

Eberhard Moser y Rolt Allimant: „*Primeros resultados de ensayos hechos con herramientas de corte neumáticos para el cultivo de árboles frutales.*“

Se presentan informes sobre los primeros resultados conseguidos en un trabajo de investigación con herramientas de corte neumáticas para el cultivo de árboles frutales. Para conocer las condiciones que deben reunir estos instrumentos y sus accesorios técnicos, era preciso fijar los puntos en que han de practicarse los cortes, resp. su reparto, así como el grueso de las ramas y las clases de árboles. Se discute el margen para el empleo de tijeras de mano y de

instrumentos de corte múltiple (setos vivos y vallados). Se apreciaron ahorros de tiempo notables. comparando el trabajo hecho a mano, con el trabajo mecánico. Los fenómenos que se producen cortando madera, se investigaron y se interpretaron con ayuda de mediciones electrónicas. Pudieron establecerse ecuaciones del momento máxima de funcionamiento, en dependencia del diámetro de la rama para una forma de tijeras, haciéndose numerosos ensayos con ramas de árboles y de plantas de bayas. También se consiguieron algunos datos en cuanto al efecto de la fuerza sobre las manos que llevan la herramienta al hacer cortes con tijeras neumáticas.

Bodo Hassebrauck und Mostafa Mortasawi:

Untersuchungen über die Schnittlänge von Halmguthäcksel bei verschiedenen Häckselmaschinen

Mitteilung aus dem Institut für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim

Langes Halmgut wird in trockenem wie feuchtem Zustand für verschiedene Zwecke gehäcksel. Früher stand das Häckseln für die Futteraufbereitung im Vordergrund. Heute dient es vorwiegend dem leichteren Transport, der Raumersparnis, der mechanischen Beschickung und Entleerung von Behältern, dem Mischen mit anderen Gütern und schließlich dem mechanischen Verteilen. Für das Häckselverfahren sind im Laufe der Zeit verschiedene Bauarten von Häckselmaschinen entwickelt worden. Sie unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art der Gutzuführung zum Häckselorgan und durch das Häckselorgan selbst. Die Bauart des Häckslers und der Zustand des langen Halmguts beeinflussen die Schnittlänge des Halmguthäcksel. Je nach Verwendungszweck des Häck-

sels werden an die Schnittlänge und ihre Gleichmäßigkeit gewisse Forderungen gestellt. Die vorliegenden Untersuchungen sollen helfen, einen Bewertungsmaßstab für die Häckselart und Häckselgüte der verschiedenen Häckselmaschinen zu schaffen!).

1. Konstruktive und funktionelle Unterschiede der Häckselmaschinen

Zwischen den Häckselmaschinen bestehen hinsichtlich der Schnittlänge und der Längengleichmäßigkeit des Häcksel erhebliche Unterschiede. Von seiten des Häcksel her lassen sich die Häckselmaschinen in die zwei Gruppen, Exakt- und Nicht-Exakt-Häcksler, einteilen. Während die eine Gruppe eine gleichmäßige Schnittlänge erzeugt, liefert die andere eine ungleichmäßige. Ordnet man die Häcksler nach der Art

¹⁾ Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Dissertation in den Jahren 1962/63 im Institut für Landtechnik der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim (Dir.: Prof. Dr.-Ing. G. SEGLER) durchgeführt

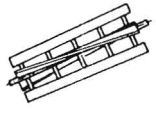

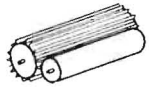
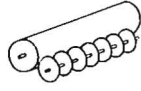
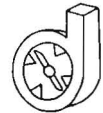
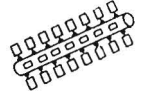
Bauarten	Zwangsläufige Zuführung		Freie Zuführung			
	Trommelhäcksler	Scheibenradhäcksler	Walzenhäcksler	Schneidscheibenhäcksler	Schneidgebläse	Schlegelhäcksler
Schneidwerk						
Theoretische Häcksellänge L_{th} [mm]	22,3	31,8	32	46,6	35	—
Messerschiff	4	2	12	12	4	26
Bauteile	a) Vorschubwalze b) Messertrommel	a) Vorschubwalze b) Messerscheibe	a) Glattwalze b) Messerwalze	a) Glattwalze b) Schneidwalze	a) Schneidflügel b) Messerstern	Schlegel
Durchmesser [mm]	a) 100 b) 380	a) 125,4 b) 1 140	a) 230 b) 180	a) 172,8 b) 400,5	315	600
Drehzahl n [U/min]	a) 410 b) 1 440	a) 410 b) 1 010	a) 88 b) 540	a) 410 b) 520	a) 346 b) 160	850 ... 1 620
Umfangsgeschw. u [m/s]	a) 2,15 b) 28,8	a) 2,15 b) 20,05	a) 0,577 b) 32,21	a) 4,9 b) 4,9	a) 3,12 b) 3,35	14,01 ... 26,70

Bild 1: Bauarten und technische Daten der untersuchten Häckselmaschinen

der Gutzuführung zum Schneidwerk, einem mehr konstruktiven Prinzip, so sind sie in Maschinen mit zwangsläufiger und freier Zuführung zu trennen.

Eine Zuführung wird als zwangsläufig bezeichnet, wenn die zu schneidenden Halme während der Bewegung zum Schneidwerk oder während des Schnittes ihre Lage zueinander nicht oder nur wenig ändern. Eine freie Zuführung ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Halme vor dem Schnitt gegeneinander verschieben und drehen können. Bleibt beim besonderen Fall des Schlegel-Feldhäckslers das Gut in Ruhe, beispielsweise im Bestand oder Schwad, und wird das Schneidwerk zum Gut bewegt, dann kann dies auch als freie Zuführung gelten.

Eine Übersicht über die untersuchten Häckselmaschinen und ihre Schneidwerke gibt Bild 1. Bei der Gruppe mit zwangsläufiger Zuführung hängt die theoretische Häcksellänge von der Geschwindigkeit ab, mit der das Halmgut dem Messer zugeführt wird, ferner von der Lage des Halms zum Messer und von der zeitlichen Aufeinanderfolge der Schnitte. Die zwangsläufige Zuführung durch Förderband und Vorschubwalzen gewährleistet die Gleichmäßigkeit der Häcksellänge.

Für die Gruppe mit freier Zuführung können keine allgemeinen Aussagen über die theoretische Häcksellänge gemacht werden. Die Schwerkraft und Windkraft sorgen beim freien Zuführen für die Gutbewegung zum Schneidwerk. Dabei fällt das Gut entweder frei oder rutscht über eine schiefe Ebene zum Schneidwerk. Die funktionellen Eigenschaften der Schneidwerke in dieser Gruppe sind sehr unterschiedlich. Ebenso unterschiedlich ist das Ergebnis der Häckselarbeit.

2. Einflußgrößen auf die Schnittlänge

Die Schnittlänge des Halmguts wird einerseits von der Maschine und ihrer Betriebsweise sowie andererseits von den Eigenschaften des Halmguts selbst beeinflusst. Die tatsächlich erzeugte Häcksellänge kann deshalb von der theoretisch zu erwartenden Häcksellänge mehr oder weniger abweichen. Als Einflußgrößen seitens des Häckslers können folgende genannt werden:

- Slupf zwischen Vorschubwalze und Gutstrang
- Drehzahl des Schneidorgans
- Messerzahl im Schneidorgan
- Halmlage, die den Winkel zwischen Messerschneide und Halmachse vor und während des Schnittes angibt
- Durchsatz
- Zerr- und Zupfwirkung der Messer während des Schnittes.

Von den Eigenschaften des Halmguts können folgende Einflußgrößen genannt werden:

- Ausgangslänge des Halmguts und seine Verteilung in der Zuführung
- Wassergehalt und Art des Halmguts.

Um die Wirkung der Einflußgrößen auf die Schnittlänge zu bestimmen, muß eine größere Zahl von tatsächlich erzeugten Häckselstücken einzeln auf ihre Schnittlänge nachgemessen werden. Um die statistische Sicherheit der Auswertung zu gewährleisten, wurde die für das Nachmessen notwendige Häckselstückzahl auf 1000 festgelegt. Die Häckselarbeit eines Schneidwerks kann sowohl nach dem Unterschied zwischen theoretischer und mittlerer Häcksellänge als auch nach der Häcksellängenverteilung beurteilt werden. Bei der Ermittlung der mittleren Häcksellänge haben die Stücke, die am Anfang oder Ende eines Halms abgeschnitten werden, einen Einfluß, den sogenannten „Endeneinfluß“. Dieser trägt dazu bei, daß die mittlere Häcksellänge kleiner ausfallen muß als die theoretische [1]. Von den Einflußgrößen untersuchten SEGLER und SCHLADERBUSCH [2] den Slupf bereits eingehend. Auch die Zerr- und Zupfwirkung der Messer ist von SEGLER [3] schon frühzeitig geklärt worden. Die Halmlage zur Messerschneide und die Ausgangslänge des Halmguts

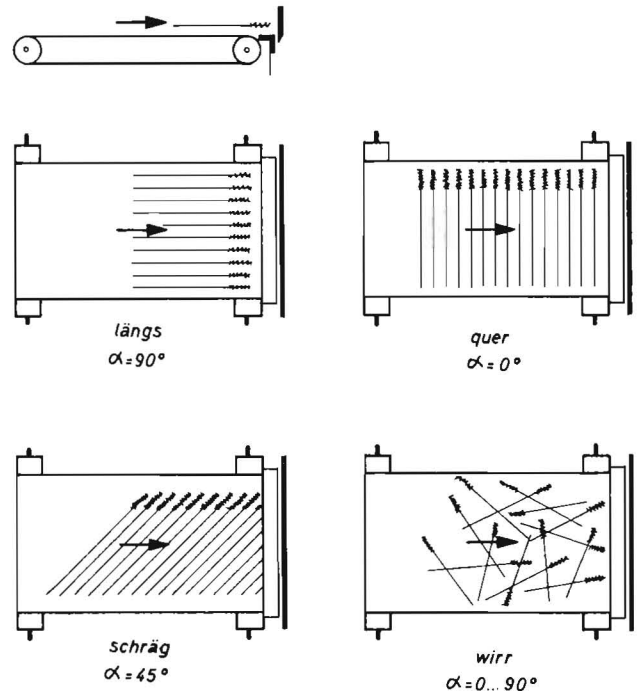


Bild 2: Schematische Darstellung der Halmlage und des Zuführwinkels der Halme zur Messerschneide

guts sind in ihren Wirkungen auf die Schnittlänge am interessantesten. Sie sollen daher an dieser Stelle von den Einflußgrößen herausgegriffen werden.

3. Einfluß der Halmlage auf die Schnittlänge

Die Halmlage wird gekennzeichnet durch den Winkel, den die Halmlängsachse mit der Messerschneide oder Gegenschneide bildet. Für die vereinfachte Darstellung der Halmlage wird nur die Halmlage in der Grundrißebene berücksichtigt. Für eine genaue Darstellung müßte die räumliche Lage des Halms betrachtet werden. Der Winkel zwischen Halmlängsachse und Messerkante wird als Zuführwinkel bezeichnet. Bild 2 gibt schematisch die untersuchten Halmlagen und Zuführwinkel wieder. Die Bezeichnung der Halmlage ist auf die Bewegungsrichtung des Schnittguts bezogen. Ein Pfeil deutet die Bewegungsrichtung an.

Die Untersuchungen werden an Häckselmaschinen mit zwangsläufiger und freier Zuführung durchgeführt. Zur ersten Gruppe gehören der Trommel- und der Scheibenradhäckslers. Von der zweiten Gruppe werden an dieser Stelle nur die Ergebnisse mit dem Walzen- und Schneidscheibenhäckslers sowie dem Schneidgebläse gebracht. Die technischen Daten, Drehzahlen und Umfangsgeschwindigkeiten der Schneidorgane sind aus Bild 1 ersichtlich.

Um den Einfluß der Halmlage grafisch darzustellen, wurde die längenmäßige Verteilung der Häckselstücke festgestellt. Die Anteile der Schnittlänge werden in Prozent angegeben und im Diagramm auf der Ordinate aufgetragen. Für alle Versuche verwendete man Weizenstroh mit einer vorbereiteten, gleichmäßigen Ausgangslänge $L_a = 350$ mm als Schnittgut.

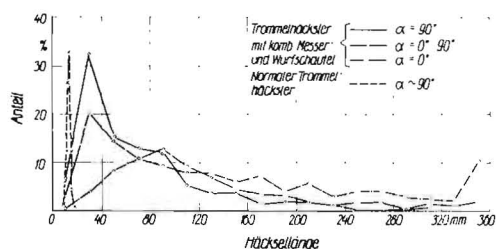


Bild 3: Einfluß des Zuführwinkels α auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh beim Trommelhäckslers mit normalem und kombiniertem Schneidwerk
 $L_a = 350$ mm;
 U (Feuchtegehalt des Gutes, bezogen auf die Ausgangsmasse) = 11,8 %

3.1. Trommelhäcksler

Die Versuche wurden an einem Trommelhäcksler mit kombinierten Messern und Wurf-schau-feln²⁾ durchgeführt. In Bild 3 ist die Verteilung der Häcksellänge dargestellt. Es fällt auf, daß der Trommelhäcksler mit normalem Schneidwerk exakter schneidet als der mit kombiniertem. Ebenfalls ist deutlich zu erkennen, daß bei einem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ am exaktesten geschnitten wird und der Streubereich für die Schnittlängen klein ist. Dem gegenüber entstehen für $\alpha = 0^\circ$ recht ungleichmäßige Schnittlängen mit einem relativ weiten Streubereich. Man findet also ein Gemisch von unterschiedlichen Häcksellängen vor, was unter Umständen unerwünscht sein kann.

3.2. Scheibenradhäcksler

Der Scheibenradhäcksler³⁾, der für die Versuche zur Verfügung stand, hatte eine schmale Einlegelade, so daß nur Halmlagen bei einem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ und $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$, also Halmlagen längs und wirr, berücksichtigt werden konnten.

Die Versuchsergebnisse zeigt Bild 4. Deutlich zeigt sich, daß bei einem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ der Scheibenradhäcksler eine gleichmäßige Häcksellänge herstellt. Bei wirrer Halmlage ($\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$) fällt die Schnittlänge ungleichmäßig aus, und der Streubereich wird groß.

3.3. Walzenhäcksler

Das Schneidwerk des Walzenhäckslers, auch unter der Bezeichnung Hackhäcksler bekannt, besteht aus zwei auf einander abrollenden Walzen. Die Walze mit größerem Durchmesser ist auf ihrer Mantelfläche mit Messern besetzt. Die Messer sind radial zum Mittelpunkt angeordnet und erstrecken sich über die ganze Walzenlänge. Die kleinere Walze aus Hartholz ist glatt und arbeitet als Gegenschneide. Die theoretische Häcksellänge wurde zu $L_{th} = 46,6$ mm errechnet [1].

Für die Versuche wählte man als Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$; $\alpha = 0^\circ$ und $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$. Wegen der freien Zuführung konnten die vorgegebenen Zuführwinkel nicht bis zum Schnitt unter Kontrolle gehalten werden.

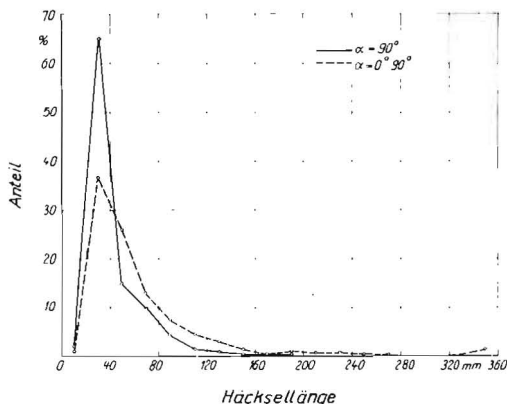


Bild 4: Einfluß des Zuführwinkels α auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh beim Scheibenradhäcksler
 $L_{th} = 350$ mm; $U = 10,0$ %

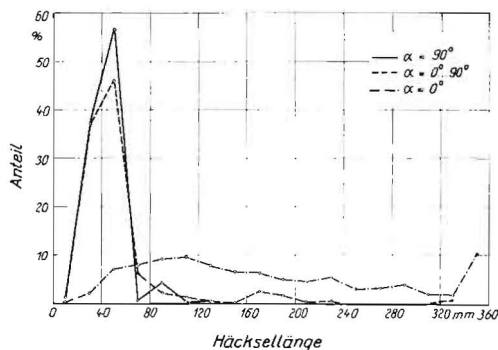


Bild 5: Einfluß des Zuführwinkels α auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh beim Walzenhäcksler
 $L_{th} = 350$ mm; $U = 12,0$ %

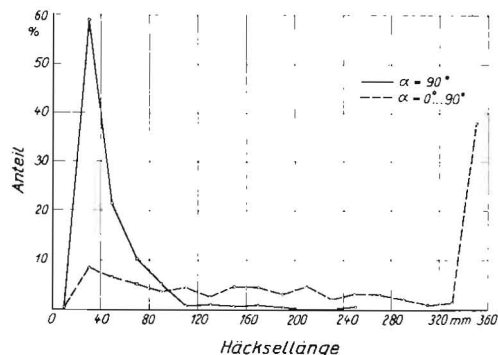


Bild 6: Einfluß des Zuführwinkels α auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh beim Schneidscheibenhäcksler
 $L_{th} = 350$ mm; $U = 12,0$ %

Die Versuchsergebnisse wurden in Bild 5 aufgetragen. Der Längenbereich der Häckselstücke ist bei einem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ klein. Das Maximum der Verteilungskurve liegt bei einer Häcksellänge von 50 mm, was etwa der theoretischen Häcksellänge entspricht. Damit zeigt der Walzenhäcksler die gleiche exakte Schneidarbeit wie der Scheibenradhäcksler, der zur Maschinengruppe mit zwangsläufiger Zuführung gehört. Gibt man einen Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ$ vor, dann müßte die Häcksellänge theoretisch der Ausgangslänge gleich sein. Sie betrug aber 121,6 mm und war damit um 65 % kleiner als die Ausgangslänge. Zu erklären ist der Unterschied damit, daß sich die Halmlage und der Zuführwinkel während der Zuführung verändern. Eine kleine Winkelabweichung bei Querlage ($\alpha = 0^\circ$) hat stärkere Auswirkungen in der Schnittlänge als eine bei Längslage ($\alpha = 90^\circ$). Der Verteilungsbereich wird bei $\alpha = 0^\circ$ breit. Die Anteile der Häckselstücke sind ziemlich gleichmäßig über dem ganzen Streubereich verteilt. Damit ist die Häckselarbeit als nicht exakt zu beurteilen.

Bei wirrer Halmlage ($\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$) entsteht ein breiter Streubereich von verschiedenen Häcksellängen. Der überwiegende Teil aber, etwa 80 % aller Häckselstücke, liegt im Bereich von 10 bis 70 mm. Diese Tatsache ist überraschend und nur dadurch zu erklären, daß die Messer- und Gegenwalze auf Grund ihrer Einzugswirkung die Halme ausrichten und diese deshalb einen größeren Zuführwinkel einnehmen.

3.4. Schneidscheibenhäcksler

Beim Schneidscheibenhäcksler⁴⁾ besteht nach Angaben in Bild 1 zwischen Messer- und Glattwalze eine Relativgeschwindigkeit, die einen ziehenden Schnitt bewirkt. Die Halme wurden in der Lage „quer“ ($\alpha = 90^\circ$) und „wirr“ ($\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$) dem Schneidwerk zugeführt.

In Bild 6 ist die Verteilung der Häckselstücke über der Häcksellänge dargestellt. Für den Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ schneidet der Häcksler verhältnismäßig exakt. Die Schnittlängen streuen in einem relativ engen Bereich. Dabei haben 90 % aller Häckselstücke eine Länge von 10 bis 80 mm. Das Maximum der Verteilungskurve erreicht einen Anteil von 60 % und die Häcksellänge stimmt dabei mit der theoretischen überein, die mit dem Abstand der Messerspitzen bei Querlage der Halme identisch ist.

Für einen Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ$ versagt das Schneidwerk, da die Schneidscheiben das Schnittgut nicht erfassen und einziehen können. Da besondere Zuführorgane fehlten, funktionierte die Beschickung nicht. Erst für die wirre Halmlage mit Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$ ergab sich wieder ein Einzug der Schneidscheiben. Die Schnittlängen verteilen sich über einen breiten Streubereich von 10 bis 350 mm. Ein Anteil von 40 % der Häckselstücke passiert den Häcksler ungeschnitten. Dieser Anteil ist auffallend hoch. Erklärt werden kann diese Erscheinung mit der richtenden Wirkung

²⁾ Trommelhäcksler der Bauart Allis Chalmers

³⁾ Scheibenradhäcksler der Bauart Papec

⁴⁾ Schneidscheibenhäcksler der Bauart Eicher

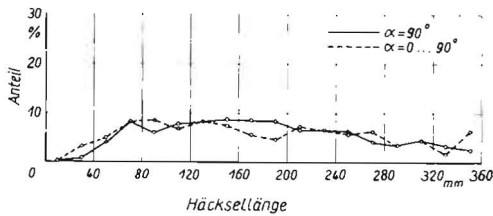


Bild 7: Einfluß des Zuführwinkels α auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh beim Schneidgebälde

$L_a = 350 \text{ mm}; U = 11,0 \%$

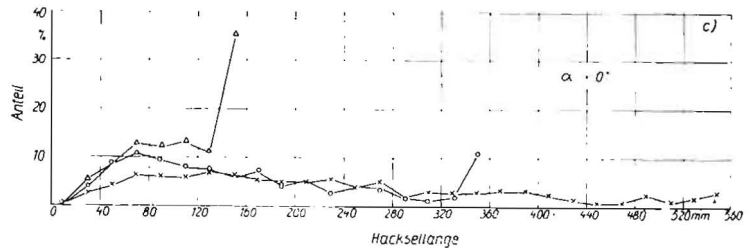
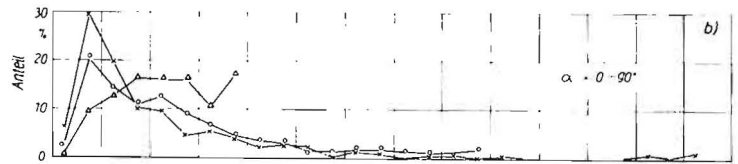
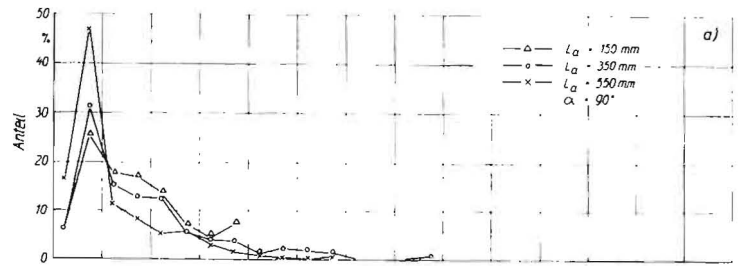


Bild 8 a bis c (rechts): Einfluß der Ausgangslänge L_a auf die Verteilung der Häcksellänge von Weizenstroh mit verschiedenen Zuführwinkeln α beim Trommelhäcksler

$U = 11,8 \%$

der Schneidscheiben. Liegt der Halm im Mittelfeld zwischen zwei Scheiben, und ist der Zuführwinkel klein, dann können die Scheiben den Halm nicht erfassen. Liegt der Halm direkt an einer Scheibe, dann wird er daran entlang gleiten, ohne geschnitten zu werden.

3.5. Schneidgebälde

Bei dem Schneidgebälde⁵⁾ wurden wegen der freien Zuführung, bestehend aus Rutsche mit darüber streichendem Sangwindstrom, die Versuche nur bei Längslage der Halme ($\alpha = 90^\circ$) und wirrer Halmlage ($\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$) durchgeführt. Bild 7 gibt die Versuchsergebnisse wieder. Die Schnittlängen der Häckselstücke sind ziemlich gleichmäßig über dem Streubereich von 10 bis 350 mm verteilt. Ein Unterschied in der Verteilung, der durch die Beschickungsrichtung zu erwarten wäre, ist nicht vorhanden. Als Ergebnis läßt sich feststellen, daß das Schneidgebälde sehr ungleichmäßig schneidet, wobei die Beschickungsrichtung keinen Einfluß zeigt.

4. Einfluß der Ausgangslänge des Halmguts auf die Schnittlänge

Als Ausgangslänge wird diejenige Länge bezeichnet, die das Schnittgut beim Beschicken einer Häckseleinrichtung aufweist. Die Ausgangslänge kann also der Schnittlänge, die gleich der Halmlänge minus der Stoppellänge ist, entsprechen oder aber kürzer sein, wenn schon eine vorhergehende Zerkleinerung stattgefunden hat. Unter Halmlänge wird hier die Länge des Halms verstanden, die dieser von der Erdoberfläche bis zur Halmspitze aufweist. Der Mittelwert aller Halmlängen, die im geschlossenen Feldbestand vorkommen, ergibt schließlich die Bestandshöhe.

Um ein genaues Bild vom Einfluß der Ausgangslänge auf die Schnittlänge zu bekommen, wurden Häcksler mit zwangsläufiger und freier Zuführung untersucht. Von der Gruppe mit zwangsläufiger Zuführung wurden der Trommel- und der Scheibenradhäcksler, aus der Gruppe mit freier Zuführung der Walzenhäcksler und das Schneidgebälde verwendet. Als Versuchsgut diente für alle Untersuchungen Weizenstroh.

4.1. Trommelhäcksler

Es wurden drei Versuchsreihen durchgeführt. Je Versuchsreihe änderte man den Zuführwinkel α von 90° über $0^\circ \dots 90^\circ$ bis 0° . Innerhalb der Versuchsreihe variierte man die Ausgangslänge $L_a = 150, 350$ und 550 mm . Die Untersuchungsergebnisse zeigt Bild 8 a bis c.

Die Verteilungskurve für die Ausgangslänge $L_a = 150 \text{ mm}$ in Bild 8a erreicht bei der Häcksellänge von 30 mm ein Maximum. Mit zunehmender Häcksellänge fällt die Verteilungskurve ständig bis auf 5% Anteil bei 130 mm Häcksellänge ab. Bei 150 mm Länge steigt sie wieder bis auf 7% an. Dieser Anteil hat also das Schneidwerk ungeschnitten passiert. Das ist auf den starken Einfluß der Zupfwirkung durch die Häckselmesser bei der relativ kleinen Ausgangslänge von 150 mm zurückzuführen. Die Verteilungskurve für die Ausgangslänge $L_a = 350 \text{ mm}$ zeigt ein ausgeprägtes Maximum ebenfalls bei der Häcksellänge 30 mm. Vom Maximum fällt sie steiler ab, verläuft dann unterhalb der Verteilungskurve von $L_a = 150 \text{ mm}$ und endet schließlich mit 1% Anteil bei einer Häcksellänge von 310 mm. Es gibt also keine Halme, die nach Passieren des Schneidwerks noch die Ausgangslänge aufweisen.

Bei einer Ausgangslänge $L_a = 550 \text{ mm}$ ist der Einfluß der Zupfwirkung noch mehr eingeschränkt, da fast 50% aller Häckselstücke exakt geschnitten werden, wie die Verteilungskurve zeigt. Mit weniger als 1% Anteil endet die Verteilungskurve für $L_a = 550 \text{ mm}$ bei einer Häcksellänge von 230 mm.

Bild 8b zeigt ein Diagramm mit Verteilungskurven für die gleichen Ausgangslängen L_a bei einem Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$. Man erkennt sofort, daß die Maxima nicht so ausgeprägt sind wie im vorhergehenden Diagramm. Ein großer Teil der Ausgangslängen $L_a = 150 \text{ mm}$ gelangt ungeschnitten durch das Schneidwerk. Die Maxima der Verteilungskurven für Ausgangslängen $L_a = 350$ und 550 mm erreichen eine niedrigere Anteilhöhe für Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$ als für $\alpha = 90^\circ$. Dies ist auf den Einfluß der Halmlage zurückzuführen.

In Bild 8c sind die Verteilungskurven für den Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ$ dargestellt. Theoretisch müßten alle Ausgangslängen ungeschnitten bleiben. Durch geringfügige Abweichungen von der vorgegebenen Halmlage infolge Unzulänglichkeiten in der Zuführung kommt es aber doch zur Zerkleinerung. Am stärksten wirkt sich das aus, je größer die Ausgangslänge ist. Während bei Ausgangslänge $L_a = 150 \text{ mm}$ etwa 36% ungeschnitten bleiben, fällt für $L_a = 350 \text{ mm}$ der Anteil auf etwa 11% und für $L_a = 550 \text{ mm}$ auf etwa 4% zurück. Für die Ausgangslänge $L_a = 550 \text{ mm}$ stellt der

⁵⁾ Schneidgebälde der Bauart Speiser

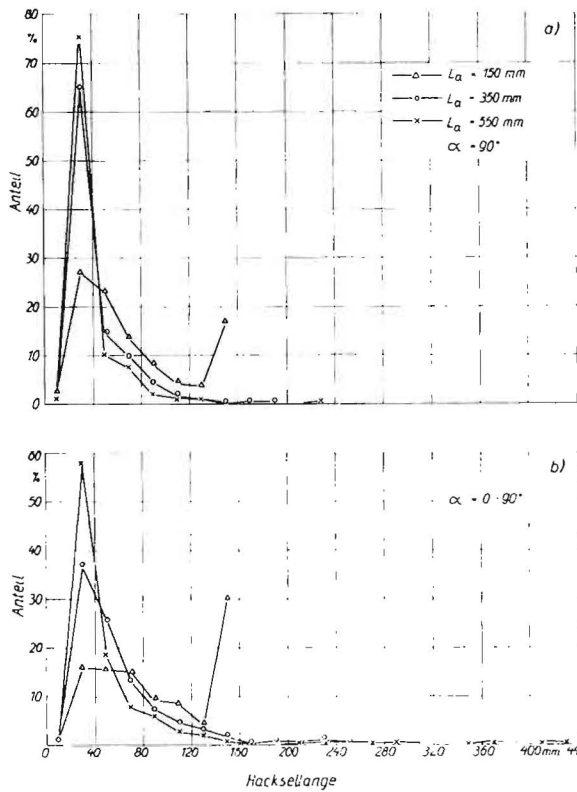


Bild 9 a und b (oben): Einfluß der Ausgangslänge L_n auf die Verteilung der Hacksellänge von Weizenstroh mit verschiedenen Zuführwinkeln α beim Scheibenradhäcksler
 $U = 10,0 \%$

Trommelhäcksler ein Häcksel von sehr ungleichmäßiger Länge her.

4.2. Scheibenradhäcksler

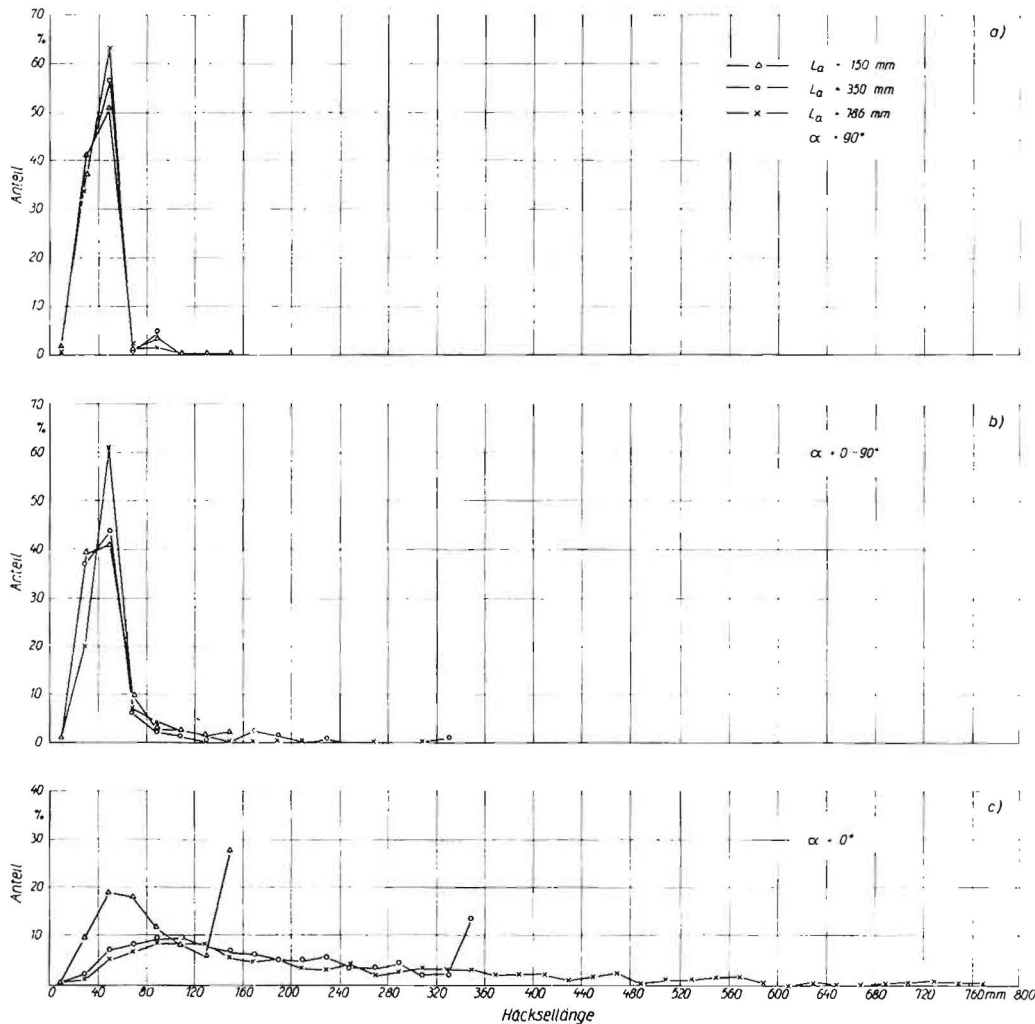
Bild 9a zeigt die Verteilung der Hacksellängen für die Ausgangslängen $L_n = 150, 350$ und 550 mm bei dem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$. Alle Verteilungskurven zeigen ein ausgeprägtes Maximum bei 30 mm Hacksellänge. Diese Schnittlänge entspricht der am Schneidwerk eingestellten. Etwa 17% der Ausgangslänge $L_n = 150$ mm werden nicht geschnitten. Dieser verhältnismäßig hohe Anteil geht auf die Zupfwirkung der Messer zurück.

In Bild 9b sind die Verteilungskurven der drei Ausgangslängen für $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$ dargestellt. Die Charakteristik der Kurvenverläufe ist genau die gleiche wie für die mit Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$. Innerhalb des Diagramms werden Maxima und Minima mit steigender Ausgangslänge ausgeprägter. Das geht auf den geringer werdenden Einfluß der Zupfwirkung zurück.

4.3. Walzenhäcksler

In Bild 10a bis c sind die Ergebnisse der Untersuchungen mit dem Walzenhäcksler aufgetragen. Als Ausgangslängen waren $L_n = 150, 350$ und 786 mm für die Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ; 0^\circ \dots 90^\circ$ und 0° vorgegeben worden. Die Verteilungskurven für Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ in Bild 10a zeigen ausgeprägte Maxima und kleine Streubereiche der Hacksellängen. Der Walzenhäcksler schneidet also ebenso exakt wie die Häcksler mit zwangsläufiger Zuführung.

Bild 10 a bis c (unten): Einfluß der Ausgangslänge L_n auf die Verteilung der Hacksellänge von Weizenstroh mit verschiedenen Zuführwinkeln α beim Walzenhäcksler
 $U = 12,0 \%$



Für den Zuführwinkel $\alpha = 0^\circ \dots 90^\circ$ verlaufen die Verteilungskurven ähnlich wie die für $\alpha = 90^\circ$. Die Maxima sind allerdings kleiner und der Streubereich für die Häcksel­längen hat sich etwa verdoppelt. Dies ist auf die wirre Halm­lage zurückzuführen. Wird das Schnittgut unter dem Winkel $\alpha = 0^\circ$ zugeführt, dann werden die Häcksel­stücke am wenigsten gleichmäßig geschnitten. In Bild 10c zeigen die Verteilungskurven Maxima über der Häcksel­länge, die der Ausgangslänge $L_n = 150$ und 350 mm entspricht. An dieser Stelle waren sie auch theoretisch zu erwarten. Die Verteilungskurve $L_n = 786$ mm hat kein ausgeprägtes Maxi­mum, sondern verläuft im Häcksel­längenbereich von 0 bis 786 mm flach, mit wachsender Häcksel­länge fallend. Die Ungleichheit der Schnittlänge wird also besonders groß, wenn der Zuführwinkel klein und die Ausgangslänge groß gewählt werden.

4.4. Schneid­gebläse

Das Diagramm in Bild 11 enthält die Verteilungskurven der Häcksel­stücke für die Ausgangslängen $L_n = 150, 350$ und 550 mm bei einem Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$. Der Zuführ­winkel konnte sich wegen der freien Zuführung vor dem Schnitt verändern. Die Verteilungskurve für die Ausgangs­länge $L_n = 150$ mm steigt über einem Häcksel­längenbereich von 10 bis 150 mm an bis zum Maximum mit 38 % Anteil bei 150 mm Häcksel­länge. Dieser hohe Anteil von Ausgangs­längen wird also im Häck­ler nicht geschnitten.

Die Verteilungskurve für Ausgangslänge $L_n 350$ mm erstreckt sich über einen Bereich von 10 bis 350 mm Häcksel­länge und verläuft ziemlich gleichmäßig über der Häcksel­länge. Das Schnittgut wird also zu einem Häckselgut von sehr ungleichmäßiger Schnittlänge aufbereitet. Nur etwa 3 % aller Ausgangslängen gelangen ungeschnitten durch den Häck­ler. Bei Ausgangslänge $L_n = 550$ mm passiert kein Halm das Schneidwerk ungeschnitten. Der Häcksel­längenbereich erstreckt sich von 10 bis 490 mm. Das Schnittgut wird sehr ungleichmäßig gehäck­sel. Dies liegt im Schneid­vorgang des Schneid­gebläses begründet [1].

5. Vergleich der untersuchten Einfluß­größen bei den Häck­lerbauarten

Ein abschließender Vergleich der untersuchten Einfluß­größen ergibt folgendes:

- Häck­ler mit zwangsläufiger Zuführung schneiden die Häcksel­stücke gleichmäßig lang, wenn die Halme senkrecht zur Messerkante zugeführt werden. Mit abnehmen­dem Zuführwinkel werden die Häcksel­stücke in der Schnittlänge ungleichmäßiger. Von den Häck­lern mit freier Zuführung arbeiten der Walzenhäck­ler und der Schneidscheibenhäck­ler ähnlich wie die Exakthäck­ler. Das Schneid­gebläse dagegen schneidet das Halmgut un­abhängig vom Zuführwinkel in ungleiche Längen.
- Häck­ler mit zwangsläufiger Zuführung erzeugen eine mittlere Häcksel­länge, die mit zunehmender Ausgangs­länge und anwachsendem Zuführwinkel (maximal $\alpha = 90^\circ$) sich der am Schneidwerk eingestellten angleicht. Das höchste Maß an Längengleichheit der Häcksel­stücke wird erzielt, wenn die Ausgangslänge und der Zuführwinkel groß sind. Von den Häck­lern mit freier Zuführung schneidet der Walzenhäck­ler eine mittlere Häcksel­länge, die in der Gleichmäßigkeit der Schnittlänge der von Häck­lern mit zwangsläufiger Zuführung gleich ist. Die mittlere Häcksel­länge, hergestellt im Schneid­gebläse, ist ebenfalls abhängig von der Ausgangslänge. Eine Längengleichheit der Häcksel­stücke aber läßt sich durch Ver­größerung der Ausgangslänge nicht annähernd erreichen. Das Schneid­gebläse liefert ein sehr ungleich langes Häcksel.

Der Vergleich bringt die interessante Feststellung, daß der Walzenhäck­ler und auch der Schneidscheibenhäck­ler bei Zuführwinkel $\alpha = 90^\circ$ trotz der freien Zuführung und einfachen Bauweise in ihrer Häckselarbeit den Häck­lern mit

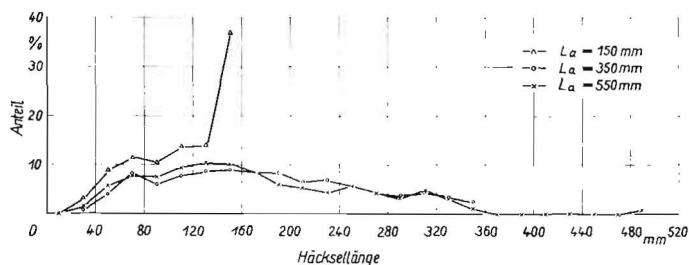


Bild 11: Einfluß der Ausgangslänge L_n auf die Verteilung der Häcksel­länge von Weizenstroh beim Schneid­gebläse
 $U = 11,0 \%$

zwangsläufiger Zuführung gleichwertig sind. Sie können daher den exakt schneidenden Häck­lerbauarten zugeordnet werden.

Zusammenfassung

Die Eigenschaften des Halmguts und die Bauart der Häck­ler haben einen Einfluß auf die Schnittlänge. Für die Unter­suchungen werden die Häck­ler nach der Art der Gut­zuführung zum Schneidwerk in zwei Gruppen eingeteilt. Von den Einflüssen auf die Schnittlänge werden in diesem Auf­satz nur die Lage des Halms zur Schneidkante des Messers und die Ausgangslänge des Halmguts behandelt. Als Maß­stab für die Beurteilung der Häckselarbeit wird die pro­zentuale Verteilung der Häcksel­stücke über der Häcksel­länge gewählt.

Die Versuchsergebnisse machen deutlich, daß die Schnittlänge der Häcksel­stücke je nach Bauart und Betriebsweise der Häckselmaschine mehr oder weniger gleichmäßig ausfallen kann. Eine gleichmäßige Schnittlänge läßt sich nicht nur in Häck­lern mit zwangsläufiger Zuführung sondern auch in solchen mit freier Zuführung des Halmguts zum Schneidwerk erreichen. Überraschend ist die Feststellung, daß auch Häck­ler einfacher Bauweise, wie der Walzenhäck­ler, exakt gleichmäßige Schnittlängen erzeugen. Zum Schluß werden in einem Vergleich die wichtigsten Ergebnisse gegenüber­gestellt.

Schrifttum

- MORTASAWI, M.: Die Schnittlänge von Halmguthäcksel (Dissertation Hohenheim 1963). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1963
- SEGLER, G. und H. SCHLADERBUSCH: Untersuchungen an Einziehwalzen von Häckselmaschinen. Landtechnik 5 (1950), S. 7—10
- SEGLER, G.: Häck­ler für Trockenfutter und Silage. Technik in der Landwirtschaft 16 (1935), S. 207—210

Résumé

Bodo Hassebrauck and Mostafa Mortasawi:
„Examinations on the Cutting Length of Chaff with Various Chopping Machines.“

The cutting length is effected by the properties of the haulms and the design of the chaff cutters. For the examination the chopping machines are divided into two groups according to the kind of delivery to the cutting tools. Regarding the influences on the cutting length, this paper deals only with the position of the haulms towards the cutting edge of the knives as well as with the initial length of the haulms. The chopping operation is evaluated by measuring the percentage distribution of the chopped pieces as related to the chopped length.

The experimental results show distinctly that the cutting length of the chopped pieces may be more or less uniform, depending on the design and mode of operation of the chaff cutter. A uniform cutting length cannot only be obtained in choppers with a guided delivery but also in choppers with a free feed of the haulms to the cutting tools. It was surprising to note that also chaff cutters of a simple design, e.g. the roller chopper, produce exactly uniform cutting lengths. In conclusion the most important results are compared with each other.

Bodo Hassebrauck et Mostafa Mortasawi: „Recherches sur la longueur des brins de produits hachés dans différents types de hache-paille.“

Les propriétés des produits à hacher et la construction des hache-paille ont une influence sur la longueur des brins obtenus. Les auteurs ont divisé les hache-paille en deux groupes suivant le mode d'alimentation du dispositif de coupe. Des facteurs ayant une influence sur la longueur des brins ils ne s'occupent dans cette étude que de la position des tiges par rapport au tranchant de la lame et de la longueur initiale des produits. La qualité de travail des hache-paille est déterminée en prenant en considération la répartition en pour cent des différentes longueurs de brins.

Les résultats d'essai ont montré que la longueur des brins peut être plus ou moins uniforme suivant le type et le mode de fonctionnement des hache-paille. Une longueur uniforme des brins peut être obtenue non seulement par les hache-paille dont l'alimentation est réglée automatiquement, mais également par ceux à alimentation non réglée. On a pu constater avec surprise que les hache-paille de construction simple comme par exemple les hache-paille à tambour peuvent fournir des brins uniformes. A la fin, les auteurs confrontent les résultats principaux.

Bodo Hassebrauck y Mostafa Mortasawi: „Largo de paja cortada con diferentes máquinas.“

Las condiciones de los tallos y la construcción del cortapajas tienen influencia sobre el largo de corte. Según el sistema de alimentación se dividen los cortapajas en dos sistemas para su investigación. De las condiciones que influyen en el largo de corte, en este trabajo se tratará solamente de dos, de la posición del tallo con relación al filo de corte de las cuchillas y del largo del material a la salida. Servirá para calificar el trabajo de la máquina el porcentaje medio del largo de los trozos.

Los resultados conseguidos demuestran que el largo de los trozos puede ser más o menos igual, según la construcción de la máquina y el modo de manejarla. La igualdad del largo no sólo puede conseguirse con cortadoras de alimentación forzada, sino que también con las de alimentación libre. Podría sorprender el resultado conseguido con cortadoras de construcción sencilla, como las de rodillos que dan trozos de largo muy igual. Para terminar se comparan los resultados más salientes que dieron las pruebas.

Theo Finkbeiner:

Untersuchungen an Mähdrescher-Reinigungsgebläsen

Institut für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim

Dem Reinigungsgebläse kommt für die Funktion und den Aufbau des Mähdreschers eine wesentliche Bedeutung zu. Hat doch die Güte seiner Arbeitsweise erheblichen Einfluß auf die Qualität des Ernteprodukts einerseits und andererseits auf die Höhe der Ernteverluste. Es sollte daher geprüft werden, ob ein Reinigungsgebläse nach dem Querstromprinzip die Anforderungen besser erfüllt als die üblichen zweiseitig beaufschlagten Radialgebläse, die nicht in allen Punkten zufriedenstellen können.

Die wichtigsten Forderungen, die an ein Reinigungsgebläse gestellt werden, sind folgende:

1. Die Windgeschwindigkeit soll über den ganzen Ausblasquerschnitt möglichst gleichmäßig sein

2. Der Luftstrom soll unter Beachtung von Punkt 1 über weite Bereiche auf einfache Weise regulierbar sein
3. Die Abmessungen sollten möglichst klein sein. Besonders die Bauhöhe sollte zur Erzielung einer niedrigen Schwerpunktlage des Mähdreschers klein gehalten werden
4. Eine einfache, wenig störungsanfällige Konstruktion ist anzustreben.

Bis auf Punkt 4 werden diese Forderungen von den bekannten Reinigungsgebläsen nicht voll befriedigend erfüllt. Es lag daher nahe, das in vergangener Zeit wieder stark beachtete Querstromgebläse — auch Tangentialgebläse genannt — aufzugreifen, da es von seiner Bauart und Arbeitsweise her diesen Anforderungen weitgehend ent-

Bild 1 (unten): Strömungsvorgänge im Querstromgebläse
 c_m Meridian-, c_u Umfangskomponente der Absolutgeschwindigkeit c , r vom Wirbelzentrum M aus gemessener Radius, δ Zentrivinkel

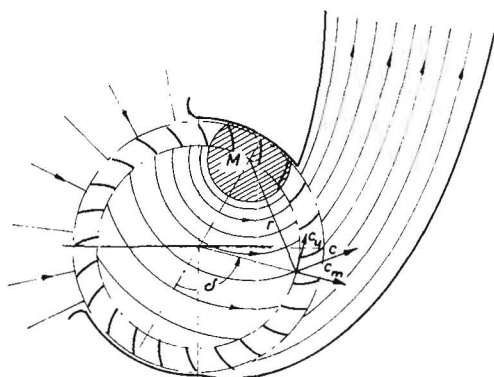


Bild 2: Hauptabmessungen des Versuchsgebläses

