Brightwork

Kontinuierliche filter 4.0

Ein leistungsfähiges Überwachungs- und Kontrollsystem für kontinuierliche Filter

NORDICWATER
A Sulzer Brand

Kontinuierliche filter 4.0

Ein leistungsfähiges Überwachungs- und Kontrollsystem für kontinuierliche Filter

Wouters, J.W.[1] Winandi, S [2]
1 Brightwork BV, the Netherlands
2 Nordic Water GmbH, Germany

Zusammenfassung

Das DynaSand Filter von Nordic Water wird für ein großes Aufgabenspektrum weltweit eingesetzt. Dabei wird die Sandsinkgeschwindigkeit und Waschwassermenge bei der Inbetriebnahme des DynaSand Filters für die örtlichen Bedingungen optimal eingestellt. Im weiteren Verlauf gestaltet sich insbesondere die Überwachung der Sandsinkgeschwindigkeit mit konventionellen Methoden als arbeitsintensiv. Dabei ist die Sandsinkgeschwindigkeit auch im laufenden Betrieb der wichtigste Indikator für mögliche Komplikationen sowie den Leistungszustand des Filters. Mit der Sand-Cycle-Technologie wurde eine Echtzeitüberwachung und -steuerung des Filters entwickelt. Eine kontinuierliche Überwachung dieses Parameters kann also dazu beitragen, dass die Filterleistung und die damit verbundenen Parameter optimiert werden, aber auch mögliche Probleme und Komplikationen frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Schlagwörter
Kontinuierliche Filtration, DynaSand, Datenanalyse, Sand-Cycle, Abwasseraufbereitung

Summary

Nordic Water's DynaSand Filter is used for a wide range of tasks worldwide. During the start-up of the DynaSand filter, the medium circulation rate, and the amount of washing water are optimally adjusted for the local conditions. In the further course, the monitoring of the medium circulation rate is labor-intensive using conventional methods. Even during operation, the medium circulation rate is the most important indicator for possible complications and the performance status of the filter. With the Sand-Cycle technology a real-time monitoring and control of the filter has been developed. Continuous monitoring of this parameter can therefore contribute to optimizing the filter performance and the associated parameters, but also to identifying and eliminating potential problems and complications at an early stage.

Keywords
Continuous filtration, DynaSand, data analysis, Sand-Cycle, wastewater treatment

Einleitung

Kontinuierliche Sandfilter, wie das DynaSand Filter von Nordic Water, werden seit Jahrzehnten erfolgreich für eine Vielzahl von Anwendungen weltweit eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein kontinuierlich arbeitendes Filtersystem, bei dem es nicht erforderlich ist, den Filtrationsvorgang zwecks Rückspülung oder wegen anderer Maßnahmen zum Reinigen des Filtermaterials zu unterbrechen. Der kontinuierliche Sandfilter wird zur Aufbereitung von Prozess-, Kreislauf-, Trinkwasser und zur Abwasserbehandlung verwendet. In der Abwasseraufbereitung werden Filteranlagen zur Reduktion von Feststoffen, organischen Stoffen, Stickstoffabbau und Phosphorelimination eingesetzt. Neue Anwendungen, die sich auf die Entfernung von Spurenstoffen/Mikroverunreinigungen wie Medikamentenrückständen konzentrieren, erweitern den Einsatzbereich, indem granulierte Aktivkohle als Filtermedium verwendet wird.

Die Anforderungen an die Wasseraufbereitung unterliegen ständigen strenger werdenden Gesetzen und Richtlinien. Dies bedeutet, dass auch die eingesetzte Technik zur Aufbereitung immer effizienter werden muss. Die neuartige Sand-Cycle Technologie hat sich als ein leistungsfähiges Werkzeug erwiesen, um ein besseres Verständnis des Prozesses von kontinuierlichen Filtern zu geben, um die Betriebsbedingungen zu optimieren und den Personalbedarf zu reduzieren. Die Filtrationseffizienz kann dadurch optimiert werden und fungiert darüber hinaus mit den Echtzeit-Prozessinformationen als Frühwarnsystem, das den Anlagenbetreiber bei seinen täglichen Aktivitäten unterstützt.

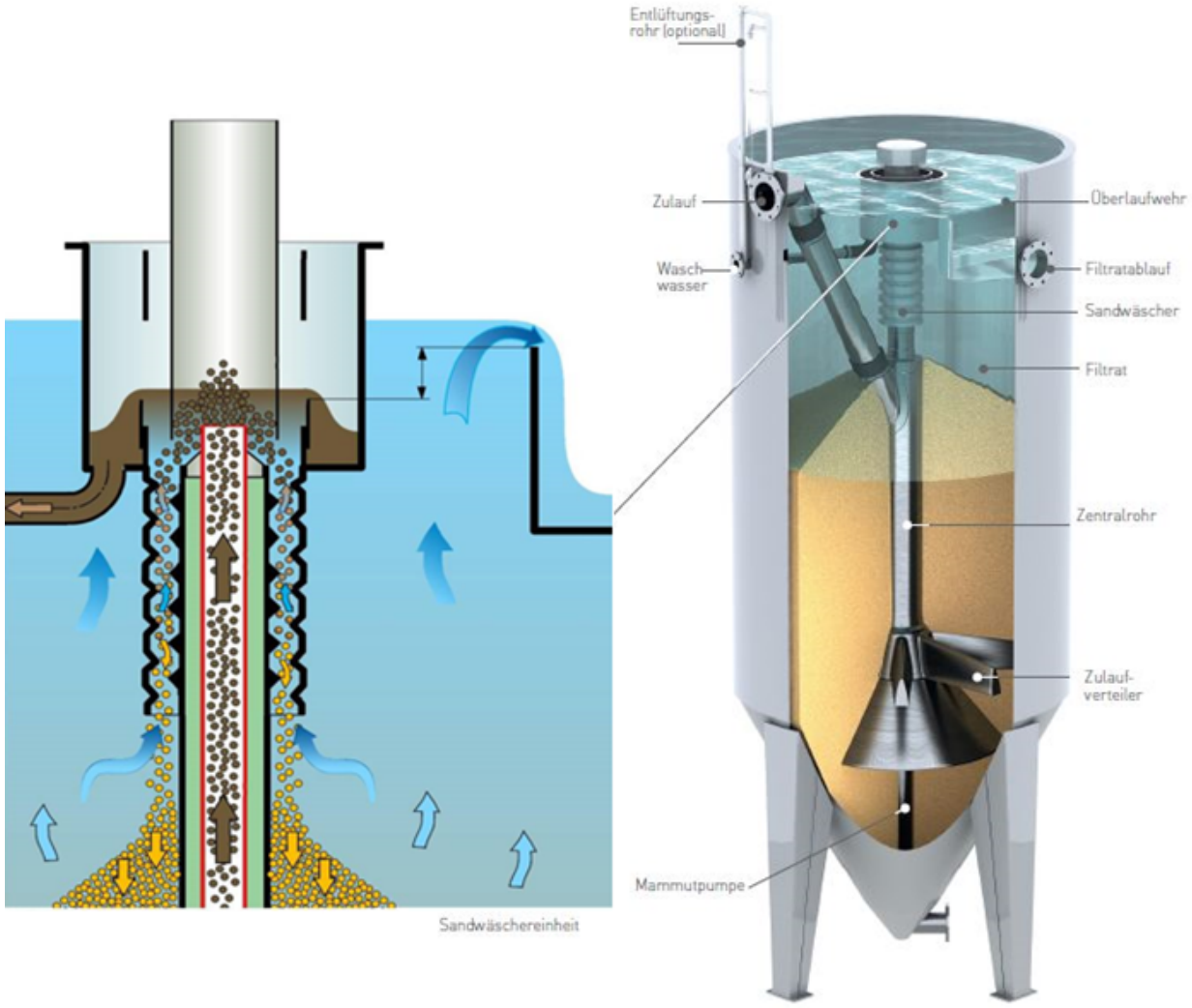
Abbildung – Installation von DynaSand-Filtern im WWP Bree, Belgien.

Überwachung und Steuerung von DynaSand Filter

DynaSand Filter sind aufwärts durchströmte Filter mit bewegtem Filterbett, die sich durch eine ununterbrochene Filtration und eine homogene Umwälzung des Filtermediums über den gesamten Filter auszeichnen. Um den tatsächlichen feststofflichen Beladungszustand und den damit einhergehenden hydraulischen Verlust der Filter abzupassen, kann die Sandwäsche intermittierend betrieben werden.

Auf diese Weise werden Energiebedarf und Spülwassermenge reduziert. Des Weiteren wird den Feststoffen die Möglichkeit gegeben, sich teilweise im Filter aufzubauen, wodurch ein sekundäres Filterbett entsteht und die Filtrat-Qualität weiter verbessert wird. Das DynaSand Verfahrensschema ist in Abbildung 1 dargestellt.

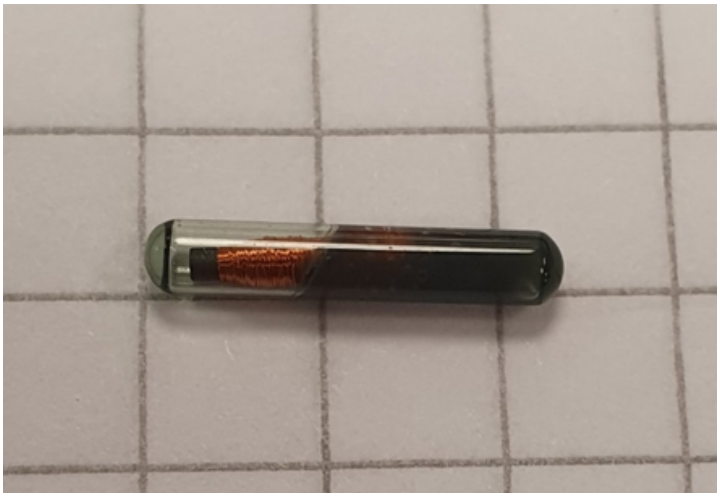
Abbildung 1 – DynaSand Verfahrensschema



Bei der Inbetriebnahme des DynaSand Filters wird die Sandsinkgeschwindigkeit und die Waschwassermenge für die örtlichen Bedingungen optimal eingestellt. Im weiteren Verlauf gestaltet sich insbesondere die kontinuierliche Überwachung der Sandsinkgeschwindigkeit mit den konventionellen Methoden als arbeitsintensiv. Bislang wird die tatsächliche Umwälzung des Filtermediums vom Betreiber manuell an punktuellen Stellen des Filterbereichs überwacht.
Es handelt sich um eine Momentaufnahme der Filterfunktion, begrenzt auf den Zeitpunkt und die Messstelle, an dem die manuelle Überwachung durchgeführt wird. Eine kontinuierliche Überwachung kann also dazu beitragen, dass die Filterleistung und die damit verbundenen Parameter optimiert werden, aber auch mögliche Probleme und Komplikationen frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Mit der Sand-Cycle Technologie wurde eine Echtzeitüberwachung und -steuerung des Filters entwickelt. Die Technologie basiert auf der Radiofrequenz-Identifikation (RFID), die üblicherweise zur Identifikation, Logistik und Nachverfolgung eingesetzt wird, auch das Chippen von Tieren ist eine gängige Anwendung der RFID-Technologie (Abbildung 2). Für die Wasseraufbereitung ist diese Technologie eine Innovation.

Abbildung 2 – RFID Chip - Länge 11,5 mm und Durchmesser 2,12 mm

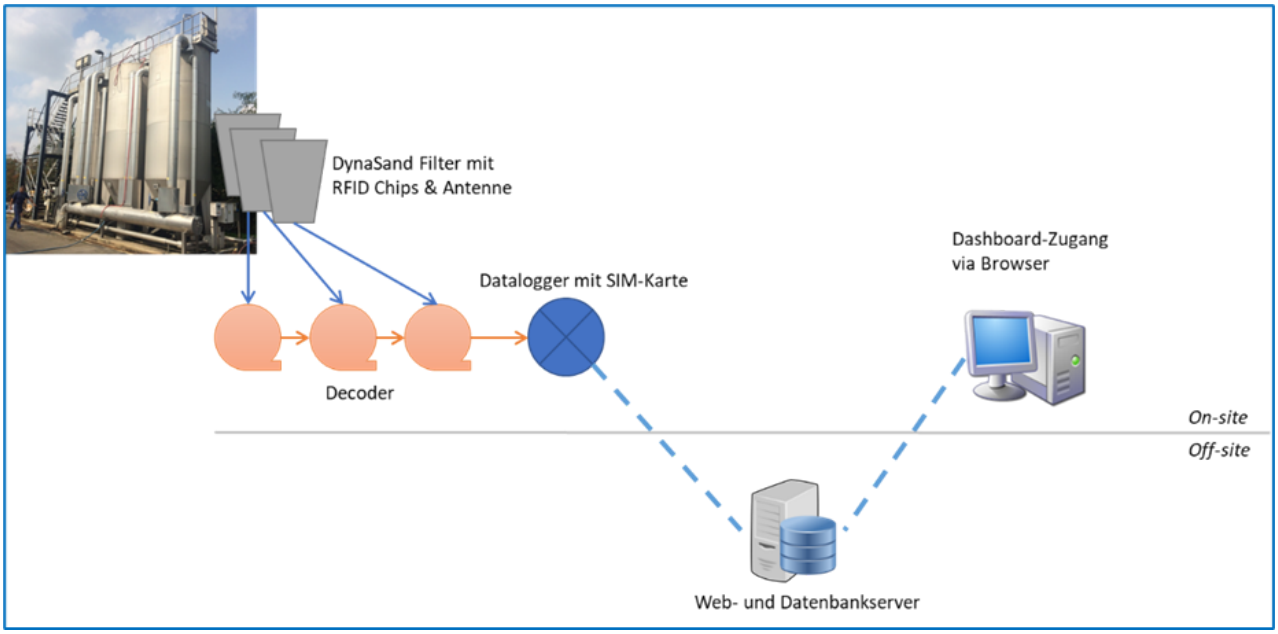


Um die Umwälzung des Filterbettes zu überwachen, werden RFID-Tags in das Filtersystem eingebracht, die konvergierend mit dem Filtermedium den Filter durchqueren. Dadurch können neben der Sandsinkgeschwindigkeit, auch die Filterleistung, „tote“ Zonen im Filterbett und die Homogenität der Sandumlaufrate bestimmt und angezeigt werden. Dies geschieht kontinuierlich und über 24 Stunden am Tag. Somit können Kosten eingespart und Probleme frühzeitig identifiziert werden. Die Sand-Cycle Technologie kann bei jedem DynaSand Filter eingesetzt oder nachgerüstet werden. Es umfasst:

- RFID-Chips (Transponder) im Filterbett
- Reader (mit Antenne) an der Mammutpumpe
- Decoder zum Sammeln der Daten
- Datenlogger speichert Daten vom Decoder in einem lesbaren Format
- SIM-Karte zur Datenübertragung vom Datenlogger

In der Abbildung 3 ist eine Übersicht der SandCycle Technologie dargestellt, die seit 2019 in drei DynaSand Filtern auf der KA Bree in Belgien im Betrieb war.

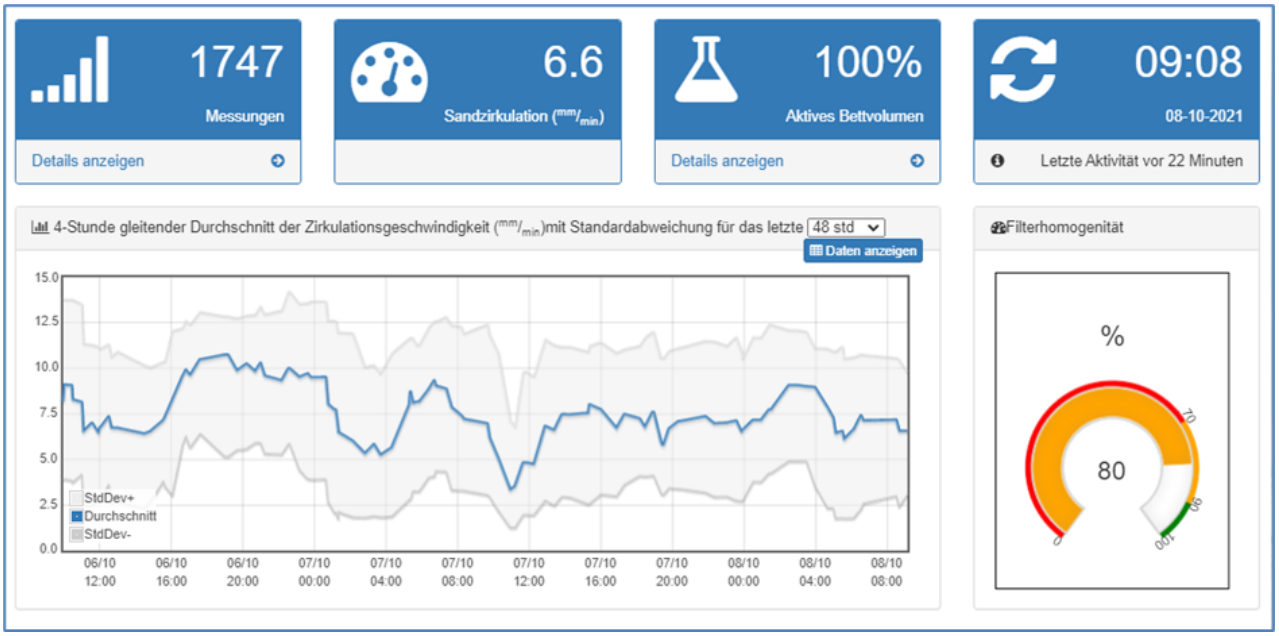
Abbildung 3 – Übersicht SandCycle Komponenten KA Bree, Belgien



Jeder RFID-Chip hat einen eindeutigen Code, der beim Passieren des Readers, angebracht an der Mammutpumpe, erkannt und gelesen wird. Die Codes und Zeiten der passierenden Chips werden vom Reader verarbeitet und im Anschluss an den Decoder übertragen. Dieser sendet die Daten an einen Datenlogger weiter, welcher die Daten in einem lesbaren Format speichert.

Über die SIM-Karte und das entsprechende Modem werden die Daten an das Backend des Online-Datenservers übertragen. Dieser Server konvertiert die Daten mithilfe von Algorithmen in relevante Aussagen und stellt diese dem Betreiber rund um die Uhr im Front-Office des Servers zur Verfügung. Die Darstellung erfolgt als Dashboard, wie in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4 – SandCycle Dashboard



Das Dashboard zeigt die tatsächliche Sandsinkgeschwindigkeit in mm pro Minute, das aktive Bettvolumen und die Homogenität des Filters in % an. In der Grafik wird in Dunkelblau die durchschnittliche Sandsinkgeschwindigkeit und in Hellgrau die Spannbreite der einzelnen Messungen über die Zeit dargestellt. Wenn die Spannbreite im Laufe der Zeit vom Durchschnitt abweicht, ist dies ein Indikator für eine Anomalie innerhalb des Filters. Dies wird auch in der Homogenität widergespiegelt, die ein Indikator für die Sandumwälzrate ist und anzeigt, dass der gesamte Filter gleichmäßig betrieben wird.

In der Abbildung 2 wird die Homogenität des Filters mit 80 % angezeigt. RFID-Tags mit einem abweichenden Intervall führen dazu, dass der Homogenitätszustand von 100 % abweicht. Das Dashboard-Element "aktives Bettvolumen" gibt den Prozentsatz des Filterbetts an, welcher aktiv am Filtrationsprozess beteiligt ist. Der angezeigte Prozentsatz (hier 100 %) bestätigt gute Betriebsbedingungen.

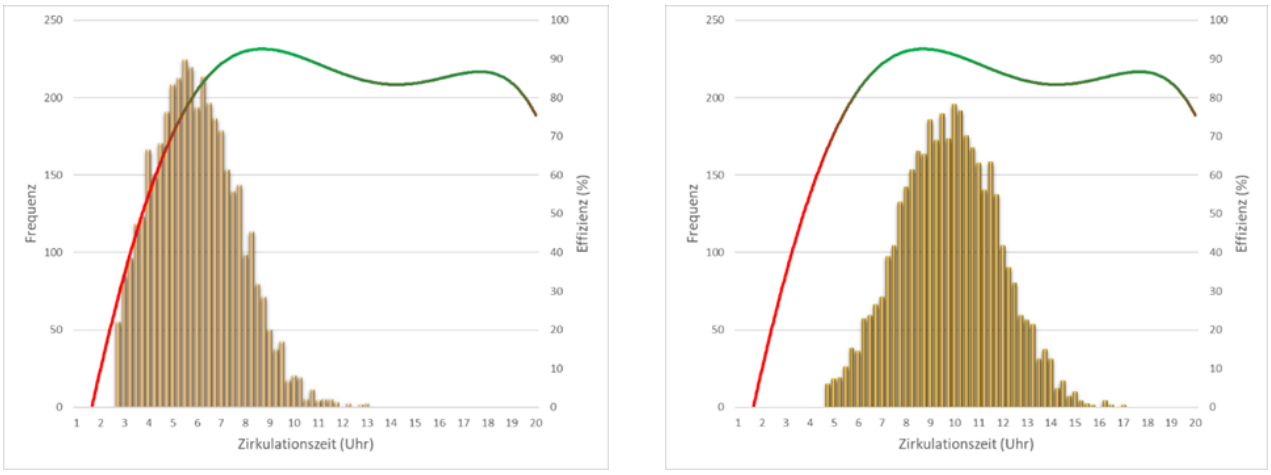
Alle Daten sind für dem Betreiber rund um die Uhr verfügbar und eventuelle Abweichungen vom Normalbetrieb werden automatisch an den Benutzer weitergeleitet, so dass der Benutzer bei Bedarf schnell eingreifen kann.

Steigerung der Filtrationsleistung vom DynaSand Filter

Der Schlüsselfaktor für einen optimalen Betrieb sowie eine optimale Filtrationsleistung ist die Sandsinkgeschwindigkeit. Ist die Geschwindigkeit zu hoch, wird der Aufbau einer sekundären Filterbettschicht minimiert und das volle Filtrationspotenzial kann nicht ausgeschöpft werden. Eine zu hohe Geschwindigkeit wiederrum, kann, bei hohen Feststoffbelastungen, zu einer Verblockung/ Verstopfung des Filters führen und ein Durchbruch des Filterbettes ist die Folge. Im DynaSand Filter wird die Sandsinkgeschwindigkeit durch die Steuerung des Luftstroms in der Mammutpumpe bewerkstelligt und es ist möglich einen periodischen Betrieb der Sandwäsche (Start-Stop System) einzustellen.

Die Auswirkungen der Sandsinkgeschwindigkeit sind in Abbildung 5 dargestellt. Das linke Diagramm zeigt hohe Sandumlaufraten, die einer Bettumwälzung von durchschnittlich 6 Stunden entsprechen, wodurch das Filterbett ständig unbelastet ist. In dieser Betriebsart wird keine sekundäre Filterbettschicht im Filterbett erreicht. Das rechte Diagramm zeigt niedrigere Sandumwälzraten (mit einer höheren Bettumwälzung von durchschnittlich 10 Stunden), die so eingestellt sind, dass optimale Filtereffizienzen erreicht werden. Jetzt unterstützt der Aufbau der sekundären Filterbettschicht die Feststoffentfernung, wodurch höhere Filtrationswirkungsgrade erreicht werden.

Abbildung 5 - Einfluss der Sandsinkgeschwindigkeit auf die Filterleistung



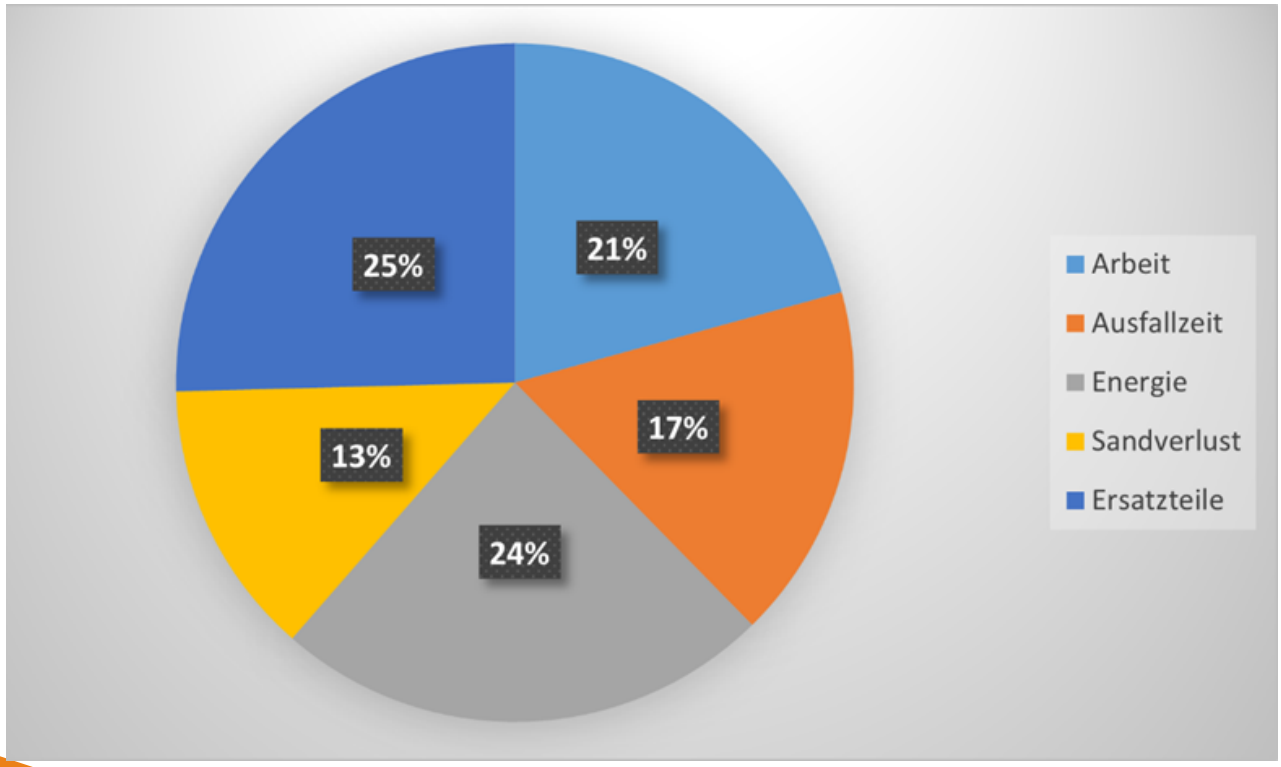
Die Kombination aus Echtzeit-Überwachung der Sandumwälzung und Steuerung des Luftstroms zur Ermittlung der bestmöglichen Filterleistung hat sich als leistungsfähiges Werkzeug erwiesen, um das Betriebsfenster von kontinuierlichen Sandfiltern zu erweitern und die höchstmöglichen Abscheidegrade zu erzielen.

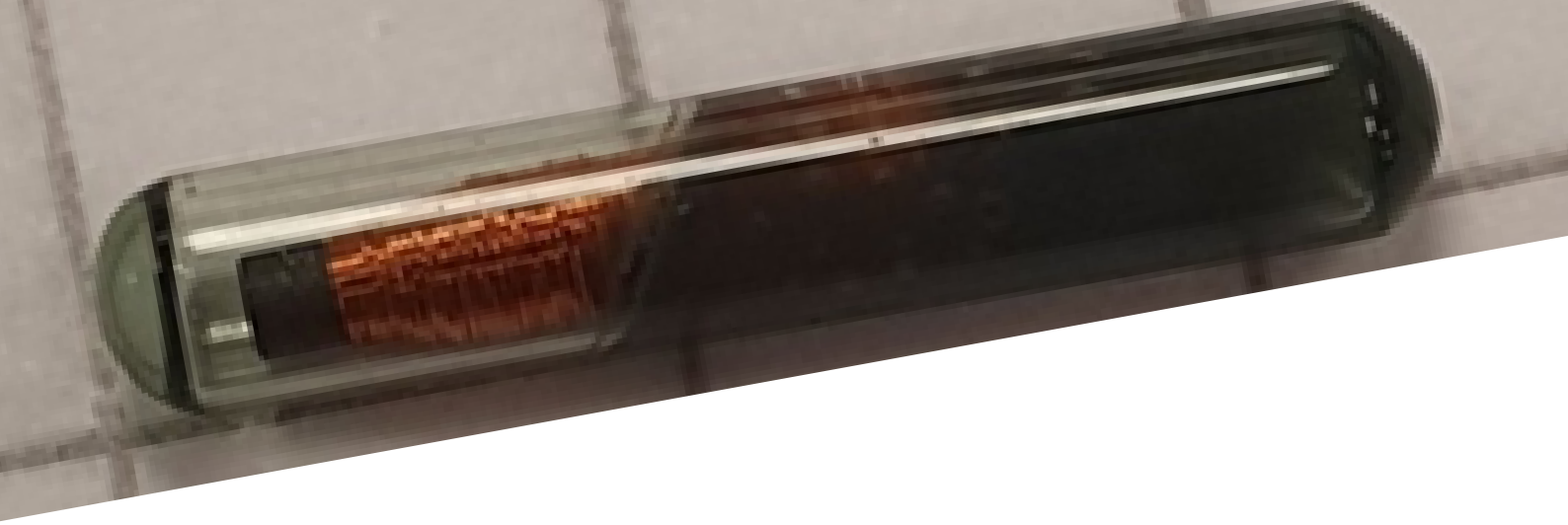
Betriebskosteneinsparung

Bei bestehenden, aber auch neuen Filteranlagen, die mit der Sand-Cycle Technologie ausgerüstet sind, werden die wirtschaftlichen als auch die verfahrenstechnischen Vorteile deutlich. Die Prozessvorteile schaffen Möglichkeiten, das Betriebsfenster zu erweitern, strengere Ablaufwerte zu erreichen und Prozessfunktionen innerhalb desselben Filterreaktors zuverlässiger zu kombinieren, z.B. die Entfernung von Mikroverunreinigungen und Phosphor.
Die wirtschaftlichen Vorteile der Echtzeit-Überwachung von kontinuierlichen Sandfiltern wurden ebenfalls quantifiziert und können in mehrere Komponenten aufgeteilt werden, wie in Abbildung 6 für eine Anlage mit 5 DynaSand Filter dargestellt. Die Investitionsrentabilität wird hier mit 1,9 Jahren berechnet.

Die Kosteneinsparungen beziehen sich auf die Arbeitskraft des Betreibers, die Betriebszeit, Energieeinsparungen durch den Betrieb der Anlage mit durchschnittlich niedrigeren Umwälzraten, die Vermeidung von Sandverlusten und die Verlängerung der Lebenserwartung von Verschleißteilen, wobei die vorausschauende Wartung auf Grundlage der Sandumschlagsmengen prognostiziert wird. Die Vermeidung von (Filter-)Medienverlusten wird in den Fällen, in denen granulierte Aktivkohle verwendet wird, aufgrund der höheren spezifischen Kosten des Filtermaterial im Vergleich zu Filtersand, noch wichtiger.

Abbildung 6 – Einsparungen bei den Betriebskosten durch die Sand-Cycle Technologie





Referenzen

Wouters, J.W &. Agema. K.J, 2018. RFID technology as cost-effective real-time process monitoring and control tool in continuous sand filters: two case studies, the Netherlands: RFID technology as cost-effective real-time process monitoring and control tool in continuous sand filters: two case studies' HIC 2018 – Palermo

Rathnaweera, S.S.; Rusten, B.; Manamperuma, L.D.; Gjevre, J.; Tranum, I., Evaluation of moving bed sand filter for denitrification, suspended solids removal and very low effluent total phosphorus concentrations, Water Science & Technology, 2019, p 232-242

Get in touch

Hegedyk 2, 8601 ZR Sneek,
The Netherlands

+31 515796550

info@brightwork.nl

www.brightwork.nl

Brightwork