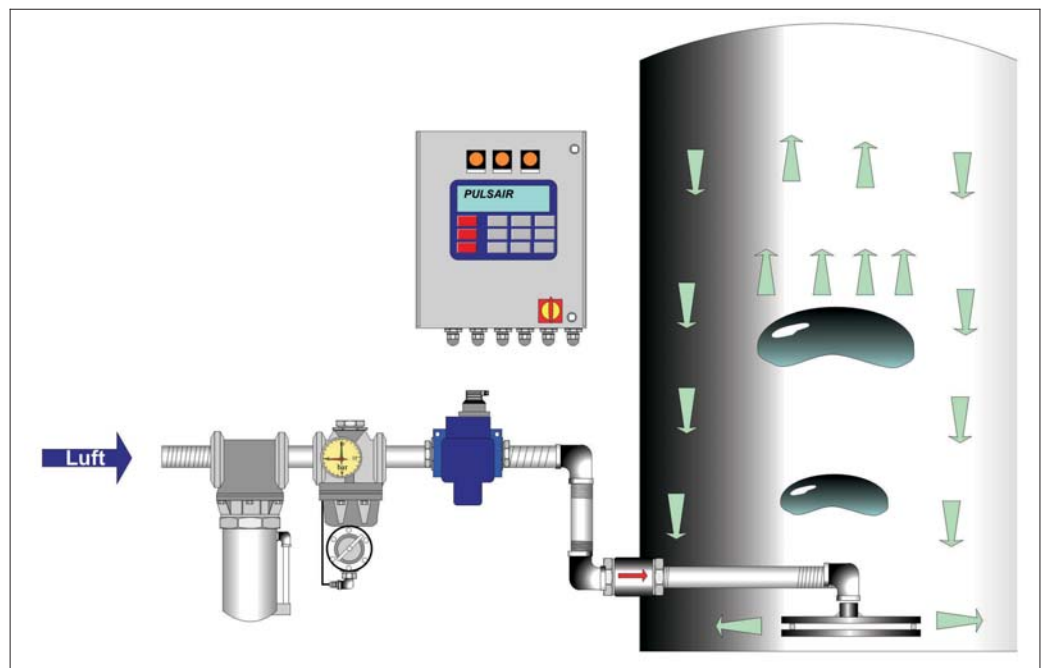




Das Pulsair-Verfahren basiert auf der kontrollierten Einbringung von Druckimpulsen, die mit Reglern an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden



## Große Volumen wirtschaftlich mischen

### Pneumatische Impulsmischung anstelle mechanischer Rührwerke

Wenn Medien ständig oder gar dauerhaft gemischt werden müssen, ist die Zuverlässigkeit einer Mischvorrichtung von großer Bedeutung. Dieser kommt die pneumatische Impulsmischung von Pulsair besonders nach, da sie im Gegensatz zu mechanischen Rührwerken keine beweglichen Teile im Tank aufweist. Als positiver Nebeneffekt kommt häufig eine erhebliche Reduzierung der laufenden Betriebskosten hinzu.

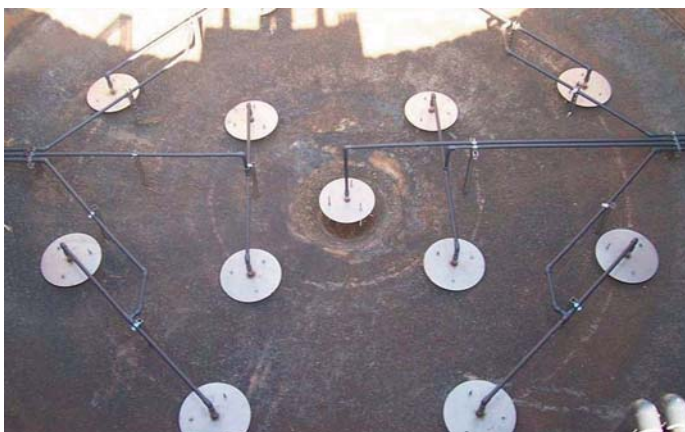


Abb. 1: Anordnung von Akkumulatorplatten am Boden eines großen Behälters; für ein Maximum an Mischwirkung und Energieeinsparung werden hier sequentiell bestimmte Plattengruppen angesteuert und nicht alle Platten gleichzeitig

### Wartungsarm und praktisch ohne Ausfallzeiten

Da in der Zellstoff- und Papierindustrie häufig über lange Zeiträume hinweg durchgängig gemischt werden muss, können Ausfälle sehr teuer werden, schließlich fallen nicht nur Kosten für Teile und Reparaturarbeiten an, sondern vor allem durch Schichtbildung in Behältern. Durch diese drohen lange Stillstandzeiten und gar Verlust des Mediums, das ja eigentlich durchmischt werden soll.

Bei Pulsair befinden sich jedoch keine beweglichen Teile im Tankinneren; so kann auch nichts brechen, was zu einem Prozessstillstand führen und eine Tankentleerung erforderlich machen würde.

Denn die einzigen Teile im Tank sind Druckluftleitungen und daran horizontal angebrachte Scheiben, sogenannte Akkumulatorplatten, aus denen die Luftblasen emporsteigen. (Abb. 1) Bewegliche Teile befinden sich nur außerhalb des Tanks, z. B. die Logikrelais im Steuergerät für die Luftimpulse und die Impfventile, die zum Tank führen. (Abb. 2)

### Einfaches Grundprinzip

Das Herzstück sind die Akkumulatorplatten mit einem Durchmesser von 10 bis 56 cm, die sich nur wenige cm über dem Tankboden befinden. Nach einem Druckimpuls unter dem Zentrum der Akkumulatorplatte strömt die Luft um die Kanten der Platte herum und bildet oberhalb eine Blase. (Abb. 3, 4)

Pulsair durchmischt vollständig und effizient den Zellstoff, da der Mischvorgang direkt am Boden der Stoffbütte beginnt. Fortlaufend werden mit Druckluft oder -gas große Blasen erzeugt, die zur Ober-

fläche treiben und somit einen vertikalen Mischprozess erzeugen. Wenn eine Blase aufsteigt, wird das darüber befindliche Medium nach oben verdrängt und das darunter befindliche hochgezogen. Diese Sogbewegung setzt sich nach Entladung der Blase an der Oberfläche fort, und zwar zunächst von dort zum Behälterrand und danach entlang der Tankwandung nach unten. Da das entstandene Bewegungsmoment sehr groß ist, kann Energie dadurch gespart werden, mit der nächsten Blase abzuwarten, bis die Bewegung im Tank deutlich nachgelassen hat. So gibt es keine schlecht durchmischten Bereiche mehr, und das bei einem geringeren Energieeinsatz. (Abb. 5, 6, 7)

Nicht nur eine vertikale Druckwelle wird erzeugt, sondern auch eine horizontale: Die Blase, die unmittelbar über dem Tankboden entsteht, wirbelt so Ablagerungen auf. Der Mischprozess beginnt also direkt am Tankboden und somit auch direkt am Anfang des Befüllprozesses. Außerdem kann das Medium beinahe bis zur vollständigen Entleerung durchmischt gehalten werden.

Das alles funktioniert bei jeder Viskosität und Dichte der Zellstofflösung oder auch des Abwasserschlammes, ja sogar bei Papierfarben hat sich das Pulsair-Prinzip bewährt. Das Mischergebnis wird dabei recht schnell erzielt. Die Behältergröße spielt keine Rolle.

Bei der Markteinführung von Pulsair war das Vermischen durch Einblasen von Luft eigentlich nichts Neues. Doch das bis dahin übliche ständige Einbringen vieler kleiner Blasen, das sogenannte Belüften, benötigt sehr viel Energie und tendiert dazu, Sauerstoff im Medium zu lösen. Bei Pulsair hingegen wird der Sauerstoffeintrag nicht erhöht, da eine einzige große Blase eine viel kleinere Oberfläche aufweist als viele kleine Blasen. Doch für Betreiber, die sich damit schwertun, sauerstoff-



Abb. 2: Gehäuse mit elektropneumatischem Umwandler (oben) sowie (v.l.) vier Impfventilen, einem Druckregler mit Manometer und einem Filter

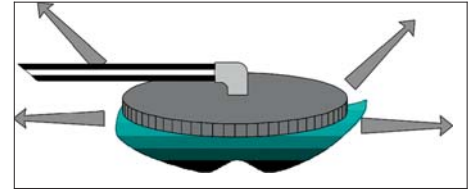


Abb. 3: Der Luftimpuls aus der Akkumulatorplatte sendet eine Stoßwelle über den Tankboden, wobei Ablagerungen aufgewirbelt werden

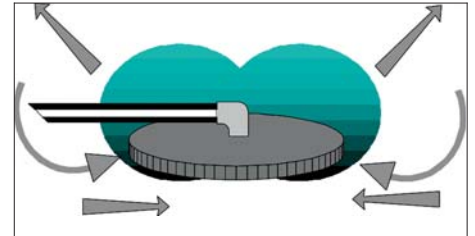


Abb. 4: Die pulsierte Luft bildet eine große Blase

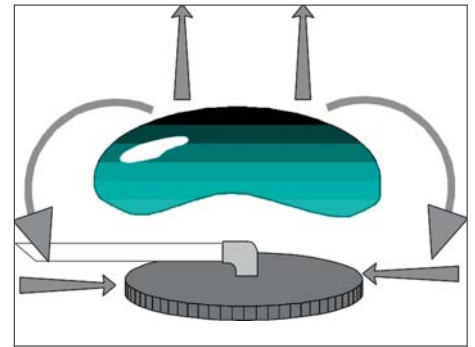


Abb. 5: Die Blase steigt auf

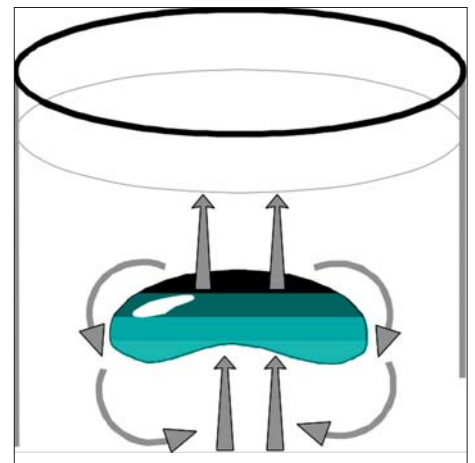


Abb. 6: Die Blase schiebt das Medium über sich nach oben und zieht das Medium unter sich mit hoch

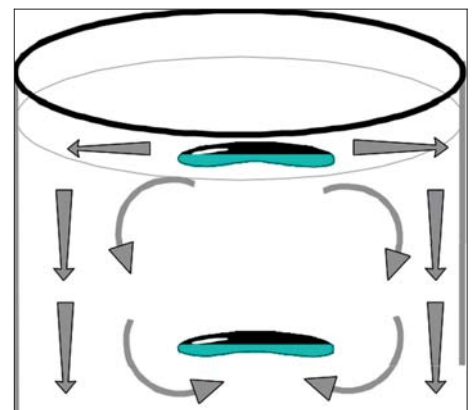


Abb. 7: Wenn die Blase oben angekommen ist, bewegt sich das Medium weiter, und zwar über die Oberfläche zum Rand und von dort entlang der Tankwandung zurück nach unten; die kinetische Energie genügt, um mit dem nächsten Druckstoß zu warten, bis die Bewegung merklich weniger geworden ist

empfindliche Medien mit Sauerstoff enthaltender Umgebungsluft zu mischen, kann Pulsair mit anderen Gasen, wie z. B. Stickstoff, betrieben werden.

Wenn der zu mischende Tankinhalt beheizt werden muss, können Zeit und Energie durch das Pulsieren von warmem Gas oder Dampf eingespart werden.

Mit der Entwicklung von Steuergeräten wurde der Prozess weiter perfektioniert. Durch das Variieren der Mischparameter Gasmenge, Gasdruck, Dauer der Pulse und ihrer Häufigkeit kann der Betreiber verschiedensten Prozessanforderungen bei gleichzeitiger Energieeinsparung nachkommen.

Für einzelne Chargen können die Mischparameter und die Sequenzen reguliert werden. So kann der Betreiber je nach Mischergebnis dieses einfach wiederholen oder neu anpassen. Die Steuerung des Pulsierens im Mischsystem kann entweder über einen Pulsair-Controller erfolgen oder durch die in ein vorhandenes Leitsystem integrierte Pulsair-Software. Pulsairs Touchscreen-Controller können sowohl einen einzelnen Tank als auch komplette Tankfarmen steuern. Dabei kann jeder Tank individuell parametrisiert werden, um Mischzyklen zu starten und zu beenden und sie entsprechend den Prozessanforderungen anzupassen. Die Touchscreen-Controller sind durch ihre Modulbauweise erweiterbar. So kann zunächst mit einem einzelnen Tank begonnen werden, dem nach und nach weitere Tanks hinzugefügt werden. Für den Einsatz in explosiven Umgebungen kann bei Pulsair auch die Steuerung rein pneumatisch ausgelegt werden.

Je nach Materialverträglichkeit des Mediums kann aus einer großen Anzahl von Werkstoffen für Rohrleitungen und Akkumulatorplatten gewählt werden, z. B. Stahl, rostfreier Edelstahl, Aluminium, Glasfaser, PE, PP oder PVC. Es gibt sogar Pulsair-Anwendungen ohne Akkumulatorplatte, wo der Puls direkt in den Boden des Tanks eingebracht wird. Pulsair ist an jede Behältergröße anpassbar. 150l Fässer werden genauso gemischt wie Tanks im großen Maßstab.

Form und Tiefe eines Tanks beeinflussen das Mischverhalten, doch eine Faustregel besagt, dass die Mischwirkung in einem Radius von 180 cm um eine Akkumulatorplatte am größten ist. Daher werden bei einem großen Tank mehrere Akkumulatorplatten in fester Anordnung verwendet.

### Tragbare Systeme

Pulsair hat auch tragbare Mischsysteme für den Handbetrieb:

- Zum Mischen von kleineren Behältnissen wie 150l Tanks gibt es den „5–55 Drumstick“ mit einer Akkumulatorplatte, die so klein ist, dass sie durch ein Handloch passt.
- Transportbehälter für den Industriestandard können mit dem „10–55 Totestick“ aufgemischt werden, und zwar über ein optionales „Geweih“ mit mehreren Akkumulatorplatten auch entlang des Behälterrandes.
- Für größere Anwendungen wie Tankwagen und Eisenbahntankwagen brachte Pulsair weitere tragbare Mischsysteme auf den Markt, z. B. die PTM-2000-Serie für eine Volumenbandbreite von 19 bis 110 m<sup>3</sup>.

### Weltweite Verwendung

Mittlerweile ist Pulsair rund um den Globus ein begehrtes Mischsystem: Stora Enso mischt z. B. in Deutschland Fasertanks für die Papierherstellung, und in der Stadt Greensboro in North Carolina/USA wird Pulsair für drei separate Mischprozesse in der Abwasserbehand-

## Anwendungen für Zellstofffabriken

- Mischung in der Stoffbütte
- Mischung im Zellstoffkocher
- Kraft-Aufschluss
- mechanischer und thermomechanischer Aufschluss
- Latenzbütten
- Abwasseraufbereitung.

### Vorteile der Pulsair-Mischer:

- bricht in Laugenbehältern Restmengen, Feststoffe, Schichtenbildung und Schwerflüssigkeiten auf, die sich nach langer Lagerung bilden
- homogenisiert und mischt effektiv verschiedene Inhaltsstoffe beim Kraft-Aufschluss in Großbehältern
- verhindert Feststoff-Ablagerungen im Tanklager für Rückstauwasser
- benötigt erheblich weniger Energie als jedes mechanische Rührwerk
- wartungsarm und praktisch ohne Ausfallzeiten
- keine größeren Anschaffungen von mechanischen Mehrfach-Rührwerken mehr, die absenkbar oder seitlich bzw. senkrecht zu montieren sind
- beeinträchtigt weder den Tank noch die Zellstoff-Lösung
- Pulsair-Mischsysteme können an jede Zellstoff-Behältergröße angepasst werden.

lung eingesetzt. In Tausenden von Tanks verwenden viele Anwender flüssiger Mischprozesse das System.

## Fallstudien

Doch Pulsair ist nicht nur in technischer Hinsicht ausgeklügelt, auch die Kosteneinsparungen überzeugen, was bei einer amerikanischen Papierfabrik sichtbar wird: Ein defektes 11 kW Rührwerk in einem Tonschlamm-Lagerbehälter wurde durch eine Pulsair-Installation mit 3,7 kW ersetzt, mit entsprechender Energieeinsparung.

Instandhaltungskosten fielen weg, genauso wie Toträume, wie sie bei mechanischen Rührwerken auftreten und die mit teurem Biozid behandelt werden mussten.

Und noch eine Herausforderung hat Pulsair gemeistert: Die Papierfabrik steht in einem Gebiet mit häufigen Stromausfällen, und nach einem Rührwerksstopp hat der zähe Tonschlamm die Tendenz, sich abzusetzen. Ab einem gewissen Grad ist es aber nicht mehr möglich, das Rührwerk zu starten, so dass der ganze Tank entleert und ausgeputzt werden musste. Mit Pulsair tritt dieses Problem nicht mehr auf.

Pulsair konnte auch ein drängendes Problem in einer anderen, führenden Papierfabrik lösen, und zwar mit einem tragbaren Mischgerät, das eigentlich für Eisenbahn-Tankwagen entwickelt wurde, aber auch beim Aufbrechen von Restmengen in Laugenbehältern Erfolge erzielte.

Die Herausforderung bestand darin, einen Überfüllbehälter in einem Fundament unter einer Papiermaschine zu bereinigen. Der Behälter verfügte über kein Rührwerk und ermöglichte nur einen beschränkten

Zugriff. Zunächst konnte die Fabrik das Wasser wiederverwenden und das verbleibende Rohpapier in den Überfüllbehälter ableiten. Als man jedoch mit dem Wasser sparsamer umging, konnte es nicht mehr abgeleitet werden.

Das Problem bestand darin, dass die Wiederverwendung des Wassers im Behälter länger dauerte. Ohne Durchmischung lagerten sich die Papierfasern zu einer Schicht oben im Tank ab. Die Schicht verfestigte sich bis zu einer Stärke von etwa 1 m auf nasser Papiersuspension, mit Rückwasser dazwischen. Bei einer Behältertiefen von gut 2,5 m verlor die Fabrik letztendlich die Hälfte ihrer Spitzenkapazität.

Der Betreiber hatte kurz zuvor von der Pulsair-Technologie gehört und bestellte ein tragbares Gerät. Die Fabrik hatte bereits mehrere Versuche gestartet, die Schicht aufzubrechen, u. a. mit Hochdruckschläuchen und Saugfahrzeugen. Das war zeit-, kosten- und arbeitsintensiv sowie größtenteils ineffektiv. Instandhaltungsleiter und Belegschaft hatten ihre Zweifel, als sie erfuhren, dass das Pulsair-Gerät Luft durch einen 1-Zoll-Schlauch blasen sollte, um einen Behälter mit den Abmaßen 2,5 x 6 x 30 m zu durchmischen. Zu diesem Zeitpunkt waren sie jedoch bereit, alles zu versuchen.

Das Gerät wurde an die fabrikeigene Luftversorgung angeschlossen und mit 60 Impulsen/min eingestellt. Es wurde an Ort und Stelle befestigt, so dass es ohne Aufsicht betrieben werden konnte. Wie bei fast allen tragbaren Pulsair-Mischern wird das Gerät nicht elektrisch, sondern ausschließlich mit Druckluft oder -gas betrieben.

Nach dem ersten Tag und zur Überraschung der Mitarbeiter hatte das Mischgerät die harte Papierkruste durchbrochen, wodurch sich eine Klarwasserzone bildete. Nach dem zweiten Tag sah es auf einer Fläche

von gut 90 m<sup>2</sup> so aus, als ob das Trockenpapier zusammengeschmolzen wäre. Oben war ein Schlamm von leichterer, niedriger Konsistenz, der abgepumpt werden konnte.

Am Ende der ersten Woche wurde das Mischgerät etwas höher im Tank angesetzt, wo es für den Rest des Versuchs verblieb. Obwohl das Gerät zum zeitweiligen Gebrauch konzipiert ist, lief es in der Fabrik drei Wochen lang rund um die Uhr an fünf Tagen die Woche, und das völlig problemlos.

### **Kosten und Wartung im Praxisbetrieb**

Die laufenden Kosten sind so niedrig, dass es sich für viele Betreiber gar nicht lohnt, darüber Buch zu führen. Auch Rückmeldungen aus dem laufenden Betrieb sind selten, weil die im Tank verbauten Teile quasi keiner Wartung bedürfen. Und die beweglichen Teile außerhalb der Tanks, also die Logikrelais im Steuergerät und die Impfventile, sind auf 100 Mio. Zyklen ausgelegt, entsprechend einem 10-jährigen Dauerbetrieb rund um die Uhr.

### **Fazit**

Die pneumatische Impulsmischung bietet gegenüber mechanischen Rührwerken den Vorteil der erhöhten Zuverlässigkeit und kaum bestehenden Instandhaltungskosten, da sich keine beweglichen Teile im Tank befinden.

Der Einsatz großer Luftblasen führt zu keinem Sauerstoffeintrag in das Medium. An Stelle von Luft kann aber auch mit Inertgas wie z. B. Stickstoff gearbeitet werden. Mit dem Pulsair-Verfahren kann sehr viel Energie eingespart werden.

[www.mpt-rodgau.de](http://www.mpt-rodgau.de)