

In Rinderlaufställen ohne Einstreu wird als Kotrost hauptsächlich der Spaltenboden verwendet. Die Anforderungen an die Qualität des Spaltenbodens sind besonders bei Milchvieh und Jungvieh sehr hoch. Der Spaltenboden soll hohe Festigkeit, geringes Wärmeleitvermögen, möglichst elastische Oberfläche und hohe Sauberkeit aufweisen. Die drei erstgenannten Qualitätsmerkmale sind hauptsächlich ein bautechnisches Problem; das letztgenannte, die Sauberkeit des Spaltenbodens und damit die Sauberkeit der Tiere, hängt im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

1. Stegform und Stegart
2. Stegbreite
3. Spaltenbreite
4. Fließfähigkeit des Kotes
5. Belegungsdichte
6. Luftfeuchtigkeit

In diesem Beitrag soll besonders auf die Faktoren 1 bis 4 eingegangen werden. Der Faktor 5 gehört in das Gebiet der Tierhaltung, und der Faktor 6 ist ein stallklimatisches Problem.

1. Versuchsmethodik

Wie die Erfahrungen aus Versuchen in der Praxis zeigten, ist es sehr schwierig, bei den Untersuchungen über die Sauberkeit des Spaltenbodens alle Einflußfaktoren quantitativ zu erfassen und sie auch statistisch zu sichern. Aus diesem Grund wurde im Modellversuch das Kotabsetzen einer Kuh nachgeahmt und der „Kotdurchgang“ durch den Spaltenboden gemessen. Bei jedem Versuch wurden 2,7 kg Kot (etwa 150 % der durchschnittlich von einer Milchkuh abgesetzten Menge) in 8 s durch ein Rohr von 105 mm Dmr. gedrückt, wonach der Kot auf den 1500 mm tiefer liegenden Kotrost fiel. Als Meß- und Vergleichswert diente die durch den Rost gefallene Kotmenge.

Ein vorausgegangener Versuch (50 Messungen) ergab, daß eine Milchkuh bei jedem Koten durchschnittlich 1,904 kg Kot in 10,58 s absetzt. Die Kotmenge schwankte dabei von 0,195 bis 3,190 kg, die Zeit des Absetzens von 2 bis 18 s. Der Variationskoeffizient für die Kotmenge betrug 30,9 %, der für die Zeit 34,2 %. Es konnte keine Korrelation zwischen der Kotmenge und der Zeit des Kotabsetzens nachgewiesen werden. Für die Versuche wurde Kot mit unterschiedlicher Fließfähigkeit verwendet, und zwar mit einem Faktor 0,98 (Trocken-substanzgehalt 15,03 %) und einem Faktor 1,91 (Trocken-substanzgehalt 11,13 %), der im folgenden als „dicker Kot“ und als „dünnere Kot“ bezeichnet wird. Es sei bemerkt, daß die Fließfähigkeit des Rinderkotes, in Relativwerten als „Faktor“ ausgedrückt, von 1 bis 3 schwankt [1]. Kot mit einem Faktor 1 ist sehr zäh und hat einen hohen Trocken-

* Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig (Direktor: Ing. Dr. agr. E. THUM)

(Schluß von S. 334)

und Verarbeitungsarten ein Kunststoffseil mit minimaler Elastizität entwickelt. Die Erprobung in der Praxis zeigte jedoch, daß auf Grund der Eigenschaften der z. Z. erhältlichen elektrischen Schalter ein Treibseibenantrieb mit elastizitätsarmem Kunststoffseil einem Seilwindenantrieb mit elastischem Dederonseil unterlegen ist.

Literatur

- [1] LEHMANN, R.: Gülletransport mit Schleppschafelanlagen. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) H. 7, S. 330
- [2] Abschlußbericht zum Forschungsauftrag 5402 2/5007/2 „Mechanisierung der Entmistung in Rinderställen bei strohloser Haltung“ vom 5. 2. 1967 (unveröffentlicht), Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig
- [3] MARKARJAN, S. E. / L. A. MKRTSCHJAN: Die Erprobung von Perlonseilen als Zugelement für Schräppereinrichtungen. Mehanizacija i Elektrifikacija Soc. Sel'-Choz. 1963, S. 50 und 51
- [4] REICHEL, H.: Lanon-Tauwerk. Seeverkehr 1 (1961) H. 9, S. 40 bis 42

substanzgehalt (über 15 %); Kot mit dem Faktor 3 fällt z. B. bei der Rübenblatfütterung an, wenn die Tiere stark laxieren.

Die Stegelemente für den Spaltenboden wurden aus Blech (2 mm dick) hergestellt. Die Stegformen sind in Bild 1 dargestellt. Für das Rundmaterial wurde Stahl von 20 mm Dmr. verwendet.

2. Kotdurchgang bei verschiedenen Stegformen

In Tafel 1 sind die Mittelwerte über die durchgefallenen Kotmengen bei verschiedenen Stegformen (Bild 1) und unterschiedlichen Spaltenbreiten dargestellt. Aus den Zahlen der Spalten 2 bis 6 ist die Tendenz zu erkennen, daß der Kotdurchgang in der Reihenfolge abnimmt: Oberfläche eben — Oberfläche geknickt — Kanten gerundet — U-Profil. Bis zu einer Spaltenbreite von etwa 40 mm sind also Stege mit ebener Oberfläche den anderen Stegformen hinsichtlich des Kotdurchgangs überlegen. Damit wird die Ansicht widerlegt, daß Stege mit gewölbter bzw. geknickter Oberfläche sowie mit gerundeten Kanten vorteilhafter seien [2]. Der bessere Kotdurchgang auf Stegen mit ebener Oberfläche beruht darauf, daß der Kot an den Spalten nicht zusammengeschoben wird, sondern an den Kanten „abreißt“. Der schlechtere Kotdurchgang beim U-Profil ist damit zu erklären, daß der Kot an den Seitenwänden der Stege infolge der Reibung hängenbleibt.

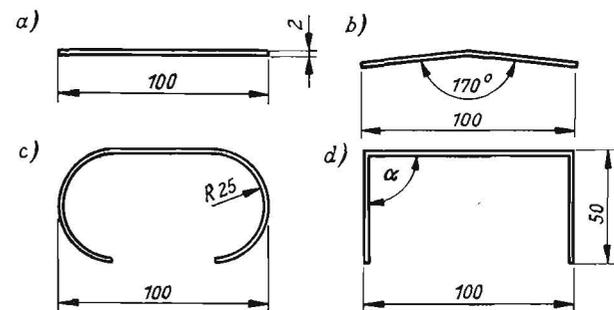
Zwischen den Zahlen der Spalten 7 bis 9 in Tafel 1 bestehen keine statistisch gesicherten Unterschiede. Die Stegform hatte bei einer Spaltenbreite von 40 mm und darüber nur noch unwesentlichen Einfluß auf den Kotdurchgang und somit auf die Sauberkeit der Tiere.

Zur Ergänzung wurden noch Vergleichsversuche zwischen Stegen mit ebener Oberfläche von 20 mm Breite und Rundstäben von 20 mm Dmr. durchgeführt. Derartige Stege werden bei der Rinderanbindehaltung verwendet. Die Versuchsergebnisse sind in Tafel 2 zusammengestellt. Demnach sind Rundstäbe (20 mm Dmr. und darunter) günstiger als Stege

Tafel 1. Durchgefallene Kotmenge in % bei verschiedenen Stegformen, unterschiedlicher Spaltenbreite und unterschiedlicher Fließfähigkeit des Kotes (dick, dünn)

Stegform	Spaltenbreite in mm							
	20		30		40		50	
	dick	dünn	dick	dünn	dick	dünn	dick	dünn
Oberfläche eben	11,04	54,37	31,74	60,63	48,81	60,26	59,78	67,22
Oberfläche geknickt	7,52	49,81	21,63	58,52	38,74	69,44	64,85	68,33
Kanten gerundet	5,00	41,22	14,52	52,52	35,44	55,33	56,00	57,84
U-Profil	0,85	35,11	6,37	49,15	23,37	55,11	64,78	61,63

Bild 1. Stegformen von Spaltenbodenelementen für Modellversuch. a Oberfläche eben, b Oberfläche geknickt, c Kanten gerundet, d U-Profil



mit ebener Oberfläche; außerdem spritzen dünner Kot und Ham nicht so stark. Stege mit ebener Oberfläche lassen sich dagegen leichter reinigen und bieten den Tieren eine bessere Auftrittsfläche.

Bild 2 zeigt Stege mit unterschiedlichem Winkel α zwischen Oberfläche und Seitenwand des Steges.

Im Bild 3 sind die Beziehungen zwischen Kotdurchgang und Spaltenbreite bei unterschiedlichem Winkel α graphisch dargestellt. Danach sind Stege ohne Seitenwände am günstigsten. Für Stegbreiten von 20 bis 30 mm ist deshalb T-Profil aus Stahl sehr vorteilhaft, das sich auch in der Praxis gut bewährt hat.

Zur Zeit wird für Spaltenbodenelemente meistens Stahlbeton verwendet. Es ist deshalb wichtig zu wissen, wie groß der Winkel sein darf, um einen optimalen Kotdurchgang bzw. eine ausreichende Sauberkeit des Spaltenbodens zu erreichen.

Bis zu einer Spaltenbreite von 40 mm nahm der Kotdurchgang noch bis zu einem Winkel von 50° zu, wogegen bei 50 mm Spaltenbreite keine meßbaren Unterschiede mehr vorhanden waren. Da die Spaltenbreite auch für große Tiere unter 50 mm liegt, müßte der Winkel 50° oder noch weniger betragen. Diese Forderung läßt sich bei Stegen aus Metall erfüllen; bei Stegen aus Stahlbeton mit Trapezprofil (Bild 2a) ist sie dagegen wegen der notwendigen Betondeckung für die Bewehrung kaum erfüllbar. Außerdem können bei einem kleinen Winkel die Klauen leichter ausbrechen, was zu Schädigungen der Tierklauen führt.

Bei Stegen aus Stahlbeton mit Trapezprofil und einer Güte B 450 ist nach den bisherigen Erfahrungen ein Winkel α von 70 bis 75° günstig. Gelingt es, Stege höherer Güte herzustellen oder die Kantenfestigkeit durch geeignete Zuschlagstoffe zu erhöhen, dann kann der Winkel α weiter verkleinert

Tafel 2. Durchgefallene Kotmenge in % bei Stegen mit ebener Oberfläche (20 mm breit) und Rundstäben (20 mm Dmr.) sowie unterschiedlicher Fließfähigkeit des Kotes (dick, dünn)

Fließfähigkeit des Kotes; Stögform	Spaltenbreite in mm				\bar{x} 20 ... 50
	20	30	40	50	
dicker Kot					
Oberfläche eben	74,15	84,93	93,59	94,81	86,87
Rundstab	50,96	86,78	89,70	91,00	79,54
Differenz	23,19	- 1,55	3,89	3,81	7,33
dünnere Kot					
Oberfläche eben	93,30	96,93	98,67	99,19	97,02
Rundstab	89,89	89,70	94,74	96,22	92,64
Differenz	3,41	7,23	3,93	2,97	4,38

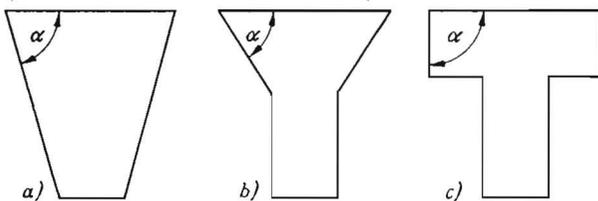


Bild 2. Stegformen für Spaltenböden. a Trapezprofil, b T-Profil-Variante, c T-Profil

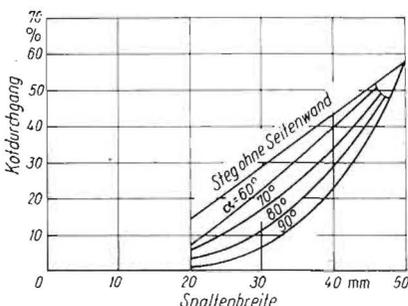


Bild 3. Abhängigkeit des Kotdurchganges (dicker Kot) von der Spaltenbreite bei unterschiedlichem Winkel α , den die Seitenwand des Steges zu seiner Oberfläche bildet (Stegbreite 100 mm, Höhe der Seitenwand 50 mm)

werden, wodurch sich das im Bild 2b dargestellte Profil ergibt.

Das T-Profil (Bild 2c) ist wenig geeignet, da es die gleichen Nachteile wie das U-Profil hat (Kot bleibt zwischen den Stegen hängen). Außerdem ist die Reinigung und Desinfektion dieser Stege schwieriger.

3. Kotdurchgang bei verschiedenen Steg- und Spaltenbreiten

Unter der Annahme, daß der Kotdurchgang bzw. die Sauberkeit des Spaltenbodens im wesentlichen vom Spaltenanteil abhängig sind, wurden Versuche über den Kotdurchgang bei verschiedenen Steg- und Spaltenbreiten durchgeführt (Stegform: ebene Oberfläche, keine Seitenwand). Die Ergebnisse aus den Versuchen mit dickem Kot sind im Bild 4 und die mit dünnem Kot im Bild 5 graphisch dargestellt. Es besteht im Kurvenverlauf eine große Ähnlichkeit zum Spaltenanteil. Damit wird die Annahme bestätigt, daß der Kotdurchgang im wesentlichen vom Spaltenanteil und der Stegbreite abhängig ist.

Der Durchgang von dünnem Kot im Vergleich zu dickem Kot ist im Durchschnitt aller Versuche um 22,16 % gesichert besser (Schwankungsbereich 8,26 bis 47,25 %). Daraus darf aber nicht abgeleitet werden, daß die Tiere sauberer sind, wenn der Kot sehr dünn ist. Es liegt in diesem Fall zwar weniger Kotmasse auf dem Spaltenboden, der dünne Kot haftet aber stärker an den Tieren. Bei hoher Luftfeuchtigkeit und vollkommener feuchtem Spaltenboden können die Tiere schmutziger sein als wenn viel dicker Kot auf dem Spaltenboden liegt.

Aus dem Verlauf der Kurven in Bild 4 und 5 läßt sich allgemein ableiten, daß mit zunehmender Stegbreite und abnehmender Spaltenbreite der Kotdurchgang abnimmt und demzufolge auch die Sauberkeit des Spaltenbodens schlechter wird. Vergleicht man dazu die Differenzen zwischen Kotdurchgang und Spaltenanteil, so lassen sich in Verbindung mit weiteren vergleichenden Berechnungen, auf deren Wiedergabe aus Platzmangel verzichtet werden muß, folgende Erkenntnisse ableiten:

1. Wenn möglich, sollte die Spaltenbreite nicht unter 25 mm liegen, da sich unter diesem Wert die Sauberkeit des Spaltenbodens sehr verschlechtert. Bei einer Spaltenbreite über 45 mm ist keine wesentlich bessere Sauberkeit mehr zu erzielen.
2. Die Stege sollten möglichst schmaler als 80 mm sein, weil sich dadurch die Sauberkeit des Spaltenbodens stark verbessert.

Diesen Ergebnissen müssen die Forderungen der Tierhaltung gegenübergestellt werden. Um Klauen- und Extremitätenverletzungen zu vermeiden, kann eine bestimmte Spaltenbreite nicht überschritten und eine bestimmte Stegbreite nicht unterschritten werden. Exakte Werte über die optimale Spalten- und Stegbreite für die einzelnen Tierarten fehlen noch. Aus den bisherigen Erfahrungen mit der Haltung von Rindern und Schweinen auf Spaltenböden läßt sich jedoch ableiten, daß die aus den Versuchsergebnissen abgeleiteten Forderungen nicht voll erfüllbar sind. Es sind deshalb Kompromisse erforderlich. In Tafel 3 sind vorläufige Werte über Steg- und Spaltenbreiten auf Grund von Literaturangaben [2] [3] und praktischen Erfahrungen zusammengestellt.

4. Belegungsichte

Neben dem Kotdurchgang hat auch die Belegungsichte einen großen Einfluß auf die Sauberkeit der Tiere. Je dichter die Fläche belegt ist, um so besser wird der auf den Stegen liegende Kot durchgetreten oder beim Liegen mit dem Körper durchgedrückt. Außerdem berühren die Tiere bei dichter Belegung einander sehr oft und reiben sich dadurch gegenseitig den angetrockneten Kot ab. Exakte Untersuchungsergebnisse über Belegungsichte, Sauberkeit und Futtermittelverwertung oder Milchleistung sind allerdings noch

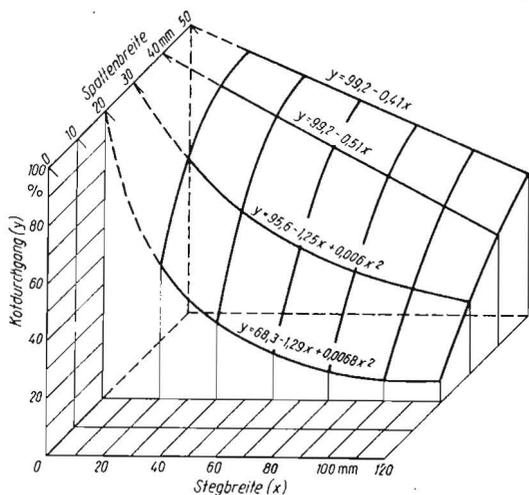


Bild 4. Beziehungen zwischen Kotdurchgang (dicker Kot), Stegbreite und Spaltenbreite

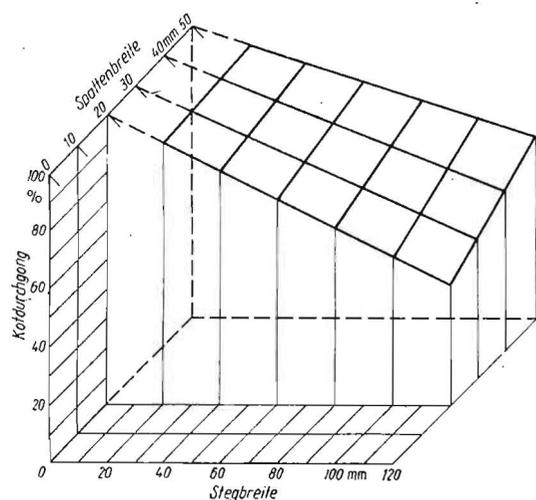


Bild 5. Beziehungen zwischen Kotdurchgang (dünner Kot), Stegbreite und Spaltenbreite

Tafel 3. Abmessungen des Vollspaltenbodens für Rinder nach Literaturangaben [2] [3], teilweise geändert

Nutzungsart	Mass	Freiplatzbreite	Liege- und Lauffläche je Tier	Boxentiefe	Stegbreite	Spaltenbreite
	kg	mm	m ²	m	mm	mm
Mastvieh	bis 120	200	1,0	2,5	70 ... 90	30 ... 35
	120 ... 250	500	1,35	2,7	90 ... 100	35 ... 40
	250 ... 450	600	1,65	2,7	90 ... 100	40 ... 45
Jungvieh	bis 120	400	1,1	2,7	70 ... 90	25 ... 30
	120 ... 250	500	1,5	3,0	90 ... 100	30 ... 35
	250 ... 400	600	1,8	3,0	90 ... 100	35 ... 40
Färsen	500	750	2,6	3,5	100 ... 120	40 ... 45
Milchkühe	600	750	3,0	4,0	100 ... 120	40 ... 45

nicht bekannt geworden. Die Zahlen in Tafel 3, Spalte 4, „Fläche je Tier“ sind deshalb als vorläufige Richtwerte anzusehen.

5. Stegarten

Die Anforderungen an die Qualität der Stege (auch als Spaltenbodenelemente bezeichnet) sind sehr hoch. Vor allem dürfen die Kanten nicht ausbrechen, weil sonst, wie schon erwähnt, Klauen- und Extremitätenschäden auftreten. Weiterhin muß der Spaltenboden vollkommen eben sein. Er muß

„griffig“, darf aber nicht zu rau sein, um eine starke Abnutzung der Klauen zu vermeiden.

Eindeutige Aussagen, welches Material am besten für Spaltenbodenelemente geeignet ist, können nicht getroffen werden, da exakte Vergleichsuntersuchungen noch nicht bekannt sind. Stahl und Leichtmetall sind sehr fest, sie sind aber gute Wärmeleiter, was für die Tierhaltung auf Vollspaltenboden nachteilig sein kann. Holz sollte nicht verwendet werden, weil es nur eine Standzeit von zwei bis drei Jahren hat. Versuche mit Stegen aus Plast werden zur Zeit im In- und Ausland durchgeführt.

Spaltenbodenelemente aus Stahlbeton mit Trapezprofil haben sich bis jetzt gut bewährt. Der Beton muß jedoch eine Güte von B 450 haben (gewaschener Sand, Sieblinie A/B). Wichtig ist auch, daß die höchstzulässigen Toleranzen in den Abmessungen eingehalten werden. Nur wenige Betonwerke sind in der Lage, Stege mit einer derartigen Qualität herzustellen. Damit sei angedeutet, daß die meisten in der Praxis verwendeten Spaltenbodenelemente geringer Qualität sind und schon nach einigen Jahren wieder ausgewechselt werden müssen.

Es ist nicht zu empfehlen, Betonbalken ohne „Kopf“ herzustellen und beim Verlegen Keile entsprechend der Spaltenbreite dazwischenzusetzen. Die Toleranzen in der Spaltenbreite und hinsichtlich einer ebenen Oberfläche aller Elemente werden bei diesem Verfahren meist überschritten. Außerdem können die Keile herausrutschen, wodurch der Spaltenboden für die Tiere nicht mehr trütsicher ist. Es sollten deshalb stets Spaltenbodenelemente mit einem „Kopf“ entsprechend der Spaltenbreite hergestellt werden.

6. Erfahrungen mit der Haltung von Rindern auf Spaltenboden

Im VEG Tierzucht Werchau wurden seit 1963 Tastversuche zur Haltung von Jung- und Mastvieh auf Vollspaltenboden sowie von Milchvieh auf Teil- und Vollspaltenboden durchgeführt. Die Spaltenbodenelemente aus Stahlbeton mit Trapezprofil stellte die Firma Habel & Co., Neustadt (Orla), her.

Bei der Haltung von Mastbullen auf Vollspaltenboden traten keine Probleme auf, die gegen diese Haltungsart sprechen. Der große Vorteil dieser Haltungsart besteht vor allem darin, daß eine Teilautomatisierung des Entmistungsverfahrens möglich ist, der Arbeitszeitaufwand für das „Entmisten“ auf ein Minimum reduziert (jährlich ein- bis zweimalige Reinigung und Desinfektion des Spaltenbodens) und die Stallfläche besser als bei anderen Haltungsarten ausgenutzt wird. Moderne Großanlagen werden ausschließlich nach dieser Haltungsart errichtet.

Bei der Haltung von Jungvieh ab 6 Monate Lebensalter auf Vollspaltenboden konnten keine sichtbaren Nachteile für die Tiere festgestellt werden, so daß weitere Untersuchungen von seiten der Tierhaltung und Veterinärmedizin (Klauenkunde) anzustreben sind. Das gleiche trifft für die Haltung von Milchvieh zu. Weitere Informationen, insbesondere über die Entmistungsverfahren, können der Literatur [4] entnommen werden.

7. Zusammenfassung

Es wird über einen Modellversuch berichtet, bei dem der Kotdurchgang auf Spaltenböden verschiedener Form und unterschiedlicher Steg- und Spaltenbreite ermittelt wurde. Aus den Ergebnissen konnten Hinweise für die zweckmäßigste Form der Spaltenbodenelemente gegeben werden. Zur Ermittlung der günstigsten Abmessungen sind weitere Versuche von seiten der Tierhaltung erforderlich. Nach bisherigen Erfahrungen ist die Haltung von Rindern auf Spaltenböden eine erfolgversprechende Haltungsart, die für moderne Großanlagen wesentliche Bedeutung hat.

Literatur

- [1] —: Abschlußbericht zum Forschungsauftrag 4502 2/5007/2 „Mechanisierung der Entmistungsarbeiten bei strohloser Haltung“. Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig
- [2] HAMMER, W. / W. RUPRICH: Bedeutung und Anlage von Spaltenböden in Viehställen. Bauen auf dem Lande 13 (1962) S. 17
- [3] OBER, J. / B. MITTRACH: Laufställe für Jung- und Mastvieh. Bauen auf dem Lande 18 (1967) H. 4, Arbeitsblatt Landw. Bauwesen 02. 03. 01
- [4] THUM, E. / R. LEHMANN / R. LOMMATZSCH: Mechanisiertes Entmisten von Rinderställen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1967