

## 1. Allgemeines

Durch Bewegung von Schüttgut an einer festen, ebenen Grenzfläche entstehen bei vorhandenen, senkrecht auf die Grenzfläche gerichteten Kräften Widerstände, hervorgerufen durch die Reibkräfte an den Einzelteilen des Schüttguts. Die Normalkräfte resultieren aus Spannungen im Schüttgut und Beschleunigungskräften. Gleichzeitig ist der Widerstand gegen Verschiebung zweier benachbarter Schichten des Schüttguts, der durch den inneren Reibbeiwert gekennzeichnet wird, von Bedeutung. Dieser ermöglicht erst die von der Grenzfläche auf das Schüttgut ausgeübte Schubspannung zu übertragen und bestimmt das Schütt- und Fließverhalten des jeweiligen Schüttguts. Die Reibungswiderstände beeinflussen in entscheidendem Maß die Bewegungsgesetze bei technologischen Prozessen und die Prozesse bei der Förderung und beim Transport von Schüttgut. So spielt das Reibverhalten des Schüttguts z. B. bei der Bunkerentleerung, in Dosiervorrichtungen für Schüttgut, bei der Förderung mit Trog-, Ketten- und Schneckenförderern eine wesentliche Rolle. Viele technologische Prozesse in der Landwirtschaft enthalten Abschnitte, in denen Schüttgut zu dosieren und zu fördern ist.

Für die Berechnung zur Dimensionierung derartiger Einrichtungen und zur Berücksichtigung des Einflusses der Reibung ist die Kenntnis der Reibungsgesetze notwendig.

Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit der Untersuchung der Schleudervorrichtung von Mineräldüngerstreuern durchgeführt /1/. Die gleitende Bewegung des Schüttguts in der Schleudervorrichtung bestimmt im entscheidenden Maß die Geschwindigkeit des Streuguts in der Abgabzone. Infolge der geringen Schichtdicke und des geringen Querschnitts im Verhältnis zur Korngröße können die Vorgänge in der Nähe der Gleitebene eine besondere Rolle spielen.

## 2. Bekannte Methoden zur Bestimmung der Reibbeiwerte

Geht man von der Voraussetzung aus, daß sich die Einzelteile, die die Grenzfläche berühren, wie feste Körper verhalten, liegen Coulombsche Reibpaarungen vor. Es sind dann den Normalkräften proportionale Widerstandskräfte, also konstante Reibbeiwerte zu erwarten.

Bestätigt werden diese Gesetzmäßigkeiten durch Experimente von Scerbakov, Brubaker, Henderson, Snyder/Roller/Hall, Kozlovski /2/ /3/ /4/ /5/ /6/ u. a., wie auch bei den von Zenkov /7/ zusammengefaßten Ergebnissen. Als Versuchseinrichtungen für die experimentelle Ermittlung des äußeren Reibbeiwerts dienen rechteckige oder runde Rahmen, die auf die Oberfläche aufgesetzt und mit dem entsprechenden Schüttgut gefüllt wurden (Bild 1). Die Normalspannungen wurden durch unterschiedliche Zusatzmassen zur Belastung der Schüttgutprobe variiert. Als Maß für die Größe des Reibbeiwerts dient der Quotient aus der Kraft, die zum Verschieben des Rahmens auf der Oberfläche notwendig ist, und der Normalkraft auf die Berührungsebene.

Nachteil dieser Versuchsmethode ist die begrenzte Geschwindigkeit (max. 1 m/s), die Möglichkeit des Verklemmens von einzelnen Teilen des Schüttguts in der Fuge zwischen Rahmen und Unterlage (Bild 1) sowie die Unbeweglichkeit der Grenzschicht. In vielen Fällen, z. B. beim Bunkerauslauf, beim Fließen in einer schrägen Rinne und bei der Bewegung entlang der Schleuderleiste von Mineräldüngerstreuern,

wird die Relativbewegung benachbarter Schüttgutschichten nicht behindert.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen wird der innere Reibbeiwert von Schüttgut für den statischen Fall im Dreiaxial-Scherversuch bestimmt.

Benarie /8/ beschreibt Experimente zur Bestimmung des Kohäsionsanteils der inneren Reibung feinkörniger Schüttgüter. Durch die freie Oberfläche der Schüttgutprobe, in der der Rotationskörper gedreht wird, dürften nur bedingt definierte Spannungsverhältnisse in axialer Richtung erreichbar sein, vor allen Dingen bei unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten.

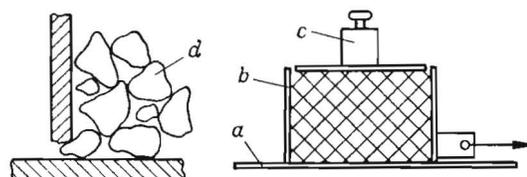
Zur Umgehung dieser Nachteile wurde für die Bestimmung des inneren und des äußeren Reibbeiwerts die im folgenden beschriebene Versuchseinrichtung verwendet.

## 3. Aufbau des Geräts

Zur Gewährleistung der Beweglichkeit der Schüttgutschichten wurde bei dem Gerät (Bild 2) eine zylindrische Form gewählt. Die Relativbewegung wird von dem rotierenden Zylinder *a* bei ruhendem Schüttgutmantel ausgeführt. Das Drehmoment am Meßzylinder ist dann ein Maß für die Größe des entsprechenden Reibbeiwerts. In den Spalt zwischen rotierendem Zylinder und feststehender Begrenzung dringen feine Schüttgutteilchen ein und führen zu zusätzlichen Umfangskräften am Zylinder. Die Teilchen werden zermahlen. Zur Vermeidung der zusätzlichen unkontrollierbaren Umfangskräfte am Zylinder und zur Beseitigung von Randeinflüssen am Meßzylinder wurden die beiden Blindscheiben *d* vorgesehen. Die Blindscheiben werden nicht über die Meßwelle, die mit den Dehnungsmeßstreifen versehen ist, abgestützt. Die Verschiebung des Meßzylinders gegenüber den Blindscheiben infolge der Verformung der Meßwelle beträgt nur wenige mm (ist nicht nachgemessen worden). Der Verschleiß der Zylinderkanten ist praktisch vernachlässigbar, so daß der Spalt mit max. 0,1 mm klein gehalten werden kann. Verklemmungen sind im Verlauf der durchgeführten Messungen nicht aufgetreten.

Das zu untersuchende Schüttgut wird in den Raum zwischen Zylinder *a* und zylindrischer Gummimembran *b* gefüllt und durch den stetig veränderbaren Überdruck im Zylinderraum zwischen Membran und Außenzylinder *c* an den Meßzylinder gedrückt. Der Überdruck ist zweckmäßigerweise durch Drosselung eines entsprechenden Luftstroms zu erzeugen, da durch Dichteänderungen des Schüttgutmantels das Luftvolumen nicht konstant bleibt. Die Flächenpressung auf der Zylinderwand ist mit genügender Genauigkeit gleich dem Druck auf die Membran. Der Druckausgleich erfolgt durch die Bewegung des Schüttguts und die Verformung der Membran in Umfangsrichtung. Bei den statischen Scherfestigkeitsversuchen mit Baugrund, z. B. von Wittke /9/, wurde eine gleichmäßige Seitendruckverteilung über den ganzen Querschnitt an einer zylindrischen Schüttgutprobe ermittelt.

Bild 1. Schema einer einfachen Vorrichtung zur Bestimmung des äußeren Reibbeiwerts: *a* zu untersuchende Materialoberfläche, *b* Rahmen mit Schüttgutprobe, *c* Zusatzmasse, *d* Einzelheit an der Rückwand - Klemmen der Teilchen



<sup>1</sup> Diese Arbeit basiert auf Untersuchungen, die der Autor während seiner Tätigkeit an der TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm) durchgeführt hat.

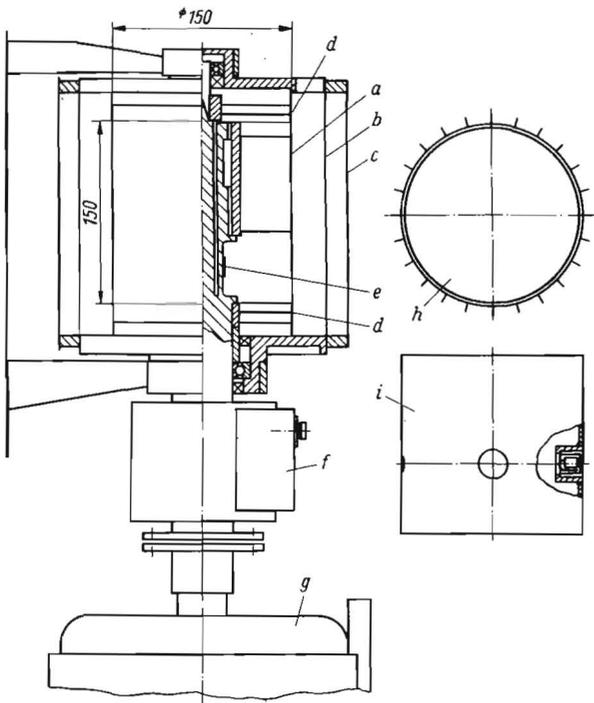


Bild 2. Schema der Versuchseinrichtung zur Bestimmung des äußeren und des inneren Reibbeiwerts von Mineräldünger: a Meßzylinder, b Membran (0,5 mm Gummi, E-Modul: 50 bis 80 kp/cm<sup>2</sup>), c Außenzylinder, d Blindscheibe, e Dehnungsmessstreifen, f Schleifringübertrager, g Gleichstrommotor, h Querschnitt des mit Leisten besetzten Zylinders, i Zylinder mit induktiven Spulen

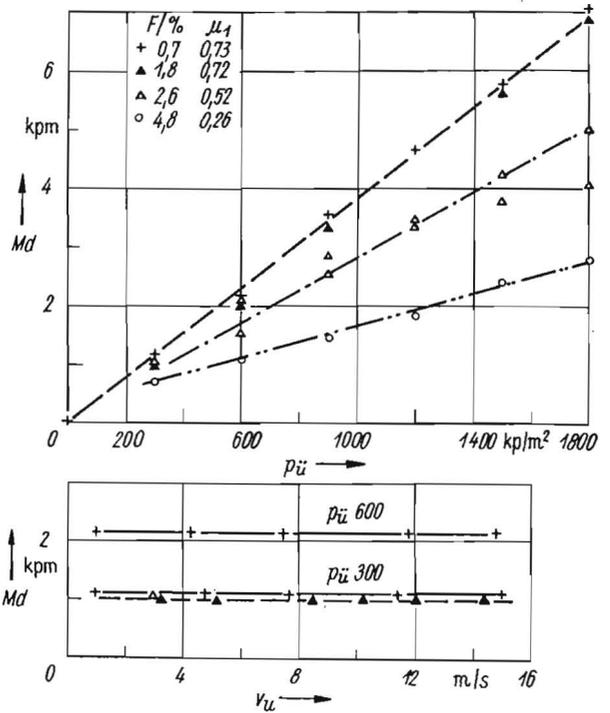


Bild 3. Reibbeiwerte für Kaliammonsalpeter bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt  $F$ , auf Stahl ( $v_{II} = 3 \dots 3,5$  m/s) und Einfluß der Geschwindigkeit

Die Messung des Drehmoments geschah mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen, Schleifringübertrager, Trägerfrequenzverstärker und Schleifenszillograph. Die Meßschiebe wurden manuell ausgewertet. Der Antrieb erfolgte durch einen Gleichstrommotor  $g$  direkt (für Umfangsgeschwindigkeiten  $> 1$  m/s) oder über ein zwischengeschaltetes Schneckengetriebe (Umfangsgeschwindigkeiten  $< 1,5$  m/s), dessen Drehzahl sich durch einen Leonard-Satz stufenlos verstellen ließ.

Neben dem glatten Stahlzylinder wurden ein mit Epoxidharz ummantelter Zylinder, ein mit Mitnehmern (Bild 2,  $h$ ) versehener und ein mit induktiven Spulen (Bild 2,  $i$ ) ausgestatteter Zylinder untersucht.

#### 4. Einige Meßergebnisse

Die Untersuchungen wurden in erster Linie mit Mineräldüngemitteln durchgeführt. Sand mit Kongrößen ähnlich denen der Düngemittel diente als Vergleichsmaterial, da er über längere Zeit unveränderliche Eigenschaften besitzt. In den Untersuchungen zeigte sich dann, daß Sand in einigen Punkten ein anderes Verhalten zeigt als die untersuchten Mineräldüngemittel.

Bild 3 zeigt den Drehmomentverlauf in Abhängigkeit vom Überdruck an der Membran, bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt des Mineräldüngers auf einer Stahl Oberfläche. Diese Darstellung wurde gewählt, um den Einfluß der Normalspannung auf den Reibbeiwert sichtbar darzustellen. Aus dem Anstieg der Kurven im allgemeinen, der hier dargestellten Geraden im speziellen, läßt sich unter Berücksichtigung der Zylinderabmessungen der jeweilige Reibbeiwert bzw. der Verlauf des Reibbeiwerts errechnen. Im unteren Teil des Bildes ist der Verlauf des Drehmoments über der Geschwindigkeit aufgetragen worden. Das aus dem Bild 3 ersichtliche Verhalten von Kaliammonsalpeter zeigten auch andere untersuchte Mineräldüngemittel (granulierter Kalkammonsalpeter, Harnstoff und schwefelsaures Ammoniak).

Bei allen Proben konnte ein Einfluß der Normalspannung zwischen 10 und 1800 kp/m<sup>2</sup> und ein Einfluß der Gleitgeschwindigkeit zwischen 1 und 14 m/s auf den äußeren Reibbeiwert  $\mu_1$  nicht nachgewiesen werden. Der äußere Reibbeiwert wird jedoch bei Überschreiten eines bestimmten Wassergehalts  $F$  im Mineräldünger geringer.

Bild 4 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen mit lufttrockenem Sand auf einer Stahl Oberfläche. Auch hier läßt sich der Einfluß der Normalspannung auf den äußeren Reibbeiwert  $\mu_1$  nicht nachweisen. Dagegen wird aber der Einfluß der Geschwindigkeit sehr deutlich. Der Reibbeiwert  $\mu_1$  steigt von 1 bis 6 m/s an, fällt dann wieder ab und bleibt über 12 m/s etwa konstant. Die Ursachen dafür wurden nicht näher untersucht.

Bild 5 enthält Ergebnisse der Messungen mit einem mit Epoxidharz ummantelten Zylinder. Dabei fällt das unterschiedliche Verhalten von Kalkammonsalpeter verschiedener Kornform auf. Während der granulierte, wie granulierter Kaliammonsalpeter, mit zunehmender Normalspannung einen steigenden Reibbeiwert  $\mu_1$  aufweist, bleibt dieser Reibbeiwert bei splittförmigem Material konstant. Ebenso ist der äußere Reibbeiwert  $\mu_1$  für Harnstoff, schwefelsaures Ammoniak und Sand konstant.

Bild 6 gibt Ergebnisse der Messung des inneren Reibbeiwerts für verschiedene Mineräldüngemittel wieder. Die Versuche wurden bei Geschwindigkeiten von 0,2 bis 0,9 m/s in der Grenzzone durchgeführt. In diesem Bereich ließ sich kein Einfluß der Geschwindigkeit feststellen. Größere Geschwindigkeiten sind nicht realisierbar, da die Festigkeit, vor allem der granulierten Düngemittel, nicht ausreicht. Eine Auswertung für verschiedene Geschwindigkeitsgradienten, wie bei einem Rotationsviskosimeter, ist aufgrund der notwendigen Schichtdicke von etwa 20 mm nicht möglich.

Zum Nachweis einer Verschiebung der Schüttgutschichten, die sich in unmittelbarer Nähe der Grenzfläche befinden, wurden Messungen mit dem Zylinder nach Bild 2, i. durch-

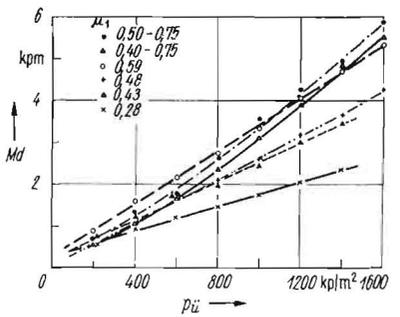
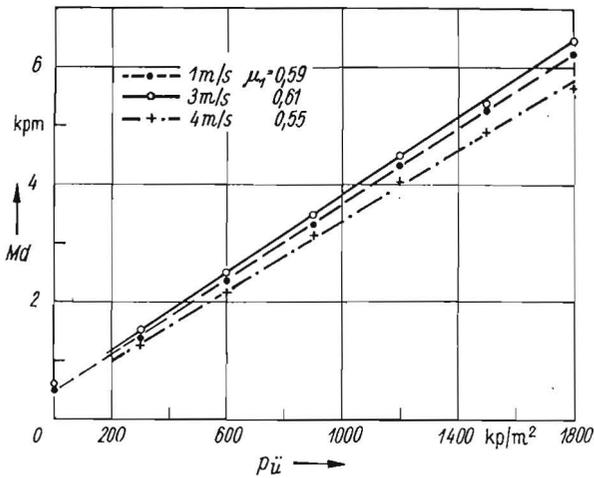


Bild 5. Reibbeiwerte verschiedener Düngemittel auf einer Epoxidharzoberfläche (EPII-EKG 19):  
 ● Kalkammonsalpeter granuliert, + Schwefelsaures Ammoniak  
 ▲ Kalkammonsalpeter splittförmig, × Harnstoff  
 △ Kaliammonsalpeter, ○ Sand (1...2,5)

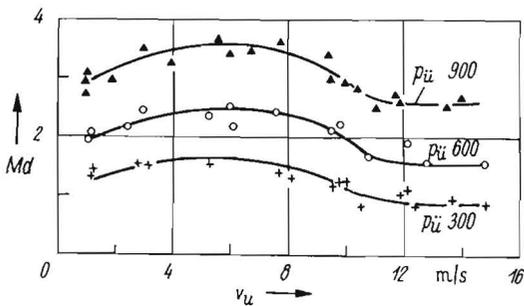


Bild 4. Reibbeiwerte für Sand (1...2,5) auf Stahl und Einfluß der Geschwindigkeit

geführt. Die 4 induktiven Spulen sind zu einer Meßbrücke zusammengeschaltet und wurden über den Schleifringübertrager an einen Trägerfrequenzverstärker angeschlossen. Wird ein Eisenteilchen in unmittelbarer Nähe einer der Spulen vorbeigeführt, dann wird die vorher abgeglichene Brücke kurzzeitig verstümmt. Dieser Spannungsausschlag kann mit einem Schleifenoszillographen registriert werden. Das Eisenteilchen wurde nun in der Höhe der Spulen an der Zylinderwand in das zu untersuchende Schüttgut mit eingeschichtet. Wenn in dem Schüttgut keine Verschiebung auftritt, stimmen Drehzahl des Zylinders und Durchgangsfrequenz an einer Spule überein.

Diese Messungen mit Mineraldüngemitteln (Kalkammonsalpeter, Kaliammonsalpeter, Harnstoff und schwefelsaures Ammoniak) ergaben keine Differenz zwischen Zylinderdrehzahl und Durchgangsfrequenz, d. h., auch die den sich bewegen-

den Zylinder berührenden Düngerteilchen bleiben gegenüber den übrigen in Ruhe. Die Rechtfertigung für die Fragestellung jedoch zeigt Bild 7. Die Versuche ergaben, daß die den Zylinder berührenden Sandkörner in Umfangsrichtung mitgenommen werden, d. h. eine Verschiebung der Schichten stattfindet, obwohl der innere Reibbeiwert  $\mu_0$  von Sand (0,73) größer als der äußere Reibbeiwert auf der untersuchten Stahloberfläche (0,5 bis 0,6) ist. Diese Bewegung kann auf ein Rollen der an der Zylinderwand anliegenden Körner zurückzuführen sein. Das Rollen erfolgt un stetig und wechselt mit kurzen Gleitphasen. Diese Beobachtung wird durch das matte Aussehen der Zylinderoberfläche nach den Versuchen mit Sand bestätigt. Die Zylinderoberfläche weist nur kurze, höchstens 1 mm lange Schleifspuren auf. Die Ursachen für die Verschiebung wurden im einzelnen nicht näher untersucht.

### 5. Zusammenfassung

Bisher verwendete Vorrichtungen zur Bestimmung des inneren und des äußeren Reibbeiwerts ergeben Werte, die nicht in allen Fällen zur Charakterisierung des Reibverhaltens von Schüttgut ausreichen. Es wurde deshalb eine Versuchseinrichtung gebaut, mit der Reibbeiwerte für einen Geschwindigkeitsbereich bis 14  $\text{m/s}$  und einen Normalspannungsbereich bis 0,2  $\text{kp/cm}^2$  ermittelt werden können. Weiterhin ist es möglich, Relativbewegungen der Schüttgutschichten in der Nähe der Grenzschicht nachzuweisen. Die Ergebnisse der Untersuchung von granulierten festen Mineraldüngemitteln zeigen, daß der äußere Reibbeiwert auf Stahl im angegebenen Bereich unabhängig von der Geschwindigkeit und unabhängig von der Normalspannung ist. Der äußere Reibbeiwert von Mineraldüngemitteln auf einer Epoxidharzoberfläche ist teilweise von der Normalspannung abhängig. Von

Bild 6. Innerer Reibbeiwert für verschiedene Düngemittel:  
 ● Kalkammonsalpeter splittförmig, + Harnstoff  
 ○ Kaliammonsalpeter, ▲ Sand  
 △ Schwefelsaures Ammoniak,  $F \leq 0,5$  Prozent

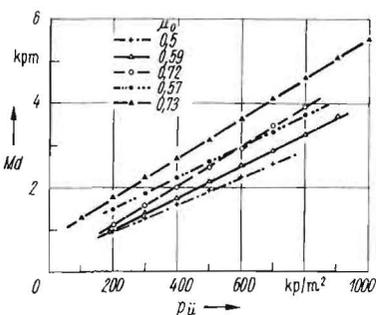
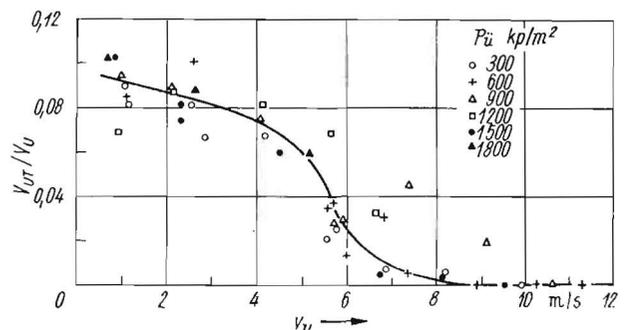


Bild 7. Bewegung der Schicht an der Grenzfläche bei Sand (1...2,5) auf Stahl;  $v_{gr}$  Geschwindigkeit des Teilchens,  $v_u$  Umfangsgeschwindigkeit des Zylinders



einem bestimmten Feuchtigkeitswert an bis zur Sättigungsgrenze sinkt der äußere Reibbeiwert. Der innere Reibbeiwert ist im angegebenen Bereich unabhängig von der Normalspannung, weist jedoch veränderliche Werte je nach Feuchtigkeitsgehalt auf. Sand mit Korngrößen ähnlich denen der Granulate zeigt in verschiedenen Punkten ein abweichendes Verhalten.

#### Literatur

- 1/ Pirus, S.: Beitrag zum Nachweis des Einflusses der kinematischen und kinetischen Parameter auf den Schleuderprozeß eines Mineraldüngersteuers als Grundlage für die Berechnung und Gestaltung. Diss. TU Dresden 1970.
- 2/ Ščerbakov, A. M.: Koefficienty vneshne i vnutrennevo trenija mineralnykh udobrenii (Der äußere und der innere Reibungskoeffizient von Mineraldünger). *Mechan. i elektr. soc. sel'choz.* Moskau (1955) H. 5, S. 47-49.
- 3/ Brubaker, J. E.: Determining static Coefficients of Friction of Grains on Structural Surfaces (Bestimmung der statischen Reibungskoeffizienten von Getreide auf Bauoberflächen). *Transac. of the ASAE* (1965) S. 53-55.
- 4/ Henderson, J. M.: Measuring Kinetic Friction Coefficients Using Oscillatory Motion. *Transac. of the ASAE* (1967) S. 348-351.
- 5/ Snyder, L. H.; W. L. Roller; G. E. Hall: Coefficients of Kinetic Friction of Wheat on Various Metal Surfaces (Reibungskoeffizient der Bewegung von Weizen auf verschiedenen Metalloberflächen). *Transac. of the ASAE* (1967) S. 411-413 (19).
- 6/ Kozlovski, E. B.; M. A. Kišler: Koefficient trenija mineralnykh udobrenii (Der Reibungskoeffizient von Mineraldünger). *Mechan. i elektr. soc. sel'choz.* Moskau (1970) H. 1, S. 43.
- 7/ Zenkov, R. L.: *Mechanika nasypnykh gruzov* (Mechanik der Schüttgüter). Moskau 1952.
- 8/ Benarie, M.: A method for the determination of the intergranular cohesion (Eine Methode zur Bestimmung der Kohäsion innerhalb des Schüttgutes). *Brit. Jo. of Appl. Physics London* 12 (1961) H. 9, S. 514-518.
- 9/ Wittke, W.: Über die Scherfestigkeit rolliger Erdstoffe. Veröffentlich. des Inst. für Bodenmechanik und Grundbau der TH Karlsruhe. H. 11, Karlsruhe 1962. A 8752

Dr. S. Badewitz\*

## Zum Entscheidungskriterium bei Verfahrensvergleichen – Minimale Verfahrenskosten oder minimaler voller gesellschaftlicher Aufwand!

Die Ökonomisierung der vergegenständlichten Arbeit wird auch in der Landwirtschaft immer mehr zum entscheidenden Faktor des ökonomischen Fortschritts. Wichtige Erkenntnisse der politischen Ökonomie über die Ökonomisierung der vergegenständlichten Arbeit werden jedoch in der sozialistischen Landwirtschaft bei der Aufwandsmessung bisher nicht genutzt.

### 1. Verschiedene Aufwandarten

Im Reproduktionsprozeß existieren zwei Arten von Aufwendungen: laufende und einmalige, die verschiedene Dimensionen besitzen (laufender Aufwand = Bewegungsmasse, einmaliger Aufwand = Bestandsmasse). Beide Aufwandarten können sich gegenläufig entwickeln: Die Verfahrensvariante mit minimalem laufendem Aufwand muß nicht notwendigerweise die Variante mit minimalem einmaligen Aufwand sein (und umgekehrt).

Wegen der besonderen „zeitlichen Struktur“ des einmaligen Aufwands, die darin besteht, daß dieser Aufwand Fondsvorschub, heutiger Aufwand für die Zukunft ist, entsteht ein zusätzlicher Aufwand, der im laufenden Aufwand nicht erfaßt ist. Der Gesellschaft entsteht durch den Vorschub des Aufwands  $A$  für das Jahr  $n$  ein zusätzlicher Aufwand von  $Aq^n - A = (q^n - 1)A$  = Zinseszinsen auf  $A$ . Dieser zusätzliche Aufwand wird „Fondsvorschub“ genannt. Die Summe aus laufendem Aufwand und „Fondsvorschub“ ist der volle gesellschaftliche Aufwand. Mit Hilfe der Zinseszins- bzw. Zinsrechnung (je nach der Größe von  $n$ ) können die Größen Fondsverbrauch (= laufender Aufwand) und Fondsvorschub auf eine gemeinsame Ebene projiziert und damit vergleichbar sowie addierbar gemacht werden.

Ökonomie der Zeit bedeutet Senkung des laufenden und des einmaligen Aufwands. Die gesonderte Minimierung einer der beiden Aufwandarten führt nicht zur Minimierung des gesellschaftlichen Gesamtaufwands, wenn die Variante mit minimalem laufendem (bzw. einmaligen) Aufwand nicht

gleichzeitig die Variante mit minimalem einmaligen (bzw. laufendem) Aufwand ist. In dieser Situation können Verfahrensvergleiche weder ausschließlich auf der Grundlage von Bewegungsmassen, Kostengrößen, noch auf der von Bestandsmassen, des einmaligen Aufwands erfolgen. Die Addition des laufenden und einmaligen Aufwands ist nicht möglich, da beide Aufwandarten unterschiedliche Dimensionen besitzen.

Die Maximierung des wirtschaftlichen Wachstums setzt stets die Optimierung von laufendem und einmaligem Aufwand voraus: Es muß die optimale Relation von laufendem zu einmaligem Aufwand gefunden werden. Bei gegebener Zielrealisierung (= konstante Ergebnisseiten) muß die Optimierung dieser Relation die Minimierung des Gesamtaufwands beinhalten. Dieser Gesamtaufwand muß hierbei sowohl den laufenden als auch den einmaligen Aufwand als Variable enthalten. Und beide Aufwandarten müssen in ihm entsprechend ihrem gegenseitigen ökonomischen Gewicht vergleichbar sein. Diese Bedingungen erfüllt der volle gesellschaftliche Aufwand. Die Auswahl der Variante mit minimalem vollen gesellschaftlichen Aufwand schließt die Optimierung des Verhältnisses von laufendem zu einmaligem Aufwand ein.

Kostengrößen wie die Verfahrenskosten können die Aufgaben eines synthetischen Entscheidungskriteriums nicht erfüllen. Verfahrensvergleiche auf ihrer Grundlage enthalten — sofern die Vergleichsvarianten unterschiedliche Fondsstrukturen besitzen (= allgemeiner Fall) — stets systematische Fehler. Ihre Ergebnisse können immer dann falsch sein, wenn die Variante mit minimalem laufendem Aufwand nicht gleichzeitig die Variante mit minimalem einmaligen Aufwand ist. Hieraus ergibt sich die Forderung, eine Methode zur Messung des „Fondsvorschusses“ auszuarbeiten.

### 2. Messung des Fondsvorschusses

Der zusätzliche Aufwand „Fondsvorschub“ hat als Bestimmungsgründe 1. den zeitlichen Vorschub von Fonds, 2. die begrenzte Verfügbarkeit der Fonds und 3. den Zeitfaktor, die ökonomische Entwicklung in der Zeit. Diese Bestimmungsgründe sind objektiver Natur. Der Aufwand „Fondsvorschub“ entsteht für die Gesellschaft demzufolge auch dann in einem objektiven Umfang, wenn er aus praktischen

\* Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion, Fachbereich Agrarökonomik und landw. Operationsforschung

† Dieser Kurzfassung liegt eine ausführliche Arbeit zum gleichen Thema zugrunde (21 Seiten, zahlr. Literaturangaben), die in der Redaktion deponiert ist. Abzüge dieser Arbeit im Format A 4 können Interessenten bei der Redaktion bestellen, sie werden gegen Erstattung der Unkosten ausgeliefert.