

BERND FEDERHEN, SIEGEN

Stoffströme in der Gießerei

Wirtschaftlichkeit durch optimalen Transport von Sanden und Stäuben

In Gießereien ist der Transport von beachtlichen Mengen verschiedener Sande und Stäube über nennenswerte Strecken erforderlich. Es stehen Transporteinrichtungen zur Verfügung, die, wenn sie den Eigenschaften der Stoffe entsprechend ausgewählt und betrieben werden, einen problemfreien, wirtschaftlichen Transport ermöglichen. Betrachtet man die Wege der verschiedenen notwendigen Stoffe durch die Gießerei, so kann man deutlich Stoffströme erkennen, die zusammengeführt, zum Teil vermischt, getrennt, behandelt, gelagert und abgeführt werden.

In Bild 1 ist dies vereinfacht dargestellt. Dem Schema ist zu entnehmen, daß Sand in verschiedenen Zuständen einen bedeutenden Teil des Stoffumschlages der Gießerei ausmacht. Der Sandstrom bildet einen Kreislauf, dem Teilströme zugeführt und Teilströme entnommen werden.

Typischerweise fließt der Sandstrom von Lagersilos für Neusand/Altsand zu Mischern. Dort wird der Sand mit flüssigen oder festen Bindemitteln und u. U. mit Zusatzstoffen vermischt und der Formerei bzw. Kernmacherei zugeführt. Beim Gießen trifft er mit dem Metallstrom zusammen. Von der Trennstelle Guß/Form fließt der Sand zurück zur Sandaufbereitung bzw. Sandregenerierung; Staub und Abfallsande werden abgeführt und bis zur Entsorgung gelagert. In Altsandregenerierungsanlagen sind zusätzlich interne Sandumläufe notwendig.

Bild 2 zeigt beispielhaft eine Silogruppe für Neusand, Altsand, Regenerat und Schuttsand. Die Füllung und der Abtransport erfolgt durch pneumatische Förderung. Der Schuttsand wird mit Silo-Lkws entsorgt.

Der zur Verfügung stehende Aufstellungsraum für die notwendigen Transportanlagen ist in Gießereien sehr begrenzt.

Dipl.-Ing. Bernd Federhen ist Leiter Entwicklung/Versuch der Fa. Alb. KLEIN Anlagenbau GmbH, Niederfischbach.

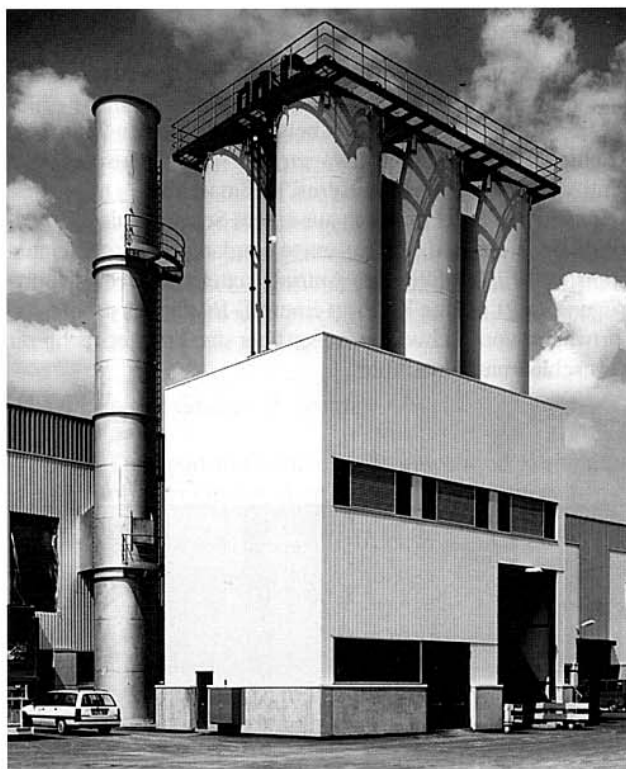


Bild 2. Silogruppe für Neusand, Altsand, Regenerat und Schuttsand (Werkbild VAW)

Deshalb ist zu wünschen, daß die Transportanlagen geringe Abmessungen haben und sich leicht in die örtlichen Verhältnisse integrieren lassen. Der Energieverbrauch und der Wartungsaufwand sollten gering sein.

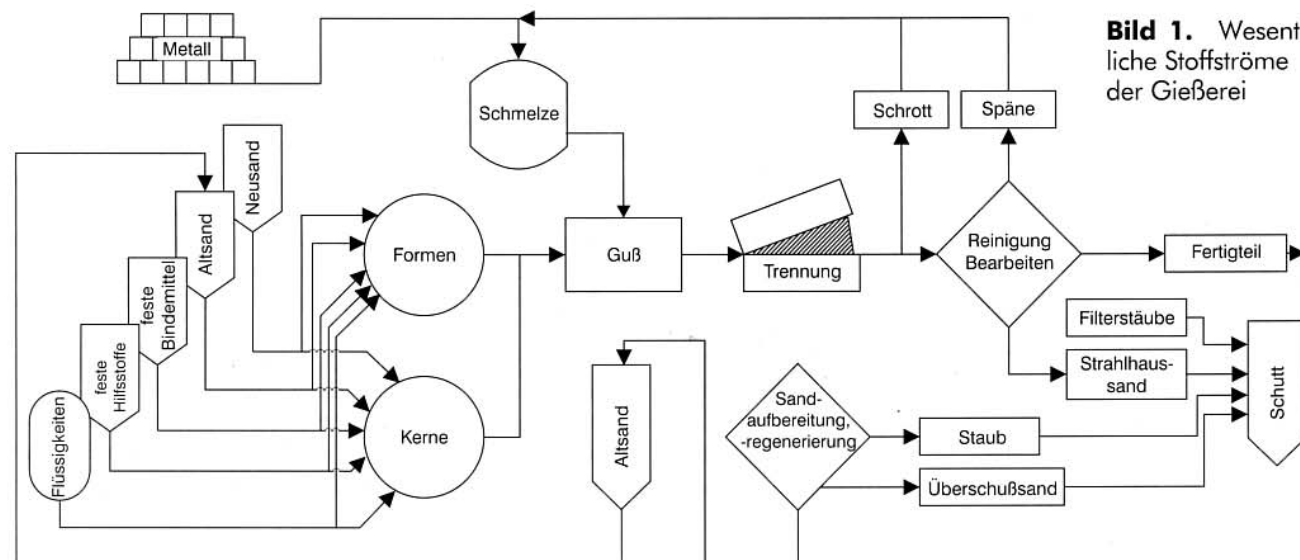


Bild 1. Wesentliche Stoffströme der Gießerei

Tabelle 1. Mögliche Transportverfahren für die verschiedenen Stoffe

Stoff	Transportverfahren (Beispiele)
Sande, feucht	Mech. Transport
Stäube	Pneumatische Förderung, Big-bag
Sande, trocken	Pneumatische Förderung
Metall, fest	Kübel, Schwingrinne
Metall, flüssig	Pfanne, Rinne
Flüssigkeiten	Rohrleitung mit Pumpe

Tabelle 1 zeigt die Einteilung möglicher Transportverfahren für die verschiedenen Stoffe.

Der Transport von gemischtem Kernsand

Die **Bilder 3** und **4** zeigen beispielhaft für den Transport feuchter Sande Transportwagen für den Transport von gemischtem Kernsand zur Kernschießmaschine.

In **Bild 3** erkennt man den aus einem Schwingmischer austretenden Kernsand, der in einen kardanischn aufgehängten Transportbehälter fällt. Das Antriebskettenrad des Transportwagens greift in eine Kette an einem C-Profil, das den Transportwagen vom Schwingmischer über die Trichter mehrerer Kernschießmaschinen führt.



Bild 3. Kardanisch aufgehängter Transportwagen für gemischten Kernsand unter einem Schwingmischer (Werkbild KLEIN)

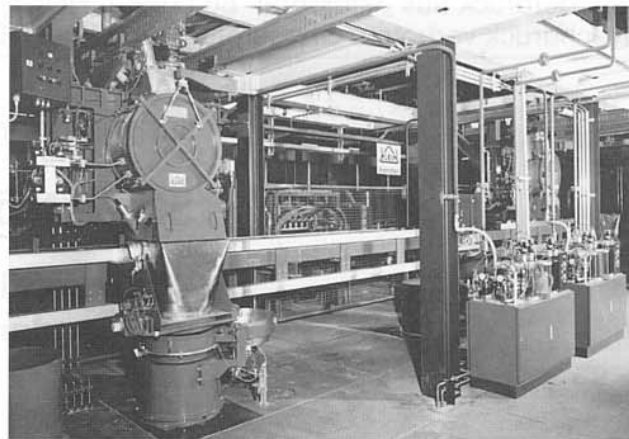


Bild 4. Transportwagen für gemischten Kernsand am Mischer (Typ STATORMIX, Werkbild VAW)

Die Schwingmischeranlage ist ebenerdig aufgestellt; der Transportwagen steigt zum Abwurf des Kernsandes über die auf einer Bühne angeordneten Kernschießmaschinen.

Der in **Bild 4** gezeigte Mischer ist über dem Trichter einer Kernschießmaschine angeordnet. In den Zwischenraum zwischen Mischer und Trichter kann ein Transportwagen fahren, der mehrere Kernschießmaschinen mit Kernsand versorgt. Der Transportwagen kann auch Teilchargen abwerfen. Der Antrieb des Transportwagens erfolgt mit einem Linearmotor.

Die Klebneigung und die schlechten Fließeigenschaften der Kernsande erfordern eine entsprechend angepaßte Gestaltung und Werkstoffauswahl der Transportkübel. Schienen und Transportwagen sind ein relativ starres System, das starken Einfluß auf die Aufstellung der Einrichtungen der Kernmacherei hat und beträchtlichen Aufstellungsraum erfordert.

Der Transport trockener, körniger Stoffe

Aus **Bild 1** geht hervor, daß an vielen Stellen in der Gießerei ein Sand- bzw. Staubumschlag erfolgt. Die Entfernungen und die Umschlagleistungen sind zum Teil beträchtlich, und der für Transportwege zur Verfügung stehende Raum ist meist knapp. Deshalb ist für diese Aufgaben ein sehr anpassungsfähiges Fördersystem notwendig – das pneumatische Förderverfahren.

Pneumatische Förderverfahren für Stäube und Sande

Das Förderprinzip selbst beruht darauf, daß das in eine Rohrleitung eingeschleuste Fördergut infolge seines Strömungswiderstandes von der Förderluft beschleunigt und durch die Rohrleitung transportiert wird. Die größten Vorteile der pneumatischen Förderung liegen in der Einfachheit des Förderprinzips selbst begründet. Es gibt kaum einen einfacheren Förderweg als ein Rohr, durch welches das Fördergut bewegt wird. Es ist billig, sehr anpassungsfähig, raumsparend, staubdicht, witterungsunabhängig und bedarf nur geringer Wartung.

In der Gießerei sind Stoffe mit sehr unterschiedlichen Förderereigenschaften pneumatisch zu fördern. Dies ist möglich, wenn das geeignete Förderverfahren entsprechend den Förderereigenschaften der Stoffe gewählt und die Förderanlage mit robusten Aggregaten ausgestattet wird [1].

Tabelle 2. Einteilung der in Gießereien pneumatisch förderbaren Stoffe nach ihren Fördereigenschaften

Stoffgruppe	Stoffe	Kornspektrum	mögliche Förderverfahren
A: Stäube	Bentonit Kohlenstaub Zement Eisenoxid und ähnliche Filterstäube	kleiner 0,1 mm, staubförmig, definierbar, konstant Schüttung wenig porös breites Kornspektrum	Dünnstrom- bis Dichtstromförderung (S-Förderer)
B: Sand	Neusand chemisch gebundener aufbereiteter Altsand und ähnliches Croningsand	0,063 bis 0,7 mm, körnig, staubfrei, definierbar, konstant Schüttung porös schmales Kornspektrum	Pfropfenförderung (T-Förderer und SP 25)
C	Schuttsand Naßguß-Altsand (trocken) Strahlhaussand und ähnliches	staubförmig bis körnig, schwankend Schüttung sehr wenig porös breites Kornspektrum	Pfropfenförderung (PLI)

Die Stoffe der Gruppe A: Stäube

Stoffe der Gruppe A (**Tabelle 2**) werden je nach Förderweg im Dicht- oder Dünnstromverfahren transportiert. Die Luftgeschwindigkeit liegt über 10 m/s; die Luft strömt turbulent. Die Produktteilchen bewegen sich in relativ großem Abstand voneinander durch die Förderleitung. Der Luftdruck nimmt fast linear über die Förderstrecke ab. Weil die Produktteilchen nur eine sehr kleine Masse haben (Staubkörnchen), ist auch bei diesen Fördergeschwindigkeiten der Rohrleitungsverschleiß trotz höherer Geschwindigkeit gering. Als Antriebskraft der Produktteilchen wirkt der Staudruck der strömenden Förderluft auf die Stauteilchen. Wenn sich an einer Stelle der Förderleitung größere Stoffansammlungen bilden, wird der Energiestrom dort unterbrochen und die Förderleitung verstopft.

Als Aufgabeschleuse eignen sich Fördergefäße [2]. Den Füllvorgang überwacht eine Maximumsonde. Der Fördervorgang ist beendet, wenn das Fördergefäß und die Förderleitung so weit entleert sind, daß am Druckschalter nur noch der Strömungswiderstand der leeren Förderleitung anliegt, d. h., die Förderleitung wird nach jeder Förderung leer. Der Austrag des

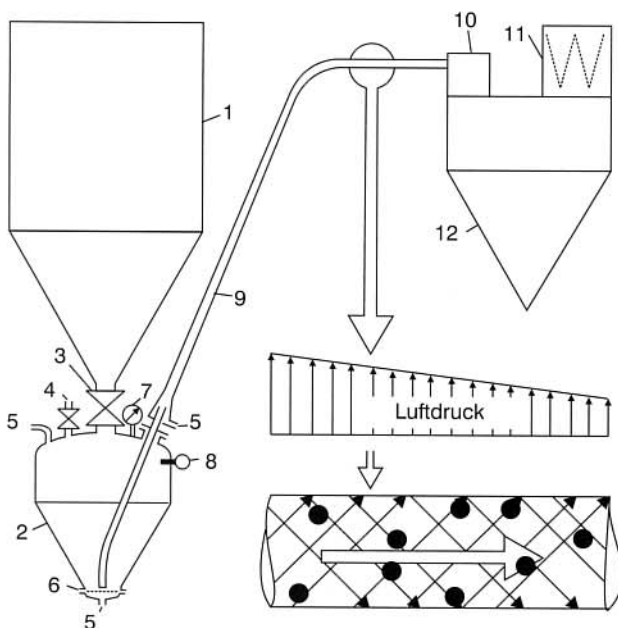
Produktes aus dem Fördergefäß in die Förderleitung wird mit einem Fluidisierungsboden erreicht. Zur Minimierung des Luftverbrauches können diese Förderer mit einer Beladungsregelung ausgerüstet werden.

Produkt und Förderluft am Empfangsbehälter werden mit einem Abscheider und Filter getrennt.

Bild 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau der pneumatischen Förderanlagen und das Verfahren für staubförmige Stoffe der Gruppe A und **Bild 6** als typischen Einsatz zwei pneumatische Staubförderer an einem Filter.

Die Stoffe der Gruppe B: Sande

Beim Transport mit hohen Fördergeschwindigkeiten, wie sie für Stoffe der Gruppe A erforderlich sind, verursachen die



1 Vorbehälter, 2 Fördergefäß, 3 Einlaufverschluß, 4 Entlüftungsventil, 5 Förderluftpfeileitungen, 6 Fluidisierungsboden, 7 Druckschalter, 8 Maximumsonde, 9 Förderleitung, 10 Abscheider, 11 Filter, 12 Empfangsbehälter

Bild 5. Pneumatische Förderung nach dem Dünnstrom- bis Dichtstromförderverfahren

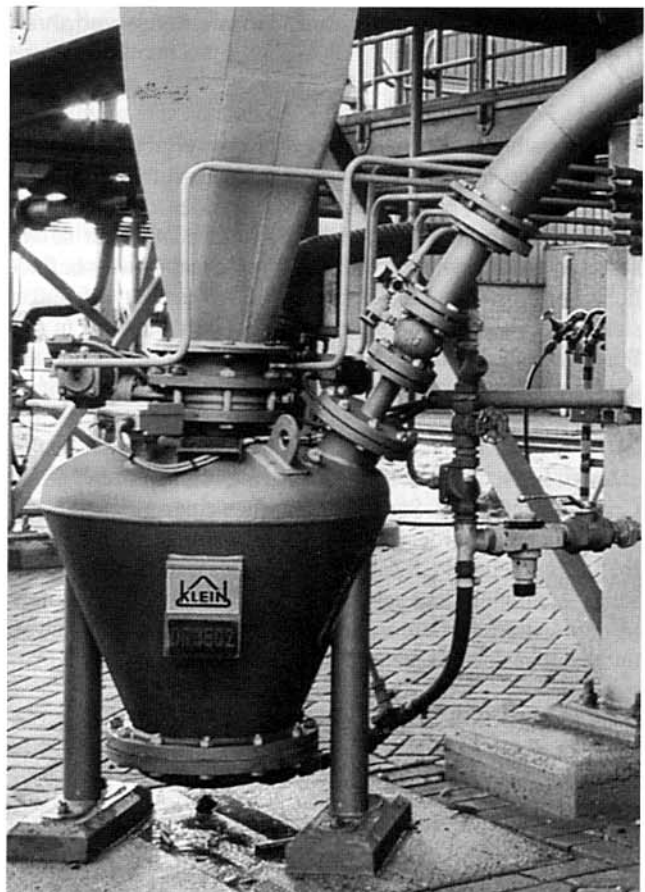
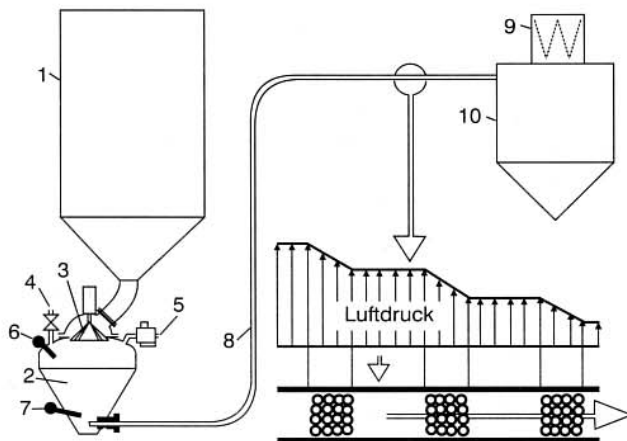


Bild 6. Staubförderer am Austrag eines Filters (Werkbild Hoogovens)

Stoffe der Gruppe B infolge ihrer Härte, Kornform und der relativ großen Kornmasse einen erheblichen Verschleiß. Der Verschleiß tritt dann an Umlenkungen, Rohrleitungen und am Sandkorn selbst auf und führt zu Betriebsunterbrechungen und hohen Ersatzteilkosten. Abrieb am Sandkorn erhöht den Feinanteil des Sandes, vergrößert damit dessen Oberfläche und steigert dadurch den Bindemittelbedarf mit all seinen bekannten negativen Einflüssen. Auch deshalb muß alles getan werden, um Form- und Kernsande schonend zu transportieren.

Mit dem in **Bild 7** dargestellten Pfpfenförderverfahren ist der problemfreie Transport dieser Stoffe möglich, wenn deren Eigenschaften beachtet werden [3].



1 Vorbehälter, 2 Fördergefäß, 3 Einlaufverschluß, 4 Förderlufteinleitung, 5 Entlüftungsventil, 6 Maximumsonde, 7 Minimumsonde, 8 Förderleitung, 9 Filter, 10 Empfangsbehälter

Bild 7. Pneumatische Pfpfenförderung von Sand nach dem herkömmlichen Pfpfenförderverfahren (T-Förderer)

Die staubfreie Kornzusammensetzung ergibt eine große Porosität dieser Sande, durch die die Förderluft strömt, auch wenn sich in der Förderleitung Pfpfen bilden, die sich relativ langsam durch die Förderleitung bewegen. Die Luft strömt von einem Luftpolster durch den Pfpfen in das davor befindliche Luftpolster und lockert den Pfpfen so weit auf, daß er sich leicht in der Rohrleitung verschieben kann. Die in den Poren zwischen den Sandkörnern strömende Luft erzeugt auf den Sandkörnern einen für den Transport ausreichenden Staudruck.

Die Geschwindigkeit der Sandpfpfen liegt unter 5 m/s; charakteristische Förderdrücke liegen zwischen 5 und 6 bar. Größere Sande, z. B. Sand H 32, ergeben einen gleichmäßigeren, ruhigeren Fördervorgang als feinkörnige Sande, z. B. F 35. Bis zu einer PLI-Zahl von ca. 300 lassen sich Neusande sehr gleichmäßig und schonend durch die übliche Pfpfenförderung transportieren. Die PLI-Zahl ist ein Erfahrungswert und kann aus einer Siebanalyse einfach errechnet werden:

$$\text{PLI-Zahl} = \text{AFS-Nr.} \times (\text{Anteile} < 0,125 \text{ mm in } \%)$$

Beispiele (nach Siebanalysen von Sackware):

Sandtyp	PLI-Zahl ca.
H 32	46
H 34	132
F 32	116
F 35	740
F 36	1215

Sande mit splittigerer Kornform und Sande mit rauherer Oberfläche – z. B. Sand, auf dessen Oberfläche in einer thermischen Regenerierung Bentonitreste aufgebrannt wurden – lassen sich schlechter fördern als rundlicher Neusand. Dies macht sich durch einen höheren spezifischen Luftbedarf bei der pneumatischen Förderung und geringere Förderleistungen bemerkbar.

Optimierung von pneumatischen Förderanlagen für Sand

Pneumatische Förderanlagen für Sand werden üblicherweise vom Werknetz mit 6 bar Überdruck versorgt. Der wirtschaftlichste Betrieb wird erreicht, wenn der Luftdruck ausgenutzt und die Luftmenge minimal gehalten wird. Damit wird die Energie der Druckluft ausgenutzt, und die Fördergeschwindigkeit bleibt klein.

Um die notwendige Förderleistung über einen gegebenen Förderweg mit wenig Verschleiß zu erreichen, gilt es also vor allem, die optimale Kombination von Förderleitungsquerschnitt und Luftgeschwindigkeit zu bestimmen.

Einfluß der Luftgeschwindigkeit auf die Förderleistung

Bild 8 zeigt Meßwerte für die Abhängigkeit der Förderleistung von der Luftgeschwindigkeit am Förderleitungsende. Diese ergibt sich aus der gemessenen Luftmenge, der Meßzeit und dem Förderleitungsquerschnitt. Die Sandpfpfen erreichen etwa die Hälfte der Luftgeschwindigkeit. Das Abflachen der eingezeichneten Regressionskurve mit steigender Luftgeschwindigkeit zeigt, daß der Luftbedarf und damit der Energieverbrauch pro Tonne geförderten Sand mit wachsender Luftgeschwindigkeit überproportional zunimmt. Da der Verschleiß ebenfalls mit steigender Luftgeschwindigkeit überproportional zunimmt [4, 5], ist es eindeutig besser, für höhere Förderleistungen größere Förderleitungsquerschnitte einzusetzen statt mit höheren Fördergeschwindigkeiten zu arbeiten. Dies muß auch bei der Erweiterung bestehender Förderanlagen bedacht werden.

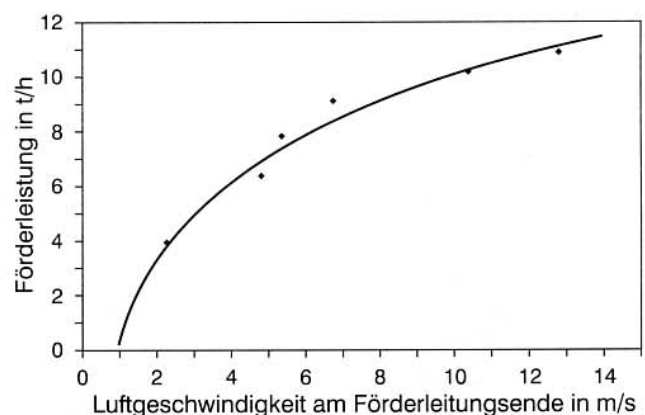


Bild 8. Abhängigkeit der Förderleistung von der Luftgeschwindigkeit am Förderleitungsende (T-Förderer, Sand F32, Förderleitung DN 80, Förderweg 40 m)

Wird die Förderluftgeschwindigkeit am Förderleitungsende auf über ca. 8 m/s gesteigert, erzeugen die Sandpfpfen im Förderrohr Stöße; in der Folge wird ein Teil der in der Förderluft enthaltenen Energie nicht zum Transport umgesetzt, sondern für Verschleiß.

Einfluß der diskontinuierlichen Arbeitsweise üblicher pneumatischer Sandförderer auf den Luftbedarf und den Verschleiß

Übliche pneumatische Förderer für Sand arbeiten nach dem in Bild 7 dargestellten Prinzip diskontinuierlich [6]. In diesem Zustand läuft Sand aus dem Vorbehälter (1) durch den Einlaufverschluß (3) in das Fördergefäß (2), bis die Maximumsonde (6) anspricht. Der Einlaufverschluß schließt; durch den Anschluß (4) wird Förderluft in das Fördergefäß geleitet. In der Förderleitung (8) liegen noch Sandpfropfen vom vorhergehenden Takt. Die Förderluft strömt durch den Sand im Fördergefäß in die Förderleitung durch die Sandpfropfen bis zum Empfangsbehälter (10). Der dem Empfangsbehälter am nächsten liegende Sandpfropfen wird von der Förderluft aufge-lockert und zum Empfangsbehälter transportiert. Wenn er aus der Förderleitung in den Empfangsbehälter gefallen ist, ist der Luftdruck, der sich im Fördergefäß aufgebaut hat, höher als er für die Bewegung der noch in der Förderleitung verbliebenen Sandpfropfen erforderlich ist. Deshalb werden nun alle Sandpfropfen in Richtung Empfangsbehälter bewegt, und die durch das Fördergefäß zur Förderleitung strömende Luft nimmt Sand aus dem Fördergefäß mit in die Förderleitung. Dort bildet sich ein neuer Pfropfen. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Minimumsonde (7) erreicht wird, die Förderluftzufuhr unterbrochen und das Entlüftungsventil (5) zum Abbau des Förderdruckes geöffnet wird. Dann kann das Fördergefäß erneut gefüllt werden. In der Füllzeit ruht die Bewegung in der Förderleitung.

Ehe sich die Förderbewegung wieder einstellt, muß die Förderluft den gesamten vom Vortakt in der Förderleitung befindlichen Sand durchdringen. Dazu ist Zeit erforderlich. Aus Verschleißgründen wäre es ungünstig, die Förderleitung nach jedem Takt sandfrei zu blasen, um den nächsten Anfahrvorgang zu verkürzen.

Bei diskontinuierlichen pneumatischen Sandförderern steht also nur ein Teil der Taktzeit als eigentliche Förderzeit zur Verfügung. In dieser Zeit muß die gesamte Förderleistung erbracht werden, d. h., es treten höhere Geschwindigkeiten,

entsprechend höherer Energieumsatz und Verschleiß auf. Diese Nachteile haben kontinuierlich arbeitende pneumatische Sandförderer nicht.

Ein pneumatischer Förderer für kontinuierlichen Sandtransport

Mit dem kontinuierlichen pneumatischen Förderer steht ein ausgereiftes Gerät zum Sandtransport zur Verfügung [7]. Es bietet zu herkömmlichen Geräten markante Vorteile:

- kontinuierlicher Transportvorgang
- erheblich weniger Förderluftverbrauch
- geringe Transportgeschwindigkeit
- weniger Verschleiß
- geringere Filterbelastung
- kleinere Baumaße
- sehr gute Zugänglichkeit der Komponenten
- als Meßgerät für Sandverbräuche geeignet

Bild 9 zeigt diesen Förderer (links) im Vergleich mit einem förderleistungsgleichen herkömmlichen Druckgefäßförderer (rechts).

Arbeitsweise

Der pneumatische Förderer nimmt den Sand portionsweise vom Silo auf und fördert ihn kontinuierlich zum Empfangsbehälter. Jeder Takt verläuft in 5 Stufen (**Bild 10**).

Füllvorgang. Der Einlaufverschluß ist geöffnet. Die Klappe des Auslaufventils wird von der Schließfeder und vom Luftdruck in der Förderleitung auf die Dichtkante gepreßt (**Bild 10a**). Sand fließt durch den Anschlußstutzen in den Druckbehälter. Der Füllvorgang ist zeitgesteuert. Zur Bestimmung der erforderlichen Füllzeit ist im Einlaufgehäuse ein Schauglas, mit dessen Hilfe die einzustellende Einlaufzeit ermittelt werden kann.

Schließvorgang. Durch einen Balgzylinder angetrieben, bewegt sich der Einlaufkegel auf die Kegeldichtung zu. Gleichzeitig spült die aus dem Düsenring austretende Luft den Verschlußbereich sandfrei. Dadurch wird der Einlauf verschleißarm luftdicht verschlossen (**Bild 10b**). Das Auslaufventil ist noch geschlossen, und in die Förderleitung strömt weiter Druckluft.

Fördervorgang. Nachdem der Einlaufverschluß geschlossen ist, baut sich im Druckbehälter durch die weiter aus dem Düsenring strömende Luft Druck auf. Wird der in der Förderleitung herrschende Luftdruck überschritten, öffnet sich das Auslaufventil. Sand gelangt aus dem Druckbehälter in die Förderleitung (**Bild 10c**).

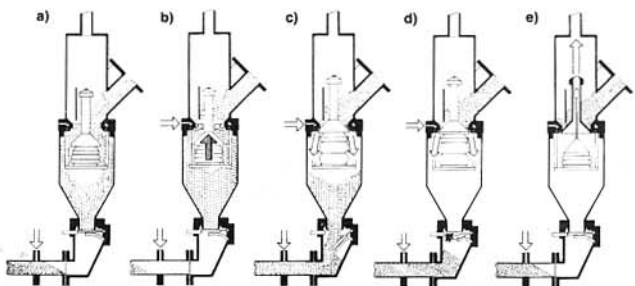


Bild 10. Funktion des neuen Förderers mit kontinuierlicher Pfropfenförderung: a) Füllvorgang; b) Schließvorgang; c) Fördervorgang; d) Schaltvorgang; e) Entlüftungsvorgang

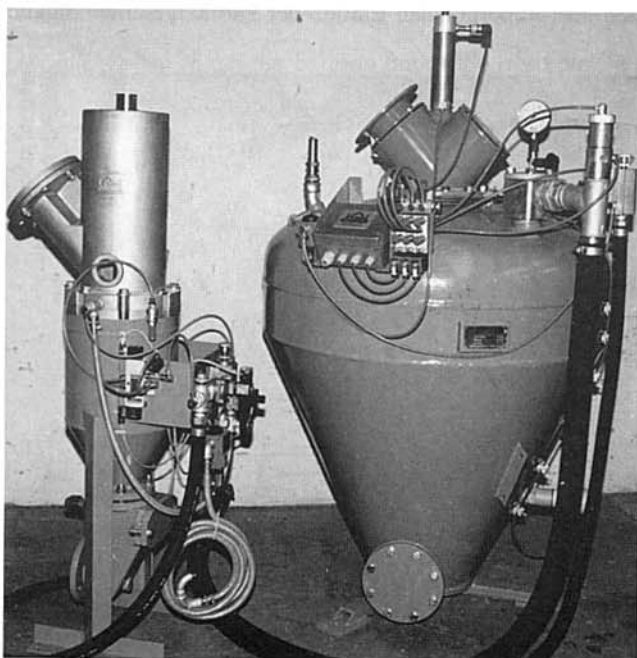


Bild 9. Vergleich eines herkömmlichen pneumatischen Förderers für Sand (rechts) mit dem förderleistungsgleichen neuen Förderer (links) (Typ SP 25, Werkbild KLEIN)

Schaltvorgang. Ist der Druckbehälter geleert, hebt eine Blattfeder die Klappe des Auslaufventils gegen dessen Dichtsitz. Dabei wird die induktiv arbeitende Minimumsonde betätigt. Die noch aus dem Druckbehälter strömende Luft reinigt die Dichtfläche der Auslaufventilklappe. Die Luftzufuhr in den Druckbehälter wird unterbrochen und der Balgzylinder des Einlaufverschlusses entlüftet (**Bild 10d**).

Entlüftungsvorgang. Durch den zu diesem Zeitpunkt noch im Druckbehälter herrschenden Druck wird zum einen der Balgzylinder zusammengedrückt; zum anderen wird der Kegel des Einlaufverschlusses an der Kegeldichtung gehalten. Dadurch öffnet sich das Entlüftungsventil, der Druck im Druckbehälter baut sich ab. Schließlich fällt der Einlaufkegel durch sein Eigengewicht nach unten und gibt den Einlaufquerschnitt frei (**Bild 10e**). Der Druckbehälter wird erneut mit Sand gefüllt.

Möglichkeiten zur Einsparung von Förderluft

Durch das kontinuierliche Förderverfahren ergeben sich erstaunliche Möglichkeiten zur Einsparung der Förderluft.

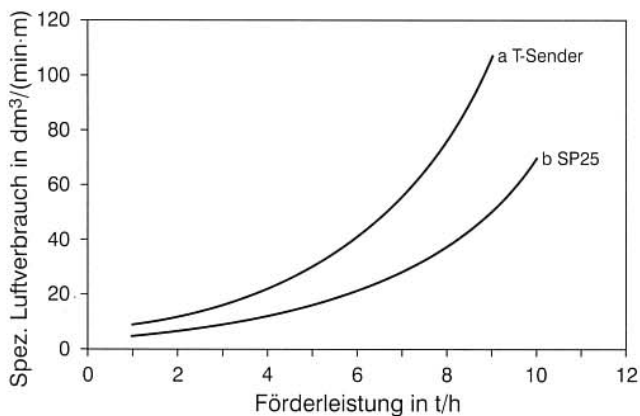


Bild 11. Vergleich des spezifischen Luftverbrauches: a) herkömmlicher Förderer; b) SP 25

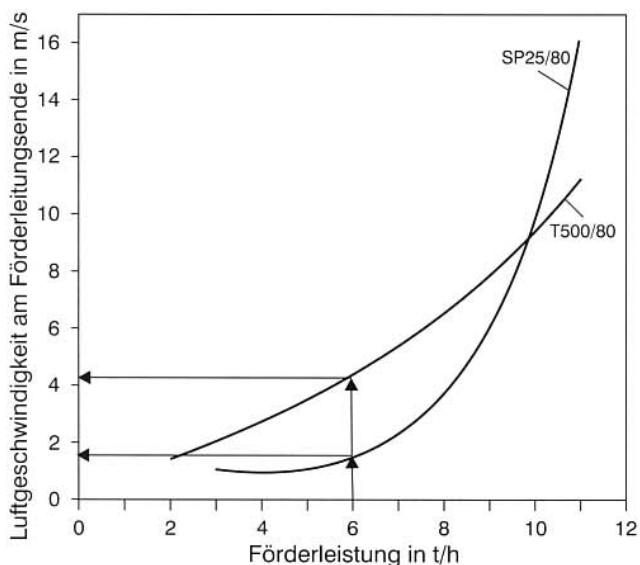


Bild 12. Vergleich der notwendigen Luftgeschwindigkeiten am Förderleistungsende beim herkömmlichen und beim Förderer SP 25 in Abhängigkeit von der Förderleistung (Sand F32, Förderleitungen DN 80, Förderweg 40 m; Beispiel: 6 t/h Förderleistung, herkömmlicher Förderer ca. 4,2 m/s, SP 25 ca. 1,5 m/s Luftgeschwindigkeit am Förderleistungsende)

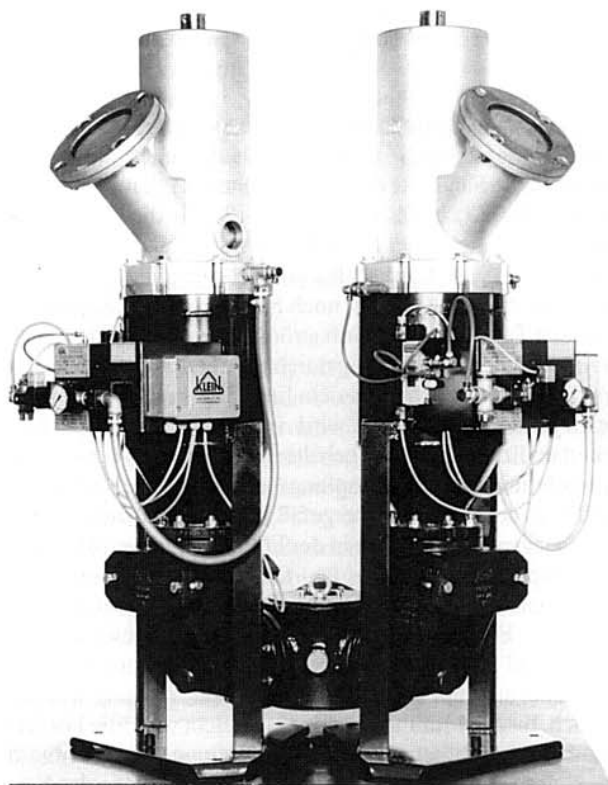


Bild 13. Tandemanlage für den schonenden, energiesparenden Transport bei hohen Förderleistungen (Typ SP 25, Werkbild KLEIN)

Bild 11 zeigt einen Vergleich mit einem herkömmlichen Förderer. Es gibt den Luftverbrauch pro Meter Förderweg in Abhängigkeit von der Förderleistung an. Der wesentlich geringere Luftverbrauch des kontinuierlichen Förderers ist deutlich zu erkennen.

Einfluß des quasikontinuierlichen Förderverfahrens auf den Verschleiß

Erfahrungen der Praxis und Laboruntersuchungen zeigen den überproportionalen Einfluß der Partikelgeschwindigkeit

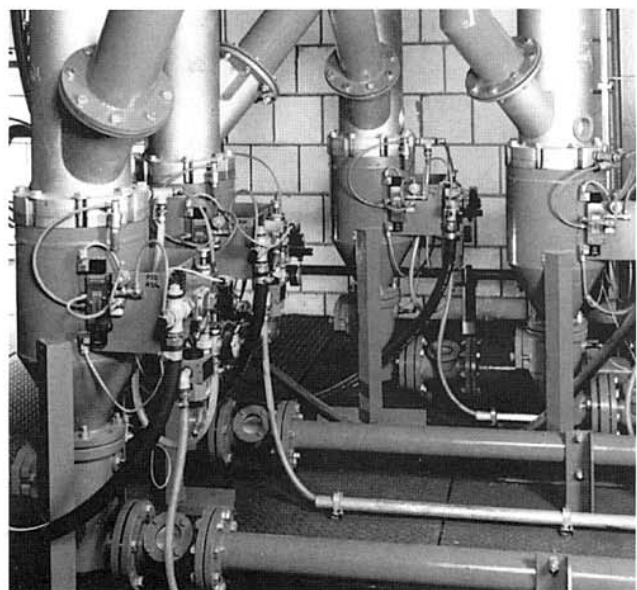


Bild 14. Gruppe von Förderern zum Transport von Neusand und thermisch behandeltem Regenerat (Typ SP 25, Werkbild VAW)

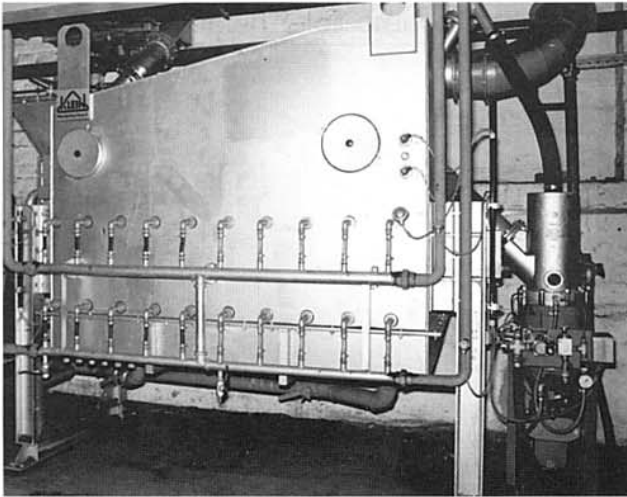


Bild 15. Förderer zum Abtransport von gekühltem Altsand (Typ SP 25, Werkbild Kunming Machine Tool)

auf den Verschleiß [4, 5]. Deshalb hat die Transportgeschwindigkeit des Sandes in der Förderleitung große Bedeutung für den störungsfreien Betrieb von pneumatischen Sandförderanlagen. Mit dem kontinuierlichen Förderer kann eine notwendige Förderleistung mit deutlich geringeren Luftgeschwindigkeiten erreicht werden (**Bild 12**).

Einsatz des Förderers für hohe Transportleistungen

Gestiegene Leistungsanforderungen machten eine Erweiterung des Leistungsspektrums dieses pneumatischen Förderers nötig. Durch die Kombination zweier Einzelförderer zu einer Tandemanlage konnte die mögliche Transportleistung erheblich gesteigert werden. In der Füllzeit des einen Förderers fördert der andere. Der Förderstrom ist absolut kontinuierlich, die Förderung sehr schonend.

Die beiden Förderer münden in ein gemeinsames Zwischengehäuse, an das eine Förderleitung bis DN 125 angeschlossen ist. **Bild 13** zeigt einen solchen Tandemförderer.

Möglichkeiten durch die geringe Baugröße des Förderers

Wie Bild 9 zeigt, beansprucht der Förderer deutlich weniger Platz als herkömmliche Förderer. Damit können auch bei beengtem Raum noch gut zugängliche Förderanlagen gebaut werden.

Bild 14 zeigt eine Verteilstation für Neusand und thermisch behandeltes Regenerat. Alle Förderer dieses Typs sind gut zugänglich und leicht zu warten. Der Förderer SP 25 in **Bild 15** transportiert den gekühlten Altsand eines kontinuierlich arbeitenden Fließbett-Kühl-Sichters ab. Die geringe Einlaufhöhe

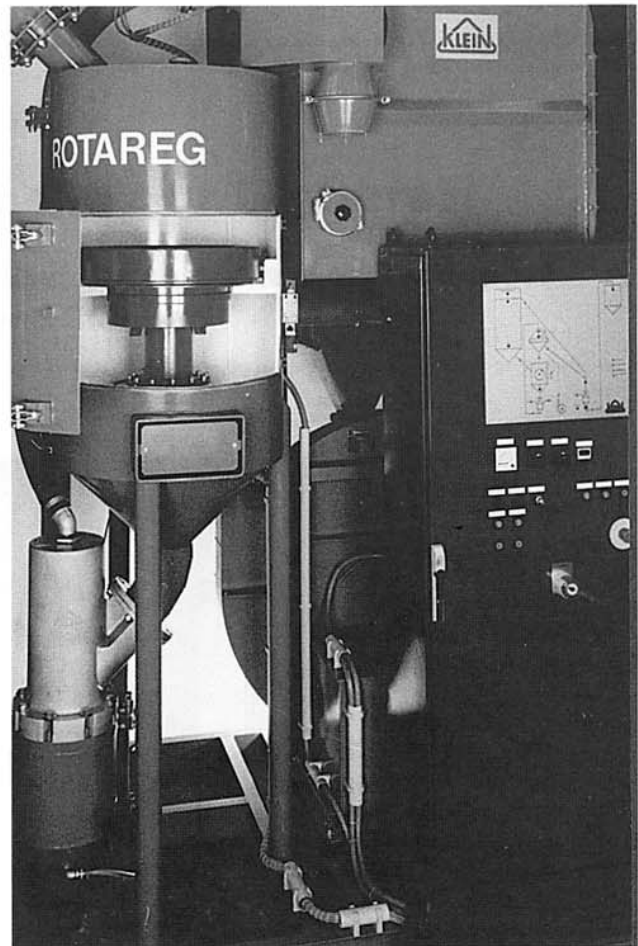


Bild 16. In die zweite Stufe einer mechanischen Regenerieranlage integrierter Förderer (Typ SP 25, Werkbild KLEIN)

des Förderers gestattet den Anbau ohne Grube. Der Förderer in **Bild 16** ist in die zweite Stufe einer mechanischen Sandregenerieranlage integriert. Er besorgt den inneren Umschlag von einem Fliehkraftreiniger zu einem Fließbettsichter.

(G 8002)

Schrifttum

- [1] Federhen, B.: Maschinenmarkt, Würzburg 97 (1991) No. 12, p. 58-62.
- [2] Firmenprospekt Alb. KLEIN: Druckgefäßförderer Bauart S.
- [3] Siegel, W.: Schüttgut 1 (1995) No. 1, p. 95-102.
- [4] Glatzel, W.: Verschleiß von Rohrkrümmern beim pneumatischen Transport. Dissertation D 83, TU Berlin 1977.
- [5] Glatzel u. Bauer: Chem. Ing.-Techn. 50 (1978) No. 7.
- [6] Firmenprospekt Alb. KLEIN: Druckgefäßförderer Bauart T.
- [7] Federhen, B.: Giesserei 73 (1986) No. 24, p. 701-705.