



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

Water & Purification

APPLICATION IN DETAIL

Zentrifugalabscheider

Welcher Zyklon-Typ ist der Beste?

Innerhalb eines Forschungsprojekts wurde ein zwei-stufiger Multizyklon „Prototyp“ mit hoher Abtrennleistung entwickelt. In einem Vergleichstest mit unterschiedlichen Zyklon-Varianten zeigte der zweistufige „Prototyp“ zwar die beste Rückhalterate ist aber im Unterhalt teuer. Als deutlich wirtschaftlicher zeigte sich im Vergleich ein optimiertes Standardgerät mit höherer Effizienz.

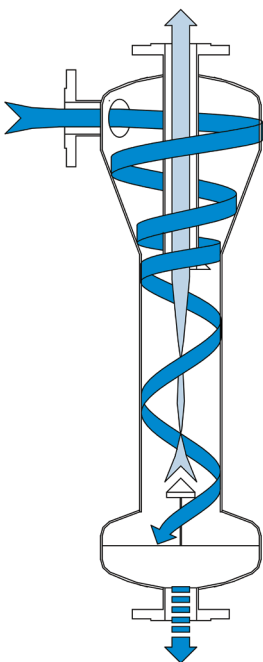
Zur Abscheidung von Feststoffpartikeln aus wässrigen Medien können Zentrifugalabscheider eingesetzt werden. Durch die spezielle Strömungsführung im Innern dieser Feststoffabscheider wird das Medium in eine rotierende Bewegung versetzt. Es bildet sich ein Wirbel aus, daher auch der Name Hydrozyklon. Die dabei auftretenden Zentrifugalkräfte wirken auf die abzutrennenden Partikel ein und ermöglichen effiziente Abtrennleistungen. Hierzu ist der untere Teil des

Centrifugal separator

What is the best cyclone type?

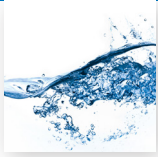
Within the scope of a research project, a two-stage multi-cyclone “prototype” was developed with a high separation rate. In a comparison test with different cyclone variants, the two-stage “prototype” demonstrated the best retention rate but was expensive to maintain. By comparison, an optimized standard unit proved to be much more economical with greater efficiency.

It is possible to use centrifugal separators to separate solid particles from aqueous media. The special flow guide system inside the centrifugal separator sets the medium in a rotating movement. An eddy forms – hence the name hydro-cyclone. The resulting centrifugal forces act on the particles to be separated and make possible efficient separation. For this, the bottom section of the hydro-cyclone is of conical design. In this section, the system



Wirkungsweise eines Hydrozyklons

- 1 Der tangentielle Eintrittsstutzen setzt die zu reinigende Flüssigkeit mit den darin enthaltenen Verunreinigungen in eine rotierende Bewegung.
The tangential entry nozzle sets the liquid that is to be cleaned including the contaminants that it contains into rotation.
- 2 Der Konus dient zur Beschleunigung der Strömung. Die dabei auftretenden Zentrifugalkräfte wirken auf die Partikel ein.
The cone is for accelerating the flow. The resulting centrifugal forces that occur while this is happening have an effect on the particles.
- 3 Die Fliehkraft drückt die Partikel, die schwerer sind als die Flüssigkeit an die Wandung des Zentralrohres.
The centrifugal force presses the particles – which are heavier than the liquid – onto the wall of the central pipe.
- 4 Mit Hilfe der Schwerkraft und der Strömung gleiten die Partikel in rotieren der Bewegung nach unten in die Sammelkammer. Durch die plötzliche Vergrößerung des Durchmessers tritt eine Beruhigung der Spiralbewegung ein. Die Partikel setzen sich ab.
By means of gravity and the flow, the particles slide with a rotating motion downwards into the collection chamber. Due to the sudden increase in the diameter, the spiral motion is stabilized. The particles settle.
- 5 Die gereinigte Flüssigkeit gelangt in den Flüssigkeitswirbel der Unterdruckzone. Der untere Abweiser bricht den Wirbel vor der Sammelkammer.
The cleaned liquid enters the liquid eddy of the vacuum zone. The bottom deflector breaks the eddy before the collection chamber.
- 6 Der in der Sammelkammer angehäufte Schmutz wird während des Betriebes in periodischen Intervallen ausgeschleust. Dies kann manuell oder mittels einer automatischen Abschlammvorrichtung erfolgen.
The dirt that gathers in the collection chamber is ejected at periodic intervals during operation. This can be done manually or using an automatic discharge device.



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

Water & Purification

APPLICATION IN DETAIL

Hydrozyklons konisch ausgeführt. In diesem Teil wird die leichtere Fraktion nach innen verdrängt, schwere Partikel werden durch die Zentrifugalkraft außen gehalten und im Unterlauf ausgetragen. Die leichtere Fraktion, die nach innen verdrängt wird, wird im Oberlauf ausgetragen.

Wolftechnik Zentrifugalabscheider eignen sich besonders zur Abtrennung von harten und festen Partikeln wie Sand, Glas oder Metall. Sie werden beispielsweise in der Automobilindustrie eingesetzt. Vor dem Lackieren müssen die Fahrzeugkarossen von Verunreinigungen aus dem Rohbau (Schweißprozess) gereinigt und entfettet werden. Die durch die Karossen eingebrachten Metallpartikel sollen aus den Entfettungsbädern kontinuierlich entfernt werden um eine bessere Reinigungswirkung zu erzielen. Eingesetzt werden WTZA Wolftechnik-Zentrifugalabscheider. Durch den tangentialen Eintritt und die spezielle Strömungsführung im Innern der Zentrifugalabscheider können auch sehr feine Metallpartikel entfernt werden. Wolftechnik-Zentrifugalabscheider können aus C-Stahl, Edelstahl oder Kunststoff gefertigt werden.

Bei gleichem Innenaufbau werden sie in den Bauweisen WTEZA, WTDZA und WTFZA hergestellt und unterscheiden sich in der Zugänglichkeit von Eintrittskammer und Schmutzsammelkammer.

Definition Trennkorn

Bei Zentrifugalabscheidern wird der Dichteunterschied zwischen den abzutrennenden Stoffen und dem zu reinigenden Medium genutzt. Anders als bei Kerzenfiltern und Beutelfiltern wird hier die Rückhalterate oder der Wirkungsgrad in Bezug auf 50 Prozent der abtrennbaren Stoffe mit einer bestimmten Partikelgröße und einem bestimmten spezifischen Gewicht (Dichte) als Trennkorn angegeben. So bedeutet beispielsweise ein Trennkorn von 40µm bei Sandpartikeln (spezifisches Gewicht: 3g/cm³), dass 50 Prozent der Sandpartikel mit der entsprechenden Partikelgröße zurück gehalten werden. Das Trennkorn des gleichen Gerätes für schwerere Eisenpartikel (spezifisches Gewicht: 7g/cm³) wird aber bei gleicher Durchsatz-

displaces the lighter fraction inwards with heavy particles being held outside by the centrifugal force and discharged in the underflow. The lighter fraction, which was displaced inwards, is discharged in the overflow.

Wolftechnik centrifugal separators are particularly suitable for separating hard solid particles, like sand, glass or metal, for example. They are used in the car industry, for example. Before painting vehicle bodies, contaminants must be removed from the body in white (welding process) and they must be degreased. The metal particles that enter via the bodies must be continually removed from the degreasing baths to achieve a better cleaning effect. Wolftechnik WTZA centrifugal separators are used. Due to the tangential inlet and special flow guide system inside the centrifugal separators, it is possible to remove extremely fine metal particles too. Wolftechnik centrifugal separators can be made from carbon steel, stainless steel or plastic.

With the same internal structures, they are made in series WTEZA, WTDZA and WTFZA and differ by virtue of the accessibility of the inlet chamber and the dirt chamber.

Definition of efficiency

In the case of centrifugal separators, the differing specific weight of the materials to be separated and the medium to be cleaned is used. By comparison with cartridge and bag filters, the retention rate or efficiency relative to 50% of the separable materials of a specific particle size and specific weight (density) is stated as the efficiency. With an efficiency of 40µm with sand particles (specific weight of 3g/cm³), this means, for example, that 50% of the sand particles of the corresponding size are retained. However with the same throughput, the efficiency of the same unit for heavy iron particles (specific weight of 7g/cm³) will be as little as 25 µm. When stating the efficiency, you should compare the specific weight as well as the throughput



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

Water & Purification

APPLICATION IN DETAIL

leistung bereits bei $25\mu\text{m}$ liegen. Bei der Angabe des Trennkorns sollten neben dem spezifischen Gewicht auch die Durchsatzleistung und der Differenzdruck verglichen werden. Nur das Zusammenspiel dieser vier Größen macht die Beurteilung eines Zentrifugalabscheiders möglich.

Multizyklone

Die Zielsetzung unterschiedlicher Forschungs- und Entwicklungsprojekte der Firma Wolftechnik war es neben der Trennaufgabe, die Rückhalterate der Zykclone weiter zu verbessern. Gleichzeitig sollte die Durchsatzleistung erhöht werden. Klassisch werden dafür mehrere Hydrozyklone parallel angeordnet (Abb.2). Der Zulauf erfolgt über eine zentrale Hauptleitung. Jeder Hydrozyklon wird mit gleichem Druck und gleicher Geschwindigkeit angesteuert, was nötig ist um die gleiche Abtrennleistung zu erzwingen.

Es können aber auch mehrere kleine Hydrozyklone in einem Behälter untergebracht werden. Man spricht dann von einem Multizyklon. Der Vorteil liegt in der leichten Parallelisierbarkeit großer Zahlen an Hydrozyklonen. Der Zulauf zu den einzelnen Zykclonen erfolgt direkt aus dem Behälter. Ein Nachteil dieser Variante besteht darin, dass Grobgut im Vorlagebehälter sedi-

capacity and the differential pressure.

The interaction of these four variables is the only way to assess a centrifugal separator.

Multi-cyclones

In addition to focussing on the separation task, the main emphasis of various Wolftechnik research and development projects was to improve the retention rates of the cyclones. At the same time, it was intended to increase the throughput capacity. The classical approach is to set up several hydro-cyclones in-parallel (Fig. 2).

Infeeding is by means of a central main pipe. Each of the hydro-cyclones is controlled at the same pressure and speed; this is necessary to force the same separation rate.

However, several hydro-cyclones can be accommodated in one container. This is referred to as a multi-cyclone.

The advantage is that it is easy to parallelize large numbers of hydro-cyclones. Infeeding to the individual cyclones is carried out directly from the container.

One of the disadvantages of this variant is that coarse material sediments in the collection container.



Abb. 2: Klassisch werden mehrere Hydrozyklone parallel angeordnet
Fig. 2: The classical approach is to set up several hydro-cyclones in-parallel



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

mentiert. In einem von Wolfftechnik initiierten ersten Forschungsprojekt mit dem Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MVM) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wurde der Zulauf eines herkömmlichen Multizyklons mit dem Ziel untersucht, einen neuen Multizyklon zu entwerfen, der eine einfache Zulaufgeometrie aus einer Verteilerplatte aufweist und im Zulauf keine Probleme mehr durch die Sedimentation von Grobgut verursacht.

Das Forschungsprojekt lieferte im Resultat die Aussage, dass ein solcher Multizyklon möglich ist. In Eigenregie optimierte Wolfftechnik den Multizyklon mit Verteilerplatte

(WTMZA Wolfftechnik-Multizyklon) am eigenen Teststand an der Universität Karlsruhe weiter. Optimiert wurden Durchsatzleistung, Strömung und Differenzdruck. Dabei stellt die Verteilerplatte eine definierte Strömungsverteilung zu den einzelnen Zyklonen sicher, wodurch die Rückhalterate verbessert wird (Abb.3).

Ein WTMZA Wolfftechnik-Multizyklon kann 2, 4, 6, 8 oder mehr Einzelzyklone beinhalten. Ein 4-er WTMZA Multizyklon (WT4MZA) mit vier Einzelzyklonen von je 4 m³/h Durchsatzleistung erbringt eine Durchsatzleistung von 16 m³/h, ein WT10MZA käme somit auf eine Durchsatzleistung von 40 m³/h.

Ziel eines zweiten Forschungsprojekts mit dem Institut für Materialfeuchte (CMM) und dem Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MVM) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) war ein Verfahren zum ressourcen- und energieeffizienten Recycling von Phosphor aus kommunalen und industriellen Abwässern. Zunächst wurde mit einer Hydrozyklon-Kaskade gearbeitet. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde bei Wolfftechnik ein neuartiger zweistufiger Multizyklon „Prototyp“ entwickelt, der einen Durchsatz von 25 m³/h ermöglicht. Der „Prototyp“ besteht im Inneren aus einem herkömmlichen WTZA Wolfftechnik-Zentrifugalabscheider und außen aus einem Multizyklon mit vier oder sechs kleinen Zyklonen und Verteilerplatte.

Aus den Ergebnissen der Testreihen mit den Multizyklonen resultierte zudem, dass der Trenngrad stark von dem des Einzelzyklons abhängig ist. In einem Kooperationsprojekt mit dem Fraunhofer Institut

Water & Purification

APPLICATION IN DETAIL

In a research project that Wolfftechnik started with the Institute for Mechanical Process Engineering and Mechanical Systems (MVM) of the Karlsruhe Institute for Technology (KIT), the infeed of a conventional multi-cyclone was examined with the aim of designing a new multi-cyclone that demonstrates a simple infeed geometry from a distribution plate and does not cause any more problems in the infeed due to sedimentation of coarse material.

The results of the research project state that a multi-cyclone of this type is possible. On our own initiative, Wolfftechnik further optimized the multi-cyclone with a distributor plate (Wolfftechnik multi-cyclone WTMZA) on our own test bed at the University of Karlsruhe. We optimized the throughput capacity, the flow and the differential pressure. In this connection, the distributor plate ensures defined flow distribution to the individual cyclones, which improves the retention rate (Fig. 3).

One WTMZA Wolfftechnik multi-cyclone can contain 2, 4, 6, 8 or more individual cyclones. One 4x WTMZA multi-cyclone (WT4MZA) containing four individual cyclones each with a throughput capacity of 4 m³/h yields a throughput capacity of 16 m³/h, which means that one WT10MZA would achieve a throughput capacity of 40 m³/h.

The objective of a second research project with the Institute for Material Moisture (CMM) and the Institute for Process Engineering and Mechanical Systems (MVM) of the Karlsruhe Institute for Technology (KIT) was to develop a procedure for resource- and energy-efficient recycling of phosphorous from municipal and industrial waste water. Initially, we worked with a hydro-cyclone cascade. Based on the Insights that we gained, Wolfftechnik developed an innovative two-stage multi-cyclone "prototype" that makes possible a throughput of 25 m³/h. On the inside, the "prototype" comprises a conventional Wolfftechnik WTZA centrifugal separator and a multi-cyclone containing four or six small cyclones and a distributor plate on the outside.

Apart from this, the results of the tests with the multi-cyclones demonstrated that the separation rate is highly dependent on that of the individual cyclone. In a cooperation project with the Fraunhofer Institute in



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

Water & Purification

APPLICATION IN DETAIL

Stuttgart hat Wolfftechnik die Standardgeräte der WTZA Wolfftechnik-Zentrifugalabscheider hin zu einer besseren Abscheidung optimiert. Das führte zu dem Modell „-XE“ (eXtra Efficiency) mit einem dünneren und schlankeren Design (Abb.4).

Durch das schlankere Design erhöhen sich im Zentrifugalabscheider die Geschwindigkeiten und Kräfte die für die Partikelabtrennung bestimmend sind. Die bessere Partikelabscheidung geht allerdings zu Lasten des Differenzdrucks und somit des Energieverbrauchs an der Pumpe.

Stuttgart, Wolfftechnik has optimized the standard unit of the Wolfftechnik WTZA centrifugal separator towards improved separation.

This has led to the XE (eXtra Efficiency) model that has a thinner, slimmer design (Fig. 4).

The slimmer design results in increased speeds in the centrifugal separator and higher forces, which are crucial for particle separation. However, the improvement in particle separation comes at the expense of the differential pressure and with this the energy consumption of the pump.

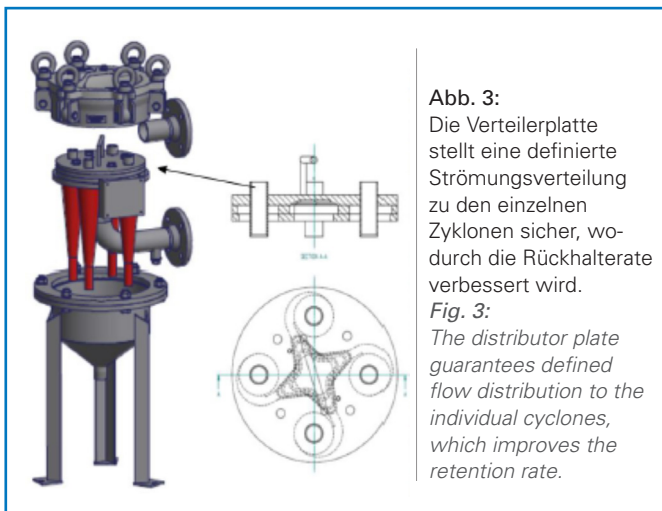


Abb. 3: Die Verteilerplatte stellt eine definierte Strömungsverteilung zu den einzelnen Zyklonen sicher, wodurch die Rückhalterate verbessert wird.
Fig. 3: The distributor plate guarantees defined flow distribution to the individual cyclones, which improves the retention rate.



Abb. 4: Optimierter Zyklon WTDZA-PP-XE im Vergleich zu herkömmlichem WTDZA-PP. Optimierter Zyklon „XE“ (links) mit einem dünneren, schlankeren Design und höherer Abtrennleistung.

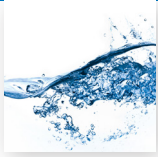
Fig. 4: An optimized WTDZA-PP-XE cyclone compared to a conventional WTDZA-PP. Optimized “XE” cyclone (on left) with a thinner, slimmer design and greater separation rate.

Vergleich der Zyklon-Varianten

Ein Vergleich der Zyklon-Varianten in einer Testanlage für Durchsatzleistung zu Differenzdruck brachte ein interessantes Ergebnis. Verglichen wurden gegen den neuartigen zweistufigen Multizyklon „Prototyp“ jeweils ein Standardgerät (Typ WTZA), ein Multizyklon (Typ WTMZA) und das im Design optimierte Standardgerät (WTZA-XE). Alle Versuche wurden bei einem Volumenstrom von 25m³/h durchgeführt, was einer Pumpenleistung von 95 Prozent entspricht. Die eingewogene Partikelmenge betrug 1,8kg, was einer Feststoffkonzentration von 3g/l entspricht. Verglichen wurden Effizienz und Differenzdruck (Energieverbrauch). Betrachtet wurde zudem die Wirtschaftlichkeit in

Comparison of cyclone variants

Comparing the cyclone variants in a test system for throughput capacity to differential pressure yielded interesting results. A comparison was made between the innovative two-stage multi-cyclone and a type WTZA standard unit, a type WTMZA multi-cyclone and the optimized-design WTZA-XE standard unit. All of the tests were carried out at a volume flow of 25m³/h, which corresponds to a pump capacity of 95%. The particle weight was 1.8kg, which corresponds to a solids concentration of 3g/l. We compared the efficiency and the differential pressure (energy consumption). In addition, we considered cost effectiveness relative to the initial outlay and the operating costs.



Wasser & Reiniger

ANWENDUNG IM DETAIL

Water & Purification

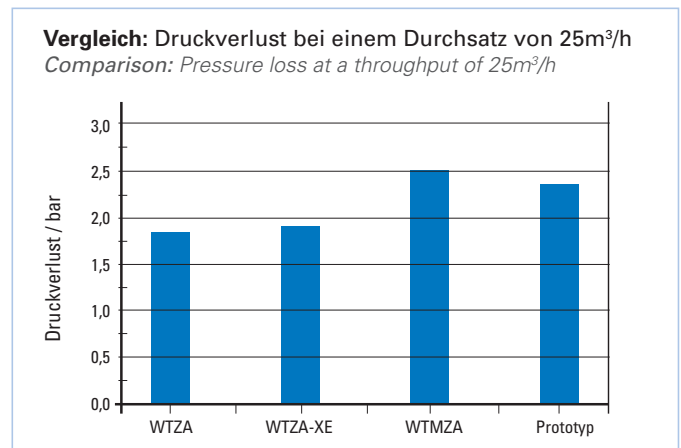
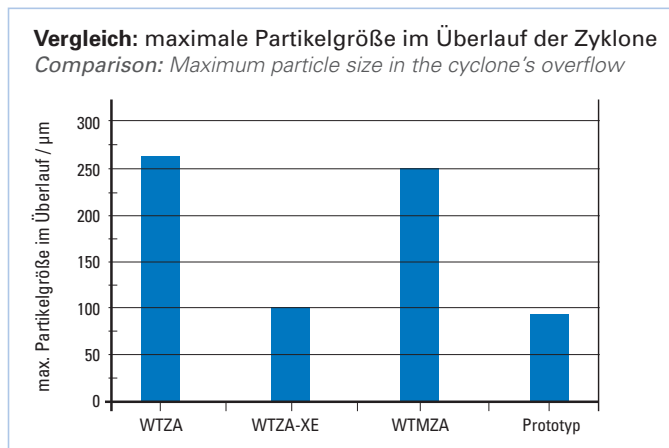
APPLICATION IN DETAIL

Bezug auf die Anschaffungs- und Betriebskosten. Die Partikelgrößenverteilungen (PGV) geben Aufschluss über die Partikelgrößen, die den Zyklon verlassen. Die maximale Partikelgröße im Überlauf des „Prototyps“ ist um 20µm kleiner als beim optimierten Standardgerät WTZA-XE und deutlich kleiner als beim Standardgerät WTZA und beim Multizyklon WTMZA (Abb.5). Somit wird mit dem „Prototyp“ die beste Effizienz erreicht, er trennt am besten. Allerdings ist das Gerät im Vergleich zu herkömmlichen Geräten und zum optimierten Standardgerät „-XE“ deutlich teuer und arbeitet bei einem relativ hohen Differenzdruck, was auch den Betrieb in Bezug auf die Energiekosten und den Verschleiß der Pumpe teuer macht (Abb.5). Das optimierte Standardgerät WTZA-XE weist dagegen einen deutlich geringeren Druckverlust auf und liegt nur gering über dem des Standardgeräts WTZA, trotz deutlich besserer Trennleistung (Steigerung des Trennkorns/Rückhalterate). Damit ist im Vergleich der vier getesteten Geräte – unter dem Aspekt von Anschaffungskosten und Betriebskosten – der WTZA-XE Wolftechnik-Zentrifugalabscheider der klare Favorit.

The particle-size distributions (PSD) offer an insight into the particle sizes that leave the cyclone. The maximum particle size in the overflow of the “prototype” is 20µm less than with the optimized WTZA-XE standard unit and considerably less than with the WTZA standard unit and the WTMZA multi-cyclone (Fig. 5). This means that the “prototype” achieved the best efficiency and that it carries out separation best. However, compared to conventional devices and the optimized “XE” standard unit, the device is considerably more expensive and runs at a relatively high differential pressure. This also increases the wear on the pump and the operating costs for energy (Fig. 5).

On the other hand, the optimized WTZA-XE standard unit demonstrates considerably lower pressure loss and is only slightly above that of the WTZA standard unit despite its much better separation capacity (increase in the efficiency/retention rate). This means that taking into account the issue of initial outlay and operating costs, the Wolftechnik WTZA-XE centrifugal separator is the clear favourite compared to the four tested units.

Abb. 5: / Fig. 5:



- WTZA = Standard / standard
- WTZA-XE = eXtra Efficiency / eXtra Efficiency
- WTMZA = 4er Multizyklon / 4x multi-cyclone
- Prototyp = 2 stufiger Zyklon / 2-stage cyclone