

RAUMGEWICHTSMESSUNGEN AN HALMGÜTERN

Da Veränderungen im Raumbedarf der Futter- und Strohflecken, ausgelöst durch die modernen Ernteverfahren (Mähdrusch, Erntehofdrusch, Unterdachrocknung von Heu, Häckseln, Pressen usw.), das Raumprogramm des Gesamtbetriebes ganz wesentlich beeinflussen können, hat das Institut im Jahre 1954 damit begonnen, als Grundlage für eine sachgerechte Ermittlung des Raumprogrammes Messungen des Raumgewichtes von Heu und Stroh durchzuführen. In der LANDBAU-FORSCHUNG (1) berichteten wir darüber 1956 zum 1. Mal. Neben einer ausführlichen Schilderung des Meßverfahrens wurden damals erste Meßergebnisse für Heu und Stroh bei verschiedener technischer Aufbereitung mitgeteilt und daraus grundsätzliche Zusammenhänge zwischen Stapelhöhe und Raumgewicht abgeleitet. Danach können wir zwei typische

Verhaltensweisen

der verschiedenen Materialien unterscheiden:

1. Beim sogenannten „weichen“ Typ (Bild 3, z. B. Schneidgebälde), dem alle lose eingebrachten, fein- und kurzhalmigen Lagergüter (z. B. Wiesenheu lang-lose, Mittel- und Kurzhäcksel von beliebigen Pflanzenarten) angehören, nimmt das Raumgewicht vor dem Setzen mit wachsender Stapelhöhe annähernd stetig zu, während es nach dem Setzen in allen Stapelhöhen über 2 bis 3 m auf etwa gleiches Niveau angestiegen ist; das Setzmaß ist also bei niedriger Stapelhöhe stärker als bei großer.

2. Dem gegenüber bleibt das Raumgewicht beim sogenannten „steifen“ Typ (Bild 1, alle lose eingebrachten, derb- und langhalmigen Lagergüter und Preßbunde von beliebigen Pflanzenarten) vor dem Setzen in allen Stapelhöhen über 2 bis 3 m nahezu gleich, nimmt aber im Setzvorgang mit zunehmender Stapelhöhe stärker zu, so daß sich nach dem Setzen mit wachsender Stapelhöhe ein ungefähr stetiger Anstieg des Raumgewichtes ergibt.

Im folgenden wird über die Messungen der Jahre 1956—1958 berichtet. Sie beziehen sich im wesentlichen auf Stroh in gepreßtem und gehäckseltem Zustand, da die Ermittlung dieser Werte aus den oben genannten Gründen vordringlich erschien.

Die Feststellungen gelten für:

I. Getreidegarben

1. Ungedroschene Bindergarben von Roggen, handgepackt, Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,58

II. Preßstroh

Niederdruckbunde

2. Roggenstroh, Niederdruckbunde (Schwingkolbenpresse hinter Dreschmaschine), 6,9 kg je Bund, handgepackt

3. Weizenstroh, Mähdrescherbunde, 4,3 kg je Bund, handgepackt

4. Weizenstroh, Mähdrescherbunde, 10,2 kg je Bund, handgepackt

5. Weizenstroh, Niederdruckbunde (Sammelpresse), 3,8 kg je Bund, handgepackt

6. Weizenstroh, Niederdruckbunde (Sammelpresse), 10,5 kg je Bund, handgepackt

Hochdruckballen, doppelte Bindfadenbindung

7. Weizenstroh, Hochdruckballen (Sammelpresse), 10,0 kg je Ballen, handgepackt

8. Weizenstroh, Hochdruckballen (Sammelpresse), 20,0 kg je Ballen, handgepackt

III. Häcksel

9. Weizenstroh, gehäcksel mit Schneidgebälde, ϕ Halmlänge 9,75 cm, eingeblasen und zum schichtweisen Glätten des Stapels von einer Person betreten.

Diese Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

I. Getreidegarben (Bild 1 — Versuch 1)

Wie erwartet zeigt das Material im Verhalten des Raumgewichtes auf veränderte Stapelhöhen die Merkmale des steifen Typs: Vor dem Setzen bleibt das Raumgewicht in Stapelhöhen von mehr als 2 m nahezu gleich, nach dem Setzen steigt es auch dann noch weiter an; das Setzmaß nimmt mit wachsender Stapelhöhe zu (1). Die absolute Höhe des Raumgewichtes liegt bei dem für Roggen ungewöhnlich engen Korn-Stroh-Verhältnis von nur 1:1,58 mit etwa 65 kg/m³ vor dem Setzen und mit 65 bis 80 kg/m³ nach dem Setzen erheblich unter den bisher in der Literatur veröffentlichten Werten von 100 bis 150 kg/m³ für den Durchschnitt aller Getreidearten (2, 3). Leider erlaubte uns das schlechte Erntewetter der letzten Jahre bisher nicht, diese Angaben auch für andere Getreidearten nachzuprüfen. Rechnet man jedoch unsere bisher vorliegenden Meßwerte auf ein Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1,3 um (was etwa den Verhältnissen bei Wintergerste, deren Garben relativ am schwersten sind, entsprechen dürfte), so erhält man erst ein Raumgewicht von maximal 90 kg/m³. Die bisher in der Literatur veröffentlichten Zahlen scheinen also zu hoch zu sein.

II. Preßstroh (Bild 2)

Niederdruckbunde (Versuch 2—6)

Die Raumgewichtsmessungen ergaben Werte, die Übersicht 1 zeigt.

Während der Versuchsdurchführung stellte sich heraus, daß die unhandlich großen Mähdrescher- und Niederdruckbunde von mehr als 10 kg Gewicht je Bund die Arbeit des Packens sehr erschweren und häufig aufplatzen. Damit bestätigte sich auch eine wiederholt festgestellte Ablehnung dieser Bundgröße seitens der Praxis. Obwohl die größeren Bunde gegenüber den kleineren das Raum-

Übersicht 1
Raumgewichte von Strohballen

Versuch Nr.			Stapelhöhe in m						
			1	2	3	4	5	6	7
			kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
3	Mährescherbunde, 4,3 kg/Bund	vor dem Setzen	21	29	31	32	33	34	34
		nach dem Setzen	21	29	32	34	36	38	40
5	Niederdruckbunde, 3,8 kg/Bund	vor dem Setzen	25	31	33	35	35	36	36
		nach dem Setzen	25	33	36	40	42	44	46
2	Niederdruckbunde, 6,9 kg/Bund	vor dem Setzen	32	36	37	38	39	39	39
		nach dem Setzen	32	36	37	40	42	44	46
4	Mährescherbunde, 10,2 kg/Bund	vor dem Setzen	34	39	40	41	42	42	—
		nach dem Setzen	34	39	43	44	47	—	—
6	Niederdruckbunde, 10,6 kg/Bund	vor dem Setzen	35	40	42	43	44	46	—
		nach dem Setzen	35	40	47	49	—	—	—

gewicht theoretisch um mehr als 20 % steigern können, wurden sie deshalb in Bild 2 nicht mehr berücksichtigt. Dort zeigt sich auch, ebenso wie in der Übersicht 1, daß zwischen kleinen und mittelgroßen Bündeln verschiedener Herkunft und Herstellungstechnik (verschiedene Pressenfabrikate) keine allzu großen Raumgewichtsunterschiede bestehen. Die verschiedenen Einflußfaktoren scheinen sich gegenseitig zu überlagern, so daß man praktisch für alle Arten von Niederdruckbündeln mit einem angenäherten Mittelwert rechnen kann, der vor dem Setzen bei etwa 30 bis 40 kg je m³ und nach dem Setzen bei ungefähr 35 bis 45 kg je m³ liegt, wobei die höheren Werte vor allem bei Stapelhöhen über 3 m gelten. Damit wird auch hier, ähnlich wie bei den Garben, das in der Literatur bisher genannte Raumgewicht erheblich unterschritten (1, 2, 3).

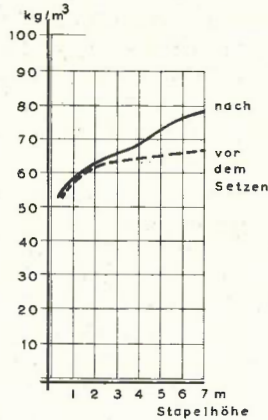


Bild 1: Raumgewichte von Getreidegarben. Roggen, 14 % Feuchtigkeit. Korn - Stroh - Verhältnis 1:1,58.

Hochdruckballen, doppelte Bindfadenbindung (Versuch 7—8)

Aus Bild 2 wird ersichtlich, daß mit den größeren, doppelt so schweren Ballen aus Versuch 8, ähnlich wie bei den Niederdruckbündeln, das Raumgewicht um nahezu 20 % (von 72 kg/m³ auf 85 kg/m³) zu steigern ist. Allerdings hat dieser Vorteil wiederum nur theoretischen Wert, da auch hier, ähnlich den Ergebnissen der Versuche 4 und 6, so große Ballen wegen ihrer Unhandlichkeit praktisch nicht von Hand gepackt werden können. Ihr Raumgewicht ist deshalb in Bild 2 nicht mit berücksichtigt. Man kann bei Hochdruckballen im Normalfall mit dem Raumgewicht der kleineren, noch handlichen Ballengröße von 72 kg/m³ rechnen. Allerdings können sich bei dieser Ballenart doch auch größere Abweichungen — nicht nur aus der Art des Materials und der Arbeitsweise der jeweiligen Pressenfabrikate — sondern auch aus der unterschiedlich angewandten Sorgfalt beim Stapeln ergeben. Eine speziell auf diese Fragestellung abgestellte, zusätzliche Versuchsreihe ergab für 10 kg-Ballen folgende Werte:

Nettoraumgewicht der einzelnen Ballen	90 kg/m ³
Bruttoraumgewicht bei sorgfältiger Stapelung	82 kg/m ³
bei flüchtiger Stapelung ohne Stapelung der Einzelballen (Schüttkegelbildung im freien Fall, 5 m Schüttkegelhöhe)	71 kg/m ³
	69 kg/m ³

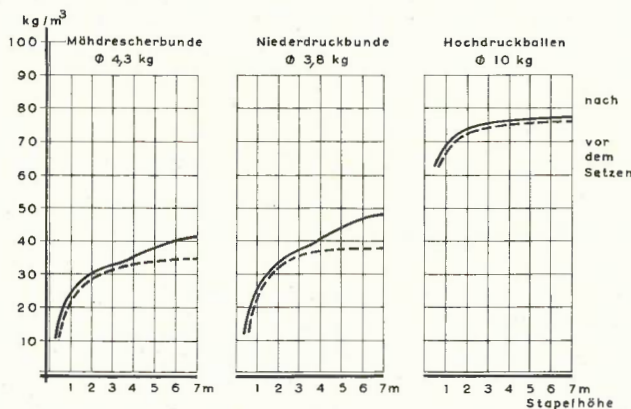


Bild 2: Raumgewichte von Stroh in Ballen und Bündeln. Weizen und Roggen, 15 % Feuchtigkeit.

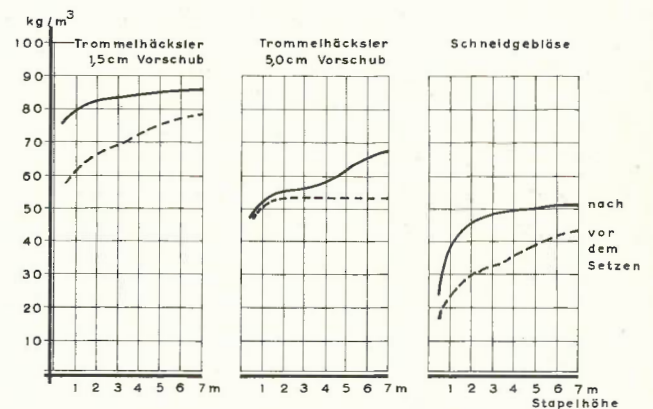


Bild 3: Raumgewichte von Stroh-Häcksel. Weizen und Roggen, 15 % Feuchtigkeit.

Daraus wird ersichtlich, daß bei sehr sorgfältiger Stapelung das Raumgewicht um mehr als 15 % angehoben werden kann. Allerdings ist dieser Vorteil mit mindestens dem doppelten Zeitaufwand verbunden, so daß dieses Verfahren für die Praxis im allgemeinen uninteressant ist. Demgegenüber bringt die freie Aufschüttung der Ballen keine wesentliche Raumgewichtsminderung. Man kann also auf diese Weise bei der Einlagerung ohne Nachteile erheblich an Arbeit sparen und auf ähnliche günstige Arbeitsbedarfszahlen kommen wie beim Häckseln und bei der Gebläseförderung. Allerdings kann die Entnahme lose aufgeschütteter Ballen unbequemer sein als die Entnahme von Häcksel. Für dieses Schüttkegelverfahren sind jedoch noch weitere Unterlagen — auch in baulicher und technischer Hinsicht — zu erarbeiten.

III. Häcksel (Bild 3 — Versuch 9)

Zur Ergänzung der in unserem ersten Bericht (1) beschriebenen Versuche wurde das Raumgewicht von Mischhäcksel (mit verschiedenen lang gehäckselten Halmteilen), der mit einem Schneidgebläse hergestellt war, festgestellt. Sein Verhalten bei veränderten Stapelhöhen zeigt die Merkmale des „weichen“ Typs, obgleich die durchschnittliche Halmlänge 9,75 cm betrug und damit ein ähnliches Verhalten wie homogener Mittel- und Langhäcksel von mindestens 5 cm Halmlänge erwarten ließ. Die Erklärung liegt darin, daß das Schneidgebläse die einzelnen Halme mehr spaltet und zerreißt als glatt durchschneidet und damit die technologischen Eigenschaften des Materials völlig verändert. Sein Raumgewicht wurde in Bild 3 gemeinsam mit den bereits in unserem ersten Bericht beschriebenen Ergebnissen früherer Häckselversuche dargestellt. Daraus geht hervor, daß noch das Raumgewicht von homogenem Mittelhäcksel um etwa 30 % höher liegt als dasjenige von Mischhäcksel aus einem Schneidgebläse. Allerdings dürfte homogener Langhäcksel mit vergleichbarer durchschnittlicher Halmlänge (9 bis 10 cm) ein höheres Raumgewicht haben als der Mischhäcksel aus Versuch 4 (4, 5). Diese relative Aufbesserung des Raumgewichtes von Mischhäcksel aus Schneidgebläsen wird vermutlich durch die technologische Veränderung des Materials erreicht. Zur Klärung dieser Frage sind jedoch noch weitere Untersuchungen nötig.

Zusammenfassung

Ein Vergleich der Bilder 2 und 3 zeigt, daß Stroh-Kurzhäcksel (unter 5 cm durchschnittlicher Halmlänge) durchaus das gleiche Raumgewicht erreichen kann wie Hochdruckbunde. Mischhäcksel aus Schneidgebläsen entspricht etwa dem Raumgewicht von Niederdruckbunden bzw. den etwas leichteren Mähdrescherbunden. Bei Kompromißhäcksel aus Scheibenrad- oder Trommelhäckseln (etwa 10 cm durchschnittliche Halmlänge) werden die entsprechenden Werte wahrscheinlich nur um ein Geringes niedriger liegen. Eigene Untersuchungsergebnisse liegen darüber jedoch noch nicht vor. Aufs Ganze gesehen, dürfte sich sowohl mit dem Häcksel- als auch mit dem Preßverfahren etwa die gleiche Spanne von Raumgewichten erreichen lassen. Entscheidend für die Bevorzugung der einen oder anderen Aufbereitungsform werden daher nicht Raumgewicht und Raumbedarf, sondern die jeweiligen arbeitswirtschaftlichen Eigenschaften sein. In dieser Hinsicht ist Kurzhäcksel stark benachteiligt, da es vornehmlich bei Horizontaltransporten in Zusammenhang mit der Entnahme erhebliche Schwierigkeiten bereiten kann. Beliebter sind daher die Mittel-, Misch- und Langhäckselarten. Diese bieten gegenüber Preßbunden — namentlich der Hochdruckpressen — arbeitswirtschaftliche Vorteile beim Einlagern, die allerdings mit einem teilweise ganz erheblich höheren Raumbedarf erkauft sind, besonders, wenn durch das große Setzmaß von Kurz- und Mischhäcksel im Bereich von Stapelhöhen zwischen 2 bis 4 m eine ungünstige Ausnutzung des Dachraumes erfolgt. Wenn es gelingt, auch Preßballen in freier Schüttung raumsparend ohne ständigen Mehrbedarf an Arbeitskräften zu lagern, dürfte in beiden Fällen das Preßverfahren dem Häckseln vorzuziehen sein.

Schrifttumsnachweis

1. KÖSTLIN, A. u. J.-F. WANDER: Vorläufige Ergebnisse von Raumgewichtsmessungen an Heu und Stroh. — Landbauforsch. 6 (1956) H. 2, S. 27—29.
2. CORDS-PARCHIM, W.: Zahlen und Maße für den Landbaumeister. — Berlin: Deutscher Zentralverl. 1947, S. 7—8.
3. DIN 1055: Lastannahmen für Bauten. — Berlin u. Köln: Beuth-Vertrieb, Bl. 1, S. 3.
4. BRUER, D.: Raumgewichte von Heu- und Strohhäcksel. — ALB-Mitt. 3 (1952) H. 7, S. 81.
5. ULLENBERGER: Raumbedarf für Häckselstroh. — Dtsch. Landwirtsch. Presse 78 (1955) H. 9, S. 129.

Erwin Uhrmacher, Institut für landwirtschaftliche Bauforschung

WIRTSCHAFTSGEBÄUDE MIT ERDLASTIGER LAGERUNG VON RAUHFUTTER UND EINSTREU

Das Gebäude gehört zu den langlebigsten und teuersten Betriebsmitteln. Maschinen und deren Anwendungsverfahren dürften daher in Zukunft mehr als bisher einen bestimmenden Einfluß auf die Gestaltung der Wirtschaftsgebäude ausüben. Den künftigen technischen und wahrscheinlich auch marktpolitischen Anforderungen werden vor-

aussichtlich Gebäude mit erdlastiger Lagerung leichter als Typen mit kombinierter oder deckenlastiger Lagerung gerecht werden können. Die wesentlichen Vorteile des erdlastigen Types liegen in der möglichen Ausdehnung des Bergeraumes in der Horizontalen, die ein ungehindertes Befahren beim Einbringen der Ernte gestattet und in der