechnung der laminaren Rohrströmung landwirtschaftlicher Suspensionen. *agrartechnik* 28 (1978) H. 2, S. 71–74. A 1845

Ermittlung von Kenngrößen landwirtschaftlicher Stoffe

Dr. agr. G. Dimitroff, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

1. Problemstellung

Mit der ständigen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion werden immer mehr Arbeitsgänge durch Maschinen verrichtet. Sie müssen so konstruiert werden, daß sie die zu bearbeitenden landwirtschaftlichen Stoffe nach Möglichkeit nicht negativ beeinflussen, d. h. ihnen keine mechanischen Beschädigungen, keine Verschmutzung und keine sonstigen Veränderungen zufügen. Um dieser Anforderung entsprechen zu können, braucht der Konstrukteur von Landmaschinen möglichst genaue und den zu bearbeitenden Stoff mehrseitig charakterisierende Meßgrößen, die

sich aus den mechanischen und physikalischen Grundgrößen ableiten lassen. Auf diesem Gebiet liegen z. Z. in der DDR nur geringe Ergebnisse vor. „Die Konstrukteure von landtechnischen Arbeitsmitteln und die landwirtschaftlichen Technologen sind auf Erfahrungs- oder Schätzwerte angewiesen.“ [1] Dies führt oft zu Rückschlägen und Zeitverlust bei der Maschinenentwicklung.

Erforderlich ist also eine eindeutige Charakteristik der mechanisch-physikalischen und technologischen Eigenschaften von Pflanzen, Samen, Früchten, Düngemitteln, Boden, Tieren und tierischen Produkten aus landtechnischer

Sicht. Gleichzeitig besteht auch die Forderung, Methoden zur Untersuchung dieser Stoffe zu entwickeln, die eine schnelle und umfassende Messung ihrer Eigenschaften ermöglichen, womit auch die Qualitätskontrolle in der Produktion gesichert wird.

Obwohl es in der landwirtschaftlichen Produktion um die Erzeugung von Materialien biologischer Natur geht, werden für den hierfür angewendeten technologischen Prozeß auch Stoffe und Substanzen mineralischer Herkunft eingesetzt. Aus diesen Gründen macht sich eine Klarstellung des Begriffs „landwirtschaftlicher Stoff“ erforderlich. Unter Berücksichtigung

aller Besonderheiten der Agrarproduktion läßt sich dieser Begriff wie folgt formulieren. Jeder Stoff¹⁾, der im landwirtschaftlich-technologischen Prozeß als ein Ausgangs-, Haupt-, Neben-, Abfall-, Zusatz- oder Endprodukt auftritt, ist als landwirtschaftlicher Stoff zu betrachten. Dies schließt natürlich nicht aus, daß einzelne Stoffe in den technologischen Prozeß vollkommen eingehen oder neu entstehen.

2. Allgemeine Fragen der Methodik zum Studium der mechanisch-physikalischen Eigenschaften landwirtschaftlicher Stoffe

Man kann feststellen, daß in der gesamten deutschsprachigen Fachliteratur kein zusammenfassender Überblick über Methoden derartiger Versuche bzw. über systematisierte Kenngrößen vorhanden ist.

Methodische Hinweise sowie einzelne Größen lassen sich gelegentlich zu einigen Stoffen finden, die das eine oder andere technologische Verfahren bedingen oder im Zusammenhang mit ihm untersucht werden mußten. Die meisten Arbeiten beziehen sich auf die Stoffe Boden, Futtermittel und Gülle [3] [4] [5] [6] [7].

Dagegen werden solche Stoffe, wie Pflanzen, Pflanzenteile (Früchte, Stengel), vor allem Gemüse, von landtechnischem Standpunkt aus ungenügend systematisch untersucht.

In vielen sowjetischen Arbeiten sind seit geraumer Zeit Angaben und Ergebnisse aus systematisch und zielgerichtet durchgeführten Untersuchungen zu finden. Ob das einzelne Veröffentlichungen, landtechnische Lehrbücher [8] [9] oder Sammelbände [10] [11] sind, überall ist das Problem „mechanisch-physikalische und technologische Eigenschaften“ der mit den beschriebenen Maschinen zu behandelnden Stoffe der Ausgangspunkt von theoretischen und anwendungstechnischen Betrachtungen. In allen Schriften wird der Methodik der Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Bezeichnend dafür ist die Kollektivarbeit „Mechanisch-physikalische Eigenschaften von Pflanzen, Böden und Düngemitteln“ aus dem Unionsinstitut für Landmaschinenbau „V. P. Gorjačkin“ [11], wobei die teilweise bekannten und für andere Versuche angewendeten Methoden den landtechnischen Untersuchungen angepaßt werden. Vor allem werden aber Versuchsmethoden beschrieben, die besonders für die Ermittlung von Stoffeigenschaften geeignet sind. Ein großer Teil davon wurde speziell dafür entwickelt. Gleichzeitig werden die bei den besprochenen Versuchen eingesetzten Geräte in ihrem Wirkprinzip und ihrer Arbeitsweise beschrieben. Als Ergebnis dieser Darlegungen sind Größen zu den einzelnen Eigenschaften (Dichte, Reibung, Elastizität, mechanische Festigkeit, Reißkräfte, Bindungskräfte zwischen Pflanze und Boden sowie zwischen den Pflanzenteilen u. a.) angeführt.

Charakteristisch für alle sowjetischen Untersuchungen ist das Bestreben, Form und Gestalt der landwirtschaftlichen Stoffe physikalisch zu beschreiben, d. h. eine Charakteristik der Stoffe zu geben. Deutlich kommt dieses bei den Gemüsepflanzen zum Ausdruck (Bilder 1 bis 3). Auch die Lage der Pflanze innerhalb der Reihe und bezüglich der Bodenoberfläche stellt ein wichtiges Untersuchungsziel dar.

Hinsichtlich Variationsbreite und optimaler Anzahl der Beobachtungen für die einzelnen Stoffeigenschaften vertreten die sowjetischen Autoren folgende Auffassung, daß sich die Genauigkeit einer Aussage mit der Anzahl der

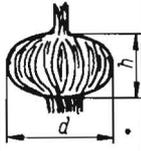
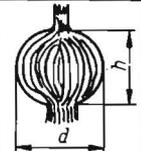
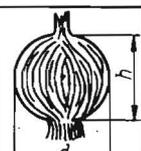
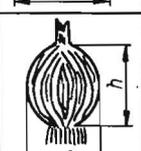
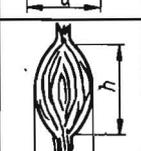
Zwiebelform	Schema	h/d	Sorte
flach		0,4...0,7	
flach u. rund		0,7...0,85	
rund		0,85...1,1	
oval		1,1...1,5	
spindelartig		>1,5	

Bild 1. Charakteristik von Zwiebelköpfen

Beobachtungen erhöht. Daraus folgt aber nicht, daß die Wiederholung der Versuche endlos zu steigern wäre. Grundsätzlich gilt, daß bei den meisten Versuchen zu den Stoffeigenschaften der Umfang der Stichproben nach folgender Formel zu wählen ist:

$$n \geq \frac{v^2}{p^2};$$

n Stichprobenumfang

v Variationskoeffizient der untersuchten Reihe in %

p Standardabweichung des Mittelwerts in % als Maß der Genauigkeit des Versuches.

Bei den Versuchen mit pflanzlichen Objekten wird die Standardabweichung des Mittelwerts

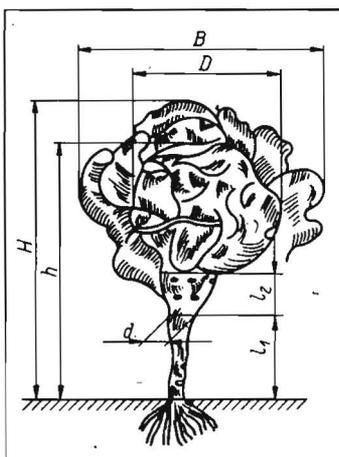


Bild 2
Abmessungen
Kohlpflanze
einer.

Bild 3
Vereinfachte Methode
zur Probenentnahme

mit 4% als hinreichend angesehen. Praktisch kann der Wert für n aus der Spalte 4 (maximal) der Tafel 1 entnommen werden, da die Werte aus der Spalte 3 (minimal) die Bedingung $p_c = 4\%$ schon erfüllen. Für die Fälle, wo eine höhere Genauigkeit erforderlich ist, muß nach folgenden weiteren Schritten verfahren werden:

— Bei den Vorversuchen sind so viele Messungen durchzuführen, wie es in der Spalte 3 der Tafel 1 vorgesehen ist.

— Die daraus gewonnene Variationsreihe ist mathematisch abzuarbeiten, und der Variationskoeffizient V_1 ist zu ermitteln.

— Nach der genannten Formel wird der neue Wert für n ermittelt, d. h.

$$n_1 = \frac{v_1^2}{p_1^2}$$

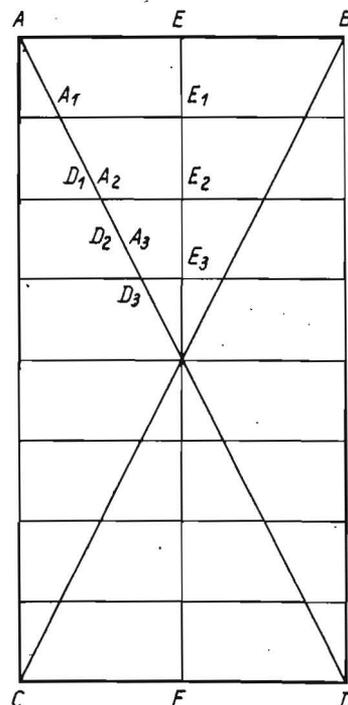
$$v = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

$$p = \frac{v}{\sqrt{n}}$$

wobei für p_1 nicht mehr 4%, sondern je nach Aufgabenstellung 3%, 2% oder 1% gewählt werden.

Ein weiteres wichtiges Element der Untersuchungen an landwirtschaftlichen Stoffen ist die Entnahme des Versuchsobjekts (des Prüflings). Handelt es sich um Körner, Samen und andere Kollektivproben, so gelten die allgemein üblichen Grundsätze zur Bildung von Partien, Mittelproben und Analysenproben. Die Arbeitsweise diesbezüglich ist der in den Standards TGL 6779, TGL 80-21875 u. a. beschriebenen sehr ähnlich.

Bei Zerreißproben, Festigkeitsuntersuchungen und Reibungsermittlungen müssen aber häufig einzelne Pflanzen oder Pflanzenteile für die Untersuchung aufbereitet werden. Die Auswahlmethodik muß hierbei die Heterogenität des durchschnittlichen Pflanzenbestands berücksichtigen. Je ausgeglichener die Pflanzen sind, aus denen das Probestück entnommen wird, um so geringer ist die Gefahr einer ungesicherten Aussage des Meßergebnisses. Bei stark ausgeprägten Unterschieden in-



Tafel 1. Variationsbreite einzelner Pflanzeigenschaften (aus [11])

Eigenschaft	Variationskoeffizient %	erforderliche Anzahl der Messungen	
		minimal	maximal
1	2	3	4
Abmessungen der Früchte	1...10	10	100
Abmessungen der Pflanze	10...20	25	100
Masse der Früchte an der Pflanze	20...30	30	100
Masse anderer Pflanzenteile an der Pflanze (Blätter, Zweige u. a.)	30...40	50	100
Masse der gesamten Pflanze	50...60	150	250
Pflanzenabstand in der Reihe	40...70	100	300
Abweichung der Pflanze von der Reihennachse	1...10	10	100
Anzahl der Früchte an der Pflanze	30...40	50	150
Bindungskraft zwischen Pflanze und ihren Organen	40...60	100	250
zerstörende Belastungskräfte bei Druck auf Pflanzenfrüchte	30...50	50	150
zerstörende Belastungskräfte bei Druck auf Körner und Samen	20...30	30	100
Gleitreibungskoeffizienten	10...20	25	100

Tafel 2. Kenndaten des Versuchsfelds

Bereich	Fläche ha	Anteil am Gesamtfeld der Proben %	Anzahl
1	0,4	20	40
2	1,2	60	120
3	0,3	15	30
4	0,1	5	10
insgesamt	2,0	100	200

nerhalb des zu untersuchenden Bestands werden immer zufällige, wenig gesicherte Werte auftreten.

Für den ersten Fall läßt sich eine vereinfachte Methodik der Probenentnahme anwenden (Bild 3). Davon sind zwei Möglichkeiten der Festlegung der Probenentnahmepunkte gezeichnet: in der Linie EF oder in der Diagonale AD. Noch sicherer ist es, wenn man die Probestücke nach beiden Diagonallinien AD und BC entnimmt. In allen diesen Varianten ist die Bedingung einzuhalten, daß die Entfernung zwischen den einzelnen Entnahmepunkten gleich ist und nicht mehr als 0,1 und nicht weniger als 0,01 von der Länge der Versuchspartelle bzw. ihrer Diagonale beträgt. Für Versuchsfelder mit sehr unterschiedlichen Beständen wird empfohlen, die kompliziertere Methode anzuwenden, bei der nach einer visuellen Abschätzung das gesamte Versuchsfeld in einzelne, relativ ausgeglichene Bereiche aufgeteilt wird. Die Gesamtzahl der Proben wird so festgelegt, daß aus jedem Bereich die Anzahl der Proben proportional seinem Anteil am gesamten Versuchsfeld ist. So werden z. B. aus einem 2 ha großen, unausgeglichenen Versuchsfeld mit 4 Bereichen 200 Proben nach dem Muster in Tafel 2 entnommen.

Aus den einzelnen Bereichen werden dann die Proben nach der vereinfachten Methodik entnommen.

Bei den Analysen mit landtechnischen Zielstellungen werden die Mineraldüngemittel durch eine allgemeine Charakteristik beschrieben, die folgende Kenngrößen enthält: chemische Zusammensetzung, Farbe, Aussehen, Schüttfähigkeit, Feuchtigkeit, Klumpenbildung. Dabei werden alle Abweichungen vom Standard (GOST) erfaßt. Erst danach beginnen die speziellen Untersuchungen zu solchen Parametern, wie Rohdichte, Schüttdichte, Reibungskoeffizienten, Schüttwinkel, Hygros-

kapazität, Verbackungsneigung usw. Vor allem wird die mechanische Zusammensetzung (Teilchengröße) ermittelt. Gleiche Methoden und Geräte für die Ermittlung der mechanisch-physikalischen Eigenschaften von Mineraldüngemitteln werden auch in der DDR angewendet. Auch bei den organischen Düngemitteln werden die o. g. Kenngrößen ermittelt. Dabei werden vier Stadien der Verrottung von Stallung unterschieden:

- Frischer Stallung, bei dem das Stroh fast vollkommen erhalten geblieben ist
- halbverrotteter Stallung, bei dem das Stroh eine dunkelbraune Farbe hat, sich leicht zerreißen läßt
- verrotteter Stallung — dunkle, schmierige Masse, bei der Strohhalme nicht festzustellen sind
- Humus — lockere, homogene, erdähnliche Masse.

Interessant sind die zur Stallunguntersuchung beschriebenen Geräte und Meßhilfen. Da die Güllewirtschaft in der UdSSR noch nicht sehr lange betrieben wird, enthält das genannte Werk keine Angaben über Meßmethoden, Meßgeräte und Eigenschaften der Gülle. Interessenten finden Hinweise und Aussagen darüber in den periodischen Fachzeitschriften.

Über große Erfahrungen verfügen die sowjetischen Wissenschaftler auf dem Gebiet der Bodenuntersuchungen. Sowohl zu physikalisch-mechanischen als auch zu technologischen Bodeneigenschaften werden viele ausgereifte Methoden und Geräte beschrieben [11] [12]. In zahlreichen Veröffentlichungen werden auch die theoretischen Aspekte der einen oder anderen Versuchsmethodik dargelegt, die Konstruktion der Geräte daraus abgeleitet und systematisierte Meßwerte angeführt. Eine relativ große Anzahl von Methoden und Geräten erreicht eine allgemeine Gültigkeit und wurde in den internationalen Meßkatalog zu Bodenuntersuchungen [13] als Standard aufgenommen (z. B. die Dichtemeßmethode nach Kačinskij, die Bestimmung der Fließgrenze nach Bachtin, sowie nach Ochotkin, die Messung des Abscherwiderstands nach Bachtin und nach Ščučkin u. v. a.).

Die Erkenntnisse über die im landwirtschaftlich-technologischen Prozeß bearbeiteten Stoffe und ihre Eigenschaften bilden sich zu einem relativ selbständigen Wissensgebiet heraus, das sich mit der Bezeichnung „Landwirtschaftliche Stoffkunde“ charakterisieren läßt. Um diese Entwicklung vorantreiben zu können, sind methodische Hilfen, Wissensspeicher und

Lehrmittel notwendig, die den international erreichten Stand widerspiegeln. Es ist sinnvoll, einige sowjetische Arbeiten, die konzentrierte methodische und inhaltliche Darlegungen enthalten, ins Deutsche zu übersetzen. Damit würden den Forschungs- und Bildungseinrichtungen der DDR gute Arbeitsmittel zur Verfügung stehen.

3. Zusammenfassung

Für die Konstruktion der Maschinen sind Aussagen über die Eigenschaften der landwirtschaftlichen Stoffe erforderlich, die den jeweiligen Stoff mechanisch-physikalisch und technologisch vollkommen charakterisieren. Es werden einige Arbeiten aus der UdSSR genannt, die konzentrierte methodische Hinweise, geeignete Geräte und systematische Kenngrößen über landwirtschaftliche Stoffe enthalten. Außerdem werden einige allgemeine Versuchsmethoden aus der UdSSR beschrieben.

Literatur

- [1] Mätzold, G.: Probleme und Aufgaben der technologischen Forschung bei der wissenschaftlich-technischen Revolution in der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft. Vortrag vor dem Plenum der DAL am 10. Juli 1970.
- [2] Meyers Lexikon. Leipzig: VEB Bibliographisches Institut 1975.
- [3] Fürll, C.: Lagerung von Trockengrünut in Behältern — neue Erkenntnisse zum Problem der Brückenbildung. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 6, S. 271—275.
- [4] Fürll, C.: Lagerung von Trockenfutter in Hallen und Behältern. agrartechnik 26 (1976) H. 11, S. 523—525.
- [5] Lommatzsch, R.: Der Einfluß von Futterresten und Wasser auf die Fließeigenschaften von Rindergülle. Dt. Agrartechnik 19 (1969) H. 12, S. 575—577.
- [6] Plötner, K.: Zur Ermittlung wichtiger Bodenparameter in der Landtechnik. Wiss. Zeitschr. d. Univ. Rostock 22 (1973) H. 1, S. 55—65.
- [7] Fiedler: Methoden der Bodenanalyse. Dresden: Verlag Steinkopff 1973.
- [8] Klenin: Sel'skochozjajstvennyje mašiny (Landmaschinen). Moskva: Kolos 1970.
- [9] Sokolov: Kombikormovye zavody (Mischfuttermwerk). Moskva: Kolos 1970.
- [10] Didenko, N. F. u. a.: Mašiny dlja uborki ovoščej (Gemüseerntemaschinen). Moskva 1973.
- [11] Fiziko-mechaničeskie svojstva rastenij, počv i udobrenij (Physikalisch-mechanische Eigenschaften von Pflanzen, Böden, Düngemitteln). Moskva: Kolos 1970.
- [12] Revut, J. B.: Fizika počv (Bodenphysik). Leningrad: Kolos 1972.
- [13] Revut, J. B.: Untersuchungsmethoden des Bodenstrukturzustandes. Berlin: Dt. Landwirtschaftsverlag 1968.
- [14] Scholz, V.: Methoden zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit von Futtermittelpelleis. agrartechnik 26 (1976) H. 11, S. 515—517.
- [15] Jakubauskas, V. J.: Technologičeskie osnovy mehanizirovannogo vnesenija udobrenij (Technologische Grundlagen der mechanisierten Düngemittelausbringung). Moskva: Kolos 1973.

A 1933

- 1) Stoff: alles, was sich aus Atomen eines oder mehrerer chemischer Elemente aufbaut, sich in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustand befindet und einen bestimmten Raum einnimmt [2].