

## Untersuchungen an Wurfgebläsen

Im Institut für Landmaschinen an der Technischen Hochschule Braunschweig ist das Problem der Materialförderung durch sogenannte Wurfgebläse untersucht worden<sup>1)</sup>. Es sollten die bisher noch nicht genügend bekannten Zusammenhänge zwischen dem günstigsten Abwurf, der größten Wurfweite und dem geringsten Kraftbedarf geklärt und Berechnungsgrundlagen ermittelt werden.

Die theoretischen Betrachtungen mit ihren Berechnungsformeln sind bereits veröffentlicht [1]. Im folgenden Beitrag sollen die praktischen Meßergebnisse gezeigt und konstruktive Verbesserungsvorschläge unterbreitet werden.

Bei normalen Fördergebläsen nimmt man die Materialzuführung durch Schleusen beziehungsweise bei trockenem, unempfindlichem Fördergut auch direkt durch das Schaufelrad vor, das dann in offener Bauweise ausgebildet sein muß, um das Hängenbleiben längerer Halmteile zu vermeiden. Bei feuchtem, klebrigem Gut ist es notwendig, an Stelle des sonst üblichen Spiralgehäuses ein konzentrisches Gehäuse zu verwenden, weil im Spiralgehäuse Verstopfungen durch Ankleben der Förderguteile an der Gehäusespirale entstehen können. Diese Entwicklung erhielt die Bezeichnung Wurfgebläse, da die Förderung mehr durch Wurf als durch Luftwirkung erfolgt. Von dieser Wurförderung wird bei Gebläse- und Feldhäckslern, bei Dreschmaschinen innerhalb der Reinigung, bei Buschhackern, Schneeschleudern und Formsandförderern, den häufigsten Anwendungsgebieten, Gebrauch gemacht.

### Arbeitsweise

Die Arbeitsweise eines Wurfgebläses nach der Erklärung von G. Segler ist folgende: Das Fördergut wird in der Gehäusemitte zugeführt, dann von den Schaufeln erfaßt und verläßt diese am Auswurf (Ausblas) je nach Schaufelform und Wurfriechtung ungefähr mit der Schaufelumfangsgeschwindigkeit. Außer dem Fördergut verläßt aber auch noch Luft mit einer bestimmten Geschwindigkeit das Gehäuse. Im ersten Abschnitt der Rohrleitung ist die Materialgeschwindigkeit größer als die Luftgeschwindigkeit, hier wirkt die Luft also nicht fördernd, sondern bremsend — im Gegensatz zur rein pneumatischen Förderung, bei der die Luft dem Fördergut vorausseilt und es mit sich reißt (Abb. 1).

Im weiteren Verlauf der Rohrleitung tritt eine Verlangsamung der Materialgeschwindigkeit bis auf einen Mindestwert ein, der zur Vermeidung von Verstopfung in der Rohrleitung erforderlich ist. Die Luftgeschwindigkeit ist in diesem Rohrteil größer als die Materialgeschwindigkeit. Sie begünstigt den Fördervorgang, ist aber nicht in der Lage, den Weitertransport zu übernehmen, da sie zu gering ist.

Die Verlangsamung des Fördergutes beruht auf folgenden Reibungserscheinungen:

- Reibung zwischen Fördergut und Luft,
- Reibung zwischen Fördergut und Rohrwand,
- Reibung des Fördergutes unter sich.

Dazu kommt die Einwirkung der Schwerkraft und sehr wesentlich die Streuung der Förderguteile aus der angestrebten Förderrichtung quer dazu.

Diese Faktoren sind maßgebend an der Wurfhöhe beteiligt. Die Wurfhöhe wächst mit größerer Luftgeschwindigkeit.

### Vorteile und Grenzen

Der Vorteil der Wurförderung gegenüber pneumatischer Förderung liegt in dem bedeutend niedrigeren

<sup>1)</sup> Diese Untersuchungen wurden im Rahmen einer größeren Forschungsarbeit mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und des Kuratoriums für Technik in der Landwirtschaft im Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. Segler) durchgeführt. Ein umfassender Bericht darüber ist enthalten in G. Kampf: „Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Wurfgebläsen“, Dissertation Braunschweig 1956.

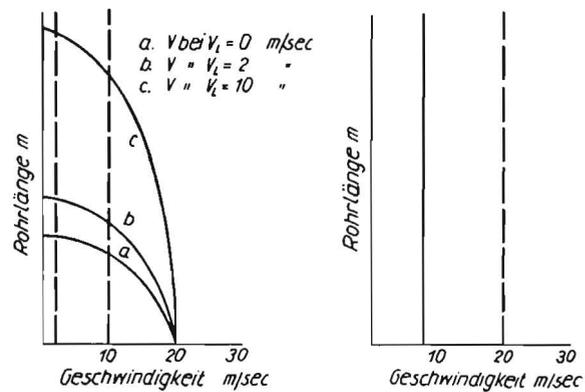


Abb. 1: Luft- und Fördergutgeschwindigkeit bei Wurf- und pneumatischer Förderung  
 - - - Luftgeschwindigkeit  $V_L$  — Fördergutgeschwindigkeit  $V$

Kraftbedarf, da die Wurfenergie dem Fördergut nicht mit Hilfe der Luft, sondern direkt über die Schaufeln zugeführt wird. Während bei pneumatischer Förderung der Kraftbedarf proportional  $u^3$  ist, ist theoretisch der Kraftbedarf beim Wurf proportional  $u^2$ , wozu aber noch je nach Bauart ein gewisser Kraftbedarfsanteil für geringe Luftförderung hinzukommt, da es kaum gelingt, die Wurförderung ganz ohne Luftförderung vorzunehmen.

Der Anwendung einer Wurförderung sind aber Grenzen gesetzt. Einerseits läßt die Beschädigungsgefahr der Fördergüter nur bestimmte Umfangsgeschwindigkeiten der Schaufelräder zu, so daß die Förderhöhe beschränkt ist. Dies gilt hauptsächlich für Getreide, dessen Keim- und Backfähigkeit darunter leidet. Umfangreiche Untersuchungen über die Beschädigung von Getreide bei Wurförderung liegen bereits vor [2]. Weniger anfällig ist Trocken- und Grünfutter. Bei trockenem Gut soll Staubentwicklung, bei Grüngut das Zermusern vermieden werden.

Andererseits kann man bei Wurförderung nicht waagrecht oder durch mehrere Krümmen, sondern nur senkrecht oder fast senkrecht fördern. Bei waagerechten oder schräg geneigten Rohrleitungen tritt sehr schnell Verstopfung durch Ablagerung von Förderguteilen ein. Dagegen werden bei senkrechter Rohrleitung die langsamer fliegenden Förderguteile durch

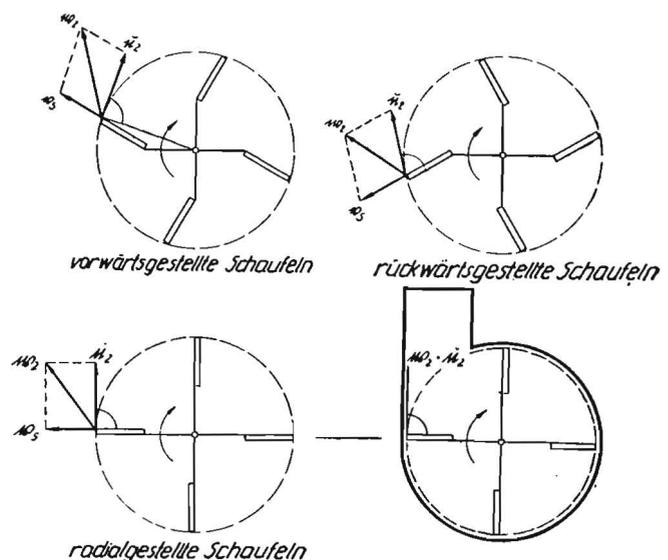


Abb. 2: Freier (oben und links unten) und geschlossener Abwurf (rechts unten) bei verschiedenen Schaufelformen

die schnelleren mitgerissen, vorausgesetzt, daß eine genügend große Wurfenergie in ihnen steckt.

Für die Versuche wurden vorwärts-, radial- und rückwärtsgestellte, gerade Schaufeln verwendet

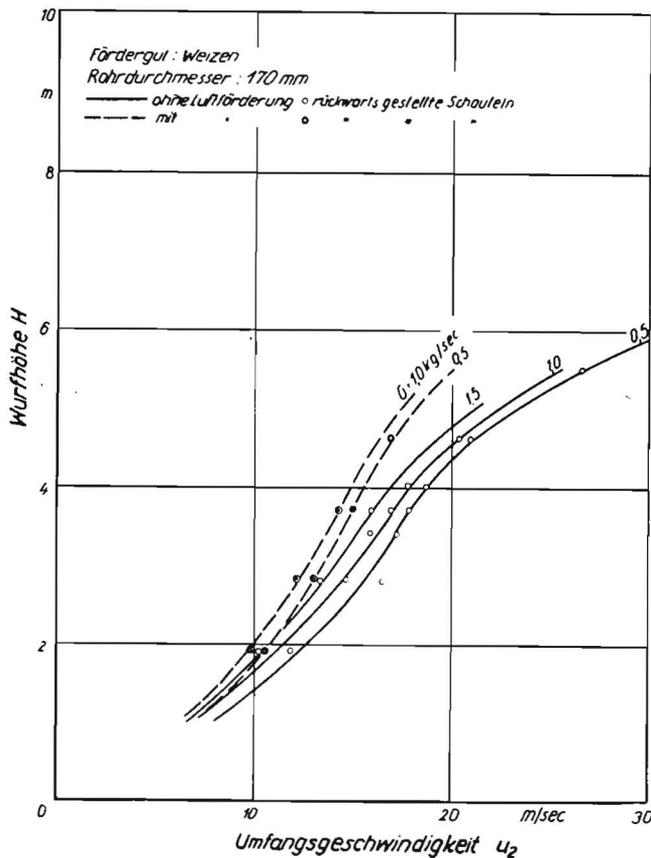


Abb. 3: Wurfhöhe für Weizen bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten

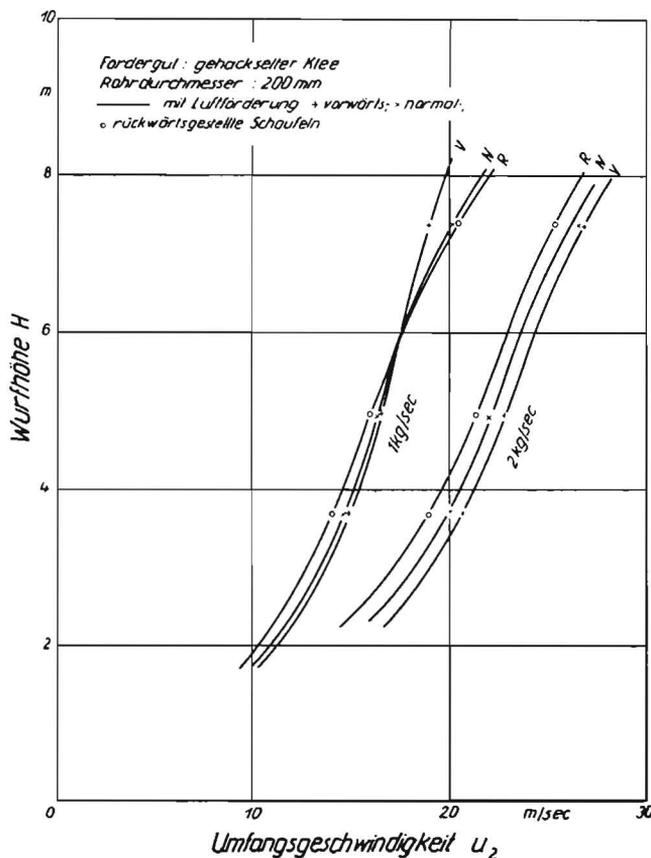


Abb. 4: Wurfhöhe für gehäckselten Klee mit 4 vorwärts-, normal- und rückwärtsgestellten Schaufeln

(Abb. 2). Bei freiem, streuenden Abwurf ist für vorwärtsgestellte Schaufeln die resultierende Abwurfgeschwindigkeit, die sich aus einer tangentialen Komponente und einer in Schaufelrichtung zusammensetzt, am größten, bei rückwärtsgestellten Schaufeln am kleinsten. Die Abwurfrichtung ist für jedes Fördergutteil anders. Sie wandert mit der Drehung der Schaufelenden. Einen geschlossenen, gesteuerten Abwurf des Fördergutes in einer Richtung erreicht man, wenn sämtliches Fördergut bis zu den Schaufelenden gewandert ist und an der Gehäuseaußenwand entlang geführt wird. Dann ist die Abwurfgeschwindigkeit gleich der Schaufelumfangsgeschwindigkeit.

### Wurfhöhe

Bei Untersuchungen der Wurfhöhe, die mit Getreide (Weizen) und auch mit Grüngut (gehäckseltem Klee) durchgeführt wurden, ergaben sich folgende Feststellungen:

Trägt man die Wurfhöhe über der Schaufelumfangsgeschwindigkeit auf, so nehmen die Kurven einen s-förmigen Verlauf. Je größer die Luftgeschwindigkeit in der Rohrleitung ist, um so gestreckter verläuft die Kurve (Abb. 3).

Während bei Grüngut die Förderhöhe bei größerer Fördermenge beziehungsweise engerer Rohrleitung infolge der starken Reibung geringer ist, ist dies bei Getreide umgekehrt. Bei engerer Rohrleitung oder größerer Fördermenge nimmt die Förderhöhe zu. Das Stopfen tritt immer dann ein, wenn sich beim Fördervorgang eine bestimmte Menge streuender Fördergutteile, die das Ende der Rohrleitung nicht erreichen, in ihr angesammelt hat und von dem nachfolgenden Materialstrom in der Waage gehalten wird. Ist das Gewicht dieser Menge zu groß, so fällt sie plötzlich nach unten auf das Gebläse zurück. Je enger die Rohrleitung oder je größer die Fördermenge ist, um so leichter wird der streuende Anteil von dem Förderstrom erfaßt und mitgefördert, so daß die Gefahr des Stopfens verringert und eine größere Förderhöhe erreicht werden kann. Bei Grüngut (Abb. 4) tritt das Stopfen weniger in der Rohrleitung, sondern meistens an der oberen Gehäusezunge ein. Das Fördergut wird an dieser Kante abgequetscht, und es erfolgt ein starker Drehzahlabfall, der schließlich zum Stillstand führt.

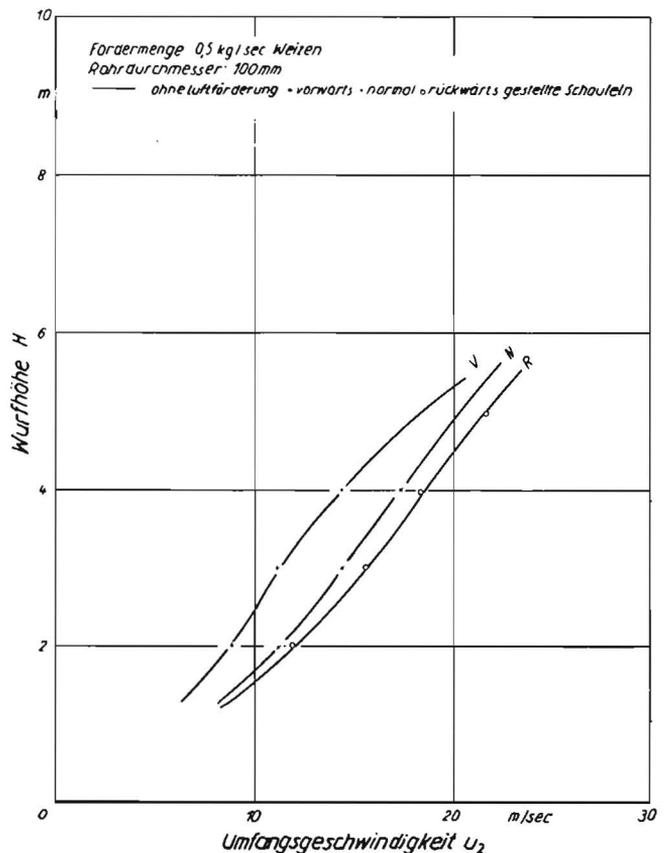


Abb. 5: Wurfhöhe für Weizen mit 4 vorwärts-, normal- und rückwärtsgestellten Schaufeln

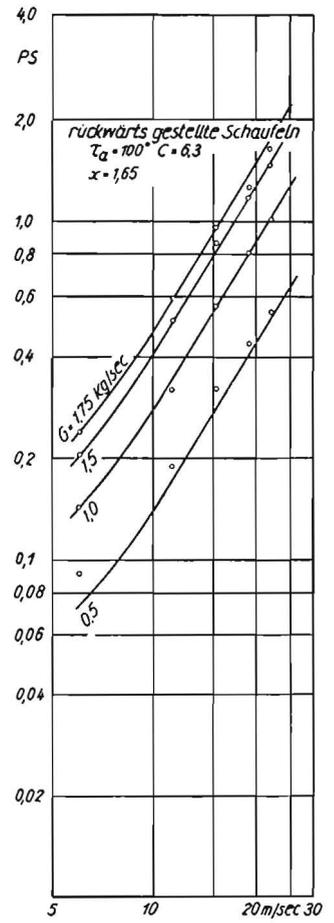
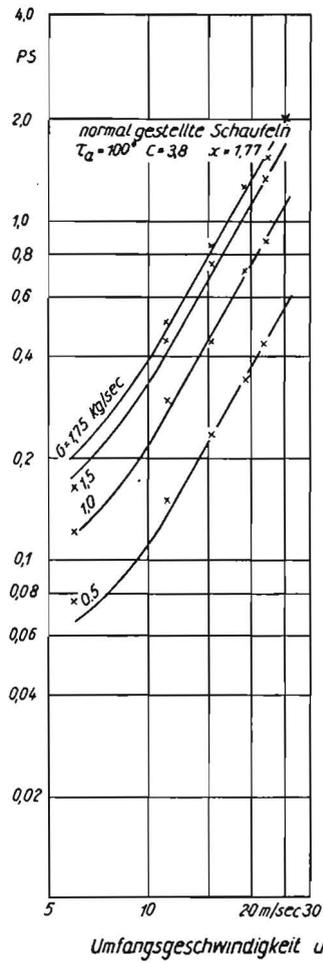
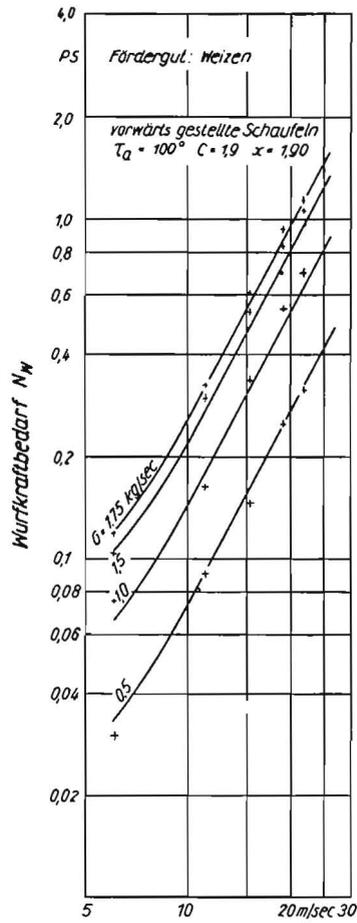


Abb. 6: Wurfkraftbedarf für Weizen mit 4 vorwärts-, normal- und rückwärtsgestellten Schaufeln

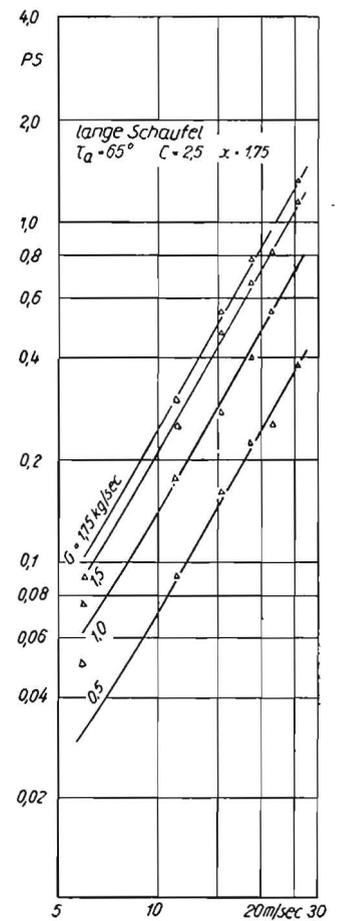
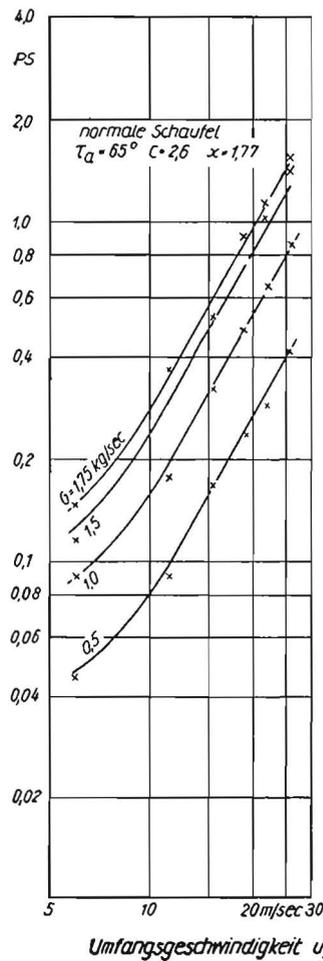
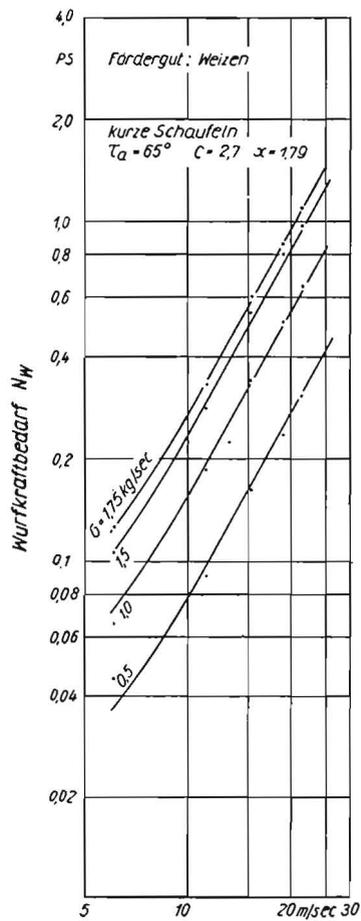


Abb. 7: Wurfkraftbedarf für Weizen mit 4 kurzen, normalen und langen Schaufeln

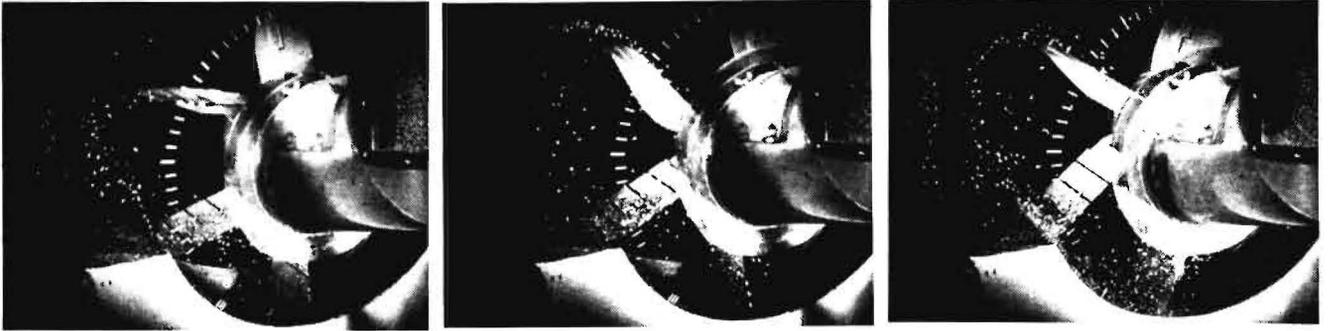


Abb. 8: Aufnahme einer vorwärtsgestellten Schaufel kurz vor dem Gehäuseende und einer rückwärtsgestellten Schaufel beim Abwurf — Abb. 9: Aufnahme einer normalgestellten Schaufel kurz vor dem Gehäuseende und einer vorwärtsgestellten Schaufel beim Abwurf — Abb. 10: Aufnahme einer rückwärtsgestellten Schaufel kurz vor dem Gehäuseende und einer normalgestellten Schaufel beim Abwurf

Wesentlich für die Wurfhöhe ist auch die Schaufelform. Bei Grüngut erzielten die rückwärtsgestellten Schaufeln eindeutig die größte Wurfhöhe, da bei ihnen sich alles Fördergut an den Schaufelenden befand und geschlossen abgeworfen wurde, während die vorwärtsgestellten Schaufeln am Ende des Auswurfsektors noch nicht ganz frei von Fördergut waren und das Abquetschen an der Gehäuse Nase mit starkem Drehzahlabfall eintrat.

Nur bei kleinerer Fördermenge und höherer Drehzahl waren die vorwärtsgestellten Schaufeln, wahrscheinlich durch die höhere Windgeschwindigkeit und die größere resultierende Abwurfgeschwindigkeit, den rückwärtsgestellten ebenbürtig, manchmal auch überlegen.

Anders verhielt es sich bei Getreide (Abb. 5). Infolge der größeren resultierenden Abwurfgeschwindigkeit konnte manchmal, je nach Feuchtigkeit und Elastizität des Fördergutes und der davon abhängigen Streuung, bei vorwärtsgestellten Schaufeln die größere Wurfhöhe erzielt werden. Nur bei kleinen Fördermengen oder weiten Rohrleitungen waren hier ebenfalls die rückwärtsgestellten Schaufeln überlegen.

#### Kraftbedarf

Der Gesamtkraftbedarf eines Wurfgebläses setzt sich aus dem Leerlaufkraftbedarf, dem effektiven Wurfkraftbedarf und dem Reibungskraftbedarf des Fördergutes an der Gehäusewand zusammen. Der Leerlaufkraftbedarf entsteht durch die Lagerreibung und die Luftbewegung, welche durch die Gebläsewirkung hervorgerufen wird. Er ist bei jedem Gebläse verschieden und hängt von der konstruktiven Ausführung ab. Bei den praktisch durchgeführten Messungen wurden der Gesamtkraftbedarf und der Leerlaufkraftbedarf ermittelt. Aus der Differenz wurde der Wurfkraftbedarf  $N_w$ , der den effektiven Wurfkraftbedarf und den Reibungskraftbedarf enthält, errechnet. Sämtliche folgenden Betrachtungen beziehen sich auf diesen aus den Messungen errechneten Wurfkraftbedarf  $N_w$ . Als Fördergut dienten Getreide, besonders Weizen, Sägespäne als extrem feines, leichtes Gut und gehäckseltes, trockenes Rübenblatt und Strohhäcksel als extrem grobes und schweres Gut. Trägt man den Wurfkraftbedarf über der Umfangsgeschwindigkeit in doppelt-logarithmischem Papier auf, so zeigt sich, daß der Kraftbedarf für rückwärts gestellte (Abb. 6) und kurze (Abb. 7) Schaufeln am größten ist. Dies ist auf die größere Reibung infolge des längeren Reibweges an der Gehäusewand zurückzuführen. Für sämtliche Schaufelausführungen vergrößerte sich auch der Kraftbedarf mit Verlängerung der Gehäuseaußenwand, also späterem Abwurf — z. B. Über-Kopf-Wurf. Bei den Messungen zeigte sich ferner, daß der Kraftbedarf in jedem Fall proportional der Fördermenge ansteigt. Ein Einfluß der Schaufelzahl konnte kaum festgestellt werden. Um die Kurven in einer einfachen Formel zu erfassen, können die Meßpunkte in dem Bereich von 10—25 m/sec ohne weiteres durch Gerade verbunden werden. Für landwirtschaftliche Fördergüter, insbesondere für Getreide, aber auch für die meisten anderen Fördergüter kommen Geschwindigkeiten ober- und unterhalb dieser Grenzen kaum vor.

Die Näherungsformel erhält dann die Form  $N_w = C \cdot G^x \cdot u^2$ , wobei C und x Konstante sind, die vom Reibwert des Förder-

gutes und der Gehäuse- und Schaufelausführung abhängig sind.

#### Möglichkeiten für die Gestaltung

Welche Möglichkeiten ergeben sich nun für die Gestaltung der Wurfgebläse? Allgemein sollten die Schaufeln durch Wahl der Schaufellänge und der Schaufelstellung so gestaltet sein, daß sich im Moment des Abwurfes sämtliches Fördergut am Schaufelende befindet und geschlossen abgeworfen wird. Dies wird am leichtesten durch rückwärtsgestellte und kurze Schaufeln erreicht (Abb. 8—10). Dieser günstigste Wurfefekt wird allerdings durch einen etwas höheren Kraftbedarf erkauft. Nur bei freiem Abwurf ohne angeschlossene Rohrleitung erreicht man durch lange und vorwärtsgestellte Schaufeln größere Wurfweiten. Desgleichen sollte man die Luftförderung so gering wie möglich halten, um einen niedrigen Kraftbedarf zu erreichen. Es ist wirtschaftlicher, die bei geringerer Luftförderung kleinere Wurfhöhe durch größere Schaufelumfangsgeschwindigkeit auszugleichen.

Auch durch die Gehäuseform kann der Wurfefekt beeinflusst werden. Sie sollte sich nach der Abwurfform von den Schaufeln richten (Abb. 11). Bei tangentialem Abwurf ist die Auswurföffnung kurz hinter dem Auswurfpunkt etwas zu verbreitern, damit das Gut in der Rohrleitung möglichst wandreibungsfrei gefördert wird. Erfolgt der Abwurf mehr radial, sollen die Wände der Auswurföffnung nicht senkrecht, sondern möglichst in spitzem Winkel zur Wurfriechung stehen, damit das Gut in Rohrleitungsrichtung reflektieren kann. Bei nicht senkrechter Rohrleitung oder stark radialem Abwurf ist eine Öffnung am Gehäuseaustritt von Vorteil, damit das zurückfallende Fördergut nicht wieder auf die Schaufeln fällt, sondern die Rohrleitung nach unten verlassen kann. Die zurückfallende Menge ist gering.

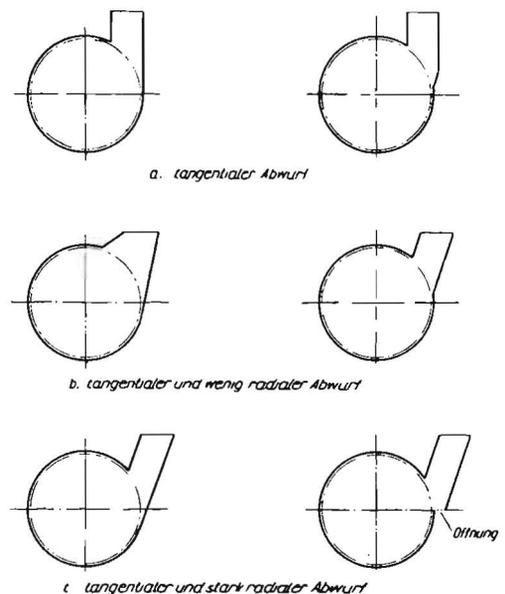


Abb. 11: Gehäuseausführungen bei Wurfgebläsen (links alte, rechts verbesserte Ausführung)

Leider ist dem Konstrukteur in der Gestaltung nicht völlig freie Wahl gelassen. Wie schon anfangs gesagt, ist die Beschädigung des Fördergutes ein wesentlicher Faktor bei der Verwendung von Wurfgebläsen. Hierauf muß bei der Festsetzung der Schaufelabmessungen und -geschwindigkeiten Rücksicht genommen werden. Ausschlaggebend für die Beschädigung ist nicht nur die Abwurfgeschwindigkeit, zumal der Abwurf möglichst in Rohrleitungsrichtung erfolgen soll, sondern es ist auch auf den Eintrittsstoß an der Schaufelinnenkante und den Stoß längs der Schaufelrichtung gegen die Gehäuseaußenwand zu achten.

Man sollte mit den Stoßgeschwindigkeiten bei Getreide nicht über 12—15 m/sec gehen. Bei der Förderung von grünem Silogut können die Geschwindigkeiten höher liegen. In manchen Fällen, zum Beispiel bei Zuckerrübenblatt, sind sogar höhere Geschwindigkeiten erwünscht, um eine Zerkleinerung des Gutes zu erreichen. Dabei darf man allerdings nicht übersehen, daß der Kraftbedarf für das Zerkleinern in einem reinen Wurfgebläse größer als in einem Schneidgebläse ist. Hierüber sind gleichfalls Untersuchungen durchgeführt worden, über deren Ergebnisse an anderer Stelle später berichtet werden soll.

#### Schrifttum:

[1] G. Kampf: Beitrag zur Theorie des Wurfgebläses. Landtechnische Forschung 6 (1956) S. 152—158.

[2] G. Segler: Untersuchungen an Körnergebläsen und Grundlagen für ihre Berechnung. Mannheim 1934

### Aussprache

Frage 1 (F. Wieneke): Ist es auf Grund der Untersuchungen möglich, Berechnungsgrundlagen für Wurfgebläse zu geben?

Antwort: Der Vortrag enthielt nur die bei den Untersuchungen festgestellten Tendenzen. Die günstigste Gehäuseform für den geschlossenen Abwurf muß aus Versuchen ermittelt werden, da der Reibwert des Fördergutes sehr entscheidend dafür ist. Mit Hilfe des in der „Landtechnischen Forschung“ Heft 5/1956 veröffentlichten theoretischen Teiles der Wurfgebläseuntersuchung kann das günstigste Gebläse auch annähernd errechnet werden. — (G. Ackermann ergänzend) Schwierigkeiten bei der Konstruktion von Wurfgebläsen entstehen, wenn die Gebläse sehr vielseitig verwendet werden und sowohl voluminöses trockenes Gut als auch schweres Grüngut fördern sollen. Trockenes Halmgut würde auch die Anwendung von spiralförmigen Gehäusen erlauben. Feuchtes Gut dagegen nur solche, die konzentrisch ausgebildet sind.

Frage 2 (A. Lentz): Soll man nur gerade oder kann man auch gekrümmte Schaufeln verwenden?

Antwort: Gerade Schaufeln sind einfacher herzustellen und genügen vollauf den Anforderungen bei Wurfgebläsen, da gekrümmte Schaufeln nur die unerwünschte Luftströmung verbessern würden.

Frage 3 (W. Böhm): Welchen Einfluß hat das spezifische Gewicht des Fördergutes auf die Wurf-schau-feln? Die Frage erstreckt sich auf Grüngut, Getreide, Heu und Stroh in langem und zerkleinertem Zustand.

Antwort: Bei körnigem Gut wurde kein Einfluß festgestellt, da je Schaufel nur ganz wenig Gut gefördert wird. Dagegen kann bei geringen Grüngut-Fördermengen, wie auch im Vortrag gezeigt wurde, die vorwärtsgestellte Schaufel günstiger sein.

Frage 4 (Hentschel): Wie groß darf die Abweichung der Rohrleitung von der Senkrechten sein, ohne daß ein Verstopfen eintritt?

Antwort: Dies hängt ganz davon ab, welchen Reibwert das Fördergut hat, und ob die Fördermenge so groß ist, daß die abgelagerten Teile von den nachfolgenden mitgerissen werden.

Frage 5 (Güth): Welche Unterschiede ergeben sich zwischen beidseitig offenen Schaufelrädern und solchen mit einer geschlossenen Rückwand? Muß die Rückwand kreisrund oder darf sie auch eckig, bei 4 Schaufeln beispielsweise vier-eckig sein?

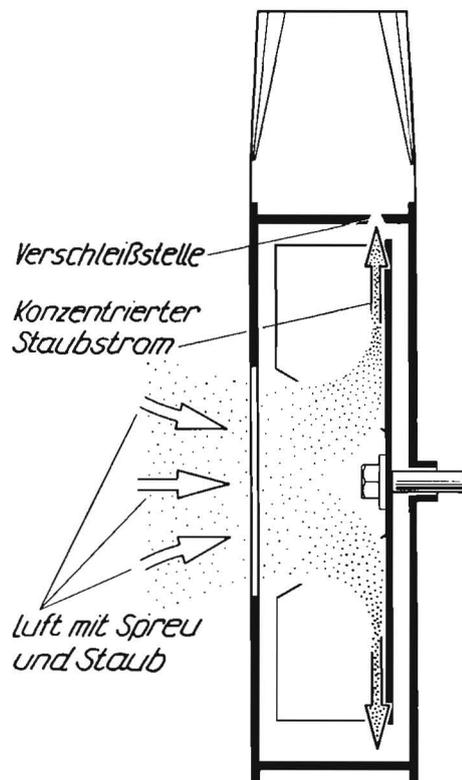


Abb. 12: Verschleiß am Gehäuse eines Spreugebläses

Antwort: Bei Förderung von körnigem Gut kann das Schaufelrad beidseitig offen sein, da je Schaufel nur wenig Material gefördert wird und kaum etwas seitlich vorbeifällt. Bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten verhindert die Seitenwand aber das Durchbiegen der Schaufelarme infolge der großen Fliehkräfte, und der Gehäusespalt kann entsprechend klein gehalten werden. Bei Halmgut ist eine Seitenwand zu empfehlen, um das Wickeln einzelner Halme um Schaufeln und Schaufelarme zu verhindern. In diesem Falle könnte auch eine eckige Rückwand das Wickeln nicht ganz verhindern. (G. Segler, ergänzend) Sowohl offene Schaufelräder als auch solche mit runden, vier- oder sechseckig, — je nach Schaufelzahl — ausgebildeten Rückwänden können verwendet werden. Dabei können die Rückwände bis an das Schaufelende reichen oder vorher aufhören. Bei Spreugebläsen mit Rückwand kann es vorkommen, daß der in der Spreu enthaltene mineralische Staub, der mit dem Luftstrom durch Schaufelrad und Gehäuse wandert, sich an der Rückwand konzentriert und wie bei einem Sandstrahlgebläse starken Verschleiß am Gehäuse, und zwar in der Nähe der Gehäusezunge, hervorruft (Abb. 12). Nach 1000 bis 1500 Betriebsstunden kann dabei ein 2 mm starkes Blech auf einer Länge von etwa 100 mm durchgeschnitten werden. Dies gilt für die verhältnismäßig schnell umlaufenden Spreugebläse mit Umfangsgeschwindigkeiten von etwa 50 bis 60 m/sec. Bei den mit 10 bis 25 m/sec umlaufenden Körnerwurfgebläsen besteht diese Gefahr nicht, auch nicht, wenn grünes Gut gefördert wird. Bei ihnen bestehen also keine Bedenken gegen die Verwendung von Rückwänden. Gebläsetechnisch sind sie etwas günstiger, weil sie die Luftströmung in gutem Sinne beeinflussen. Bei Wurfgebläsen für Grüngut gilt das gleiche.

Frage 6 (K. Marks): Könnte man zur Verringerung der Luftförderung auch besondere Schaufelräder, beispielsweise mit durchlöcherter Schaufeln, verwenden?

Antwort: Die Luftbewegung könnte mit durchlöcherter, mit sehr schmalen, langen oder mit sehr kurzen, breiten Schaufeln herabgesetzt werden. Auch bei blockförmig ausgebildeten Schaufeln (s. G. Segler: Neuerungen im Bau von Heu- und Strohgebläsen, TidL 1931, S. 215) wäre die Luftförderung gering. Die erste Schaufelform wird wahrscheinlich erhebliche Geräusche verursachen. Die zweite und dritte Schaufelform werden das Fördergut durch Schlag und Reibung stark beschädigen. Die vierte Ausführung würde sehr kostspielig sein.

## Résumé:

Dr.-Ing. G. Kampf: „Untersuchungen an Wurfgebläsen.“

Nach einer kurzen Definition des Wurfgebläses nennt der Verfasser die Vorteile der Wurfförderung gegenüber der pneumatischen Förderung und zeigt ihre Grenzen auf. Auf Grund seiner Untersuchungen an der TH Braunschweig behandelt er die Einflußfaktoren auf die Wurfhöhe und auf den Kraftbedarf. Zum Schluß werden an einigen Beispielen Möglichkeiten für die gewünschte Gestaltung der Wurfgebläse genannt.

Dr. Ing. G. Kampf: „Investigations on Discharge Blowers.“

The article opens with a brief description of discharge blowers, after which the Author enumerates the advantages of this type of conveyor as compared with pneumatic types of conveyors. At the same time, the limits of application of discharge blower type conveyors are clearly defined. The Author then discusses the various factors influencing the range and power requirements of this type of conveyor, basing his arguments on the results of experiments made by him at the Technical University of Brunswick (Braunschweig). The article concludes with a few examples demonstrating the various possibilities of design, construction and application of discharge blower type conveyors.

Dr.-Ing. G. Kampf: «Recherches effectuées sur des transporteurs mécano-pneumatiques mixtes.»

Après avoir défini succinctement ce système de transporteur, l'auteur expose les avantages et les limites du transport mécano-pneumatique mixte par rapport au transport purement pneumatique. Il traite ensuite des facteurs d'influence sur la hauteur de propulsion et sur la puissance requise, comme il les a trouvés lors de ses recherches effectuées à l'Ecole Technique Supérieure de Brunswick. Il recommande, en conclusion, à l'aide de quelques exemples, des possibilités constructives permettant de réaliser des transporteurs mécano-pneumatiques possédant les qualités recherchées.

Ing<sup>o</sup> Dr. G. Kampf: «Investigaciones en sopladores proyectores.»

Después de una breve definición del soplador proyector, el autor enumera las ventajas que ofrece en comparación con el transporte neumático, indicando los límites de su empleo. Fundándose en las investigaciones hechas en la Academia Técnica de Braunschweig, trata de los factores que influyen en la altura de proyección y en la potencia necesaria. Para terminar hace ver en algunos ejemplos las posibilidades que se presentan para la construcción de tales sopladores proyectores.

Dr.-Ing. G. Ackermann, Braunschweig:

## Meßtechnik bei Gebläseuntersuchungen

Um die Güte eines Gebläses zu beurteilen und den Einfluß von Konstruktionsänderungen auf die Gebläseleistung zu ermitteln, ist es notwendig, strömungstechnische Messungen durchzuführen. Diese Messungen führt man am besten bei reiner Luftförderung durch, da dann die Meßwerte genauer sind und sich leichter reproduzieren lassen. Die Verhältnisse bei Materialförderung werden zunächst nicht betrachtet. Es

kann aber gesagt werden, daß ein Gebläse, das bei Luftförderung einen geringeren Kraftbedarf und hohen Wirkungsgrad aufweist, auch bei Materialförderung entsprechend günstig arbeitet.

In den nachstehenden Ausführungen soll gezeigt werden, wie und mit welchen Meßgeräten Gebläseuntersuchungen angestellt werden.

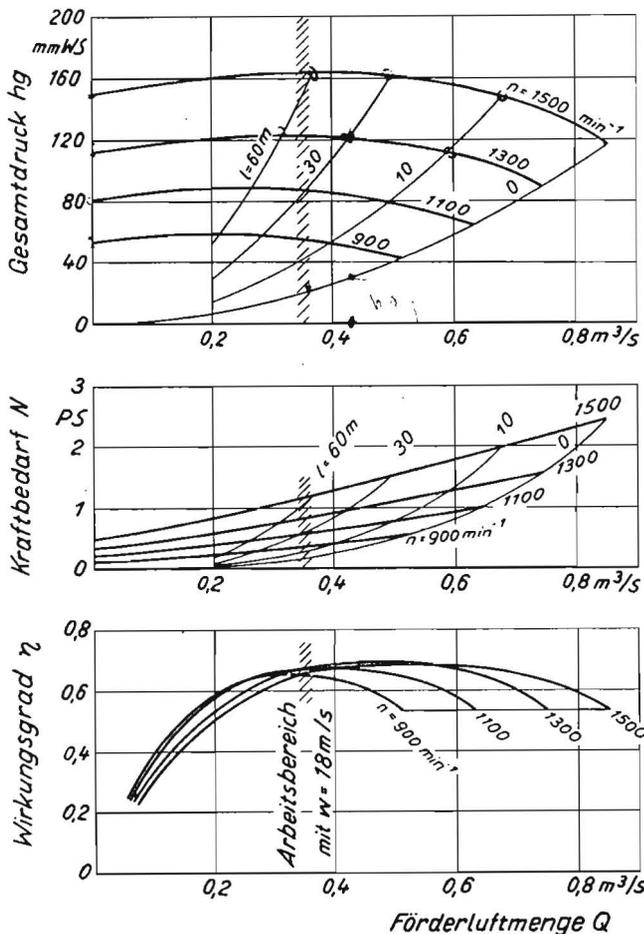


Abb. 1: Gebläse-Charakteristik

### Gebläsekennlinien

Die aerodynamische Güte eines Gebläses läßt sich am einfachsten durch Kennlinien beurteilen. Diese Gebläsekennlinien — auch Charakteristiken genannt — machen eine Aussage über den erreichbaren Druck, die zum Antrieb erforderliche Motorleistung und den Wirkungsgrad bei verschiedenen Fördermengen. Abbildung 1 zeigt als Beispiel solche Kennlinien. Über der Förderluftmenge  $Q$  in  $m^3/sec$  sind aufgetragen:

- im oberen Schaubild der Gesamtdruck  $h_g$  und der dynamische Druck  $h_d$ ,
- im mittleren Schaubild der Kraftbedarf  $N$  in PS,
- im unteren Schaubild der Wirkungsgrad  $\eta$ .

Die Kennlinien können bei verschiedenen Gebläsedrehzahlen aufgenommen oder aber auch leicht von einer gemessenen Drehzahl aus auf eine andere umgerechnet werden, wobei folgende Gesetze gelten:

$$Q \sim n \quad (1)$$

$$h_g \sim n^2 \quad (2)$$

$$N \sim n^3 \quad (3)$$

Zur Aufnahme von Gebläsekennlinien sind folgende Größen zu messen:

1. der dynamische Druck  $h_{dyn}$ ;
2. der statische Druck  $h_{stat}$ ;
3. die Gebläsedrehzahl  $n_{gebl}$ ;
4. die Motorleistung  $N_{mot}$ .

Aus dem dynamischen Druck  $h_{dyn}$  errechnet sich die Windgeschwindigkeit zu

$$w = \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot h_{dyn}} \quad (\text{m/sec}) \quad (4)$$