Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87 (1969)
Heft: 33

Artikel: Entwicklungstendenzen im Giessereimaschinenbau
Autor: Hikl, Otto
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70749

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: 07.01.2026

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

87. Jahrgang Heft 33 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 14. August 1969
HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Entwicklungstendenzen im Giessereimaschinenbau

DK 621.742:621.747

Von **Otto Hikl**, Neuhausen a. Rheinfall

1. Einleitung

Auf lange Sicht gesehen, führt die Entwicklung in der Giesserei-Industrie zum mehr oder minder automatisierten Betrieb, welcher in Grossserien ein spezialisiertes Fertigungsprogramm bestreitet. Der Marktbedarf wird dann von einer Anzahl Grossbetriebe gedeckt, und nur wenige Mittelbetriebe werden durch die zwangsläufigen Lücken in den spezialisierten Fertigungsprogrammen der Grossen ihre Existenz finden. Die Auffassung, dass die nächsten zehn bis zwanzig Jahre nur ein Bruchteil der Giessereien überleben wird [1], bestätigt bereits die in den letzten Jahren eingesetzte und immer schneller fortschreitende Entwicklung. So verringerte sich zum Beispiel die Anzahl der Graugiessereien in den USA von 2800 Betrieben im Jahre 1951 auf 1700 Betriebe im Jahre 1965 bei gleichzeitig leicht erhöhter Gussproduktion [2]. Die gleichen Verhältnisse findet man auch in den europäischen Industriestaaten; so schlossen zum Beispiel in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten dreizehn Jahren 250 Giessereien ihre Tore [2a]. Die im Konkurrenzkampf stehenden Giessereien sind gezwungen, mehr, besser und billiger zu produzieren. Dies ist nur durch Rationalisierung und Automatisierung erreichbar. Der Giessereimaschinenbau hat diese Entwicklung rechtzeitig erkannt und ist heute bereits in der Lage, mit bewährten Aggregaten die Giesserei von morgen auszurüsten. Da aber nicht immer die notwendigen Investitionsmittel zur Verfügung stehen, um auf grüner Wiese eine automatisierte Giesserei neu aufzubauen, bzw. in bestehenden Betrieben die Produktion nicht auf längere Zeit unterbrochen werden kann, muss der Giessereimaschinenbau auch in der Lage sein, etappenweise die Fertigung zu verbessern. Dabei wird gewöhnlich mit jenen Betriebsteilen begonnen, welche eine Rationalisierung am notwendigsten haben und deren Erneuerung bei relativ niedrigem Kosteneinsatz den grössten Erfolg verspricht [3]. Wegen der Aktualität dieser etappenweisen Rationalisierung werden im folgenden aus dem Gesamtkomplex des Giessereimaschinenbaues nur jene Teile herausgegriffen, die bisher in vielen Fällen im Betrieb am meisten vernachlässigt wurden.

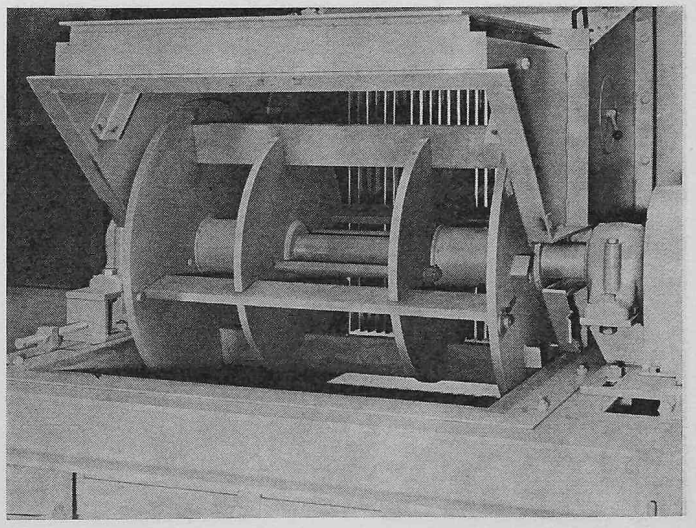
Wie bekannt, gehört die Fertigkeit, Metalle in Formen zu giessen, zu den ältesten Kenntnissen der Metallverarbeitung. Jahrhundertelang wurden diese Kenntnisse lediglich handwerklich genützt, und erst verhältnismässig spät fand hier die industrielle Technik Zugang. Der Giesser hatte sich lange Zeit nur für die Gattierung und Schmelzführung und dann für die Form- und Anschnitt-Technik interessiert und hiermit auch grosse Erfolge erzielt. Das Bestreben, diese Erfolge dann im industriellen Zeitalter mit Hilfe der Technik weiter auszubauen, fand seinen Niederschlag zuerst in der Entwicklung von Schmelz- und Kupolöfen und erst wesentlich später auch im Bau von Formmaschinen. Deswegen sind auch heute im allgemeinen die Giessereien besser mit Formanlagen ausgerüstet als mit Schmelzanlagen [4]. Die Formstoffe selber wurden aber, wie ein Blick in die Literatur beweist, bis ins zwanzigste Jahrhundert sehr stiefmütterlich behandelt, und auch das Interesse des Giessers am Gussstück erlosch gewöhnlich nach gelungener Fertigstellung. Betrachtet man aus diesem Blickwinkel einen Giessereibetrieb, so findet man in den weitaus meisten Fällen sofort jene Stellen, die geradezu gebieterisch nach Verbesserung verlangen: Sandaufbereitung und Putzerei. Hier hat heute auch der Giessereimaschinenbau die besten Aussichten, kurzfristig die grössten Erfolge zu erzielen. Erfolg heisst in diesem Falle, durch geeignete Maschinen die Selbstkosten zu senken und den Guss zu verbessern. Die verschiedenen Giessereimaschinen müssen dabei, sowohl einzeln für sich in bestehenden Anlagen eingebaut eine Verbesserung bringen, als auch in einer Neuanlage verwendbar sein mit dem Endziel einer automatisierten Giesserei.

2. Sandaufbereitung und Sandprüfung

In den Giessereien werden die Formen zum überwiegenden Teil aus feuchtverdichteten, tongebundenen Formsanden hergestellt. Zur Herstellung einer Form wird mindestens das drei- bis fünffache des Gussstückgewichtes an Formsand benötigt. Dieser wird als Kreislaufmaterial verwendet und unterliegt durch die Temperatureinwirkung beim Abgiessen ständigen Veränderungen [5]. In der Sandaufbereitung muss er dann wieder zu einem gebrauchsfähigen, formgerechten Zustand so aufbereitet werden, dass er immer mit konstanten Eigenschaften der Formerei zur Verfügung steht. Diese Aufgabe ist heute wichtiger denn je, denn die mechanisierte und besonders die automatisierte Formgebung erfordert wegen der einmal festgelegten Verdichtungsarbeit usw. immer gleichbleibende Sandeigenschaften.

Die Treffsicherheit jeder Enderzeugung ist in erster Linie von der Gleichmässigkeit aller daran beteiligten Stoffe und Verfahren abhängig. Um diese Gleichmässigkeit zu gewährleisten, wurde eine Anzahl Aufbereitungsmaschinen entwickelt [5a]. Der Sand kommt zuerst in die Altsandschleuder, Bild 1. Diese löst die im Sandstrom vorhandenen Knollen so auf, dass verwendbarer Sand abgesiebt werden kann und beim Sieben der nicht mehr verwendbare Sand ausgetragen wird. Diese selektive Wirkung wird mit einem Schlagrotor bestimmter Umfangsgeschwindigkeit in Verbindung mit einem beweglichen Prallrost erreicht. Altsandgemische mit verschiedener Temperatur, verschiedener Feuchtigkeit und unterschiedlichem Ausbrennungsgrad werden in der Homogenisier- und Befeuchtungstrommel, Bild 2, intensiv und rasch homogenisiert. Der in die rotierende Trommel eingegebene Sand fächert sich in verschiedenen Richtungen auf und bildet einen Sandschleier. Besondere Mischwerkzeuge und sonstige Leitelemente sind hierzu nicht notwendig. In den Sandschleier werden entsprechend der jeweiligen Sandtemperatur und der Restfeuchtigkeit bestimmte Mengen Wasser eingesprüht. Dadurch wird eine

Bild 1. Altsandschleuder Typ SAS



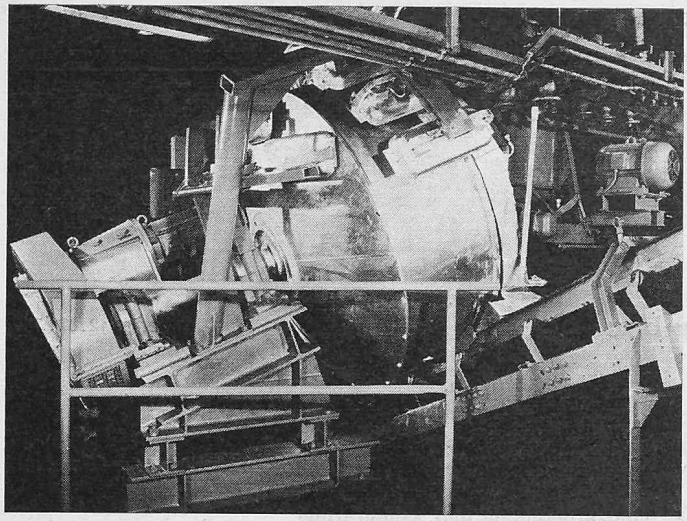


Bild 2. Homogenisier- und Befeuchtungstrommel System Bührer

grosse Sandoberfläche mit einer grossen Wasseroberfläche in Berührung gebracht. Dies gibt eine rasche und gleichmässige Befeuchtung des Sandes. Die Wasserzugabe in den Sand wird automatisch so geregelt, dass der Wasserverlust, der beim nachfolgenden Kühlen durch Verdunsten entsteht, berücksichtigt wird. Das Versprühen mit mehreren Batterien Düsen ergibt bei jeder praktisch vorkommenden Wassermenge optimale, durch Versuche ermittelte Tropfengrössen. Die wirksame Kühlung erreicht man dann im Sandkühler, Bild 3, durch das Ausnützen der Verdunstungskälte des Wassers. Der ganze Kühlprozess erfolgt in einem einzigen Arbeitsgang. Der Sand wird auf ein gelochtes Förderband locker aufgeschüttet und bleibt hier während des Kühlvorganges in unveränderter ruhiger Schichtung liegen. Von unten her bläst Luft durch die Lochung und durchströmt den Sand mit geringer Geschwindigkeit. Dadurch hat der Luftstrom genügend Zeit, sich mit Wasserdampf zu sättigen, wobei jedoch keinerlei Feinanteile wie Binder, Kohlenstaub usw. mitgerissen werden. Die Abluft braucht deswegen nicht entstaubt zu werden und lässt sich ohne weiteres direkt ins Freie leiten. Auf die vorgeschriebene Temperatur rückgekühlt, verlässt der Sand das Kühlaggregat praktisch unabhängig davon, mit welcher Eintrittstemperatur er dem Kühler zugeführt wurde. Die Betriebskosten sind niedrig. Insbesondere ist die Antriebsleistung des Ventilators für die Kühlluft gering, da nur mit geringen Luftgeschwindigkeiten und kleinem Druck gefahren wird.

Bei einer Sandaufbereitungsanlage muss man dem eigentlichen Aufbereitungsaggregat [6] besondere Beachtung schenken, denn von seiner Wirkungsweise hängt einerseits die Güte des aufbereiteten Sandes ab und anderseits die wirtschaftliche Nutzung der Zuschlagstoffe. Um hier bestmögliche Ergebnisse zu erzielen, werden besondere Mixer verwendet. Die Aufbereitung im Mixer dient vor allem dem Zweck, die Quarzkörner gleichmässig mit Binder und Zuschlagstoffen zu umhüllen [7]. Welche Arbeit da zu leisten ist, macht folgendes deutlich: Eine Tonne Quarzsand mit rund 0,25 mm mittlerer Korngrösse enthält etwa 65 Mrd Sandkörner, deren gesamte Oberfläche etwa 13 000 m² beträgt. Auf diese Oberfläche müssen nun in wenigen Minuten Binder, Zuschlagstoffe und Wasser *gleichmässig* verteilt werden. Für hohe Durchsatzleistungen empfiehlt sich besonders ein kontinuierlich arbeitender Mischer, Bild 4. Dem Prinzip nach handelt es sich um einen Doppelmischer, in welchem das auf einer Stelle kontinuierlich zugeführte Mischgut plus Zuschlagstoffe in einer achtförmigen Bahn homogenisiert, geknetet und gerieben wird. So bildet sich im Mischer eine Schicht von ausgezeichnet aufbereitetem, zirkulierendem Sand, in welchen das zufliessende Beschickungsmaterial fortlaufend eingearbeitet wird. Dadurch werden Unterschiede in der Zusammensetzung ausgeglichen. Der Ausstoss an aufbereitetem Sand richtet sich nach der dem Mischer zugeführten Beschickungsmenge. Während der ganzen zur Verfügung stehenden Arbeitszeit wird ohne Totzeiten das Mischgut behandelt, wodurch eine optimale Aufbereitung erreicht wird. Bei der Formsandaufbereitung war die Frage nach einer automatischen Regelung des formgerechten Zustandes lange Zeit ungelöst. Die bisher beste Lösung des Problems der steuerungsmässigen Erfassung des Befeuchtungsgrades eines Formsandes wurde mit dem Siebbarkeitsprinzip (Moldability) nach *H. W. Dietert* [8] gefunden. Weil der Wasserbedarf bei verschiedenen Sanden unterschiedlich ist und auch bei einem bestimmten Kreislaufsand verschiedenen Schwankungen unterliegt, sind Methoden, welche den formtechnisch entscheidenden Befeuchtungsgrad eines Sandes in dessen Abhängigkeit vom Wasserbedarf konstant hält, besser geeignet als absolute Wassergehaltsmessverfahren [9]. Das Siebbarkeitsprinzip macht sich die Tatsache zunutze, dass ein Sand um so leichter durch ein Sieb geht, je trockener er ist. Auf diesem Prinzip beruhend, wurde ein Prüf- und Regelgerät, Bild 5, entwickelt, welches an einem Chargen- oder Durchlaufmischer angebaut, automatisch über die Wasserzugabe den formgerechten Zustand einstellt. Es entnimmt dem Mischer laufend einen geringen Sandanteil, der über eine Vibrationsrinne mit verschieden grossen Schlitzen geleitet wird. Bedingt durch die beim Befeuchten eintretende Änderung der Kohäsion und des Sandvolumens fallen je nach Grad der Formbarkeit unterschiedliche Mengen durch diese Schlitze und lösen über Photozellen Impulse zur Wasserzugabe aus. Die Breite der Schlitze ist so eingestellt, dass sie der Sand im formgerechten Zustand überbrückt, wodurch die Wasserzugabe endet. Erst mit dieser Steuervorrichtung wurde die tatsächliche Automatisierung der Sandaufbereitung ermöglicht. Um gute Gussoberflächen zu erreichen, soll nach Möglichkeit der aufbereitete Sand vor dem Formen noch aufgelockert und verfeinert werden. Hierzu wird eine Fertigsandschleuder, Bild 6, verwendet, welche mit zwei Schleuderrotoren mit pfeilförmigen Schlagleisten arbeitet.

Bild 3. Sandkühler System Bührer

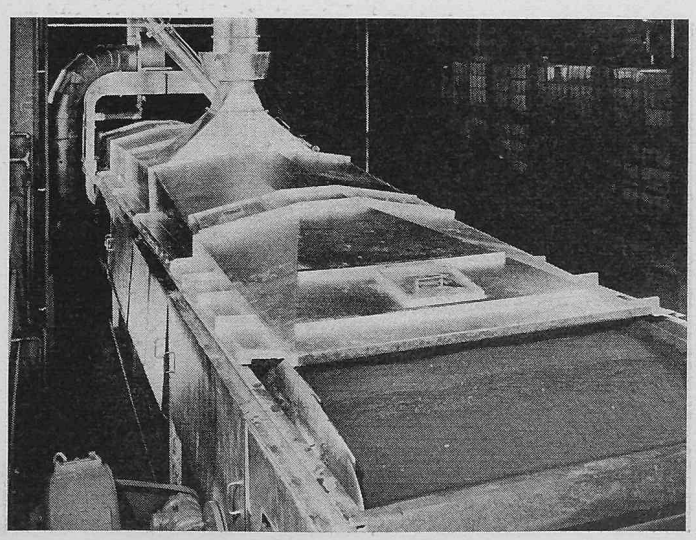
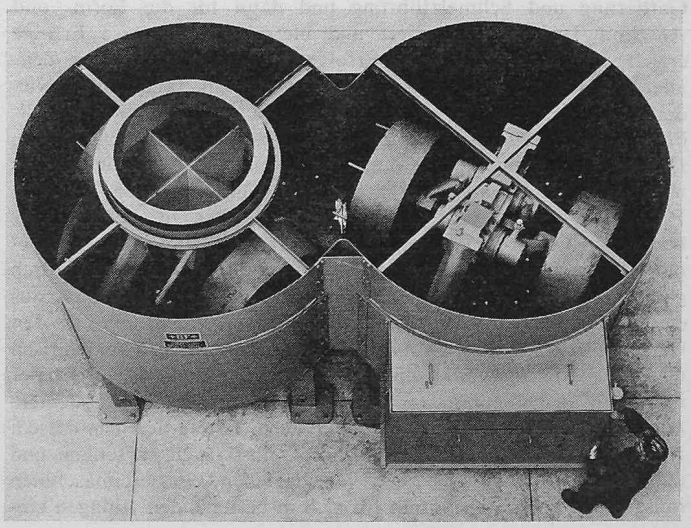


Bild 4. Doppelmischer Multi-Mull System Simpson



Ein Rotor schält vom Förderband den Sand schichtweise ab und schleudert ihn dem zweiten Rotor zu, der ihn erfasst, zerteilt und weiterwirft.

Die vorstehend erwähnten Maschinen können in bestehenden Sandaufbereitungsanlagen zur Verbesserung der Sandqualität Verwendung finden. Hauptanwendungsgebiet ist natürlich der Bau von modernen Sandaufbereitungsanlagen. Das Grundprinzip einer solchen Giessereisandaufbereitungsanlage lässt sich etwa folgendermassen beschreiben:

1. Ausscheiden aller Eisenteile, harter Sandknollen, ganz allgemein aller störenden Fremdkörper
2. Homogenisieren und Vorbefeuchten in der Homogenisierungs- und Befeuchtungstrommel
3. Abkühlen im Sandkühler und Altsandfeuchtigkeitsregulierung
4. Mischen und Kneten im Mixer bei automatischer Zuteilung von Binder und Kohlenstaub und automatische Einstellung des formgerechten Zustandes im aufbereiteten Sand
5. Schleudern zum Bilden eines feinkrümeligen Sandes mit besten Verarbeitungseigenschaften.

Diese einzelnen Aufbereitungsstufen müssen bereits bei der Projektierung gebührend berücksichtigt werden. Projektierung von Sandaufbereitungsanlagen heisst allerdings nicht die grössenmässige Abstimmung bewährter Aggregate auf den Sandanfall und Verbindung derselben mit entsprechenden Transportvorrichtungen. Solche Projekte führen zu herkömmlichen Aufbereitungsanlagen, welche in keiner Hinsicht die bestmögliche Lösung darstellen. Es wurden daher neue Wege bei der Konstruktion von Formsandaufbereitungsanlagen beschritten. Im nachfolgenden wird eine herkömmliche Sandaufbereitungsanlage einer nach neuen Gesichtspunkten entworfenen bei gleicher Leistung gegenübergestellt, wobei ein direkter Vergleich möglich ist, da die selben Einzelaggregate Verwendung finden.

Bei einer zu projektierenden Sandaufbereitungsanlage sollen zum Beispiel 80 t/h Einheitssand aufbereitet werden. Grundsätzlich ist erst zu klären, ob chargenweise oder kontinuierlich gearbeitet werden soll. Aus wirtschaftlichen Gründen ist einer kontinuierlichen Arbeit der Vorzug zu geben, da bei gleicher Durchsatzleistung beim Chargenbetrieb wegen der Totzeiten für den Füllwechsel ein erhöhter Investitionsaufwand notwendig wird. Dementsprechend müssten bei Chargenbetrieb drei Mischer gegenüber nur einem bei kontinuierlichem Durchlauf verwendet werden. In Bild 7 ist der Platzbedarf für eine herkömmliche Sandaufbereitungsanlage sowohl mit Chargenmischer als auch mit Durchlaufmischer einer solchen nach neuem Konzept gegenübergestellt, gleichzeitig wird der prinzipielle Unterschied ersichtlich. Der Sand wird stets so wenig wie möglich zwischengelagert und durchströmt in einem ununterbrochenen Strom alle Aufbereitungsstadien. Dadurch vermindert sich auch beträchtlich die insgesamt notwendige Sandmenge. Durch den Wegfall der bei herkömmlichen Anlagen notwendigen Becherwerke mit ihren Überhöhungen an den Kopfseiten entstehen geringere Bauhöhen. Ein entscheidender Grund für das geringe Bauvolumen liegt sodann im Verzicht auf grosse Sandbunker mit ihren schweren Stützkonstruktionen, weil der zuverlässige, im Durchlaufverfahren arbeitende Sandkühler sie weitgehend überflüssig macht. Wegen der ausserordentlich schlechten Wärmeleitfähigkeit bringt das blosse, wenn auch längere Lagern der Altsande in Bunkern nur wenig Kühlung. Die grosse Wichtigkeit der wirkungsvollen Rückkühlung des Altsandes auf Raumtemperatur ergibt sich aus den in einem automatisierten Giessereibetrieb nicht mehr tragbaren Nachteilen des nicht oder nur wenig gekühlten Sandes. Diese sind:

1. Kleben an der Modellplatte, Formbeschädigung oder Zerstörung beim Abheben der Form
2. Gefahr von Feuchtigkeitsverlust durch Verdampfen von Wasser im heissen Sand nach dem Mischen. Wenn dieser Verlust beim Mischen nicht berücksichtigt wird, kommt der Sand zu trocken und zu wenig plastisch auf die Modellplatte, was wiederum zu schlechten Gussoberflächen und zu Ausschuss führt
3. Die heisse, zum Teil noch dampfende, hoch mit Wasserdampf gesättigte Porenluft kondensiert an den Wänden der Aufbereitungsaggregate und baut dicke klebrige Schichten auf, die mit der Zeit sehr hart werden. Dies führt
   a) in Bunkern und Entnahmesilos zur Brückenbildung und zeitraubenden Störungen bei der Sandentnahme

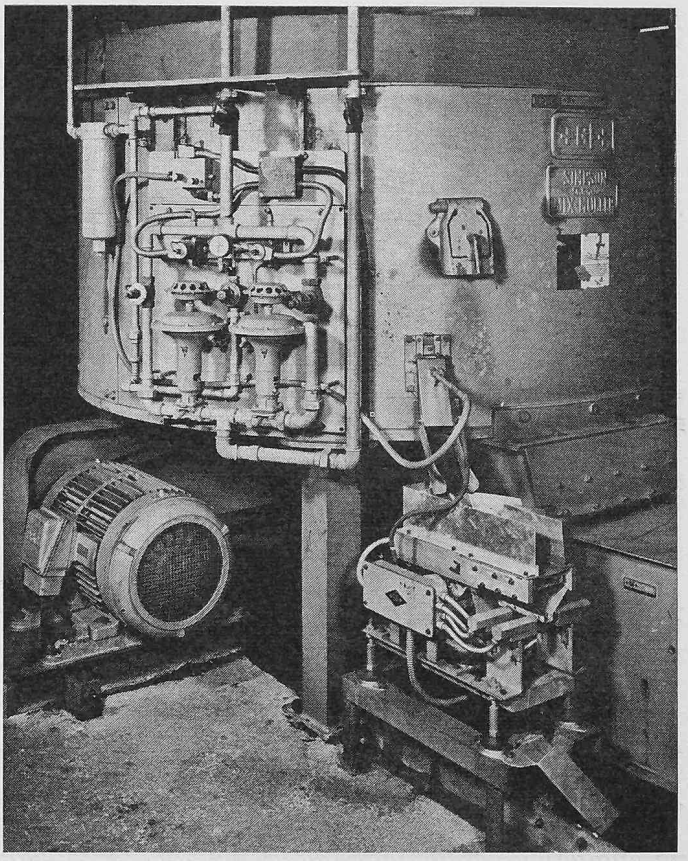
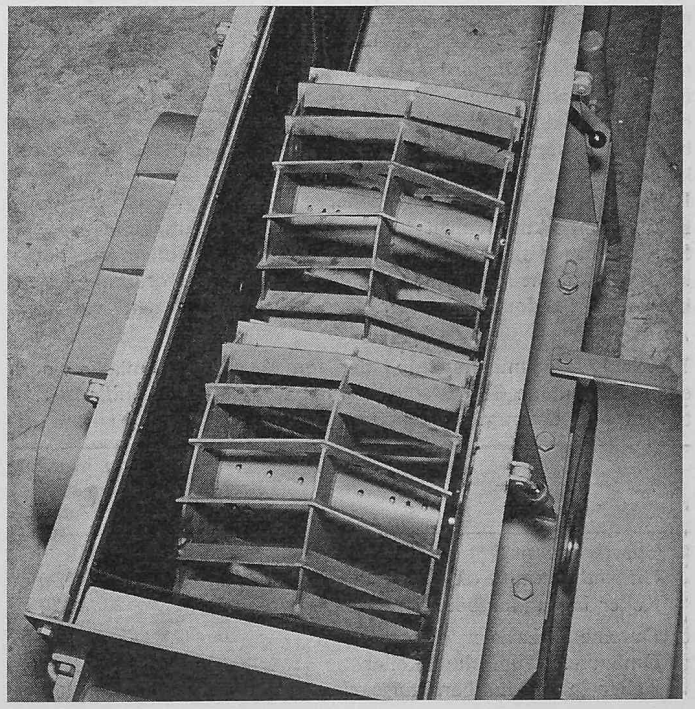


Bild 5. Prüf- und Regelgerät «Moldability Controller» System Dietert, an einem Mischer angebaut

   b) zu teilweisen Verstopfungen der Becherwerke als Folge von Sandaufbau und Verhärtungen im Becherwerkfuss
   c) in Mischern zu übermässigem Verschleiss an den Mischpflügen
   d) zu erhöhter Gefahr des Verstopfens der Siebe in der Anlage
4. Stark wechselnde Altsandfeuchtigkeit bei ungenügender Homogenisierung erschwert die korrekte Wasserdosierung, daher werden streuende Feuchtigkeiten entstehen
5. Die heisse Luft in ungenügend gekühltem Sand verursacht thermischen Auftrieb. Überall, wo der Sand fällt, werden Fein-

Bild 6. Fertigsandschleuder Typ SSB



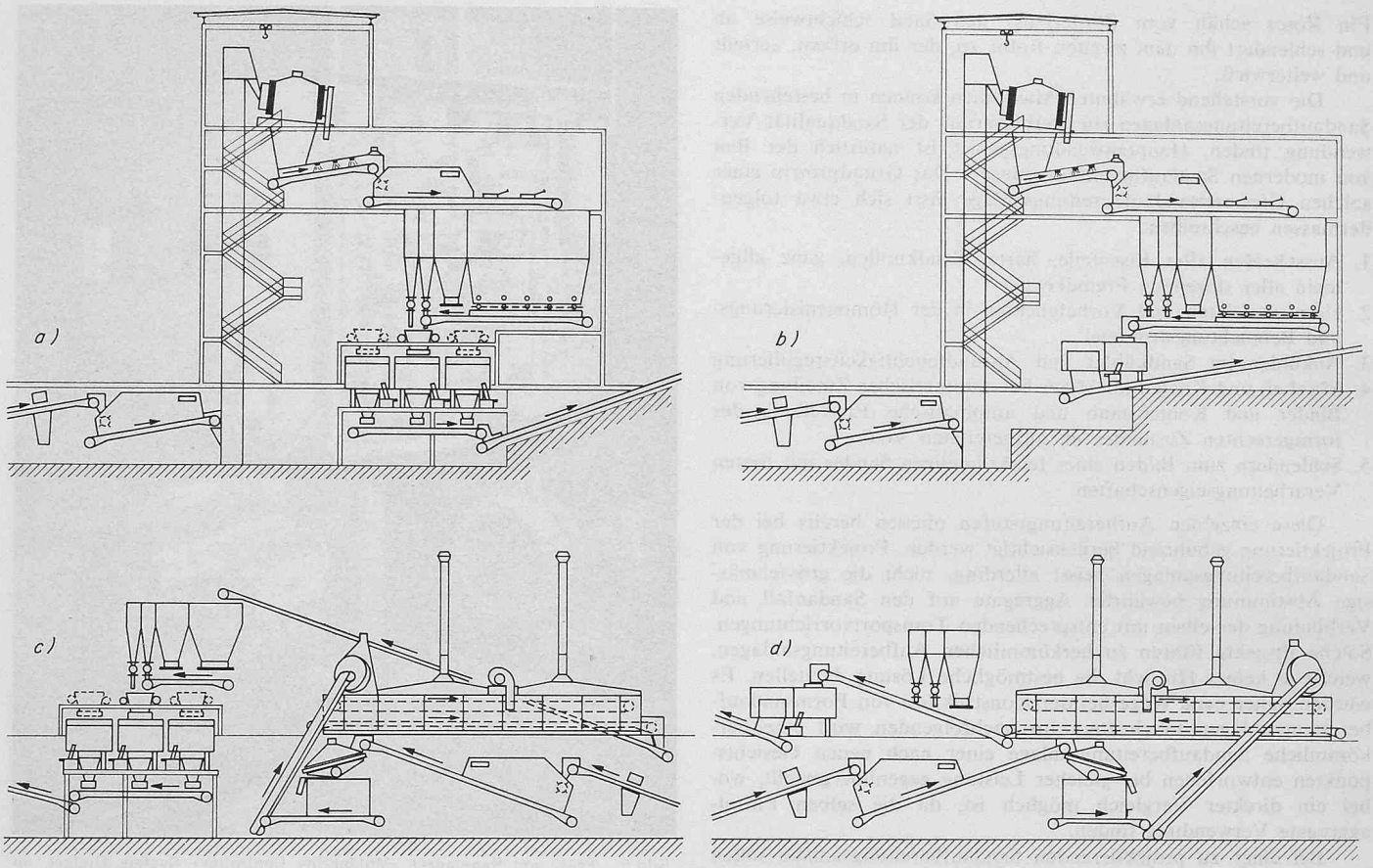


Bild 7. Installationsvergleich zwischen der herkömmlichen Sandaufbereitung und der neuen GF-Bauart. Durchsatz 80 t/h, mittlere Aufbereitungszeit 2,7 min

a herkömmliche Anlage mit drei Mischern Simpson Mix-Muller SIM G 24

b herkömmliche Anlage mit Mischer Simpson Multi-Mull 2 G 24

c neue Bauart mit Sandkühler System Bührer und drei Mischern Simpson Mix-Muller SIM G 24

d neue Bauart mit Sandkühler System Bühler und einem Mischer Multi-Mull 2 G 24

teile mit der aufsteigenden Luft mitgerissen, und es entstehen weitreichende Staubablagerungen in der Aufbereitungsanlage. Der Besen wird neben dem Hammer zum weiteren unentbehrlichen Werkzeug. Die gefürchtete Silikosegefährdung tritt auf. Der Verlust an noch aktivem Ton und Kohlenstaub führt zu erhöhten Aufbereitungskosten.

Der verfahrenstechnisch grundsätzliche Unterschied der neuen zur herkömmlichen Bauweise, nämlich die Verwendung eines niedrig gebauten Sandkühlers, verhindert obige Nachteile; ein störungsfreier Betrieb wird dadurch sichergestellt. Vergleicht man nun die beiden Bauarten einer Einheitssandaufbereitungsanlage mit 80 t Stundenleistung, so ergibt sich ein Raumbedarf nach Tabelle 1. Allein schon die geringeren Gebäudekosten sprechen bereits für die neue Bauart. Trotz zusätzlicher Kühleinrichtung kommt die neuartige Sandaufbereitungsanlage infolge geringeren Raumbedarfes, Wegfall von Becherwerken und grossen Sandbunkern usw. praktisch nicht teurer als eine herkömmliche Anlage. Sie bietet aber allein die Gewähr einer wirkungsvollen Sandrückkühlung und stellt somit die eingangs gestellte Forderung nach konstanter Sandqualität sicher. Der ganze Ablauf wird vollautomatisiert, so dass in der Regel nur eine Aufsichtsperson mit fast ausschliesslichen Kontrollaufgaben benötigt wird. Selbstverständlich kann eine solche automatische Sandaufbereitungsanlage auch für die Aufbereitung von Modell- und Füllsand konstruiert werden, Bild 8, wie sie zum Beispiel für die automatischen Bührer Form- und Giessanlagen [10] Verwendung findet.

Tabelle 1. Gegenüberstellung der von einer herkömmlichen und einer nach neuen Gesichtspunkten gebauten Einheitssandaufbereitungsanlage benötigten, umbauten Räume (Leistung 80 t/h)

	Raumbedarf in m³ herkömmliche Anlage	neue Anlage
a. Chargenmischer:		
Umbauter Raum ohne Keller	3610	2500
Keller in Sandaufbereitungsanlage	415	270
b. Durchlaufmischer:		
Umbauter Raum ohne Keller	3610	2350
Keller in Sandaufbereitungsanlage	130	25

Die unumgängliche Forderung nach ständig gleichmässig anfallenden Sandqualitäten setzt natürlich eine Auswahl des geeigneten Materials voraus und lässt eine Kontrolle des ständigen Veränderungen ausgesetzten Kreislaufmaterials [5] als selbstverständlich erscheinen. Die Notwendigkeit einer systematischen Formsandprüfung [11] ist heute Voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung [12] in einer Giesserei. Dies bedingt die Einrichtung eines Giessereiformstofflaboratoriums [13], für dessen Ausstattung 50 besonders entwickelte Sandprüfapparate zur Verfügung stehen. Die Entwicklungstendenz neuer Formsandprüfapparate [14] geht eindeutig in Richtung einer Prüfung unter Betriebsbedingungen. Da jede Giesserei auf die Hilfe der Formsandprüfung angewiesen ist, seien die neuesten Entwicklungen auf diesem Gebiete kurz erwähnt: Jegliche Laboratoriumsprüfung, welche das Verhalten von Formsanden auf betrieblichen Formmaschinen und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften des verdichteten Sandes studieren, voraussagen oder berichtigen will, muss die Verdichtungscharakteristiken der Formmaschinen soweit wie möglich nachahmen und insbesondere die Art der Sandzumessung als entscheidende Verdichtungsvoraussetzung berücksichtigen [15]. Dazu wurde eine besondere Rüttelpresse entwickelt, Bild 9a. Sie ermöglicht die Herstellung normal bemessener, zylindrischer Prüfkörper unter betriebsmässigen Bedingungen (Formverdichtung durch Rütteln, Pressen oder Rüttelpressen). So hergestellte Prüfkörper zeigen im Gegensatz zum Normprüfkörper das tatsächliche Betriebsverhalten des Sandes. So nimmt zum Beispiel das Raumgewicht entsprechend dem Schüttgewicht beim Rüttelpressen mit steigendem Wassergehalt stark ab. Besonders hoch ist

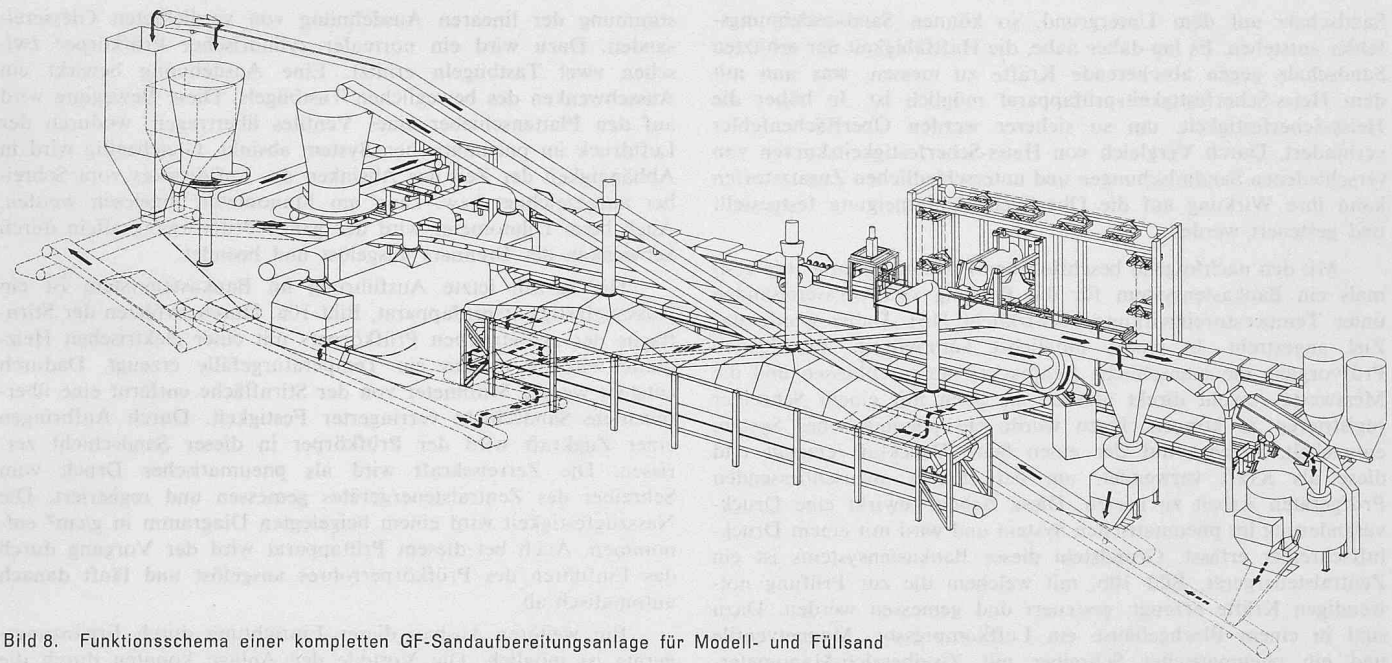


Bild 8. Funktionsschema einer kompletten GF-Sandaufbereitungsanlage für Modell- und Füllsand

die Wasserempfindlichkeit in der Gegend der formgerechten Befeuchtung. Ausserdem steigt die Gasdurchlässigkeit mit zunehmendem Wassergehalt, während die Gründruckfestigkeit mit stärkerer Überfeuchtung rasch auf einen konstanten Minimalwert abfällt. Steigender Tongehalt bei formgerechtem Wassergehalt bringt beim Rüttelpressen kaum einen Festigkeitsanstieg. Für den effektiven Wassergehalt im verdichteten Sand wurde eine neue Dimension gefunden. Volumenmässig betrachtet, wird er völlig relativ und verdichtungsabhängig. Die Formsandprüfung mit der praxisnahen Verdichtung des Prüfkörpers auf dieser Rüttelpresse erlaubt die unmittelbare Übertragung von Laborwerten auf das Betriebsgeschehen. Die übliche Normprüfung ist wohl zur Kontrolle der Gleichmässigkeit eines Sandes und zur Bindemittelprüfung geeignet, sie kann aber nicht das Betriebsverhalten eines tongebundenen Formsandes erfassen.

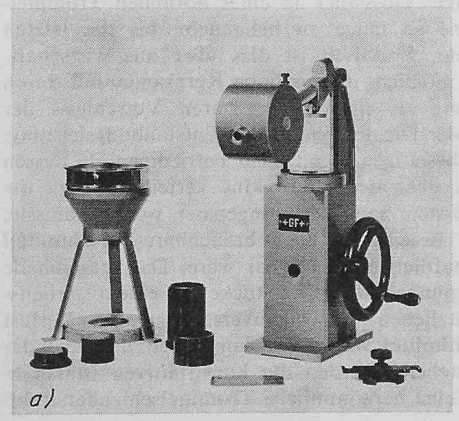
Der optimale formgerechte Zustand eines Formsandes kann nicht mit einem absoluten Wassergehalt definiert werden. Jeder Formsand hat einen eigenen Wasserbedarf, der in einem Kreislaufsand zudem erheblich schwanken kann. Angestrebt wird ein konstanter *Befeuchtungsgrad,* der aber nicht einem konstanten Wassergehalt entspricht. Gleicher Befeuchtungsgrad äussert sich in gleicher Verdichtbarkeit [9]. Die Verdichtbarkeit eines Sandes wird definiert durch die prozentuale Höhenabnahme volumetrisch dosierten, auf die gleiche Ausgangshöhe geschütteten Sandes nach dem Verdichten mit einer stets gleichen Presskraft. Zur Kontrolle der Verdichtbarkeit des Sandes wurde ein besonderes Prüfgerät entwickelt, Bild 9b.

Die Verdichtbarkeitsprüfung ist besonders für Sandkreislaufsysteme in automatisierten Giessereien geeignet. Sie ist schnell, einfach und sicher reproduzierbar. Je feuchter der Sand ist, um so grösser ist die Höhenabnahme beim Verdichten. Für einen gleichen formgerechten Zustand ist die Verdichtbarkeit gleich. Für einen üblichen handformgerechten Befeuchtungsgrad beträgt sie unabhängig von der Sandzusammensetzung 45 %. Damit kann man erstmals mit Sicherheit einen bestimmten formgerechten Zustand definieren, prüfen und einhalten. Der Wassergehalt für eine festgelegte Verdichtbarkeit (zum Beispiel 45 %) ist ein direktes Mass für den Wasserbedarf eines Sandes, dessen Kenntnis besonders in Fällen hohen Automatisierungsgrades sehr wichtig ist. Die Höhenabnahme beim Verdichten des Sandes auf einer Formmaschine muss vom Sand diktiert werden und nicht vom möglichen Verdichtungsweg der Formmaschine. Nur so ist Gewähr geboten, dass die Verdichtungsenergie voll ausgenützt und auf den Sand übertragen wird.

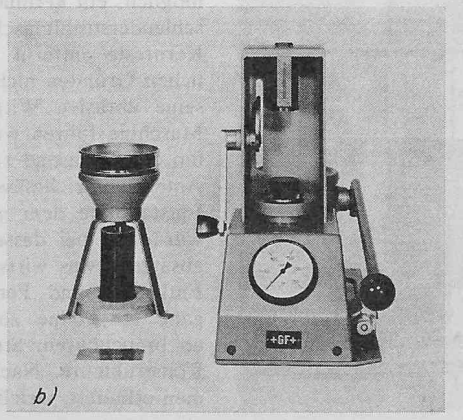
Aus dem Bedürfnis nach einer praxisnahen Versuchsmöglichkeit für die Haftung einer durch hohe Strahlungstemperatur schockartig erhitzten Sandschale, wie sie beim Abgiessen in einer Sandform entsteht, wurde ein Heiss-Scherfestigkeitsprüfapparat entwickelt, Bild 9c. Die Hitzestrahlung wurde so weit wie möglich den in der Praxis vorhandenen Verhältnissen angepasst. Die gewählte Lösung ergibt diesen Zustand durch eine elektrische Strahlungsheizung von 1250 ° C Eigentemperatur in geringem Abstand von der Sandoberfläche. Durch die hohen Strahlungstemperaturen in einer sich füllenden Giessform entsteht eine dünne, hocherhitzte Sandschale auf noch kühlem Untergrund. Beim Quarzsand entwickeln sich mit zunehmender Erhitzung gleichzeitig bedeutende Ausdehnungskräfte, welche die Sandschale auf Scherung beanspruchen. Sind diese Scherkräfte grösser als die Haftung der

Bild 9. Sandprüfapparate zur Prüfung unter Betriebsbedingungen

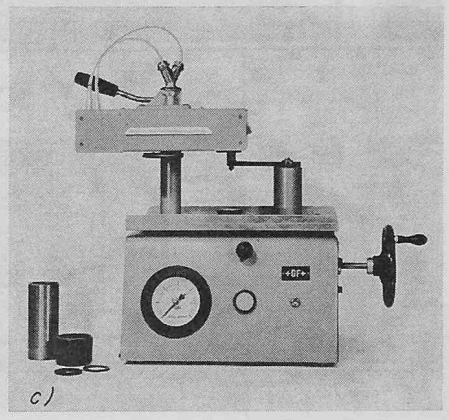
a Rüttelpresse Typ PRP



b Verdichtungsprüfgerät Typ PVG



c Heiss-Scherfestigkeitsprüfapparat

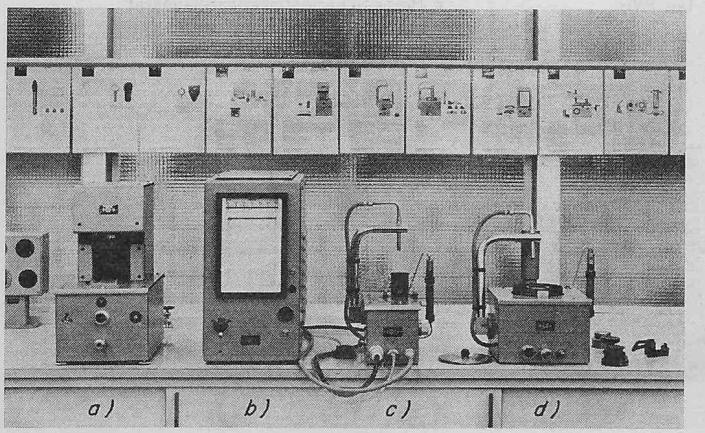


Sandschale auf dem Untergrund, so können Sandausdehnungsfehler entstehen. Es lag daher nahe, die Haftfähigkeit der erhitzten Sandschale gegen abscherende Kräfte zu messen, was nun mit dem Heiss-Scherfestigkeitsprüfapparat möglich ist. Je höher die Heiss-Scherfestigkeit, um so sicherer werden Oberflächenfehler verhindert. Durch Vergleich von Heiss-Scherfestigkeitskurven von verschiedenen Sandmischungen und unterschiedlichen Zusatzstoffen kann ihre Wirkung auf die Oberflächenfehlerneigung festgestellt und gesteuert werden.

Mit den nachfolgend beschriebenen Prüfapparaten wurde erstmals ein Baukastensystem für die Prüfung von Giessereisanden unter Temperatureinwirkung verwirklicht [16]. Dabei wurde das Ziel angestrebt, in einem möglichst automatisch ablaufenden Prüfvorgang die menschliche Fehlbarkeit auszuschliessen und die Messwerte sowohl direkt ablesen als auch mit einem Schreiber registrieren zu können. Dazu wurde ein pneumatisches System entwickelt, welches auf der einen Seite Druckluft erzeugt und diese als Kraft verwendet, um bei einzeln anzuschliessenden Prüfgeräten Arbeit zu leisten. Diese Arbeit bewirkt eine Druckveränderung im pneumatischen System und wird mit einem Druckluftschreiber erfasst. Grundstein dieses Baukastensystems ist ein Zentralsteuergerät, Bild 10b, mit welchem die zur Prüfung notwendigen Kräfte erzeugt, gesteuert und gemessen werden. Dazu sind in einem Blechgehäuse ein Luftkompressor, Magnetventile und ein pneumatischer Schreiber mit Zweibereich-Manometeranzeige sowie die zugehörigen elektrischen Schalteinrichtungen untergebracht. Ausserdem gehört noch ein Acetylengasanschluss dazu. Ein Druckspannungsprüfgerät, Bild 10d, dient der Bestimmung der Druckspannungen von annähernd auf Giesstemperatur erhitzten Sandschalen. Es besteht aus einem Acetylenbrenner mit elektrischem Zünder, Wasserbad und einer Vorrichtung zur Aufnahme des Prüfkörpers. Diese Vorrichtung ist mit dem pneumatischen System verbunden. Der Druckspannungsprüfapparat wird an das Zentralsteuergerät angeschlossen. Beim Einschalten der Geräte wird gleichzeitig der Papiervorschub des Schreibers eingestellt. Ein für die Druckspannungsmessung entwickelter Prüfkörper wird nun im Prüfgerät fest eingespannt. Durch Einschwenken und Zünden des Acetylenbrenners wird die Prüfung ausgelöst. Infolge der Temperatureinwirkung entstehen im Prüfkörper Druckspannungen, welche über einen Druckbolzen auf ein Plattenventil übertragen werden, welches im pneumatischen System eine Druckerhöhung bewirkt. Diese Druckerhöhung wird vom Schreiber in Funktion der Zeit aufgezeichnet bzw. kann am Manometer abgelesen werden. Erfolgt keine Drucksteigerung mehr, so ist die Prüfung abgeschlossen. Durch Zurückschwenken des Brenners in die Ausgangslage wird abgeschaltet. Durch das Ein- bzw. Ausschwenken des Brenners am Prüfapparat werden die Zufuhr von Acetylengas und Pressluft gesteuert und der Schreiber am Zentralsteuergerät eingeschaltet. Ein beigelegtes Diagramm erlaubt die Auswertung der registrierten oder abgelesenen Druckwerte. Ähnlich erfolgt die Bedienung eines Dilatometers, Bild 10c, zur Bestimmung der linearen Ausdehnung von verdichteten Giessereisanden. Dazu wird ein normaler zylindrischer Prüfkörper zwischen zwei Tastbügeln erhitzt. Eine Ausdehnung bewirkt ein Ausschwenken des beweglichen Tastbügels. Diese Bewegung wird auf den Plattenschieber eines Ventiles übertragen, wodurch der Luftdruck im pneumatischen System absinkt. Gleichzeitig wird in Abhängigkeit der Zeit das Absinken des Luftdruckes vom Schreiber aufgezeichnet bzw. kann am Manometer abgelesen werden. Auch beim Dilatometer wird der ganze Prüfvorgang allein durch Schwenken des Brenners ausgelöst und beendet.

Bild 10. Sandprüfapparate, entworfen nach dem Baukastenprinzip

a Nasszugfestigkeitsprüfapparat Typ PNF
b Zentralsteuergerät Typ PZS
c Dilatometer Typ PDL
d Druckspannungsprüfapparat Typ PDS



Die zurzeit letzte Ausführung im Baukastensystem ist ein Nasszugfestigkeitsprüfapparat, Bild 10a. Durch Erhitzen der Stirnfläche des zylindrischen Prüfkörpers mit einer elektrischen Heizplatte wird in diesem ein Temperaturgefälle erzeugt. Dadurch entsteht wenige Millimeter von der Stirnfläche entfernt eine überfeuchtete Sandschicht verringerter Festigkeit. Durch Aufbringen einer Zugkraft wird der Prüfkörper in dieser Sandschicht zerrissen. Die Zerreisskraft wird als pneumatischer Druck vom Schreiber des Zentralsteuergerätes gemessen und registriert. Die Nasszugfestigkeit wird einem beigelegten Diagramm in g/cm² entnommen. Auch bei diesem Prüfapparat wird der Vorgang durch das Einführen des Prüfkörperrohres ausgelöst und läuft danach automatisch ab.

Ein weiterer Ausbau dieser Einrichtung durch Ergänzungsgeräte ist möglich. Die Vorteile der Anlage konnten durch die Verwendung eines Baukastensystems mit nur einer Kraft- und Messvorrichtung für alle Zusatzgeräte ohne Mehrkosten erzielt werden.

3. Das Putzen und Entkernen des Gusses

Eine zweite Abteilung, welche in der Regel einer Rationalisierung bedarf, ist die Gussputzerei [17]. Wie erwähnt, betrachtet der Giesser seine Tätigkeit mit dem Gelingen des Abgusses als beendet. So ist es nicht verwunderlich, wenn heute in manchen sonst modern eingerichteten Giessereibetrieben die Gussputzereien noch immer unwirtschaftlich arbeiten. Verbesserungen wurden anfänglich mit unzureichenden Mitteln versucht und vermochten lediglich eine Arbeitserleichterung zu erzielen. Die verwendeten Pressluftwerkzeuge, Rotationsbürsten, Schleifscheiben usw. erforderten einen unwirtschaftlich hohen Personalaufwand und stellten weiterhin praktisch nur eine Einzelbearbeitung jedes Gussstückes mit hohen Energiekosten dar. Zudem erzeugen gerade diese Hilfsmittel einen erhöhten Staubanfall, welcher durch den hohen Gehalt an Quarzfeinteilen eine unmittelbare Silikosegefährdung verursacht. Die Gussputzerei hat daher auch noch heute den prozentual höchsten Anteil an Staublungenerkrankungen innerhalb der Giessereiindustrie. Es sind also nicht nur wirtschaftliche Überlegungen, sondern auch arbeitshygienische Forderungen, welche eine Änderung der bisherigen Gegebenheiten in den Gussputzereien aufdrängen. Der erste erfolgversprechende Schritt in dieser Richtung wurde mit der Anwendung der Strahlverfahrenstechnik getan. Trommel-, Drehtisch- und Durchlaufschleuderstrahlanlagen wurden zum Entzundern und Reinigen von Gussstücken mit gutem wirtschaftlichem Erfolg eingesetzt, wobei ein staubfreies Arbeiten erreicht werden konnte. Die mit diesen Maschinen erzielte Putzleistung brachte bereits eine spürbare Senkung der Putzkosten. Dennoch sind sie nur als Teillösungen zu betrachten, denn die Kerne müssen nach wie vor auf die übliche Art vor dem Strahlen entfernt werden. Theoretisch ist es wohl möglich, ein kernhaltiges Gussstück in einer normalen Trommelschleuderstrahlmaschine so lange zu behandeln, bis die letzten Kernreste entfernt sind. Praktisch ist dies aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, da der hohe Kernsandanfall durch seine abrasive Wirkung zu einem untragbaren Verschleiss der Maschine führen würde. Die Erhöhung der Entstaubungsleistung, um den Kernsand zu beseitigen, kann nicht befriedigen, da dessen Anteil ungleichmässig über den Putzzyklus verteilt ist. Da die Entstaubung dem grössten Sandanteil angepasst werden müsste, würde sie bei dessen Beseitigung auch brauchbares Strahlmittel absaugen, was wirtschaftlich nicht tragbar wäre. Das maschinelle Entkernen und Fertigputzen der Gussstücke in einem Arbeitsgang [18] ohne zusätzlichen Maschinenverschleiss und Verlust an brauchbarem Strahlmittel war daher lange Zeit das Ziel der Konstrukteure. Nachstehend werden die konstruktiven Massnahmen erläutert, welche eine herkömmliche Trommelschleuderstrahl-

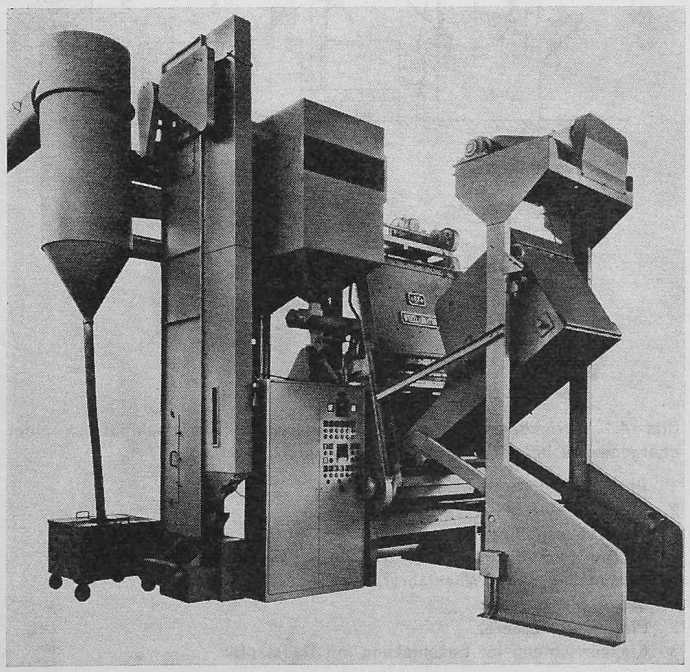
maschine, Bild 11, zum Entkernen und Fertigputzen von Gussstücken in einem Arbeitsgang, bei staubfreiem Arbeiten, befähigen. Um diese Bedingungen zu erfüllen, musste die Strahlmittelreinigung auf eine möglichst lange Zeit verteilt und der Sandanfall im Separator während der Reinigungszeit konstant und so niedrig wie möglich gehalten werden. Bei der hierfür verwendeten Trommelschleuderstrahlmaschine, Bild 12, ist der Winkeleisenrost 10 entsprechend dem hohen Sandanfall so gestaltet, dass das Sand-Strahlmittel-Gemisch ständig ungehindert abfliessen kann, ohne das Zurückhalten von Fremdkörpern zu beeinträchtigen. Eine Dosiervorrichtung 2 vor der Zuführschnecke 1 regelt die Gemischzuführung zu einem besonders leistungsfähigen Separator 3. Ein Bypass 9 dient dem Strahlmittelumlauf, wobei das saubere Strahlmittel aber nicht über das Schleuderrad geführt wird. Zur Entlastung der Entstaubungsanlage ist ein besonders gross bemessener Zyklon 8 vorgesehen, wodurch eine völlig staubfreie Arbeit erreicht wird. Der Strahlmitteldurchsatz wird mit dem Schieber 4 zum Beispiel auf 520 kg/min oder 130 l/min eingestellt. Die Öffnungshöhe bei der Dosiervorrichtung 2 beträgt etwa 15 mm, so dass 130 l/min sauberes Strahlmittel in die Zuführschnecke 1 gelangen können. Befindet sich bereits viel Sand im Strahlmittel, so fallen bei der Dosiervorrichtung 2 mehr als 130 l/min Sand-Strahlmittel-Gemisch an. Bei geschlossenem Auslauf 7 fliesst der Überschuss in ein Zwischensilo 11. Die Dosiervorrichtung 2 hat also die Aufgabe, einen Teil des Sandes in das Zwischensilo zu leiten, damit der Separator 3 nicht überlastet wird. Um möglichst gleichbleibende Verhältnisse im Separator zu schaffen, ist während des Beschickens und etwaigen Vortrommelns die Dosierschnecke 5 in Betrieb. Gleichzeitig ist der Verschluss 6 geöffnet, damit das Strahlmittel über den Bypass 9 geleitet werden kann. Dadurch wird erreicht, dass sich der beim Beladen und Überrollen lösende Sand mit dem Strahlmittel vermischt und bei der Dosiervorrichtung 2 und dann im Separator als Gemisch anfällt (erst gleichmässige Verhältnisse im Separator ermöglichen eine gleichmässige Abscheidung). Beim Einschalten des Schleuderrades schliesst sich der Verschluss 6, und das Strahlmittel fliesst ins Schleuderrad. Beim Ausschalten des Schleuderrades wird die Dosierschnecke 5 automatisch abgestellt, wodurch Zuspeisung und Strahlmittelumlauf zum Stillstand kommen. Gleichzeitig öffnet sich der Auslauf 7, und das Sand-Strahlmittel-Gemisch verlässt das Zwischensilo, fällt in den Becherwerkfuss und wird über Becherwerk 12 und Zuführschnecke zum Separator gefördert. Das Strahlmittel wird so über den ganzen Arbeitszyklus gereinigt. Zu Beginn des neuen Zyklus schliesst sich der Auslauf 7, der Verschluss 6 öffnet sich und bleibt so lange offen, bis das Schleuderrad eingeschaltet wird. Wie erwähnt, hat diese Konstruktion den Zweck, den stossweise auftretenden hohen Sandanfall zu verteilen und dadurch im Separator konstante Ausscheidungebedingungen zu schaffen. Der Erfolg hat diesen hohen konstruktiven Aufwand voll gerechtfertigt. Versuche mit äusserst hohem Sandanfall ergaben, dass die Maschine zum Beispiel bis 60 kg/min Sand ausscheiden kann, ohne dass eine Verunreinigungsgrenze von 1 % erreicht wird.

Die kurzen Chargenzeiten der *Super-Tumblast-Wheelabratoren* sind allgemein bekannt. Chargenzeiten heisst aber Strahlzeit plus Nebenzeiten. Die Strahlzeit ist nach dem gegenwärtigen Stand der Strahlverfahrenstechnik, insbesondere durch die Verwendung der Schleuderräder System Wheelabrator, welche mehr Strahlmittel pro PS Antriebsleistung beschleunigen als alle anderen bisher bekannten Schleuderaggregate, nicht mehr zu unterbieten. Die Nebenzeiten sind also die einzige Möglichkeit, die Chargenzeit zu verkürzen. Dazu wurde ein Überkopf-Beschicker nach Bild 13 entwickelt. Der Beschicker besteht aus einem Akkumuliersilo mit Schubaufgeber, Bandförderer, Überkopf-Beschicker mit Ladebehälter, Verschlussklappe, Wiegevorrichtung und Rutsche.

Die Betätigung der Hebezeuge für Verschlussklappen und Ladebehälter erfolgt pneumatisch. Das Silo wird unabhängig vom Beschickungsvorgang der Strahlmaschine mit Werkstücken beschickt. Vom Schubaufgeber am Silo gelangt das Strahlgut auf den Bandförderer und wird von diesem in den Ladebehälter hochgefördert. Bandförderer und Schubaufgeber laufen so lange, bis die in den Ladebehälter eingefüllte Strahlgutmenge dem zulässigen Chargengewicht der Strahlmaschine entspricht. Sobald dieses erreicht ist, schaltet die Wiegevorrichtung den Bandförderer und den Schubaufgeber ab. Nun wird eine Rutsche ausgestossen, die Verschlussklappen öffnen sich und lassen die abgewogene Charge in den Strahlraum gleiten. Danach wird die Rutsche wieder eingezogen und die Strahlraumtür geschlossen. Der ganze Ablauf geschieht vollautomatisch. Dadurch werden die Nebenzeiten der Trommelmaschine auf ein Mindestmass beschränkt. Zum Beschicken selbst ist kein Bedienungsmann mehr erforderlich. Das Akkumuliersilo kann unabhängig von der Taktzeit der Strahlmaschine beschickt werden. Alle Wartezeiten für Transportmittel und Personal entfallen. Da automatisch volle Chargen eingefüllt werden, ist die bestmögliche Auslastung des Strahlraumes gewährleistet. Dieser Überkopf-Beschicker eignet sich besonders gut, wenn die Vorzüge einer intermittierend arbeitenden Strahlmaschine mit denjenigen einer kontinuierlichen Fertigungsstrasse vereinigt werden sollen.

Durch geeignete Transportmittel, Steuergeräte und konstruktive Massnahmen wurden auch noch andere Lösungen, die dem gleichen Zweck dienen, verwirklicht. Eine solche Anlage zeigt

Bild 11. Super-Tumblast-Wheelabrator zum Entkernen und Fertigputzen von Gussstücken in einem Arbeitsgang



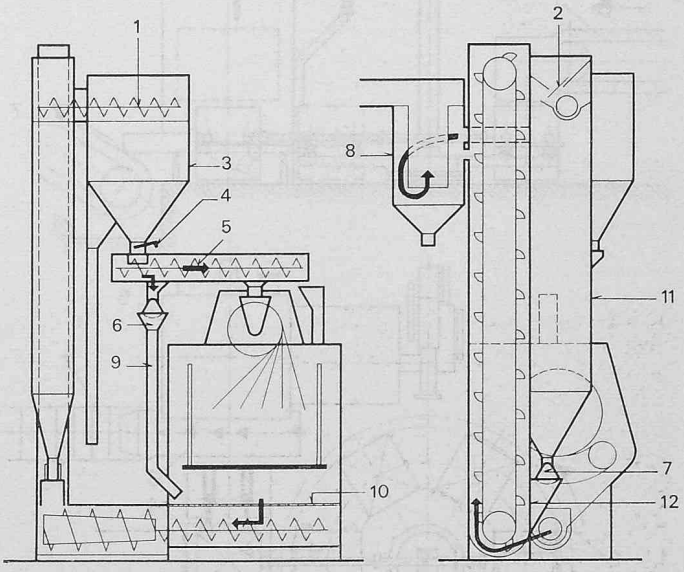


Bild 12. Schema des Super-Tumblast-Wheelabrators nach Bild 11

1	Zuführschnecke	5	Dosierschnecke	9	Bypass
2	Dosiervorrichtung	6	Verschluss	10	Winkeleisenrost
3	Separator	7	Auslauf	11	Zwischensilo
4	Schieber	8	Zyklon	12	Becherwerk

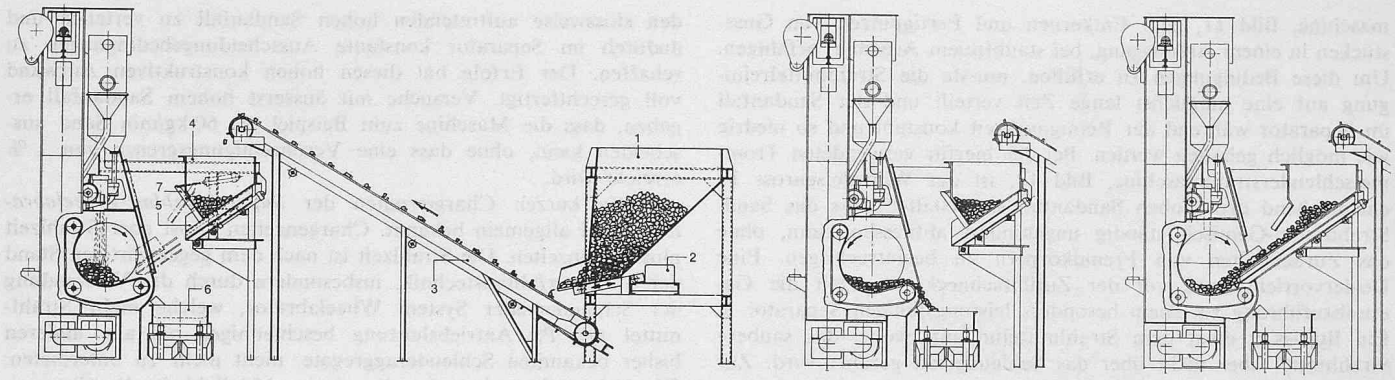
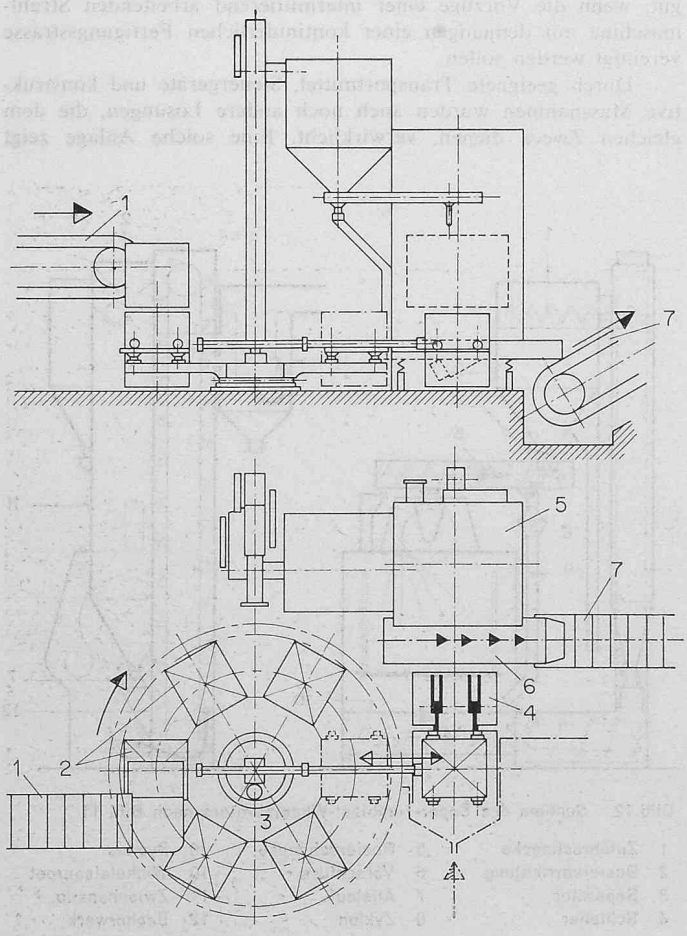


Bild 13. Schema des Überkopfbeschickers Typ WSB-7A am Beispiel einer automatisierten Linie für Fliessbandbetrieb. 1 Akkumuliersilo, 2 Schubaufgeber, 3 Bandförderer, 4 Ladebehälter mit Wiegevorrichtung, 5 Rutsche, 6 Schwingförderrinne, 7 Verschlussklappe

Bild 14. Die noch heissen Gussstücke gelangen von der Auspackstelle auf ein langsam laufendes Plattenband 1, dessen Geschwindigkeit und Länge derart bemessen sind, dass die gesamte anfallende Produktion aufgenommen und transportiert werden kann, wobei während des Transportes eine Abkühlung der Gussstücke erfolgt. Über eine Rutsche fallen die Gussstücke in einen Behälter 2, der verfahrbar auf einem Karussellspeicher 3 angeordnet ist. Der jeweils unterhalb der Übergabestelle befindliche Behälter 2 steht auf einer Federwaage, die über einen Endschalter den Vorschub des Plattenbandes 1 unterbricht, sobald das zulässige Chargengewicht erreicht ist. Anschliessend wird der Karussellspeicher 3 um 60° weitergedreht, so dass wiederum ein leerer Behälter 2 unter das Plattenband 1 zu liegen kommt. Auf der dem Plattenband 1 gegenüberliegenden Seite des Karussellspeichers 3 steht ein hydraulisch betätigter Beschicker 4, in den ein voller, verfahrbarer Behälter 2 durch einen Ausstossmechanismus gedrückt wird. Der Beschicker entleert dann das Putzgut in die Trommelmaschine 5, in welcher der Putzvorgang stattfindet. Der entleerte Behälter wird nach Absenken des Beschickers 4 zurück auf den Karussellspeicher 3 geschoben und steht für einen weiteren Beschickungsvorgang zur Verfügung. Nach Beendigung des Strahlvorganges in der Trommelmaschine 5 wird die Beschickungstüre der Maschine geöffnet und der Drehsinn des Raupenbandes in der Maschine umgekehrt, so dass die fertig geputzten Gussstücke auf eine Schwingförderrinne 6 fallen und von dieser gleichmässig auf ein Plattenband 7 übergeben werden, das den kontinuierlichen Transport an die anschliessenden Bearbeitungsstellen bewerkstelligt. Um die Möglichkeit zu schaffen, von anderen Stellen der Giesserei in Transportbehältern angelieferte Gussstücke in derselben Maschine zu strahlen, wurde auf einer höheren Ebene eine Kippvorrichtung 8 installiert. Diese nimmt die durch Hubstapler zugeführten Transportbehälter auf und entleert sie in die hochgefahrene Kippmulde des hydraulischen Beschickers, von wo sie in die Strahlmaschine gelangen.

Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, dass inzwischen auch andere Industriezweige das in den Giessereien bewährte Prinzip des Schleuderstrahlens in Trommelmaschinen verwenden. So wurde eine Trommelschleuderstrahlmaschine für das Entgraten von Kunststoffpressteilen entwickelt [19], welche sich so bewährt hat [20], dass heute schon über 250 Einheiten davon in Betrieb sind. Aber auch Gummiformteile werden in



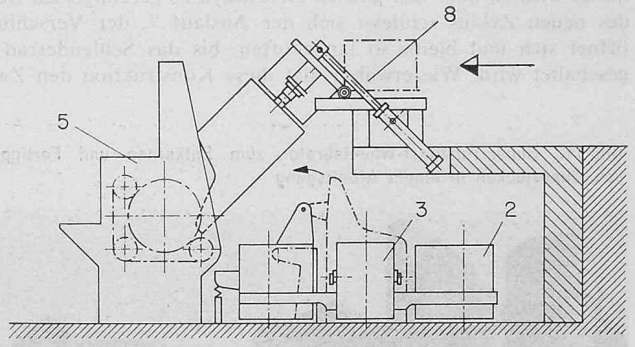


Bild 14. Vorrichtung für einen kontinuierlichen Arbeitsablauf an einer chargenweise betriebenen Trommelstrahlmaschine

1 Plattenbandförderer
2 Behälter, verfahrbar
3 Karussellspeicher
4 hydraulischer Beschicker WSB-14 H
5 Trommelmaschine Wheelabrator WST-14 E
6 Schwingförderrinne
7 Plattenbandförderer
8 Kippvorrichtung für Beschickung mit Hubstapler

einer besonderen Trommelmaschine durch Schleuderstrahlen entgratet [21], indem die Grate bis unter den Versprödungspunkt in der Maschine abgekühlt werden. So wie das Strahlen in Trommelmaschinen immer neue, auch ausserhalb der Giesserei liegende Anwendungsgebiete findet, so wird das Strahlverfahren ganz allgemein immer mehr vervollkommnet, und die Maschinen ersetzen zum Teil ältere Verfahren. Hier sei nur zum Beispiel auf den Ersatz des Säurebeizens durch Schleuderstrahlen zum Entzundern, unter anderem auch aus Gründen des Gewässerschutzes [22], hingewiesen. Auch die Wünsche der Giessereiindustrie finden ihren Niederschlag in neuentwickelten Schleuderstrahlmaschinen für ganz spezielle Aufgaben. So wurde zum Beispiel die Strahlverfahrenstechnik bisher vorwiegend für kleine und mittlere Gussstücke angewandt. Es blieb der neuesten Entwicklung vorbehalten, Mittel und Wege zu finden, das Strahlverfahren auch zum Putzen von Gussstücken anzuwenden, deren Reinigung bisher nur von Hand, im Nassputzhaus oder im Freistrahl-Putzhaus als möglich erschien. Mit dem neuen Schleuderstrahl-Putzhaus System Wheelabrator, Bild 15, werden nun auch komplizierte Grossgussstücke wirtschaftlich entkernt und einwandfrei fertiggeputzt. Es eignet sich vor allem für die Reinigung von Gussstücken, die wegen ihrer Grösse nicht mehr in Trommel-, Tisch- und Hängebahnmaschinen behandelt werden können. Dieses Putzhaus arbeitet nach einem neuen Prinzip: anstelle mehrerer, starr eingebauter Schleuderräder ist nur ein einziges Schleuderrad vorhanden, das sich auf einer vertikalen, kreisbogenförmigen Bahn über den Arbeitstisch hinweg bewegt. Beim Durchlaufen dieser Bahn richtet das Schleuderrad seinen Strahl dauernd gegen die Mitte des Arbeitstisches. Das hat zur Folge, dass das Strahlmittel stets unter dem günstigsten Winkel auf das Werkstück auftrifft. Unter dem Kreisbogen der Schleuderradbahn befindet sich der drehbare Arbeitstisch mit einer Tragfähigkeit bis zu 50 t. Dieser Drehtisch ruht auf einem Wagengestell, welches auf einem Geleise in die Putzkammern ein- und ausgefahren wird. Die beiden Bewegungen, nämlich die kreisbogenförmige des Schleuderrades und die Drehbewegung des Arbeitstisches, bewirken zusammen mit dem sich ständig ändernden Einfallwinkel des Putzstrahles eine bestmögliche Bestrahlung bzw. Reinigung der Putzgüter. Das Schleuderrad kann auf seiner Kreisbogenbahn noch zusätzlich durch eine Segmentsteuerung so geführt werden, dass der Schleuderstrahl, genau gezielt, sich auf bestimmte Werkstückstellen richtet und hier während einer einstellbaren Dauer beispielsweise schwer zugängliche Stellen besonders intensiv bestrahlt.

Viele Maschinenfabriken haben kleine Giessereien angeschlossen, für deren oftmals wechselnde, kleinere Serienfertigung Einzweck-Strahlmaschinen selten ausgelastet werden können. Zudem kommt noch, dass in der Maschinenfabrik selber das Strahlverfahren in der Fertigung benötigt wird, aber auch hier eine volle Auslastung einer Strahlmaschine nicht zu erwarten ist. Dass in solchen Betrieben die Anschaffung von zwei verschiedenen Strahlmaschinen unwirtschaftlich wäre, ist selbstverständlich. Hier ist die Verwendung einer Universal-Durchlauf-Fahrtischmaschine System Wheelabrator, Bild 16, von grossem Nutzen, weil sie sich für alle Anwendungsgebiete solcher Produktionsstätten eignet [23]. Im Prinzip besteht diese Maschine aus einer Fahrbahn, über welcher in der Mitte derselben das Strahlgehäuse angeordnet ist. Ein Wagen mit zusätzlichem Drehtisch bringt das Putzgut in das Strahlgehäuse. Grundsätzlich kann dabei in beiden Durchlaufrichtungen gearbeitet werden. Die Fahrbahn von 12 m Länge und 1,9 m Breite ist ohne Fundament bodeneben aufgestellt. In der Fahrbahn des Strahlgehäuses befindet sich an jeder Seite eine Sammelrinne für Strahlmittel, welche mit je einer Förderschnecke versehen sind und den Rücktransport desselben besorgen. Die Förderschnecken sind auf der gesamten Länge mit Winkeleisenrosten abgedeckt; im Direktstrahlbereich des Strahlgehäuses sind diese durch Mangan-Hartstahlplatten ersetzt, um die Förderschnecken und Sammelrinnen zu schützen. Der Wagen mit 1 m Spurweite ist gleichfalls mit einer Mangan-Hartstahlverkleidung gegen Verschleiss geschützt. Er wird auf der Fahrbahn mit einer Antriebskette verfahren. Der Wagenantrieb, welcher unter der Strahlmittel-Sammelrinne befestigt ist, ermöglicht zwei verschiedene Fahrarten. Für das Ein- und Ausfahren wird ein Schnellgang mit einer Geschwindigkeit von 15 m/min eingeschaltet, während der Arbeitsgang zwischen 0,65 und 4,0 m/min mechanisch geregelt werden kann. Beim Schnellgang erfolgt die Kraftübertragung vom Antriebsmotor mittels Keilriemen, Magnetkupplung und Getriebe direkt auf die Wagenantriebskette, während beim Arbeitsgang die Antriebskraft über zwei zusätzliche Variatorscheiben des Keilriemens reguliert wird. Auf dem Wagen befindet sich der Drehtisch mit einem Durchmesser von 1,7 m. Wagen und Drehtisch können mit maximal 3 t Putzgut belastet werden. Die Drehgeschwindigkeit des Tisches beträgt 4 U/min. Der Antrieb erfolgt

Bild 15. Schleuderstrahl-Putzhaus System Wheelabrator zum Entkernen und Reinigen von Grossguss

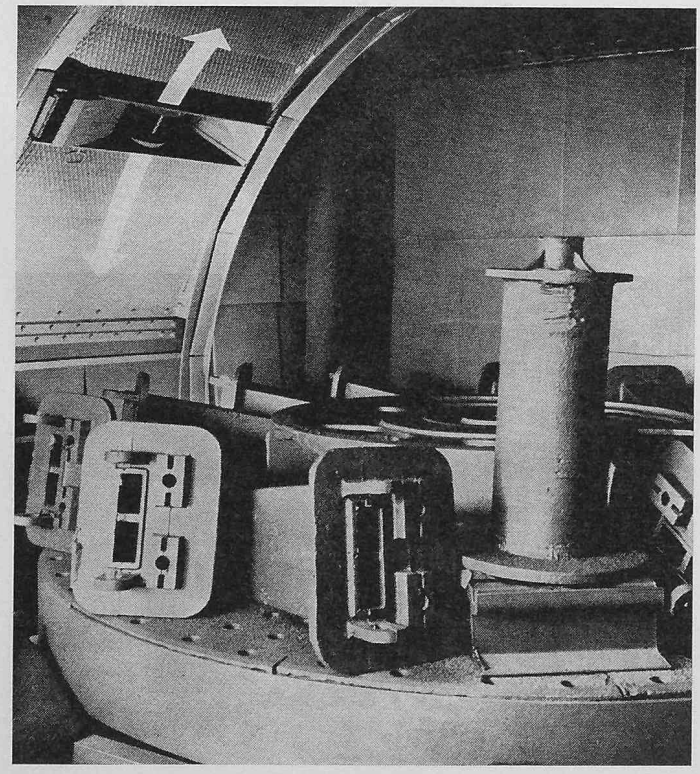
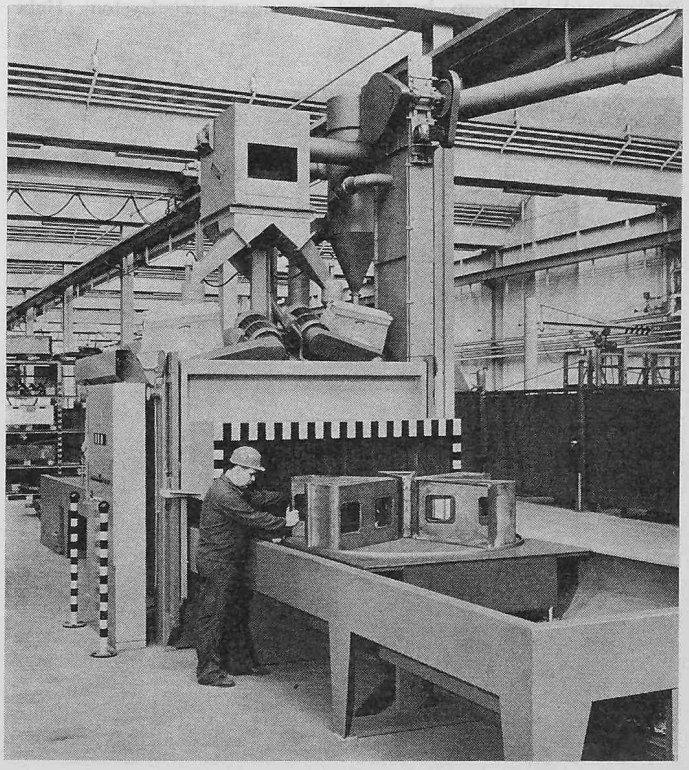


Bild 16. Universal-Durchlauf-Fahrtischmaschine System Wheelabrator Typ WTL-172



über ein mit dem Motor fest verkuppeltes Schneckengetriebe und ein Kettenvorgelege auf das Tischantriebsrad.

Der Betrieb der Universal-Durchlauf-Fahrtischmaschine ist programmgesteuert, wobei mit Hilfe einer elektrischen Schalteinrichtung der Durchlaufbetrieb oder der Drehtischbetrieb automatisch abläuft. In der automatischen Steuerung eingebaute Verriegelungen schliessen jeden Fehlgriff an der Maschine aus. Ausser dem automatischen Ablauf kann auch auf Handbetrieb umgeschaltet werden. Dabei können alle Antriebe entsprechend den Verriegelungsbedingungen einzeln über Leuchtdrucktasten eingeschaltet werden. Die einzelnen Schaltzustände werden durch Signallampen in den Leuchtdrucktasten angezeigt. Beim Durchlaufbetrieb können Werkstücke bis zu 5 m Länge, 1,9 m Breite und 0,4 m Höhe durch den Strahlraum gefahren werden. Die Aufzugtüren sind dabei abgesenkt und der Drehtisch arretiert. Ein- und Ausfahrt erfolgt im Schnellgang, während die Durchlaufgeschwindigkeit entsprechend eingestellt werden kann. Wird mit Chargen- oder Tischbetrieb gearbeitet, so fährt der Wagen im Schnellgang bei ganz geöffneten Aufzugtüren in den Strahlraum. Dadurch können Werkstücke bis 1 m Höhe und 2 m ⌀ eingebracht werden. Anschliessend werden die Türen geschlossen, und der Tisch wird beim Strahlen mit konstanter Geschwindigkeit gedreht. Zugleich oszilliert er in der Durchlaufrichtung in Abständen von 10 s um 500 mm. Je nach Wunsch und den betrieblichen Gegebenheiten kann die Automatik so gesteuert werden, dass nach Ablauf des Arbeitszyklus der Wagen auf der einen oder anderen Seite den Strahlraum verlässt. Die jeweils erforderliche Strahlzeit wird an einem Zeitrelais eingestellt. Zwei Ampèremeter zeigen die Belastung der Schleuderräder an. Diese sind gegen Überlastung durch Thermoauslöser gesichert, welche zudem noch mit einem Hupsignal gekoppelt sind.

Auch für das Gussputzen in Kundengiessereien mit stark wechselndem Gussprogramm wurde eine Reihe von Schleuderstrahlmaschinen entwickelt, welche sich besonders für einen weiten Arbeitsbereich von kleinen und leichten bis zu grossen und schweren Werkstücken eignen. Je nach geometrischer Form des Gussstückes und seinem mengenmässigen Anteil an der Gesamtproduktion ist dann eine wirtschaftlichste Lösung des Putzproblems möglich. Für diese Aufgabe stehen Schwenktisch- und Drehtisch-Schleuderstrahlmaschinen zur Verfügung. Wahlweise lassen sich bei den Schwenktischmaschinen eine oder zwei Türen mit Arbeitstischen anbauen. Während eine Charge geputzt wird, kann bereits auf dem zweiten Tisch eine neue Charge zusammengestellt werden. Dadurch ist eine bestmögliche Ausnützung der Strahlmaschine gewährleistet. Für einen vollmechanisierten Arbeitszyklus kann für jede Tür eine Einrichtung zum elektropneumatischen Öffnen und Schliessen, bestehend aus einem Hebelsystem, Hebezeug, Schnappverschluss und Abdrückhebezeug, angebaut werden. Um beim Chargenwechsel nicht jedesmal aus Sicherheitsgründen das Schleuderrad abbremsen zu müssen, wird die Maschine mit einer Schiebeplatte zum Abdecken des laufenden Rades bei geöffneter Türe versehen. Die Tür kann selbstverständlich erst geöffnet werden, nachdem die Strahlmittelzufuhr abgestellt worden ist und die Schiebeplatte das Schleuderrad abdeckt. Bei einer anderen Drehtischmaschine, Bild 17, ist der Drehtisch zusätzlich mit sechs Satellitentischen versehen. Diese rotieren ihrerseits im Schleuderstrahlbereich, wodurch eine besonders gute Putzleistung erzielt wird. Die Rotation der Satellitentische lässt sich aber bei dieser Maschine auch blockieren, so dass auch grosse Werkstücke im Rundtischbetrieb gestrahlt werden können, womit die Forderungen einer wechselnden Produktion erfüllt werden.

Die eingangs festgestellte Entwicklungstendenz zu Grossbetrieben mit einem spezialisierten Fertigungsprogramm bringt bei diesen eine gewisse Regelmässigkeit in der Produktion. Die Regelmässigkeit bezieht sich zur Hauptsache auf die Stückgrössen und -gewichte sowie auf die Art der Gussstücke. Durch die in der Giesserei fortschreitende Mechanisierung und Automatisierung ist die Grossserien-Gusserzeugung bereits im Gange. Diese erfordert kontinuierlich arbeitende Putz-Strahlmaschinen. Monorail-Wheelabratoren, Bild 18, erfüllen diese Forderung. Je nach Art der Gussproduktion werden die Gussstücke an der Auspackstelle in entsprechende Aufhängevorrichtungen eingehängt und mittels Transportkette durch die Strahlmaschine gebracht. In dieser werden die Aufhängevorrichtungen mit den Gussstücken noch gedreht, so dass sie allseitig gestrahlt werden. Die Transportkette kann von der Auspackstelle bis zur Schleiferei oder der Weiterverarbeitungsstelle geführt werden, wodurch zusätzlich eine Verbilligung des Werkstücktransportes erreicht wird.

Abschliessend sei noch darauf hingewiesen, dass die Leistung jeder Schleuderstrahlmaschine von den Schleuderrädern abhängig ist, welche dem Strahlmittel die zur Putzarbeit notwendige kinetische Energie geben und die Richtung der abgeschleuderten Körner auf das Putzgut festlegen. Entsprechend ihrer Wichtigkeit muss darauf näher eingegangen werden. Von einem Schleuderrad muss man verlangen, dass ein grosser Strahlmitteldurchsatz bei hoher Abwurfgeschwindigkeit und mit begrenzter Strahlausbreitung gewährleistet wird. Dies muss bei geringem spezifischem Kraftbedarf unter kleinstmöglichem Verschleiss und gleichzeitig einfacher Austauschbarkeit der Verschleissteile gelöst werden. Diesen Forderungen kommt das «Superschleuderrad» System Wheelabrator am nächsten. Die durch Fachkreise allgemein anerkannte hohe Leistung dieses Schleuderrades, Bild 19, ist damit begründet, dass die gesamte Strahlmittelmenge 3 durch einen rotierenden Verteiler 1 umgelenkt und vorbeschleunigt wird und

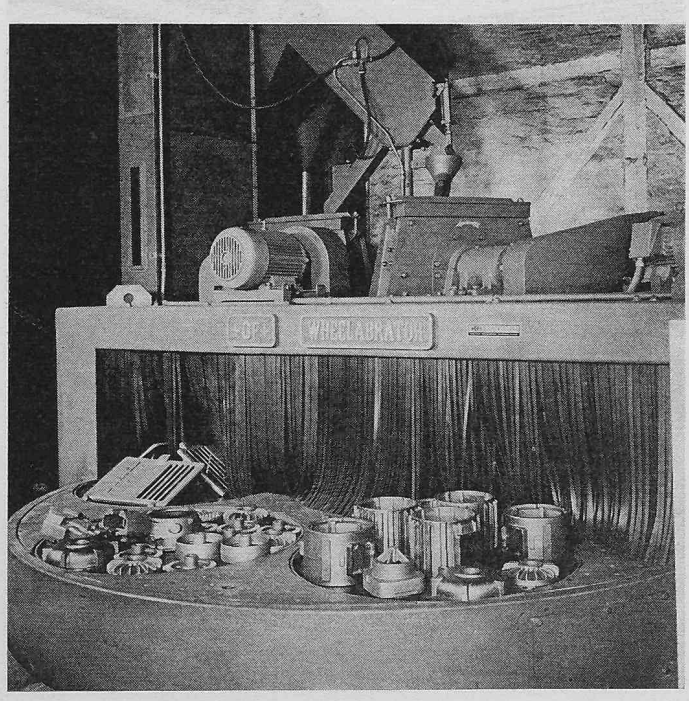
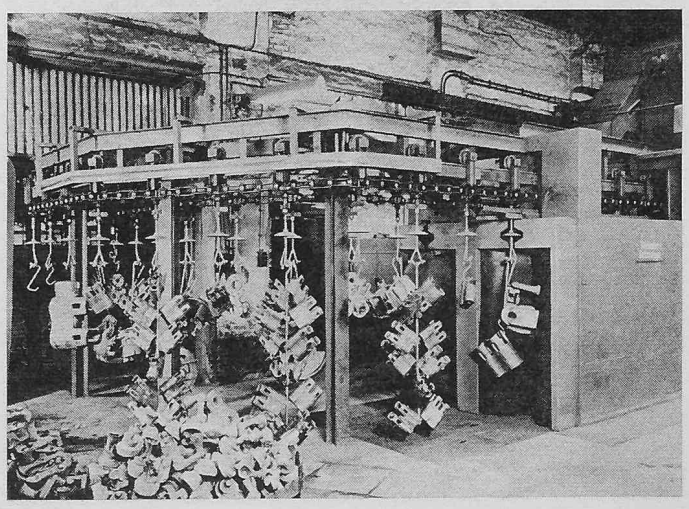


Bild 17 (links). Drehtischmaschine System Wheelabrator Typ WDR-286

Bild 18. Monorail-Wheelabrator



damit stossfrei auf die Wurfschaufel 2 übertritt. Ein feststehendes Einlaufstück 4 mit einer Austrittsöffnung gibt dem vorbeschleunigten Strahlmittel nur an einer Stelle des Umfanges den Übergang auf die Schaufelflächen frei. Durch diese genaue Beaufschlagung wird ein scharfbegrenzter, gleichmässiger Strahl von hoher Korndichte erzielt. Durch Verdrehen dieses Einlaufstückes 4 kann der Strahl 5 in einem gewissen Bereich verstellt werden (a, b, c in Bild 19). Damit wird der hohe Strahlmitteldurchsatz vollständig auf die zu putzende Werkstückoberfläche gesteuert, d. h. es wird so erreicht, dass 100 % des beschleunigten Strahlmittels Putzarbeit am Werkstück und nicht Verschleissarbeit an der Strahlmaschine leisten. Durch sorgfältige Auswahl entsprechender Werkstoffe ist das erreichbare Minimum an Verschleiss beim Schleuderrad sichergestellt. Dem trotzdem unvermeidlichen Verschleiss der Wurfschaufel wird eine patentierte Schaufelbefestigung gerecht. Diese ermöglicht, die Wurfschaufeln im Schleuderrad durch Federn elastisch in der Arbeitsstellung zu halten, ohne in den Schaufeln und benachbarten Teilen mechanische Beanspruchungen oder in der ganzen Einheit Unwuchten während des Betriebes hervorzurufen. Diese neue Schaufelbefestigung ist äusserst einfach. Die beiden Enden der Haltefeder reichen durch Nuten an den Seitenwangen am Schaufelrücken in Bohrungen in den Seitenscheiben des Schleuderrades. Die beiden Federenden tragen konische Kopfteile, welche in gleichfalls konischen Bohrungen in den Seitenscheiben liegen. Unter Einwirkung der Zentrifugalkräfte werden die Kopfteile der Feder in die Vertiefungen hineingedrückt, wodurch ein einwandfreier Sitz und eine zuverlässige Sicherung der Wurfschaufel erreicht wird. Diese wird nunmehr an zwei Stellen unter gleichbleibender Federspannung gehalten. Durch diese einfache und sichere Befestigung der Wurfschaufeln ist ihr Austausch ebenfalls leicht zu bewältigen. Dazu wird lediglich eine Spezialzange benötigt.

4. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man feststellen, dass der Umstellungsprozess der Giessereiindustrie vom Giessereimaschinenbau rechtzeitig erkannt wurde. Dieser ermöglicht heute eine optimale Fertigung durch Mechanisierung [24] und ist bereits in der Lage, die automatische Giesserei zu verwirklichen. Aus dem Gesamtkomplex des Giessereimaschinenbaues wurden die Entwicklungen besprochen, welche eine Rationalisierung jener Betriebsabteilungen rasch und zuverlässig ermöglichen, die diese meistens auch am notwendigsten haben.

Literaturverzeichnis

[1] *B. Marincek:* Die moderne Giesserei. «Schweizerische Technische Zeitschrift» *1966,* Nr. 30, S. 636—637.

[2] *F. Iten:* Planungsprobleme der Giessereiindustrie. «Schweizer Maschinenmarkt» *1968,* Nr. 7, S. 41—47.

[2a] «Giesserei» *56* (1969), H. 12, S. 382.

[3] *O. Hikl:* Rationalisierungsmöglichkeiten in Giessereien. Mitteilungegen der Österreichischen Handelskammer in der Schweiz *1967,* S. 10—14.

[4] *B. Marincek:* Strukturwandlungen in der Giessereiindustrie. «Schweizerische Bauzeitung» *86* (1968), H. 24, S. 419—421.

[5] *F. Hofmann:* Der Einfluss des Sandumlaufes auf Zustand und Eigenschaften betrieblicher Giessereiformsande. «Giesserei» *1966,* H. 24, S. 818—827.

[5a] *O. Hikl:* Projektierung und Bau moderner Giesserei-Sandaufbereitungsanlagen. «Aufbereitungstechnik» *1969,* H. 4, S. 183—188.

[6] *O. Hikl:* Die Aufbereitung von Formsand. «Schweizer Maschinenmarkt» *1967,* Nr. 33.

[7] *F. Hofmann:* Neuere Gesichtspunkte und Untersuchungsergebnisse zur Aufbereitung von Giessereiformsanden. «Giesserei» *1968,* S. 577—585.

[8] *H. W. Dietert, A. L. Graham, R. T. Daksiewicz, T. H. Hanna:* «Mod. Cast.» *42* (1962), Nr. 3, S. 81—91.

[9] *F. Hofmann:* Die Verdichtbarkeitsmessung als neues Prinzip zur Erfassung des Befeuchtungsgrades, des formgerechten Zustandes und des formtechnischen Verhaltens von Giessereisanden. «Giesserei» *1969,* S. 25—33.

[10] *W. Götz:* Die automatische «Bührer» Form- und Giessanlage in der Tempergiesserei der Georg Fischer AG, Schaffhausen. Vorträge auf den internationalen Giessereikongressen 1956 und 1960.

[11] *O. Hikl:* Giesserei-Formsandprüfung, eine entwicklungsbedingte Notwendigkeit. «Technische Rundschau» *1966,* Nr. 50, S. 15.

[12] *O. Hikl:* Formsand- und Strahlmittelprüfung, die notwendigen Voraussetzungen der wirtschaftlich optimalen Fertigung in einer Giesserei. «Schweizer Maschinenmarkt» *1967,* Nr. 28, S. 39—42.

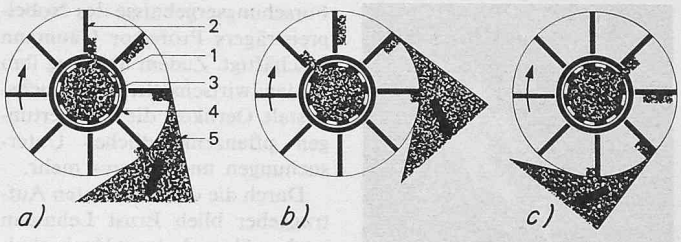


Bild 19. Schleuderradschema des +GF+-Schleuderrades System Wheelabrator. a, b, c Verstellmöglichkeiten des Schleuderbereiches

1 Verteiler
2 Wurfschaufel
3 Strahlmittel
4 Einlaufstück
5 Wurfstrahl

[13] *O. Hikl:* Die Einrichtung eines Giessereiformstofflaboratoriums. «Giesserei» *1967,* S. 10—12.

[14] *O. Hikl:* Neue Formsandprüfapparate. «Technische Rundschau» *1969,* Nr. 5, S. 2—3.

[15] *F. Hofmann:* Die Charakteristiken des Rüttelpressens und der Hochdruckpressverdichtung – Konsequenzen für Formherstellung und Formstoffprüfung. Vortrag am Internationalen Giessereikongress 1967.

[16] *D. Boenisch:* Automatisierte Formstoffprüfung nach dem Baukastensystem. Vortrag VDG-Giessereitagung; Gifa 1968.

[17] *O. Hikl:* Rationalisierung der Gussputzerei. «Schweizer Maschinenmarkt» *1968,* Nr. 3, S. 35—39.

[18] *O. Hikl:* Entkernen und Fertigputzen von Gussstücken in einem Arbeitsgang. «Giesserei» *1967,* S. 398—400.

[19] *O. Hikl:* Wirtschaftliches Entgraten von duroplastischen Kunststoff-Formteilen. «Technische Rundschau» *1967,* Nr. 17, S. 27, 29 und 31.

[20] *O. Hikl:* Erfahrungen mit dem Entgraten von duroplastischen Kunststoffpressteilen durch Schleuderstrahlen mit Kunststoffgranulaten. «Gummi-Asbest-Kunststoffe» *1967,* S. 912—917.

[21] *O. Hikl:* Neues Verfahren zum wirtschaftlichen Entgraten von Gummi-Kleinformteilen. «Gummi-Asbest-Kunststoffe» *1967,* Seiten 234, 236, 238 und 240.

[22] *O. Hikl:* Gewässerschutz und Strahlentzundern. «Schweizer Maschinenmarkt» *1968,* Nr. 41, S. 103—109.

[23] *O. Hikl:* Schleuderstrahlmaschine für universellen Einsatz. «Technische Rundschau» *1968,* Nr. 4, S. 9 und 11.

[24] *O. Hikl:* Optimale Fertigung durch Mechanisierung. «Schweizer Handelszeitung» *1968,* Nr. 40, S. 29.

Adresse des Verfassers: Verw. Dipl. Inh. *Otto Hikl,* Georg Fischer Aktiengesellschaft, 8201 Schaffhausen.

Nekrologe

† **Karl Kündig,** Arch. SIA, BSA, in Zürich, ist am 28. Juli 1969 im 87. Lebensjahr von langem Leiden erlöst worden.

† **Otmar Aklin,** dipl. Apotheker, Dr., GEP, von Zug, geboren am 31. Januar 1928, ETH 1948 bis 1955, seit 1965 Inhaber der Kronenapotheke in Zug, ist am 1. August an einem Herzinfarkt gestorben.

† **Ernst A. Lehmann,** ein Kollege einzigartig persönlicher Prägung, ist am 5. Juli 1969 nach geduldig getragenem Leiden von uns gegangen.

Das Interesse für die göttliche Grösse der Natur hatte den am 7. März 1900 geborenen schon als kleinen Waisenknaben ergriffen, und verständnisvolle Freunde eröffneten ihm den Weg zur Ausbildung – zunächst zum Tiefbau-Diplom des Technikums Winterthur, das er während dem Ersten Weltkrieg erlangte.

Früh zeigte sich die mathematische Begabung von Ernst Lehmann. Er hat uns alle im Schachspiel geschlagen, und während seiner langjährigen Tätigkeit bewährte er sich oft als letzte Hoffnung von Doktoranden, die ein Integral nicht lösen konnten. Bei praktischer Tätigkeit im damaligen Ingenieurbüro Zipkes, liess ihm das Streben nach Verständnis der ewigen Naturgesetze keine Ruhe, und er errang, nach kurzer Vorbereitung zur Matura, die Aufnahme in die Eidg. Technische Hochschule, wo er von 1920 bis 1924 die Abteilung II besuchte.

Dazu musste er das nötige Geld verdienen: Zunächst fand er als guter Violinist einigen Nebenverdienst, dann war er mit statistischen Auswertungen und graphischen Darstellungen der