Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 84 (1966)
Heft: 24

Artikel: Müllereimaschinen von Gebrüder Bühler, Uzwil
Autor: Velke, Herbert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68936

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P

Müllereimaschinen von Gebrüder Bühler, Uzwil

DK 664.7

Von **Herbert Velke**, Ing., Dozent an der Schweizerischen Müllereifachschule, St. Gallen

Schluss von S. 400

3. Die Vermahlung

Die Vorgänge der Vermahlung bezwecken einerseits eine möglichst vollkommene Trennung des Mehlkernes von der Kleiehülle sowie deren Verarbeitung zu Mehl. Es sollen also ein möglichst kleiefreies Mehl und eine möglichst mehlfreie Kleie gewonnen werden. Bild 22 stellt den Längsschnitt durch die Furche eines Weizenkornes dar; er zeigt, mit wievielen Schichten und anderen organischen Teilen der eigentliche Mehlkern umgeben ist. Tabelle 1 gibt den Anteil am Korn in Prozenten sowie die Prozente Aschegehalt der Trockensubstanz an. Es können rein theoretisch nur 80 Prozent des Kornes für kleiefreies Mehl gewonnen werden, da der Mehlkern nur 80 Prozent vom Korn beträgt. Es ist daher für alle am Vermahlungsprozess irgendwie Beteiligten unerlässlich, dass sie den Aufbau des Getreidekornes kennen, um das erstrebte Ziel des kleiefreien Mehles zu erreichen. Dies gilt selbst auch für die Konstrukteure der Maschinen und Apparate, mit denen schliesslich der ganze Getreideverarbeitungsprozess durchgeführt wird. Nur bei der Herstellung von Vollkornmehl findet keine Trennung zwischen dem Mehlkorn und den Kleieschichten statt. Zur Durchführung dienen hauptsächlich die Walzenstühle als Vermahlungsmaschinen, sowie Plansichter und Griessputzmaschinen. Dazu kommen als Hilfsmaschinen Kleieschleudern, Auflöser (Detacheure) und automatische Waagen.

a) Mahlverfahren

Das Mahlverfahren wird nicht einheitlich durchgeführt. Je nach Getreideart, Grösse und maschineller Ausrüstung befolgt fast jede Mühle ihre eigene Arbeitsweise. Die Vermahlung des Weizens ist komplizierter und stellt höhere Anforderungen als die des Roggens. Bei Weizen rechnet man mit 18 bis 22 Durchgängen, bei Roggen nur mit 9 bis 14.

Bei der Verarbeitung von Roggen wird vorwiegend das Verfahren der *Flachmüllerei* angewendet, bei dem man danach trachtet, das Korn schon in den ersten Durchgängen stark aufzureissen und zu zerkleinern, um dadurch von vornherein eine grosse Mehlbildung zu bewirken. Da aber hierbei auch die Schalenschichten mitzerkleinert werden, geraten ihre Bruchstücke leicht ins Mehl, von dem sie sich nur mit Mühe restlos trennen lassen.

Bei der *Hochmüllerei* soll zunächst Griess hergestellt werden, damit die anhaftenden Schalenteilchen möglichst vollständig in den Griessputzmaschinen entfernt werden können. Das Korn soll also erst nach und nach stärker angegriffen werden, was sich durch die Anwendung entsprechend geriffelter Hartgusswalzen erzielen lässt. Zwischen den beiden genannten Verfahren liegt die *Halbhochmüllerei*, die in der Schweiz meist für die Weizenvermahlung angewendet wird.

Grundsätzlich besteht der Vermahlungsvorgang aus folgenden Teilprozessen: Das gereinigte und vorbereitete Korn wird in einem ersten Mahlvorgang grob zerkleinert (geschrotet), wodurch verschieden grosse Bruchstücke entstehen. Diese werden in Sichtmaschinen (Plansichter) voneinander getrennt. Die grossen Schale- und Mehlpartikel gehen zur nächsten Schrottung weiter. Die griessigen Bestandteile werden entweder einzeln oder gesammelt in Griessputzmaschinen von den spezifisch leichteren Kleieteilchen getrennt, in anschliessenden Vermahlungsvorgängen zu Mehl verarbeitet und schliesslich mit den bei den Schrotungen anfallenden Mehlen vermischt.

Tabelle 1. Gewichtsanteile und Aschenanteile beim Weizenkorn

Teil	Anteil am Korn %	Anteil Asche*) %
Querzellen	7	3
Samenhaut	3	—
Aleuronzellen	7	
Mehlkern	80	0,4
Keim	3	5

*) an der Trockensubstanz

Es ist die Kunst des Müllers, die einzelnen Mahlvorgänge so zusammenzustellen, dass das erzeugte Mehl gleichmässig ausfällt und die gewünschte Farbe aufweist. Dazu stellt er sich einen Vermahlungsplan (Mahldiagramm) auf, wobei er die Verschiedenheiten der einzelnen Kornlieferungen und die Anforderungen der Mehlbezüger berücksichten muss.

b) Der Vierwalzenstuhl, Bauart Bühler

Die wichtigste Vermahlungsmaschine ist der Walzenstuhl. Bild 23 zeigt einen Walzenstuhlboden einer Grossmühle mit insgesamt 30 Einheiten für eine Tagesleistung von rund 200 t Weizen und Bild 24 den Querschnitt durch einen Vierwalzenstuhl. Das Mahlgut gelangt von oben in einen Verteiltrog 1 mit zwei getrennten Abteilen. Über deren Böden sorgen Speisewalzen 2 für eine gleichmässige Verteilung des Gutes auf die ganze Walzenlänge. Der Zerkleinerungsvorgang findet im Spalt zwischen zwei schräg übereinanderliegenden Walzen 3 statt, die verschieden schnell laufen. Wie ersichtlich, sind zwei Walzenpaare in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut. Der Mahlvorgang kann durch aufklappbare Fenster 4 verfolgt werden. Zum Zerschneiden und Aufreissen des Kornes, besonders bei den ersten Schrotungen, verwendet man grob geriffelte Walzen. Dabei verlaufen die Riffel

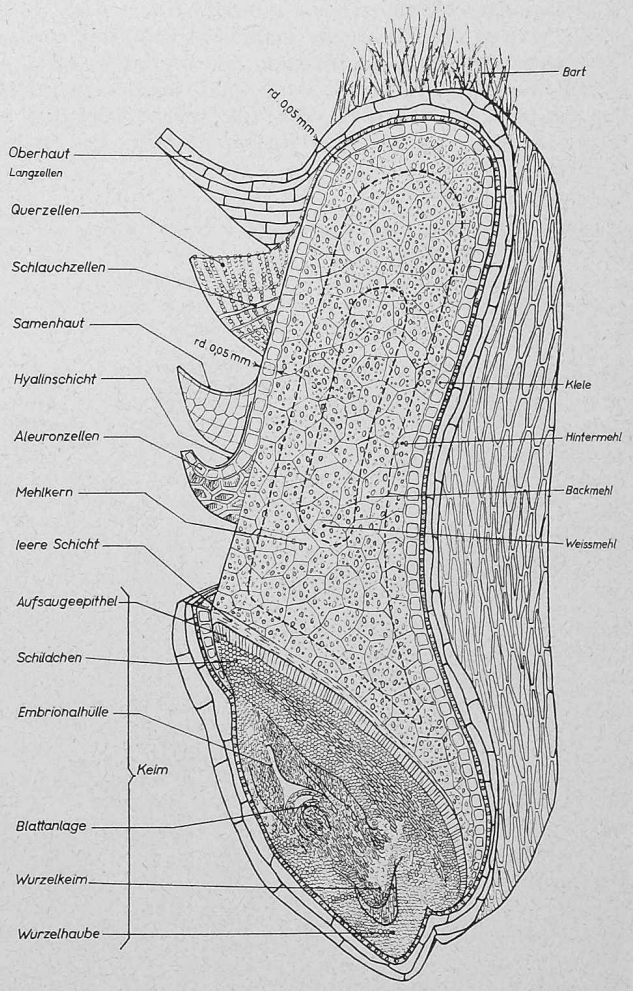


Bild 22. Längsschnitt durch die Furche eines Weizenkornes (vgl. hiezu Tabelle 1)

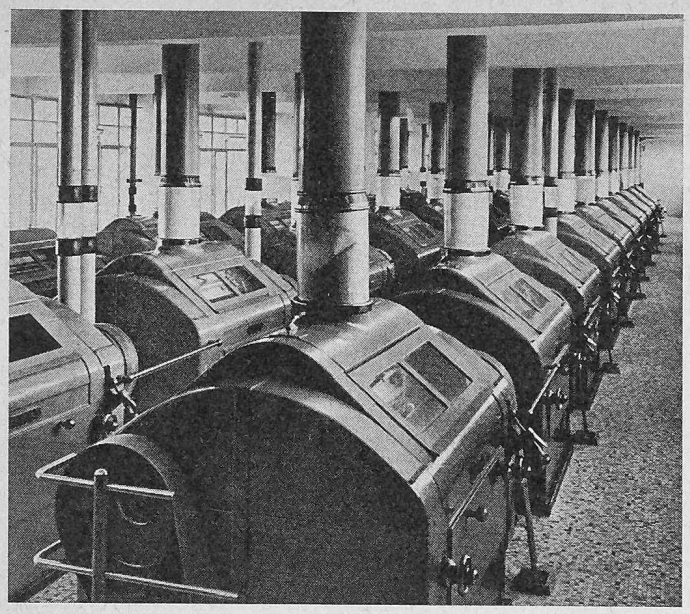


Bild 23. Walzenstuhlboden einer Grossmühle mit 30 Einheiten

schräg zur Längsachse, weisen also einen gewissen Drall auf. Zur Vermahlung von Roggen-Griessen und -Dunsten sind die Walzen nur fein geriffelt, oder im Falle von Weizen-Griessen und -Dunsten überhaupt glatt. Durch viele Versuche konnten die günstigsten Walzenstellungen ermittelt und ein genauer Einzug des Mahlgutes erzielt werden.

Die Walzen sind aus hochwertigem Schleuderguss gefertigt. Dieses Giessverfahren verleiht ihnen einen harten äusseren Mantel von hoher Dichte und Verschleissfestigkeit, der so dick ist, dass die Walzenoberfläche mehrfach nachgearbeitet werden kann und dabei ihre Qualität unverändert beibehält. Die innere Graugussschicht verleiht der Walze eine zusätzliche Festigkeit, so dass die Deformationen infolge des Walzendruckes in zulässigen Grenzen bleiben. Nach dem Abdrehen werden die Oberflächen geschliffen und anschliessend zu Glatt- oder Riffelwalzen bearbeitet. Glattwalzen erhalten auf der Mattierungsmaschine die gewünschte Griffigkeit.

Zur Lagerung der Mahlwalzen dienen heute hauptsächlich reichlich bemessene sphärische Rollenlager; früher bediente man sich selbsteinstellender Gleitlagerschalen. Die Lager ruhen in beiden Fällen in kräftigen Lagerkörpern, die einen vibrationsfreien Lauf gewährleisten. Die untere Walze jedes Paares läuft in beweglichen Lagern. Damit können Walzenspalt und Mahldruck wunschgemäss eingestellt werden. Ausserdem lässt sich die untere Walze ausrücken, sobald das Mahlgut ausbleibt, wodurch Abnützungen während des Leerlaufens vermieden werden. Zum automatischen Ein- und Ausrücken dienen zwei Fühler 5, die den Stand des Mahlgutes im Verteiltrog abtasten. Zur Verstellung der Walze und zum Erzeugen der Anpresskraft verwendet man Druckluft, die auf einen Kolben wirkt und über ein Gestänge die beiden Lager verschiebt. Bild 25 zeigt diese Einrichtung. Die pneumatische Betätigung erlaubt, beliebig viele Walzenstühle gemeinsam oder gruppenweise von einer zentralen Kommandostelle aus ein- und auszurücken. Bürsten 6 oder Messerabstreifer 7 (Bild 24) sorgen für saubere Oberflächen der Walzen.

Um unterschiedliche Drehzahlen der beiden zusammenarbeitenden Walzen zu erzeugen, werden normalerweise Stirnräder verwendet. Es gibt aber auch Sonderausführungen mit konischkorrigierten Stirnrädern oder Kettentriebe mit Spannvorrichtungen. Dabei lässt sich der Achsabstand über einen weiten Bereich nachstellen, wenn er sich wegen Nachbearbeitung der Walzen verringert hat.

c) Der Hochleistungsplansichter

Zum Trennen des Mahlgutes nach den einzelnen Mahlstufen in Schrotpartikel, grobe und feine Griesse, Dunste und Mehl stehen Plansichter von verschiedenen Bauweisen zur Verfügung. Vorteilhaft sind die Sichter nach Bild 26. Sie erzielen hohe Leistungen mit optimalen Sichteffekten auf kleinstem Raum. An ein Mittelteil, das den Antrieb enthält, reihen sich auf jeder Seite je ein oder mehrere Siebkästen oder Siebabteile, die gemeinsam mit dem Mittelteil in einen starren Rahmen eingebaut sind. Dieser ist an Bündeln aus Rohrstäben aufgehängt. Der Antrieb besteht aus einer vertikalen Welle, die über dem Traggestell mittels Keilriemen von einem Elektromotor angetrieben wird und auf der exzentrisch angeordnete Schwunggewichte angebracht sind, Bild 27. Diese erteilen infolge ihrer Massenwirkung bei der Rotation dem Rahmen mit den Siebkästen eine kreisförmige, freischwingende Bewegung.

Wie aus Bild 28 ersichtlich, enthält das Innere eines Siebabteils ein Siebstapel mit 12 bis 22 Sieben nebst den zugehörigen

Bild 25. Vierwalzenstuhl mit pneumatisch betätigter Vorrichtung zur Verstellung der Walzen

1 Der Schalter ist auf automatischen Betrieb eingestellt
2 Der Fühler zum Umschaltventil wird vom Produkt betätigt
3 Pressluftzylinder liefert die Kraft zum Einrücken

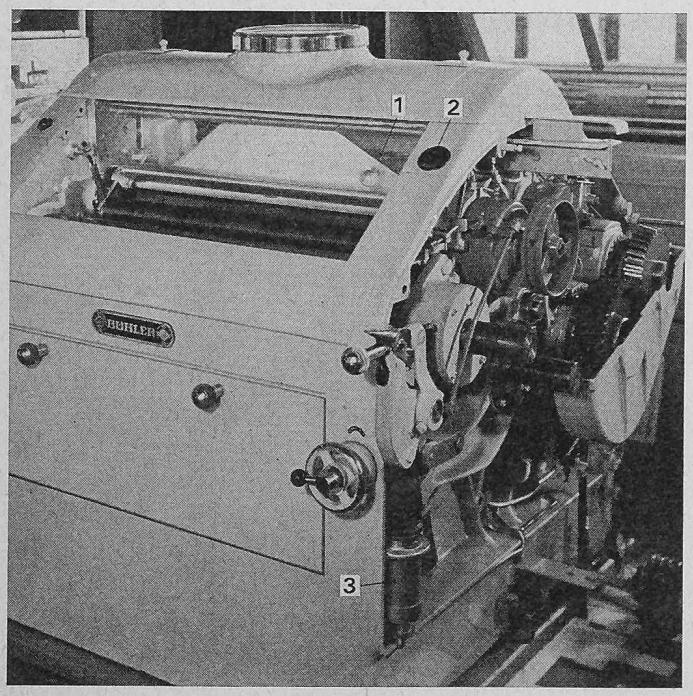
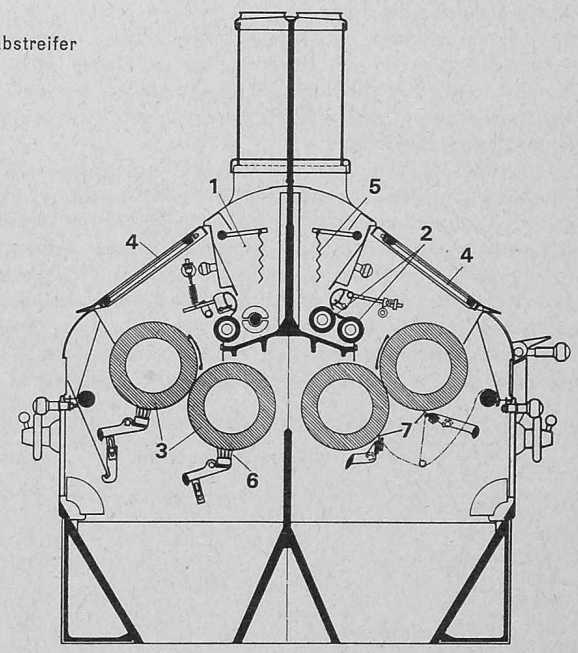


Bild 24. Querschnitt durch einen Vierwalzenstuhl

1 Verteiltrog
2 Speisewalze
3 Mahlwalzen
4 Fenster
5 Fühler
6 Bürsten
7 Messerabstreifer



Blechböden. Diese lassen sich bei geöffneter Tür auf seitlichen Leisten aus Spezialprofilen leicht ein- und ausschieben. In die Türen auf der vorderen und der hinteren Seite, die an die Siebrahmen dicht anschliessen, werden durch passende Einbauten Kanäle gebildet, durch die die Siebdurchfälle und die Siebabstösse nach einem zum voraus festgelegten Schema geführt werden. Die Einbauten, die als «Schema» bezeichnet werden, lassen sich dem Bedarf entsprechend leicht auswechseln.

Das Mahlgut tritt von oben auf ein oder mehrere Siebe und durchläuft, dank der kreisenden Bewegung, in mehreren Hin- und Hergängen nacheinander die weiter unten befindlichen Siebe. Dabei fällt das feine Produkt (Durchfall) durch die Maschen der Draht- oder Seidengaze auf die Siebböden und gelangt von diesen entweder nur auf eine oder beide Seiten des Abteils, wo es in den Kanälen der Seitenwände nach unten fällt. Diese Durchfälle der verschiedenen Siebgruppen lassen sich je nach Mahlgut und gewünschter Mehlqualität getrennt oder auf verschiedene Arten gemischt abführen. Das gleiche ist auch von den Abstössen der verschiedenen Siebgruppen zu sagen; es sind dies die gröberen und spezifisch leichteren Teile, die auf der Siebfläche schwimmen und nach vorn oder nach hinten über die Siebränder fallen. Diese Abstösse fallen nicht direkt auf die darunterliegende Bespannung, sondern auf einen geneigten, festen Vorboden in der vorderen oder hinteren Tür, wodurch das Gewebe geschützt wird und sich das Sichtgut gleichmässig und ohne Stauung über die Siebfläche verteilt.

Durch die besondere Art der Bespannung und der vollständigen Abdichtung der einzelnen Siebrahmen durch die angepressten Türen wird ein scharfer Sichteffekt erzielt und zugleich eine Vermischung der Produkte oder eine Verstaubung vermieden.

Die heutigen Plansichter müssen hohen Anforderungen genügen. In erster Linie gilt es, eine hohe und gute Sichtleistung auf kleinstem Raum zu erzielen. Ferner soll die Bedienung der Maschinen leicht und bequem und das Auswechseln der Siebe und der Schemakanäle rasch und einfach sein. Um allen Anforderungen der Praxis bestens zu genügen, bauen Gebrüder Bühler zwei verschieden konzipierte Hochleistungsplansichtertypen, d. h. den zuvor beschriebenen Typ mit den Schemata in den Türen und mit Längssieben, die in beliebiger Reihenfolge nach vorne oder hinter herausgezogen werden können; sowie den Typ mit Quadratsieben, die im Sichtabteil aufeinandergelegt werden und nicht in beliebiger Reihenfolge herausgenommen werden können; die Schemata sind hier in den Sieben eingebaut. Der Quadratsiebplansichter, Bild 29, kann mit bis zu 27 Sieben pro Sichtabteil ausgeführt werden und eignet sich in erster Linie für grosse Betriebe. In mittleren Betrieben können beide mit Vorteil eingesetzt werden, während im kleinen Betrieb der Schubladentyp sich am besten eignet. Zudem spielen noch die Raumverhältnisse in der Mühle eine Rolle, denn der Schubladensiebtyp hat einen länglichen Grundriss und der Quadratsiebtyp einen eher quadratischen. Der Quadratsiebtyp lässt sich pro Abteil horizontal, vertikal oder kombiniert unterteilen, als weiteres Flexibilitätsmerkmal. Bei einer kombinierten Mühle, d. h. wenn einmal Weizen und einmal Roggen zu vermahlen ist, müssen auch die Siebe zu einem gewissen Teil ausgewechselt werden, entsprechend der lichten Maschenweite der Siebe. Hierzu eignet sich der Schubladentyp besonders gut, denn die erforderliche Zeit für diese Arbeiten sind bei dieser Maschine aussergewöhnlich kurz.

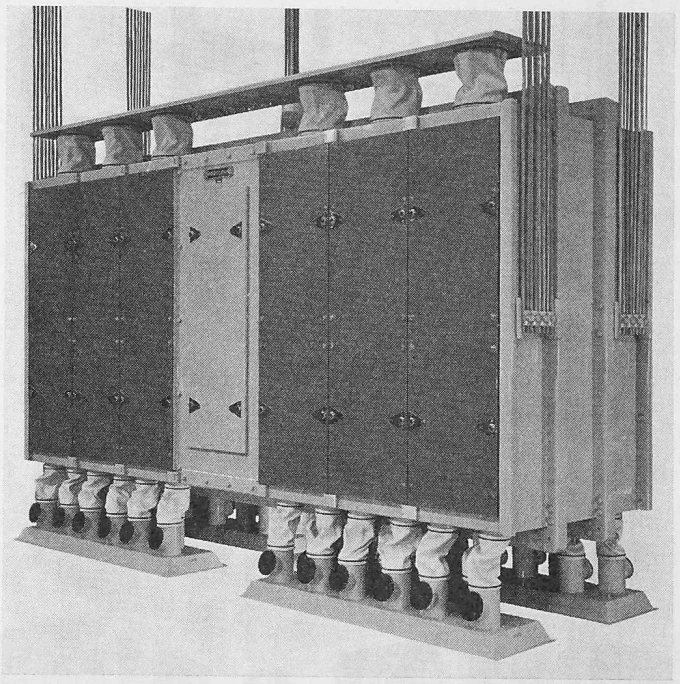


Bild 26. Schubladen-Hochleistungs-Plansichter «Planostar»

d) Die Griessputzmaschine

In der Kette der Vermahlungsvorgänge bildet das Putzen der Griesse ein wichtiges Glied. Es bezweckt, die Kleieteilchen von den Griessen zu trennen und diese zu klassieren. Aus Bild 30 ist

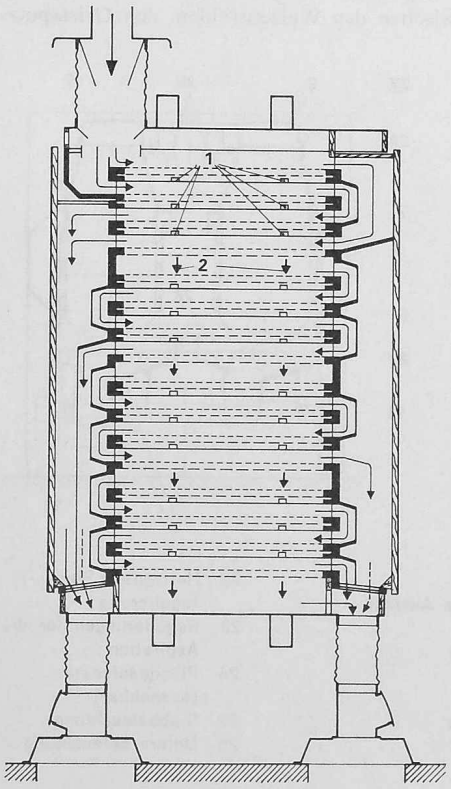
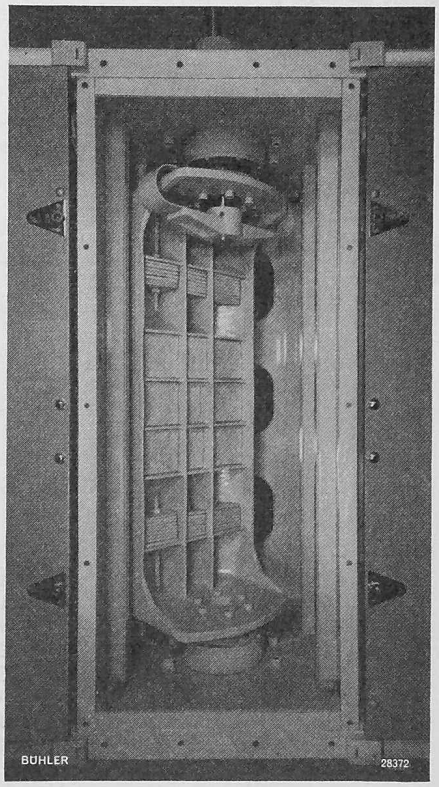


Bild 28 (links). Längsschnitt durch einen Sichter-Abteil mit Hauptschemakanälen in den Türen an beiden Enden der Siebe

1 Austrittsöffnungen für Durchfall
2 Eintrittsöffnungen, durch welche die Durchfälle der oberen drei Siebe auf das darunterliegende Sieb geleitet werden

Bild 27 (rechts). Exzentrisches Schwunggewicht zu einem Hochleistungs-Plansichter-Antrieb



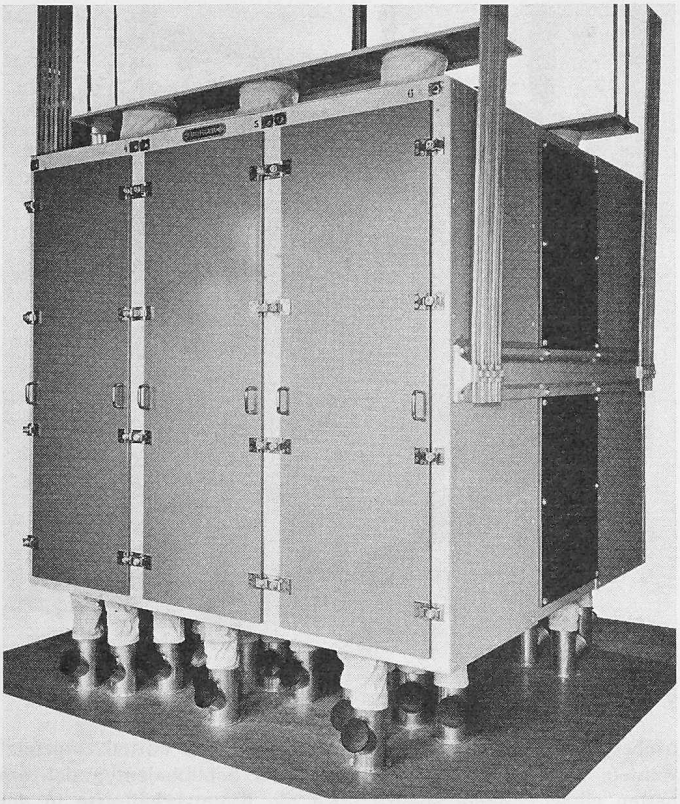


Bild 29. Quadratsieb-Hochleistungsplansichter «Quadrostar»

ersichtlich, dass das staubdichte Metallgehäuse 1 zwei parallele Gruppen von je drei, übereinander angeordneten horizontalen Sieblagen 15 von je vier Sieben umschliesst. Jede Gruppe ist in einen Rahmen eingebaut, der an drei Pendelstützen elastisch aufgehängt ist und eine schnelle hin- und hergehende Bewegung ausführt. Zum Antrieb dient ein Elektromotor 12, der auf einer Wippkonsole 13 montiert ist und über Keilriemen eine Exzenterwelle 10 antreibt. Je ein Exzenter erteilt über eine Schubstange dem Rahmen einer Siebgruppe die gewünschte schwingende Bewegung. Die Exzenter sind mit Hubverstellungen versehen. Unten fängt eine Förderrinne 11 den Durchfall auf. Diese ruht auf Gleitklötzen und wird ebenfalls von der Welle 10 über einen Exzenter in schwingende Bewegung versetzt, so dass sich das Fertigprodukt dank der leichten Neigung der Rinnenböden nach den Ausläufen bewegt. Da die Exzentrizitäten des Siebkastens und der Förderrinne um 180° zueinander versetzt und die Massen durch Zusatzgewichte 14 an der Rinne ausgeglichen sind, treten keine freien Massenkräfte auf, und es ergibt sich ein ruhiger, erschütterungsfreier Gang.

Das Putzgut tritt durch zwei Einläufe in die beiden Einlaufkästen 3, die in einem Stirnende des Maschinengehäuses eingebaut sind. Je eine Verteilklappe 5, die zwecks Reinigung leicht ausziehbar ist, sorgt für gleichmässigen Zulauf auf die ganze Siebbreite. Die Zuteilung kann durch das Fenster 24 überwacht werden. Das Gut rutscht auf die oberste Sieblage und bewegt sich infolge der Schüttelbewegung in der Richtung nach dem andern Ende. Gleichzeitig streicht ein sorgfältig einregulierter Luftstrom von unten durch die Sieblagen nach oben. Dieser nimmt die spezifisch leichteren Kleieteilchen mit sich fort. Die Griesse fallen teils durch die Siebe, teils bewegen sie sich zum rückwärtigen Ende der Siebrahmen und fallen dort in die Auslauftrichter 19, so dass die Abstösse nach Korngrössen klassiert abgeführt werden können. Es sind aber auch mit Klappen 20 versehene Verbindungen vorhanden, durch welche sich einzelne Abstösse miteinander vermischen lassen.

Die Luft tritt unten zu, durchstreicht die Siebe der drei Sieblagen, auf die sie sich dank des Siebwiderstandes gleichmässig verteilt, was besonders bei der obersten Sieblage zum Wegtragen der Kleieteilchen wichtig ist. Über den Sieben der oberen Sieblage befindet sich ein mit feinen Schlitzen versehenes Verteilblech. Die Schlitze können je nach Bedarf ganz oder teilweise durch Regulierschieber verdreht werden. Dadurch ist es möglich, eine gleichmässige, wirbelfreie Luftströmung über die ganze Breite eines jeden Siebes zu gewährleisten. Zum Einregulieren der Luftverteilung sind je Sieb vier Zwischenabteile mittels Schottenwänden so angeordnet, dass jedes einzelne Abteil nach Wunsch eingestellt werden kann. Dazu dienen gelochte Schieber. Die Luft jeder Maschinenseite sammelt sich in je einer Kammer, von der sie über je eine Hauptregulierklappe in die zentrale Luftabsaugleitung gelangt.

Die zwölf Siebe jeder Maschinenhälfte sind in Leichtmetallrahmen gefasst und einzeln leicht auszubauen. Ihre Maschenweite lässt sich der Granulation des aufgegebenen Gutes gut anpassen, weshalb grössere Granulatiosspannen geputzt werden können. Jedes Sieb ist mit einer Wanderbürste versehen, die über die ganze Siebbreite reicht und an zwei Leitkufen und einem Umkehrkeil aus Plastik dank der Schüttelbewegung hin und her wandert. Dadurch wird die Reinigung sehr erleichtert. Dank der dreimaligen Sortierung ist die Maschine gegenüber Belastungs- und Feuchtigkeitsschwankungen unempfindlich und erzielt insbesondere auch bei hohen Belastungen einen hervorragenden Putzeffekt.

e) Pneumatische Förderung in der Vermahlung

Die Transporte zwischen den Walzenstühlen, den Griessputz-

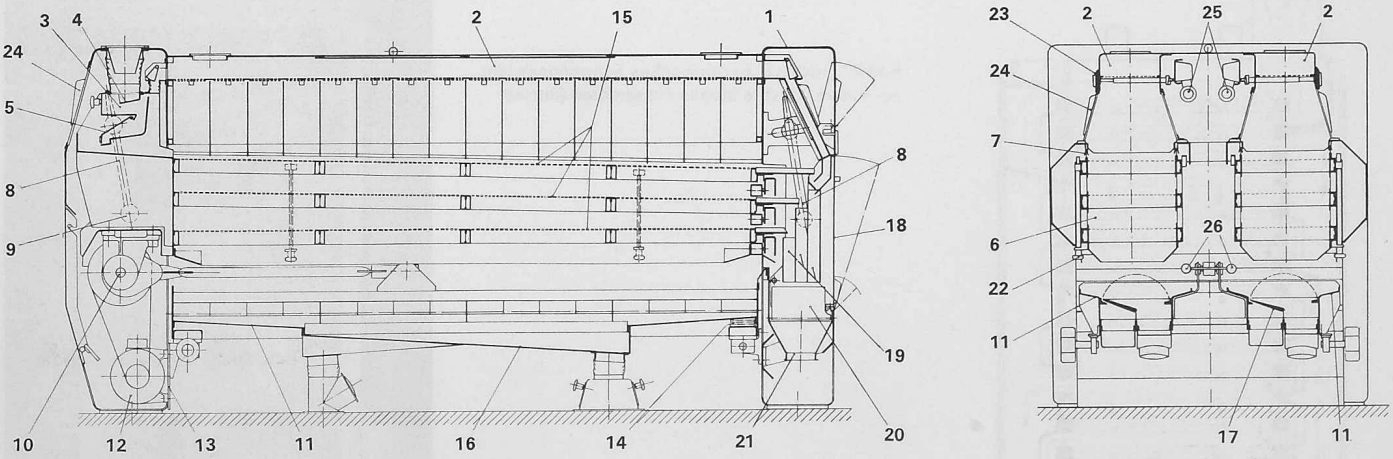


Bild 30. Griessputzmaschine MORE

1 Maschinengehäuse
2 Windkanal
3 Einlaufkasten
4 Leitblech
5 Verteilklappe
6 Doppelabräder
7 Abdichtungen (zwischen Ständer und Doppelabräder)
8 Aufhängung des Abräders
9 Aufhängelager mit Gummi-Monoblock
10 Exzenterwelle
11 Förderrinne
12 Antriebsmotor
13 Wipp-Konsole
14 Zusatz-Gewichte
15 Siebe
16 Auswechselbare Auslaufrinnen
17 Umstellklappen
18 Hintere Türe
19 Auslauftrichter
20 Umstellklappen
21 Auslaufstutzen
22 Horizontale Siebregulierung
23 Regulierungen für die Aspiration
24 Plexiglasfenster (aushebbar)
25 Siebbeleuchtung
26 Untere Beleuchtung

maschinen und den Plansichtern werden mit Vorteil nach dem saugpneumatischen Prinzip durchgeführt. Bild 32 zeigt die schematische Anordnung der Fördereinrichtungen in einer Fünfbodenmühle, in der verhältnismässig grosse Höhenunterschiede zu überwinden sind.

Das Mahlgut fällt aus den Walzenstühlen in die darunterliegenden Einlauftrichter 1, die mittels leicht herausnehmbaren Bogenstücken mit den Absaugrohren 2 verbunden sind. Die starke Luftströmung, die in diesen Rohren herrscht, nimmt das Mahlgut mit und hebt es ins oberste Stockwerk, wo sich die Zyklonabscheider 3 befinden. Mit derselben Saugluft wird auch zugleich der Walzenstuhl abgesaugt. In den Zyklonabscheidern trennt sich das Gut von der Luft, fällt nach unten und tritt durch die als Zellenrad ausgebildete Schleuse 4 in ein Fallrohr, in welchem es den in den tieferliegenden Stockwerken aufgestellten Maschinen wie Plansichter, Griessputzmaschinen, Walzenstühle, zufliesst.

Die Förderluft tritt über die Regulierklappen 5, die das Einstellen der Luftströmung bzw. der Geschwindigkeit in jedem einzelnen Strang ermöglichen, in die Luftsammelleitung 6, die die einzelnen Abscheidergruppen mit dem Ventilator 7 verbindet. Dieser saugt die Betriebsluft ab und fördert sie in den Filter 8, von wo sie gereinigt in den Raum austritt.

In der Regel werden eine grössere Anzahl Förderrohre mit individuellen Zyklonabscheidern an einen gemeinsamen Ventilator angeschlossen. Dieser ist aufgrund reicher Erfahrungen und sorgfältiger Berechnung für optimale Förderleistungen bemessen. In 80 bis 90% aller Fälle ist das Ventilatorrad mit dem Motor direkt gekuppelt. Sollte eine feine Anpassung erforderlich sein, wird dies durch einen Keilriemenantrieb ermöglicht. Die Förderluft dient neben ihrer Hauptaufgabe auch zur Kühlung der Walzen, zum Verhindern von Staubaustritt sowie zur Kühlung und Auflockerung des Mahlgutes während des Transportes, was sich auf die anschliessende Sichtung günstig auswirkt.

Auf der ganzen Welt arbeiten bis heute etwa 740 Bühler-Mühlen mit pneumatischer Produktförderung (mit rd. 20 000 Fördersträngen, die pro Stunde rd. 20 000 t Produkt fördern).

4. Produktlagerung und Versand

a) Aufgaben

Die in einer Mühle anfallenden Produkte wie Mehle, Griesse, Kleien usw. werden meistens nicht sofort abgesackt, verpackt und abtransportiert, sondern kommen ins Magazin und stehen dort für weitere Operationen bereit. Moderne Produktmagazine helfen Arbeitskräfte einzusparen und den Betrieb zu rationalisieren; bei den bisherigen Methoden mussten nämlich 50 bis 80% des manuellen Arbeitsaufwandes in einer Mühle für die Lagerung und Verladung von Fertigprodukten aufgewendet werden. Die lose Lagerung in Silozellen ist die rationellste Art. Überdies ist sie hygienisch und erlaubt eine Kontrolle und Sichtung direkt vor der Auslieferung. Bild 33 zeigt den schematischen Aufbau einer kombinierten Mehlsilo- und Absackanlage mit Einrichtung für den losen Transport für Mühlenprodukte.

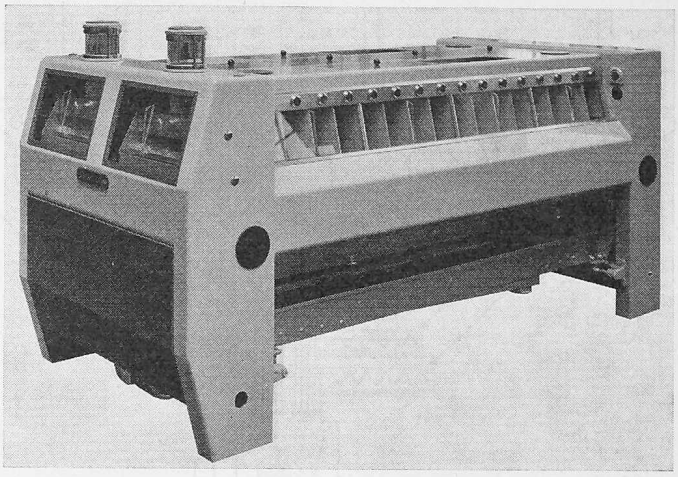


Bild 31. Ansicht einer Griessputzmaschine

Um die Absackarbeit und die Sackkosten einzusparen und eine hygienisch einwandfreie Lieferung von Mühlenprodukten von der Mühle zum Verbraucher (wie z. B. Grossbäckereien) zu garantieren, wurde der lose Transport mittels Behälterfahrzeuge eingeführt.

b) Siloeinrichtungen

Das Fassungsvermögen einer Silozelle im Mühlenmagazin bei einer Schütthöhe von 20 bis 25 m beträgt bis zu 250 t. Die Gesamtkapazität des Mehlsilos hängt von der erforderlichen Lagerdauer ab, die sich üblicherweise zwischen ein und zwei Wochen bewegen. Die Firma Bühler hat neue patentierte Zellenformen mit einer neuartigen Entlastungsnase und einfachen Austragmaschinen mit kleiner Austragfläche entwickelt. Das Produkt bleibt bei der Austragung über dem gesamten Zellenquerschnitt in Bewegung, wodurch keine Entmischungen, Qualitätsschwankungen oder Brückenbildungen auftreten. Grossflächige Austragmaschinen werden unter Mischzellen zur Herstellung von Mischmehlen aus verschiedenen ermahlenen Mehltypen eingebaut, wodurch eine

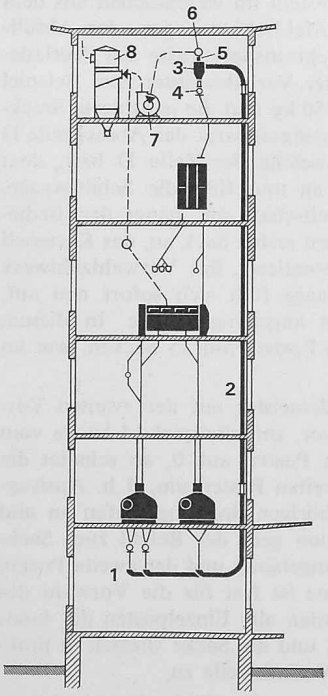


Bild 32. Querschnitt durch eine Fünfboden-Mühle mit pneumatischer Förderung

1 Einlaufdisposition
2 Förderrohre
3 Zyklonabscheider
4 Zellenrad-Schleusen
5 Regulierklappen
6 Luft-Sammelleitung
7 Zentrifugalventilator
8 Filter

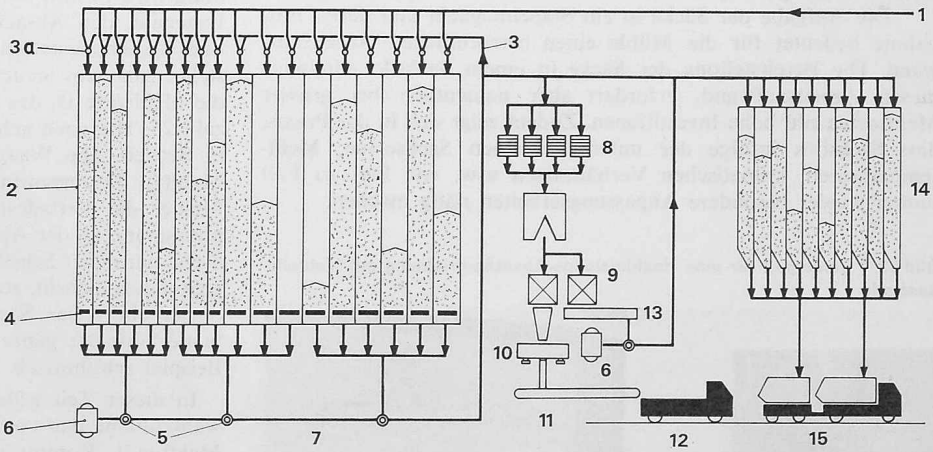


Bild 33. Schema einer kombinierten Mehlsilo- und Absackanlage

1 Einfülleitung von der Mühle
2 Lagersilo
3 Umfüllung oder Mischung zu 2
3a Rohrweiche
4 Austragmaschinen
5 Einschleusung
6 Förderluftgebläse
7 Förderleitungen
8 Kontrollsichtung
9 Absack- und Durchlaufwaagen
10 Absackkarussell
11 Verladeband
12 Camion
13 Speiseapparat
14 Bereitschaftsbehälter für Tankwagenverlad
15 Tankwagenzug

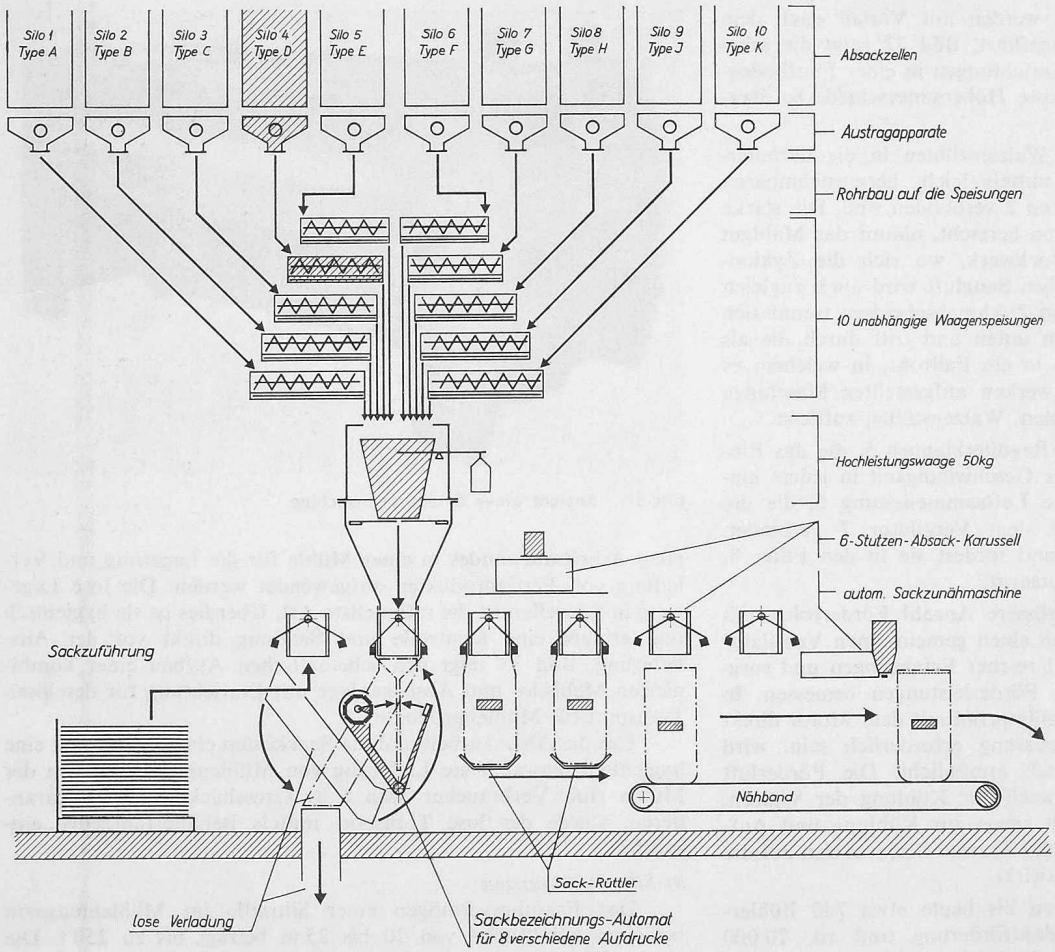


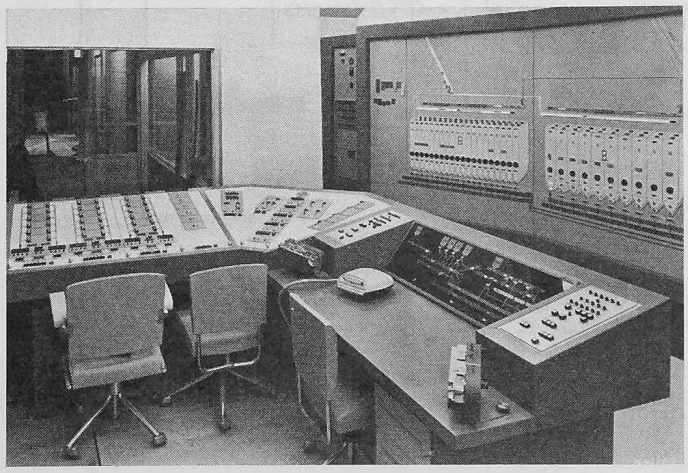
Bild 34. Schema einer Absackanlage für direkte Gemischtverladung von zehn verschiedenen Mehlsorten, umschaltbar für lose Verladung. Leistung: 700 Sack zu 50 kg pro Stunde (35 t/h) bei loser Verladung

beliebig differenzierte Absenkung der Mehlsäule mit maximaler Mischwirkung erreicht wird. Für die Lager- und die Mischzellen werden mechanische oder pneumatische Austragmaschinen eingebaut.

In Getreidemühlen wird das Mahlgut üblicherweise in einem von der Verladung getrennten Rhythmus in Säcke abgefüllt. Daher ist zwischen Absackung und Verladung ein Sacklager in Form eines Stapelmagazins oder eines Sacksilos eingeschaltet. Dadurch ist es möglich, eine grössere Anzahl abgesackter Mehlsorten als Gemischtladung zu spedieren.

Die Aufgabe der Säcke in ein Stapelmagazin und deren Entnahme bedeutet für die Mühle einen beträchtlichen Arbeitsaufwand. Die Bereitstellung der Säcke in einem Sacksilo eliminiert diesen Arbeitsaufwand, erfordert aber namentlich bei grosser Mehlsortenzahl hohe Investitionen. Zudem zeigt sich in der Praxis, dass Sacksilos infolge der unterschiedlichen Sacksorten, Mehltemperaturen, klimatischen Verhältnissen usw. von Fall zu Fall immer wieder besondere Anpassungsarbeiten nötig machen.

Bild 35. Steuerpult für eine Hochleistungs-Absackeinrichtung mit Mehlsilokontrolle



Geht es in der Mühle darum, grössere Posten des gleichen Mehltyps, zum Beispiel für Export, zu verladen, so wird das Mehl direkt aus den Silozellen über eine Hochleistungsabsackung abgesackt und die Säcke ohne Zwischenstapelung über Transportstrassen den Verladestellen zugeführt. Es fehlte aber bisher die Möglichkeit, dieses äusserst rationelle System ohne Zwischenstapelung dann anzuwenden, wenn an der Verladestelle gemischte Ladungen verschiedener Mehltypen verlangt werden.

Eine Anlage für die direkte Gemischtabsackung und -verladung wird in Bild 34 gezeigt; sie besteht im wesentlichen aus dem Lagersilo, den Absackzellen, den Mehlschüttwaagen, der Abfüll- und Verschlussstation und der Sacktransportstrasse zur Verladestelle. Auf dem Steuerpult wählt der Verlademeister zum Beispiel die Mehlsorte D, das Sackgewicht 50 kg und die geforderte Stückzahl 25. Hiernach geht der Austragungsapparat der Absackzelle D in Betrieb. Die Waagenspeisung, welche der Zelle D bzw. dem Mehltyp D zugeordnet ist, läuft an und füllt die Schüttwaage. Meldet die Verladestelle die Bereitschaft an, hängt der Bedienungsmann an der Absackstation den ersten Sack an, das Karussell dreht um einen Schritt, die Waage entleert, das Vorwahlzählwerk geht einen Schritt zurück, die Waage füllt sich sofort neu auf, wobei ein neuer Sack inzwischen angehängt wurde. In diesem Sinne läuft der ganze vorgewählte Posten von 25 Säcken, wie im Beispiel erwähnt, ab.

In dieser Zeit wählt der Verlademeister auf der zweiten Vorwahlkolonne den zweiten Posten vor, zum Beispiel 14 Säcke vom Mehltyp B. Kommt nun der erste Posten auf 0, so schaltet die Steuerung automatisch auf den zweiten Posten um, d. h. Austragapparat Mehltyp B plus der zugehörigen Speisung laufen an und füllen die Waage. Zur Absackstation geht der Befehl zum Sackwechsel, die neuen Säcke werden angehängt und der zweite Posten läuft ab. Die erste Vorwählkolonne ist frei für die Vorwahl des dritten Postens. Auf diese Art werden alle Einzelposten der kompletten Verladung durchgearbeitet, und die Säcke fliessen in praktisch ununterbrochener Folge der Verladestelle zu.

Die enormen Vorteile dieser neuen Bühler-Hochleistungsabsackanlage liegen darin, dass Leistungen von 600 bis 800 Sack pro Stunde mit 4 bis 12 verschiedenen Mehltypen mit einem Be-

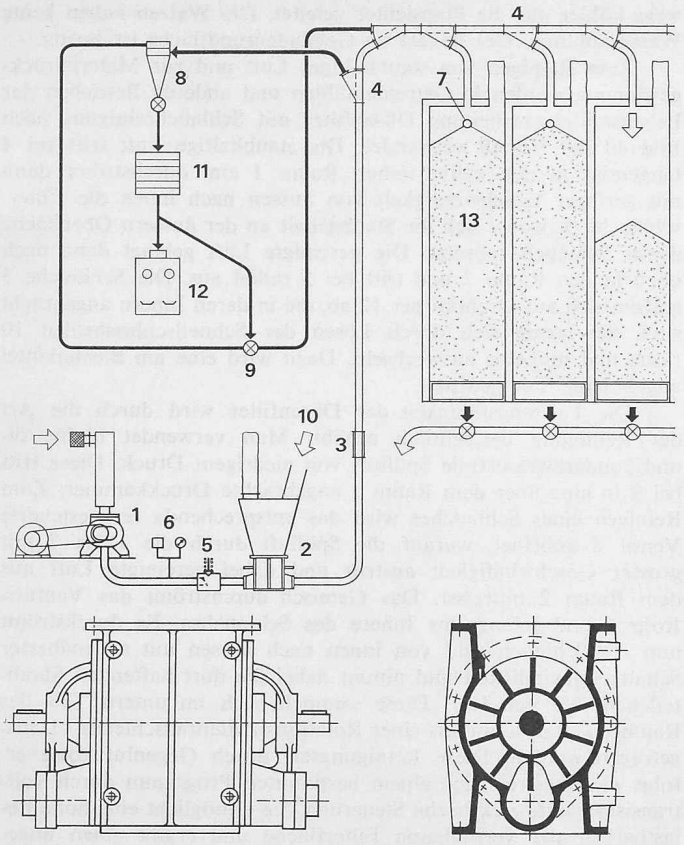


Bild 37. Zellenradschleuse für «Fluidlift»-Anlagen

Bild 36 (links). Elemente eines «Fluidlift»-Förderstranges

1 Förderluftgebläse mit Schalldämpfer
2 Einschleusung
3 Förderleitung mit Schaugläsern
4 Rohrweichen für Hand- oder Fernsteuerung
5 Sicherheitsdruckventil, Rückschlagklappe
7 Automatische Drucküberwachung
8 Abscheidezyklon mit Ausschleusung
9 Zweite Einschleusung
10 Produkt-Zulauf von Fabrikationsbetrieb oder Magazin
11 Kontrollsichter
12 Absackung
13 Silozellen

Die Teile 8 bis 13 beziehen sich auf die Absackung mit Ueberlauf, wozu eine zusätzliche Zwischenabscheidung nötig ist

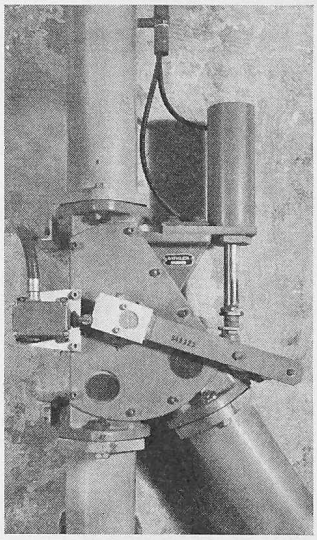


Bild 38 (rechts). Rohweiche mit pneumatischem Antrieb

dienungsaufwand von nur *einem* Mann erreichbar sind. Es wurde somit ein neuer Weg von bisher unbekannten Möglichkeiten einer maximalen Rationalisierung geschaffen. Die erste Anlage dieser Art wurde in den Grands Moulins Vilgrain in Nancy errichtet. Sie wird noch weiter ausgebaut, bis zur Steuerung der ganzen Verladung mit Lochkarten, wodurch diese Anlage, zusammen mit der Fakturierung und Betriebskontrolle, eine weitere und bedeutende Rationalisierung bringen wird. Bild 35 zeigt das Steuerpult für diese neue Hochleistungsabsackeinrichtung und für die Mehlsiloanlage.

Der *lose Transport* von Mühlenprodukten in Behälterfahrzeugen stellt die rationellste Form dar; sie übertrifft sogar das Palettensystem. In der Mühle wird der Transportbehälter beladen, der dann auf Strasse oder Schiene im Behälterfahrzeug angeliefert wird, wo sich beim Abnehmer der Behälter pneumatisch entleert und in die Annahmesilos zurückkehrt.

c) Pneumatische Förderung im Fertigproduktensilo

Unter dem Fluidisieren eines feinvermahlenen Transportgutes versteht man ein intensives Durchmischen mit Luft. Dieses Gemisch verhält sich annähernd gleich wie eine Flüssigkeit und lässt sich auch nach ähnlichen Gesetzen fördern.

Fluidlift-Förderstränge werden für feinvermahlene Produkte, insbesondere für Mehle, aber auch für griessige Güter sowie für Kleie verwendet (wobei jedoch die Luftmengen grösser zu wählen sind). Sie eignen sich für Transporte innerhalb eines Fabrikationsbetriebes, für die Förderung von Fertigprodukten von der Anfallstelle zum Magazin, zum Umstechen im Magazin sowie zur Zuleitung zur Absackung oder zur losen Verladung.

Je feiner das Gut vermahlen ist, desto höher kann das Mischungsverhältnis Gut zu Luft gewählt werden. Es ist durchaus möglich, 100 kg Produkt und mehr mit 1 kg Luft zu fördern. Es ergeben sich somit für gegebene Förderleitungen geringe Luftströme und kleine Gebläse, Rohre und Filter. Die Fördermengen je Strang lassen sich im weiten Bereich von 0,1 bis 50 t/h verändern.

Die technischen Einrichtungen sind ähnlich wie bei der pneumatischen Förderung von bisher beschriebenen Produkten und gehen aus dem Schema des Bildes 36 hervor. Ein elektrisch angetriebenes Gebläse 1 liefert die Förderluft. Das Gut läuft bei 10 in einen Trichter und durch die Zellenradschleuse 2 in die mit Schaugläsern versehene Förderleitung 3.

Bild 37 zeigt Ansicht und Querschnitt einer als Zellenrad wirkenden Schleuse für Fluidlift-Anlagen. Diese müssen wegen den kleinen Luftmengen und den verhältnismässig hohen Drücken sehr genau hergestellt werden. Je nach Bedarf werden Gehäuse und Deckel verchromt ausgeführt. Die Förderluft wird in einem geeignet geformten Kanal durch die Zellen des Schleusenrotors

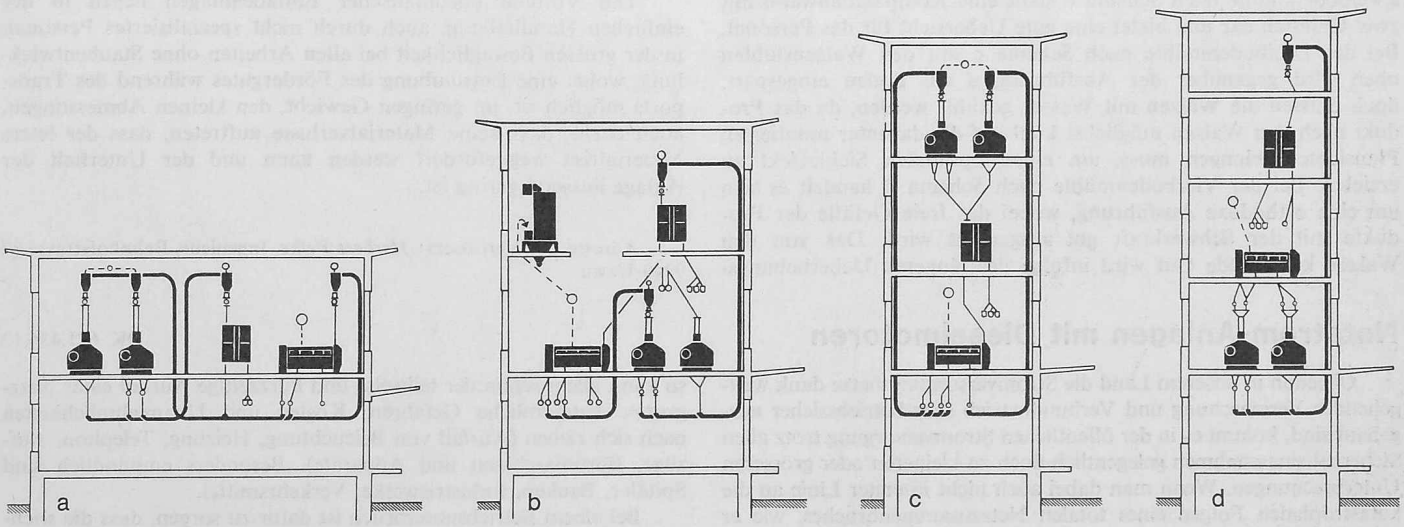


Bild 39. Verschiedenartige Anordnung der Apparate in modernen Mühlen. a Einbodenmühle, b Zweibodenmühle, c Dreibodenmühle, d Vierbodenmühle

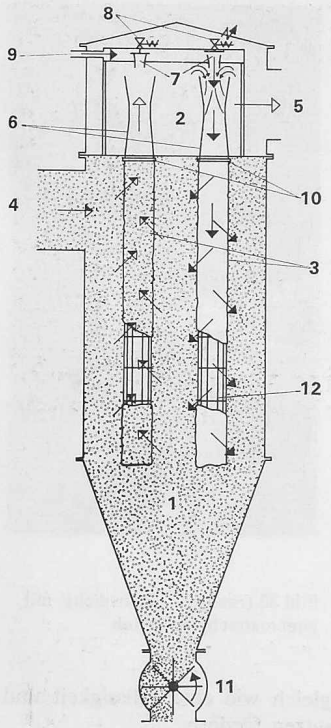


Bild 40. Düsenfilter mit Schlauchreinigung

1 Staubluftraum
2 Sauberluftkammer
3 Filterschläuche
4 Staubluft-Eintritt
5 Sauberluft-Austritt
6 Venturi-Rohre
7 Einblasdüsen
8 Ventile
9 Spüllufteintritt
10 Schnellschluss-Briden
11 Staubaustragschleuse
12 Drahtkörper zum Stützen der Schläuche 3

geführt, wodurch sich eine gute Durchmischung erzielen lässt. Rohrweichen nach Bild 38 ermöglichen jede gewünschte Schaltung der Förderrichtung und können entweder von Hand oder pneumatisch von einem zentralen Steuerpult aus betätigt werden.

Ergänzend ist noch zu erwähnen, dass die Firma Bühler für den Transport von Getreide sowie für Zwischen- und Endprodukte die pneumatische Förderung eingeführt und auf diesem Gebiet bahnbrechend gewirkt hat. Ihre besonderen Vorteile sind eine unübertroffene Reinlichkeit, stark verringerte Feuergefahr, grosse Anpassungsfähigkeit, freie Planung, kurze Montagezeit, günstige Raumgestaltung, gute Raumausnützung, gute Übersicht, besondere Eignung für die Fernbedienung von zentralen Warten aus, wodurch ein Betrieb weitgehend automatisiert werden kann.

Bild 39 zeigt, wie verschiedenartig die Apparate in modernen Mühlen heute angeordnet werden können. In allen Fällen lassen sich die pneumatischen Fördereinrichtungen zweckentsprechend einplanen, ohne grossen Raum zu beanspruchen oder die Übersicht zu beeinträchtigen.

Die Einbodenmühle nach Schema a wurde für Gebiete der Erde entwickelt, die öfters von Erdbeben gefährdet werden; sie bietet zudem eine vorzügliche Uebersicht für das Bedienungspersonal. Der Kraftbedarf liegt höher als bei den andern Anordnungen, da die Produkte öfters überhoben werden müssen und weil das freie Gefälle mit der Schwerkraft nicht genügend ausgenutzt werden kann. Vorteilhaft ist das kleine Gebäudevolumen. Die Zweibodenmühle nach Schema b stellt eine Kompaktbauweise mit zwei Galerien dar und bietet eine gute Uebersicht für das Personal. Bei der Dreibodenmühle nach Schema c mit den Walzenstühlen oben wird gegenüber der Ausführung d ein Boden eingespart, doch müssen die Walzen mit Wasser gekühlt werden, da das Produkt nach den Walzen möglichst kühl auf die darunter montierten Plansichter gelangen muss, um einen optimalen Sichteffekt zu erzielen. Bei der Vierbodenmühle nach Schema d handelt es sich um eine orthodoxe Ausführung, wobei das freie Gefälle der Produkte mit der Schwerkraft gut ausgenutzt wird. Das von den Walzen kommende Gut wird infolge des längeren Ueberhebungswegs kühler auf die Plansichter geleitet. Die Walzen haben keine Wasserkühlung. Der Bedarf an Gebäudegrundfläche ist gering.

Zum Reinigen von staubhaltiger Luft und zur Materialrückgewinnung werden in Getreidemühlen und anderen Betrieben der Lebensmittelverarbeitung Düsenfilter mit Schlauchreinigung nach Bild 40 mit Vorteil verwendet. Die staubhaltige Luft tritt bei 4 tangential in den zylindrischen Raum 1 ein, durchströmt dann mit geringer Geschwindigkeit von aussen nach innen die Filterschläuche 3, wobei sich ihr Staubgehalt an der äussern Oberfläche dieser Schläuche absetzt. Die gereinigte Luft gelangt dann nach oben in den Raum 2 und tritt bei 5 radial aus. Die Schläuche 3 stützen sich auf Drahtkörper 12 ab, die in deren Innern angebracht sind. Sie lassen sich durch Lösen der Schnellschlussbriden 10 rasch und mühelos auswechseln. Dazu wird eine am Blechmantel angebrachte Tür geöffnet.

Die Leistungsfähigkeit der Düsenfilter wird durch die Art der Reinigung beträchtlich erhöht. Man verwendet hiefür öl- und kondenswasserfreie Spülluft von niedrigem Druck. Diese tritt bei 9 in eine über dem Raum 2 angebrachte Druckkammer. Zum Reinigen eines Schlauches wird das entsprechende ferngesteuerte Ventil 8 geöffnet, worauf die Spülluft durch die Düse 7 mit grosser Geschwindigkeit austritt und dabei gereinigte Luft aus dem Raum 2 mitreisst. Das Gemisch durchströmt das Venturi-Rohr 6 und gelangt ins Innere des Schlauches. Es durchströmt nun die Schlauchwand von innen nach aussen mit angenäherter Schallgeschwindigkeit und nimmt dabei die dort haftenden Staubteilchen mit sich fort. Diese sammeln sich im untern Teil des Raumes 1, wo sie mittels einer Rotations-Zellenradschleuse 11 ausgetragen werden. Diese Reinigungsart durch Gegenluftstösse erfolgt wartungsfrei nach einem bestimmten Programm durch volltransistorisierte elektrische Steuerung. Sie ermöglicht eine hohe Belastbarkeit der verfügbaren Filterfläche und ergibt einen ungewöhnlich hohen Sauberkeitsgrad der gereinigten Luft. Es können gleichzeitig mehrere Filter an das gleiche Spülluftaggregat angeschlossen werden. Die einzelnen Schläuche weisen einen Durchmesser von 120 mm und Filterflächen von 0,43 bis 0,65 m² auf. Gebaut werden Typen mit 4 bis 48 Schläuche und Filterflächen von 1,7 bis 31,2 m². Der Düsenfilter lässt sich für Saug- oder Druckbetrieb einsetzen. Da er keine mechanisch bewegten Teile aufweist, ist der Verschleiss gering.

Im allgemeinen unterscheidet man vier Gruppen von pneumatischen Transporten, nämlich 1. den Umschlag von Überseeschiffen in den Häfen zu den Hafensilos oder Eisenbahnwagen bzw. von Eisenbahnwagen oder Behälterfahrzeugen in Siloanlagen, 2. die internen Transporte von Getreide in der Mühlenreinigungsabteilung, 3. die Förderung während des Vermahlungsprozesses und 4. den Transport des Mehles zum und im Mehlsilo.

In aller Welt arbeiten bereits weit über 300 pneumatische Schiffsentladeanlagen, wovon 223 mit Leistungen bis 50 t/h, 88 mit Leistungen über 50 t/h und einige mit Leistungen zwischen 100 bis 150 t/h. Neben Weizen werden auch alle anderen Getreidesorten, Hülsenfrüchte, Ölfrüchte, rieselfähige Schüttgüter usw. gefördert. Daneben gibt es auch noch fahrbare pneumatische Entladeaggregate in bequemer Blockform für Saug- und Druckbetrieb.

Die Vorteile pneumatischer Entladeanlagen liegen in der einfachen Handhabung, auch durch nicht spezialisiertes Personal, in der grossen Beweglichkeit bei allen Arbeiten ohne Staubentwicklung, wobei eine Entstaubung des Fördergutes während des Transports möglich ist, im geringen Gewicht, den kleinen Abmessungen, auch darin, dass keine Materialverluste auftreten, dass der letzte Materialrest weggefördert werden kann und der Unterhalt der Anlage äusserst gering ist.

Adresse des Verfassers: *Herbert Velke*, Ingenieur, Bahnhofstrasse 97 9240 Uzwil

Notstrom-Anlagen mit Dieselmotoren

DK 621.436.12

Obschon in unserem Land die Stromversorgungsnetze dank weitgehender Vermaschung und Verbundbetrieb sehr betriebssicher ausgebaut sind, kommt es in der öffentlichen Stromversorgung trotz allen Sicherheitsmassnahmen gelegentlich doch zu kleineren oder grösseren Unterbrechungen. Wenn man dabei auch nicht in erster Linie an die katastrophalen Folgen eines totalen Netzzusammenbruches, wie er sich kürzlich im Gebiet von New York ereignet hat, denken muss, so kann allein schon der teilweise und kurzzeitige Ausfall einer Netzgruppe beträchtliche Gefahren, Kosten und Unannehmlichkeiten nach sich ziehen (Ausfall von Beleuchtung, Heizung, Telephon, Aufzüge, Büromaschinen und Apparate). Besonders empfindlich sind Spitäler, Banken, Industriewerke, Verkehrsmittel.

Bei einem Betriebsunterbruch ist dafür zu sorgen, dass die wichtigsten Verbraucher in Betrieb gehalten werden können. Diese Sicher-