

## Sibelco Water Management System (SWM) with Rapid Cleaning System (SRS/QV) Increases the Efficiency of the Sedimentation Process in Clay Mining

Dewatering in clay mining is one of the most important tasks in the extraction of raw materials, which have a direct influence on production processes as well as on the environment and water protection. The environmental awareness of the clay raw materials industry is of great importance in the Westerwald and against this background, a framework agreement on the discharge of waters from clay mining into surface waters was concluded on 19th December 2017 between the state of Rhineland-Palatinate, represented by the Ministry of the Environment, Energy, Food and Forestry, the Ministry of Economics, Transport, Agriculture and Viticulture and the Federal Association of Ceramic Raw Materials and Industrial Minerals. According to this

agreement, the value of filterable substances (DIN 38409-2) may not exceed 100 mg/l when discharging opencast mine waters. This regulation has replaced the limit of settleable substances of 0.3 ml/l, which had been the guideline value for the discharge of mine waters for over 40 years, since 1st January 2019. The aim of the Westerwald clay industry is to ensure a long-term and sustainable improvement of the water status in this region. With the change in the approval values related to the above-mentioned filterable substances, the sedimentation basins in the Westerwald clay mining industry have taken on a new significance from the point of view of environmental and water protection.

## Sibelco Wassermanagementsystem (SWM) mit Schnellreinigungssystem (SRS/QV) steigert die Effizienz des Sedimentationsprozesses im Tonbergbau

Die Wasserhaltung im Tonbergbau gehört bei der Rohstoffgewinnung zu den wichtigsten Aufgaben, die sowohl direkten Einfluss auf die Produktionsabläufe als auch auf die Umwelt bzw. den Gewässerschutz ausüben. Das Umweltbewusstsein der Tonrohstoffindustrie hat im Westerwald große Bedeutung und vor diesem Hintergrund wurde am 19. Dezember 2017 zwischen dem Land Rheinland-Pfalz, vertreten durch das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau und dem Bundesverband Keramische Rohstoffe und Industriemineralien e. V. eine Rahmenvereinbarung über die Einleitung von Gewässern des Tonbergbaus in die Oberflächengewässer geschlossen.

Gemäß dieser Vereinbarung darf der Wert der abfiltrierbaren Stoffe (DIN 38409-2) bei der Einleitung von Tagebauwässern 100 mg/l nicht überschreiten. Diese Regelung hat die Grenze der absetzbaren Stoffen von 0,3 ml/l, die seit über 40 Jahren als Richtwert für die Einleitung der Grubenwässer galt, seit dem 01. Januar 2019 abgelöst. Das Ziel der Westerwälder Tonindustrie ist, eine langfristige und nachhaltige Verbesserung des Gewässerzustands in dieser Region zu gewährleisten. Mit der Änderung der Zulassungswerte bezogen auf die o.g. abfiltrierbaren Stoffe haben die Sedimentationsbecken im Westerwälder Tonbergbau aus Sicht des Umwelt- und Gewässerschutzes eine neue Bedeutung bekommen.

### Sedimentation process and its optimisation in conjunction with IWL clarifiers

In clay mining, the precipitation water that collects in the deepest part of the open pit mine has direct contact with the active clay extraction surfaces. Due to the surface contact, minute particles are detached from the clay and the precipitation water becomes heavily contaminated with the clay microparticles. For this reason, the opencast mine water may only be discharged into the

### Sedimentationsprozess und seine Optimierung in Verbindung mit IWL-Klärbecken

Im Tonbergbau hat das Niederschlagswasser, das sich im Tiefsten des Tagebaus sammelt, direkten Kontakt mit den aktiven Tongewinnungsflächen. Durch den Flächenkontakt werden kleinste Partikel vom Ton gelöst und das Niederschlagswasser wird mit den Ton-Micropartikeln stark verunreinigt. Aus diesem Grund darf das Tagebauwasser erst in den Vorfluter eingeleitet werden,

receiving water after the sedimentation process has taken place in the existing clarification basins.

The sedimentation process in the clarifier basically works on the basis of gravitational force, yet its efficiency and quality depends on many parameters, such as:

- septic tank size – length, tank width and depth (L:W and L:D ratio);
- sink rate;
- flow velocity;
- clarifier surface load;
- retention time;
- settling area to sludge area ratio; and
- existing contamination of the clarifier.

From this point of view, the technical basis for the design of the IWL sedimentation basins<sup>1</sup>, which has been used for decades, could unfortunately no longer be sufficient on its own to achieve the new target of 100 mg/l with regard to the newly defined requirements of the filterable substances.



Fig. 1. Series of clarifiers at the Petschmorgen plant. Bild 1. Klärbeckenreihe im Betrieb Petschmorgen. Photos/Fotos: Sibelco

The water turbidity, which is significantly visible, is caused by both filterable and settleable particles. In the sedimentation process, the settleable substances have a clear advantage. These particles sediment faster because they are larger and heavier compared to the filterable substances.

In order to better understand the practical course of the sedimentation process, Sibelco Deutschland GmbH, Ransbach-Baumbach/Germany, conducted a series of laboratory tests, the findings of which were applied in opencast mining practice between the years 2015 and 2018. In this context, an additional row of five clarifiers was built at the Petschmorgen plant next to the existing three sedimentation basins. This created a series of eight clarifiers, which were connected one after the other and put into operation in 2015 (Figure 1).

The first results, which at the time were specifically directed at investigating the filterable substances of the sedimentation

nachdem der Sedimentationsprozess in den vorhandenen Klärbecken stattgefunden hat.

Der Sedimentationsprozess im Klärbecken funktioniert grundsätzlich auf Basis der Gravitationskraft, dennoch hängt seine Effizienz und Qualität von vielen Parametern ab, wie z. B.:

- Klärbeckengröße – Länge, Beckenbreite und Tiefe (Verhältnis L:B und L:T),
- Sinkgeschwindigkeit,
- Strömungsgeschwindigkeit,
- Klärflächenbelastung,
- Verweilzeit,
- Verhältnis Absetzraum zu Schlammraum und
- bestehende Verunreinigung des Klärbeckens.

Aus dieser Sicht konnte die seit Jahrzehnten genutzte technische Grundlage für die Planung der IWL-Sedimentationsbecken<sup>1</sup> in Bezug auf die neu definierten Anforderungen der abfiltrierbaren Stoffe allein für das Erreichen der neuen Zielvorgabe von 100 mg/l leider nicht mehr ausreichen.

Die Wassertrübung, die maßgeblich sichtbar ist, wird sowohl durch die abfiltrierbare als auch absetzbare Partikel verursacht. Im Sedimentationsprozess sind die absetzbaren Stoffe deutlich im Vorteil. Diese Partikel sedimentieren schneller, weil sie größer und schwerer im Vergleich zu den abfiltrierbaren Stoffen sind.

Um den praktischen Verlauf des Sedimentationsprozesses besser zu verstehen, hat die Sibelco Deutschland GmbH, Ransbach-Baumbach, eine Reihe von Laborversuchen durchgeführt, deren Erkenntnisse zwischen

den Jahren 2015 und 2018 in der Tagebaupraxis angewandt wurden. In diesem Zusammenhang wurde im Betrieb Petschmorgen an den bestehenden drei Sedimentationsbecken eine zusätzliche Reihe von fünf weiteren Klärbecken gebaut. So entstand eine Reihe aus acht Klärbecken, die nacheinander geschaltet und im Jahr 2015 in Betrieb genommen wurde (Bild 1).

Die ersten Ergebnisse, die sich damals gezielt auf die Untersuchung der abfiltrierbaren Stoffe des Sedimentationsprozesses gerichtet haben, waren zu Beginn des Betriebs in der Winterperiode 2015/2016 sehr vielversprechend. Die Messungen der abfiltrierbaren Partikel lagen im Schnitt in der ersten Phase des Betriebs der neu erbauten Klärbecken erfreulicherweise weit unter 100 mg/l.

Dieser Zustand war leider schon nach drei Monaten beim Dauerbetrieb der Klärbecken (Pumpenlaufzeit 24 h/d) vergangen und ein Anstieg der abfiltrierbaren Stoffe auf über 150 mg/l rasch zu verzeichnen. Somit gab es eine deutliche Erhöhung der

<sup>1</sup> IWL clarifier – the technical dimensioning of sewage treatment plants (1).

<sup>1</sup> IWL-Klärbecken – die technische Bemessung von Kläreinrichtungen (1).

process, were very promising at the beginning of operation in the winter period 2015/2016. The measurements of the filterable particles were fortunately far below 100 mg/l on average during the first phase of operation of the newly built clarifiers.

Unfortunately, this state had already passed after three months of continuous operation of the clarifiers (pump runtime 24h/d) and an increase in filterable substances to over 150 mg/l was quickly recorded. Thus, there was a clear increase in water turbidity, which suddenly returned, and this despite the fact that the entire clarifier system had been very thoroughly cleaned or newly constructed shortly before.

The question of what caused the failure of the newly constructed sedimentation basins or the system in relation to the filterable substances was not answered unambiguously in the initial approach at the time. In order to answer this question, it was decided in the summer of 2016 that all the sedimentation tanks – which had just been built ten months earlier – should be cleaned or desludged.

This clarifier cleaning was also intended to provide insights into how far sludge thickening had progressed in all the clarifiers after such a short time, or how great the differences in sludge thickening were between the clarifiers connected in series.

Surprisingly, the cleaning work did not detect any classic sludge thickening or even formation in the clarifiers. Rather, it was a case of a significantly increased concentration (suspension) of clay suspended solids or clay microparticles in the water. This fact has led to the following finding: The concentration of the tiny clay particles in the water was so high that the permanent clarifier operation led to a “stress” of the sedimentation process – the so-called clarifier stress<sup>2</sup> – and thus the process of gravitational sedimentation, related to the filterable substances, took place only to a very small extent, which was definitely not sufficient to achieve the target < 100 mg/l. In other words: Due to their high concentration in the existing water volume of the clarifier and the permanent water flow, the filterable substances had no possibility to sediment, which should actually lead to a thickening of the sludge in the further normal course of the sedimentation process. The very unfavourable conditions described above caused the clarifier stress over time – i.e. the efficiency of the sedimentation process achieved in the first phase of operation was lost over time due to the increasing concentration of filterable particles in the clarifier. Thus, the sedimentation process was disturbed with regard to the filterable substances, the value of which should be below < 100 mg/l.

However, one should not forget that these findings referred to the filterable substances and not to the settleable substances, which was the basis for the original calculation of the clarifier size depending on the pump capacity. The then permissible value for settleable substances of 0.3 ml/l (DIN 38409 H 9-2) was

Wassertrübung, die plötzlich wieder da war und dies, obwohl das gesamte Klärbeckensystem kurz davor sehr gründlich gereinigt bzw. neu errichtet wurde.

Auf die Frage, woran das Versagen der neu errichteten Sedimentationsklärbecken bzw. des Systems bezogen auf die abfiltrierbaren Stoffe lag, wurde im ersten Ansatz zum damaligen Zeitpunkt keine eindeutige Antwort gefunden. Um diese Frage zu beantworten, wurde u.a. im Sommer 2016 entschieden, dass alle Klärbecken – die gerade zehn Monate zuvor errichtet worden waren – gereinigt bzw. entschlammt werden sollen.

Diese Klärbeckenreinigung sollte auch Erkenntnisse darüber bringen, wie weit die Schlammverdickung in allen Becken nach so kurzer Zeit fortgeschritten war bzw. wie groß die Unterschiede in der Schlammverdickung zwischen den in Reihe geschalteten Klärbecken waren.

Die Reinigungsarbeiten haben überraschenderweise keine klassische Schlammverdickung oder sogar Bildung in den Klärbecken nachweisen können. Vielmehr handelte es sich hier um eine deutlich erhöhte Konzentration (Suspension) der Ton-Schwebstoffe bzw. Ton-Micropartikel im Wasser. Diese Tatsache hat zu folgender Erkenntnis geführt: Die Konzentration der winzigen Tonteilchen im Wasser war so groß, dass der dauerhafte Klärbeckenbetrieb zu einem „Stress“ des Sedimentationsprozesses – dem sogenannten Klärbeckenstress<sup>2</sup> – geführt hat und dadurch der Vorgang der gravitativen Sedimentation, bezogen auf die abfiltrierbaren Stoffe nur in sehr geringem Umfang stattgefunden hat, was definitiv nicht ausreichend war, um das Ziel < 100 mg/l zu erreichen. In anderen Worten: Die abfiltrierbaren Stoffe hatten wegen ihrer hohen Konzentration im vorhandenen Wasservolumen des Klärbeckens und der dauerhaften Wasserströmung keine Möglichkeit zu sedimentieren, was eigentlich im weiteren gewöhnlichen Verlauf des Sedimentationsprozesses zu einer Schlammverdickung führen sollte. Die oben geschilderten sehr ungünstigen Verhältnisse haben im Verlauf der Zeit den Klärbeckenstress verursacht – d.h. die Effizienz des Sedimentationsprozesses, die man in der ersten Betriebsphase erreicht hat, ging aufgrund der steigenden Konzentration der abfiltrierbaren Partikel im Klärbecken mit der Zeit verloren. Somit wurde der Sedimentationsprozess in Hinblick auf die abfiltrierbaren Stoffe, deren Wert unter < 100 mg/l liegen sollte, gestört.

Man darf allerdings nicht vergessen, dass sich diese Erkenntnisse auf die abfiltrierbaren Stoffe und nicht auf die absetzbaren Stoffe bezogen haben, worauf die ursprüngliche Berechnung der Klärbeckengröße in Abhängigkeit von der Pumpenleistung basierte. Der damalige Zulassungswert der absetzbaren Stoffe, von 0,3 ml/l (DIN 38409 H 9-2) wurde problemlos weitgehend mit einem Durchschnitt von 0,1 ml/l erfüllt. Aufgrund dieser Tatsache, stellte sich die Frage, wie man den Klärbeckenstress trotz Dauerbetriebs (24 h/d über mehrere Wochen/Monate) verhindern kann, damit die Effizi-

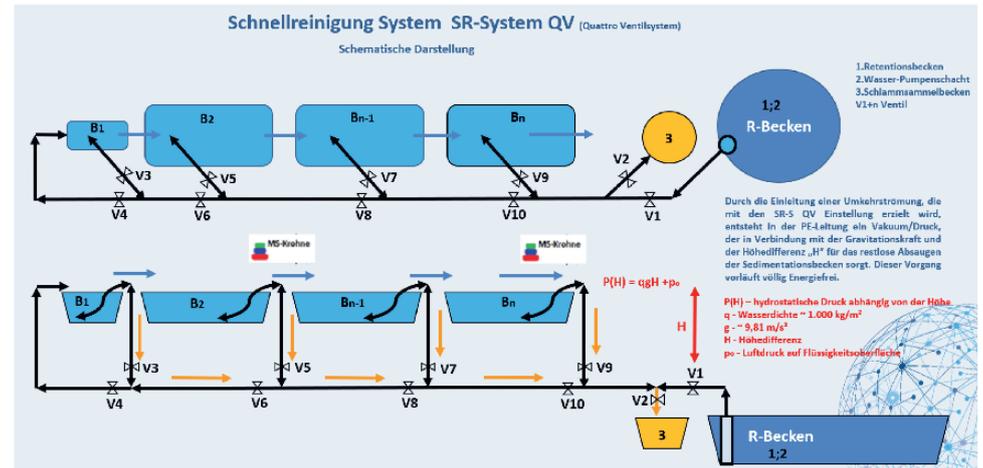
<sup>2</sup> Clarifier stress – refers to the condition of an IWL clarifier in which, during continuous operation (24 h/d over several weeks/months), the concentration of filterable substances in the water increases to such an extent that an efficient course of the sedimentation process in relation to the filterable substances is no longer sufficient after an unspecified period of time – depending on the size of the clarifier – and the limit of 100 mg/l is exceeded.

<sup>2</sup> Klärbeckenstress – bezeichnet den Zustand eines IWL-Klärbeckens, in dem beim dauerhaften Betrieb (24 h/d über mehrere Wochen/Monate) die Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im Wasser so hoch ansteigt, dass ein effizienter Verlauf des Sedimentationsprozesses bezogen auf die abfiltrierbaren Stoffe nach einem unbestimmten Zeitraum – abhängig von der Klärbeckengröße – nicht mehr ausreichend ist und die Grenze von 100 mg/l überschritten wird.

Fig. 2. Rapid cleaning system SRS QV.  
Bild 2. Schnellreinigungssystem SRS QV.  
Photos/Fotos: Sibelco



Fig. 3. SWM system SRS QV – schematic representation. // Bild 3. SWM System SRS QV – Schematische Darstellung.  
Source/Quelle: Sibelco



largely fulfilled without any problems with an average of 0.1 ml/l. Due to this fact, the question arose how to prevent the clarifier stress despite continuous operation (24 h/d over several weeks/months), so that the efficiency of the sedimentation process could still be maintained. The answer to this was already known: The formation of a suspension, which can develop over time from the settleable and filterable substances of the clay mineral in a clarifier, must be prevented or eliminated in time.

To achieve this goal, the rapid cleaning system (SRS QV) was installed in the IWL sedimentation tanks (Figures 2, 3). The SRS QV system enables a complete cleaning or emptying of the already mentioned suspension and this before the efficiency of a clarifier reaches its stress state. The time of cleaning a clarifier is determined by analysing the turbidity results or in the form of measurements of the filterable substances.

The SRS QV- system has been used as a matter of principle at Sibelco since 2018. The SRS QV rapid cleaning system, which works on the basis of hydrostatic pressure, was technically designed to be so simple that it can largely be used in almost all sedimentation basins in clay mining – depending on the local situation – without great effort and high expense. The innovation and thus the technical solution of the SRS QV system lies in the fact that during a pumping process in the IWL clarifiers, a reverse flow of the water in the PE water pipe is caused by the corresponding setting of the Quattro slide valve system. In this way, a vacuum is created in the PE pump line, the drive of which is based exclusively on the physical force of gravity, which enables the suspension to be sucked out of the IWL clarifiers without any residual energy. This clay suspension is discharged from the sedimentation tanks through the PE pipeline over several hundred metres back into the opencast mine, into the so-called sludge col-

enz des Sedimentationsprozesses nach wie vor erhalten bleiben kann. Die Antwort darauf war bereits bekannt: Die Bildung einer Suspension, die mit der Zeit aus den absetzbaren und abfiltrierbaren Stoffen des Tonminerals in einem Klärbecken entstehen kann, muss rechtzeitig verhindert bzw. beseitigt werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde in den IWL-Sedimentationsbecken das Schnellreinigungssystem (SRS QV) eingebaut (Bilder 2, 3). Das SRS QV-System ermöglicht eine restlose Reinigung bzw. Entleerung der bereits erwähnten Suspension und zwar bevor die Effizienz eines Klärbeckens seinen Stresszustand erreicht. Der Zeitpunkt der Reinigung eines Klärbeckens wird durch die Analyse der Trübungsergebnisse bzw. in Form von Messungen der abfiltrierbaren Stoffe bestimmt.

Das SRS QV- System wird bei Sibelco seit 2018 grundsätzlich verwendet. Das Schnellreinigungssystem SRS QV, das auf Basis des hydrostatischen Drucks arbeitet, wurde technisch so einfach konzipiert, dass es weitgehend fast bei allen Sedimentationsbecken im Tonbergbau – abhängig von der örtlichen Lage – ohne großen Aufwand und hohe Kosten zum Einsatz kommen kann. Die Innovation und damit die technische Lösung des SRS QV-Systems, liegt darin, dass während eines Pumpenvorgangs in den IWL-Klärbecken durch die entsprechende Einstellung des Quattro-Schieberventil-Systems eine Umkehrströmung des Wassers in der PE-Wasserleitung, verursacht wird. Auf diese Weise entsteht in der PE-Pumpenleitung ein Vakuum, dessen Antrieb ausschließlich auf der physikalischen Gravitationskraft beruht, was das restlose Absaugen der Suspension aus den IWL-Klärbecken energieelos ermöglicht. Diese Tonsuspension wird aus den Sedimentationsklärbecken durch die PE-Leitung über mehrere hundert Meter zurück in den Tagebau, in das sogenannte Schlamm-sammelbecken abgeführt. Von hier aus wird der Schlamm nach



Fig. 4. R-basin with sludge collection basin.

Bild 4. R-Becken mit Schlamm-sammelbecken. Photos/Fotos: Sibelco

lection basin. From here, after the thickening phase, the sludge is installed in the backfilling area of the open pit (Figure 4).

The advantages of the SRS QV system resulting from its application can be described as follows:

1. The use of the SRS QV system is associated with the permanent monitoring of the filterable substances in the sedimentation tank, so that sustainability of the set target value of <math>< 100 \text{ mg/l}</math> can always be guaranteed. A stress condition of the clarifier is basically prevented with this system.
2. The SRS QV system is the most favourable technical alternative in terms of clarifier cleaning that has ever been used for this purpose in clay mining. Depending on its location, the cleaning of the clarifier can be carried out without any energy at all, based on hydrostatic pressure and gravitational force.
3. The SRS QV system can be retrofitted and used with virtually any septic tank system.
4. Cleaning of the clarifiers with the SRS QV system can take place as required at any time, regardless of weather conditions.
5. The combination of an SRS QV system in the existing IWL sedimentation tank with connection of an retention-basin (R-basin) is certainly very advantageous, however, the use of the SRS QV system should be considered independently of an R-basin, i.e. if the classic IWL clarifiers are appropriately sized and equipped with an SRS QV system, the R-basin is not urgently required.

### SWM system as the basis of water purification in clay mining

The application of the SRS QV system in the conventional IWL sedimentation clarifiers has shown that this type of clarifier can still be retained in the newly planned overall water purification system for the future requirements of the filterable substances. For this reason, the previous technical calculations of the clarifiers, which were applied in the technical planning on the basis of the IWL and Linear Optimisation, were integrated into this system from the perspective of the overall concept of gravitational purification of the clay pit waters.

der Verdickungsphase im Rückverfüllungsbereich des Tagebaus eingebaut (Bild 4).

Die Vorteile des SRS QV-Systems, die sich aus der Anwendung ergeben, lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Die Nutzung des SRS QV-Systems ist mit der permanenten Überwachung der abfiltrierbaren Stoffe im Sedimentationsklärbecken verbunden, sodass eine Nachhaltigkeit des gesetzten Zielwerts von <math>< 100 \text{ mg/l}</math> immer gewährleistet werden kann. Ein Stresszustand des Klärbeckens wird mit diesem System grundsätzlich verhindert.
2. Das SRS QV-System ist die günstigste technische Alternative bezogen auf die Klärbeckenreinigung, die man je im Tonbergbau für diesen Zweck angewandt hat. Die Reinigung des Klärbeckens kann – abhängig von seiner Lage – völlig energielos auf der Grundlage des hydrostatischen Drucks und der Gravitationskraft verlaufen.
3. Das SRS QV-System kann praktisch bei jedem Klärbeckensystem nachträglich eingebaut und verwendet werden.
4. Die Reinigung der Klärbecken mit dem SRS QV-System kann nach Bedarf jederzeit und unabhängig von den Wetterverhältnissen stattfinden.
5. Die Kombination eines SRS QV-Systems im vorhandenen IWL-Sedimentationsklärbecken mit Verbindung eines Retentionsbeckens (R-Becken) ist sicherlich sehr vorteilhaft, allerdings ist der Einsatz des SRS QV-Systems unabhängig von einem R-Becken zu betrachten, d.h., wenn die klassischen IWL-Klärbecken entsprechend groß dimensioniert und mit einem SRS QV-System ausgerüstet sind, ist das R-Becken nicht dringend erforderlich.

### SWM-System als Grundlage der Wasserreinigung im Tonbergbau

Die Anwendung des SRS QV-Systems in den konventionellen IWL-Sedimentationsklärbecken hat gezeigt, dass diese Art der Klärbecken nach wie vor in dem neu geplanten gesamten Wasserreinigungssystem für die künftigen Anforderungen der abfiltrierbaren Stoffe beibehalten werden kann. Aus diesem Grund wurden die bisherigen technischen Berechnungen der Klärbecken, die auf der Grundlage des IWL und der Linearen Optimierung bei der technischen Planung Anwendung fanden, unter der Betrachtungsweise des Gesamtkonzepts der gravitativen Reinigung der Tongrubenwässer in dieses System integriert.

Warum integriert? Weil das gesamte Konzept der Wasserhaltung oder auch Wasserreinigung im Tonbergbau bei Sibelco auf dem neu konzipierten Sibelco Water Management (SWM)-System aufgebaut wurde.

Die Innovation des SWM-Systems besteht darin, dass das System auf mehreren Elementen aufgebaut wurde und damit nicht nur die Effizienz des Sedimentationsprozesses um ein Vielfaches erhöht, sondern auch als Ergebnis eine sehr gute Wasserqualität für die öffentlichen Gewässer gewährleistet.

Die Bestandteile des SWM-Systems werden wie folgt bezeichnet:

- R-Becken mit einem überdimensionalen Volumen (Bild 5).
- Wasserschacht – neues Ablass-Entleer-System des R-Beckens (Bilder 5, 6).



Fig. 5 R-basin with water shaft drainage system. // Bild 5. R-Becken mit Wasserschacht – Ablass-Entleer-System. Photos/Fotos: Sibelco

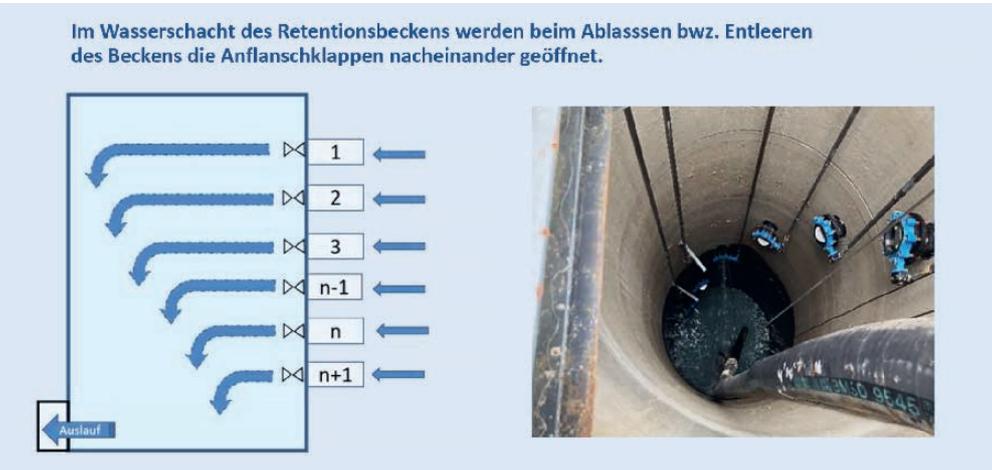


Fig. 6 Schematic representation of the drainage system. // Bild 6. Schematische Darstellung des Ablass-Entleer-Systems. Source/Quelle: Sibelco

Im Wasserschacht des Retentionsbeckens werden beim Ablassen bzw. Entleeren des Beckens die Anflanschklappen nacheinander geöffnet.

Why integrated? Because the entire concept of dewatering or even water purification in clay mining at Sibelco was built on the newly designed Sibelco Water Management (SWM) system. The innovation of the SWM system is that the system has been built on several elements, thus not only increasing the efficiency of the sedimentation process many times over, but also ensuring very good water quality for public waters as a result.

- The components of the SWM system are designated as follows:
- R-basin with an oversized volume (Figure 5).
  - Water shaft – new drainage system of the R-basin (Figures 5, 6).
  - Application of the SRS QV system to existing IWL sedimentation tanks (Figures 2, 7).
  - Targeted control of the water quantities related to the discharge into the receiving water, depending on the substances that can be filtered out.
  - Permanent digital online monitoring of the filterable particle concentration in the clarifier, as well as permanent digital online monitoring of the water quality discharged into the receiving water. Digital online measuring system from Krohne and data transmission from Phönix (Figure 8).
  - Future expansion stages of the SWM system can be easily integrated into the overall system as additional modules.

- Anwendung des SRS QV-Systems bei bestehenden IWL-Sedimentationsklärbecken (Bilder 2, 7).
- Gezielte Steuerung der Wassermengen bezogen auf die Einleitung in den Vorfluter, abhängig von den abfiltrierbaren Stoffen.
- Dauerhafte digitale Onlineüberwachung der abfiltrierbaren Partikelkonzentration im Klärbecken, wie auch dauerhafte digitale Onlineüberwachung der Wasserqualität, die in den Vorfluter eingeleitet wird. Digitales Online Messsystem der Firma Krohne und Datenübertragung der Fa. Phönix. (Bild 8).
- Künftige Ausbaustufen des SWM-Systems können einfach als weitere Module in das gesamte System integriert werden.

**Beschreibung der Elemente des SWM-Systems**

Eines der Elemente des SWM-Systems ist das R-Becken mit seinem überdimensionalen Wasservolumen und dem Wasserschacht, der mit seinem integrierten Ablass-Entleer-System das Retentionsvolumen im Becken entsprechend den äußerlichen, wetterbedingten- und Wasserqualitätsanforderungen steuert. Zum einen wird dadurch das Einleiten des Niederschlagswassers, das mit den Tonpartikeln verunreinigt ist, in der Regenzeit aus dem Tagebau in die öffentlichen Gewässer grundsätzlich verzögert bzw. stark reduziert. Zum anderen wird dank des angewandten Ablass-Entleer-Systems (Bild 5), das sich im Wasserschacht des R-Beckens befindet, das vollständige Abpumpen des R-Beckens bis fast auf Null Niveau

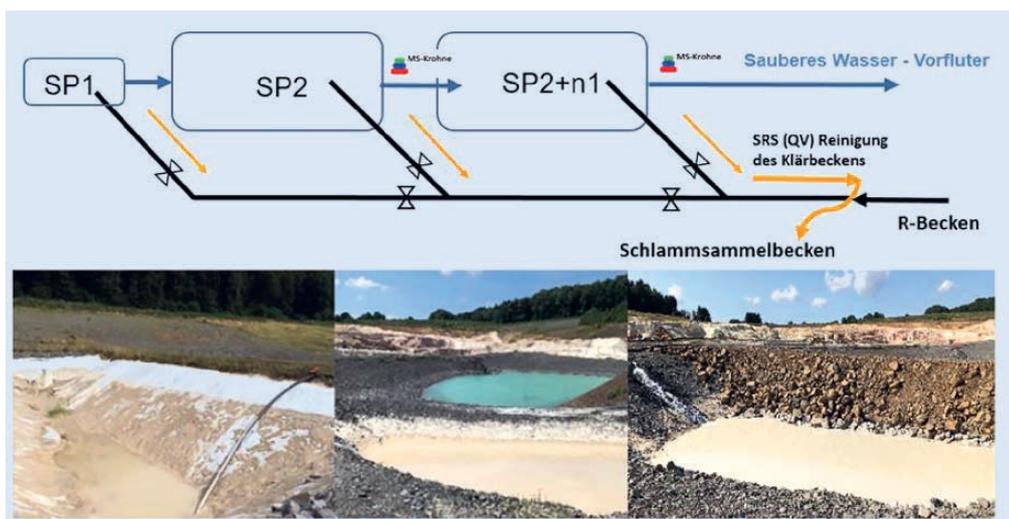


Fig. 7. SRS QV-System – schematic representation.  
Bild 7. SRS QV-System – Schematische Darstellung. Source/Quelle: Sibelco

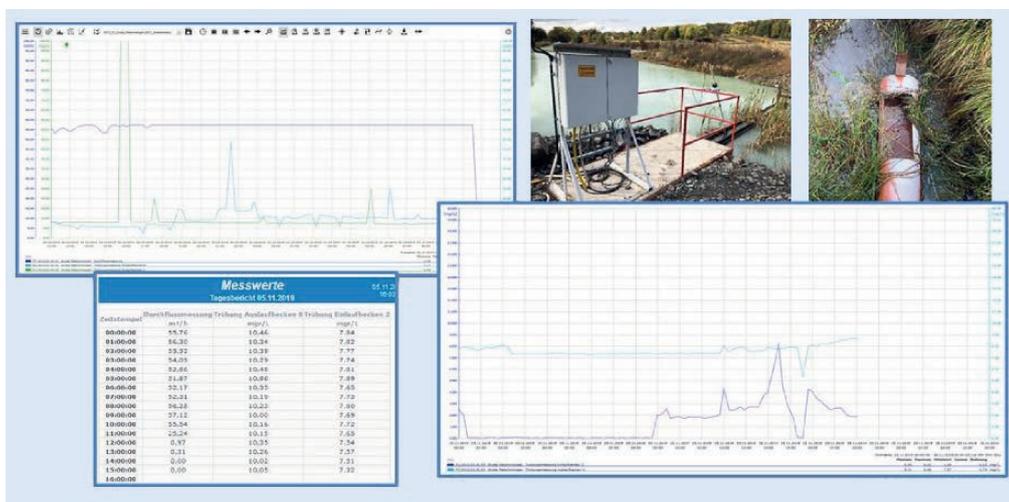


Fig. 8. SWM System – online measuring system of solid materials.  
Bild 8. SWM System – Online Messsystem der Feststoffe.  
Source/Quelle: Sibelco

### Description of the elements of the SWM system

One of the elements of the SWM system is the R-basin with its oversized water volume and the water shaft which, with its integrated drain-drain system, controls the retention volume in the basin according to the external, weather-related and water quality requirements. On the one hand, this fundamentally delays or greatly reduces the discharge of rainwater contaminated with clay particles from the opencast mine into public waters during the rainy season. On the other hand, thanks to the drain-drain system applied (Figure 5), which is located in the water shaft of the R-basin, the complete pumping of the R-basin down to almost zero level – during a dry weather period or when the water has a low turbidity value and thus contains the least amount of filterable substances – is made possible.

Furthermore, this design, which is based on the flanged flap system (Figure 5), enables the systematic pumping of the R-pool exclusively from the upper water surface or water level. This means that the water that is least contaminated with clay microparticles is pumped into the existing clarification or sedimentation basins. Furthermore, the volume of water pumped can be additionally regulated, depending on the concentration of suspended matter in the R-basin. Here it is possible that the pumped water volume is increased or reduced. This influences the course of the sedimentation process in the sedimentation tanks. Depending on the stress state of the basin, i.e. the concentration of filterable substances in

– während einer Trockenwetterperiode bzw. wenn das Wasser einen geringen Trübungswert hat und damit den geringsten Anteil von abfiltrierbaren Stoffen enthält – ermöglicht.

Des Weiteren ermöglicht diese Konstruktion, die auf dem Anflanschklappensystem basiert (Bild 5), das systematische Abpumpen des R-Beckens ausschließlich von der oberen Wasseroberfläche bzw. dem Wasserspiegel. D.h., in die bestehenden Klär- bzw. Sedimentationsbecken wird das Wasser gepumpt, das am wenigsten mit den Ton-Micropartikeln verunreinigt ist. Weiterhin kann das gepumpte Wasservolumen, abhängig von der Konzentration der Schwebstoffe im R-Becken, zusätzlich reguliert werden. Hier besteht die Möglichkeit, dass das gepumpte Wasservolumen erhöht oder reduziert wird. Damit wird der Verlauf des Sedimentationsprozesses in den Sedimentationsklärbecken beeinflusst. Abhängig vom Stresszustand des Beckens, d.h. der Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im Becken, kann durch das Reduzieren der gepumpten Wassermenge und damit der Verringerung der Klärflächenbelastung ein positiver Einfluss auf den Verlauf des Sedimentationsprozesses ausgeübt werden. Im Umkehrschluss kann auch das gepumpte Wasservolumen bei sehr gutem Trübungswert bzw. geringfügiger Belastung mit den abfiltrierbaren Stoffen im R- und Sedimentationsbecken auf die maximale Pumpenleistung erhöht werden. Aus dieser Sicht lässt sich das R-Becken gemeinsam mit dem o.g. Wasserschacht im gesamten Sedimentationsprozess als eine sehr effiziente Rei-

the basin, a positive influence on the course of the sedimentation process can be exerted by reducing the volume of water pumped and thus reducing the clarification surface load. Conversely, the pumped water volume can also be increased to the maximum pump capacity if the turbidity value is very good or the load of filterable substances in the R and sedimentation basin is low. From this point of view, the R-basin together with the above-mentioned water shaft can be described as a very efficient pre-treatment stage of the mine water in the entire sedimentation process. Here, due to the oversized volume as well as a very large surface load and also a very long retention time, most suspended solids (settleable and filterable) can be separated or sedimented to a large extent.

This fact leads to the fact that the oversized volume of an R-basin can even extend the residence time of the collected precipitation water in the opencast mine up to twelve weeks – depending on the volume of the R-basin. Since the long residence time in the R-basin, together with the sinking speed, plays a major role in the gravitational sedimentation process of the tiny clay particles, this fact, in combination with the existing IWL clarifiers, has a particularly positive influence on the course of the entire sedimentation process.

The application of the SRS QV system in the IWL sedimentation basins gives the operator the absolute certainty that the already described clarifier stress can be eliminated at any time, independent of all external factors, and that the desired, efficient course of the sedimentation process can be restored.

A targeted control of the pumped water volume into the sedimentation basins, depending on the value of the filterable substances, can also positively influence the course of the sedimentation process.

Reducing the volume of water pumped, e.g., automatically reduces such factors as the clarification surface load, which also has the dimension of a velocity (m/s), or the flow velocity, while this significantly increases the retention time, which ultimately has a positive influence on the sedimentation of the tiny clay particles.

The use or application of Krohne's digital measurement technology with regard to the substances that can be filtered out gives a new technical impetus in clay mining, which in the future can take over the control of open pit dewatering completely automatically.

## Summary

The introduction of the SWM system in combination with the existing IWL clarifiers as well as the permanent digital monitoring of the water quality is an innovative solution that enables a high efficiency of the sedimentation process and thus ensures the sustainability of water quality related to water protection in the clay mining sector.

The SWM system is a system whose approach optimises previous practical knowledge about the sedimentation process. The core elements of this optimisation include the basin volume, the clarification area load or the newly defined term "clarification basin stress" in connection with the SRS QV system.

The use of the SRS QV system as a new element in the IWL clarifier is an innovative solution, the application of which plays a decisive role in relation to the avoidance of clarifier stress and the permanently efficient course of the sedimentation process.

The maximum extension of the retention time of the precipitation water in the R-basin and the digital online monitoring of the filterable substances in the clarification tanks as well as the

nigungsvorstufe des Grubenwassers bezeichnen. Hier können aufgrund des überdimensionalen Volumens sowie einer sehr großen Flächenbelastung und auch einer sehr langen Verweilzeit die meisten Schwebstoffe (absetzbare und abfiltrierbare) in einem großen Umfang ausgeschieden bzw. sedimentiert werden.

Diese Tatsache führt dazu, dass das überdimensionale Volumen eines R-Beckens die Verweilzeit des gesammelten Niederschlagswassers im Tagebau sogar bis zu zwölf Wochen verlängern kann – abhängig vom Volumen des R-Beckens. Da die lange Verweilzeit im R-Becken zusammen mit der Sinkgeschwindigkeit beim gravitativen Sedimentationsprozess der winzigen Tonpartikel eine große Rolle spielt, hat diese Tatsache in Verbindung mit den vorhandenen IWL-Klärbecken einen besonders positiven Einfluss auf den Verlauf des gesamten Sedimentationsprozesses.

Die Anwendung des SRS QV-Systems in den IWL-Sedimentationsbecken gibt dem Betreiber die absolute Sicherheit, dass der bereits beschriebene Klärbeckenstress jederzeit unabhängig von allen äußeren Faktoren beseitigt und der gewünschte, effiziente Verlauf des Sedimentationsprozesses wiederhergestellt werden kann.

Eine gezielte Steuerung des gepumpten Wasservolumens in die Sedimentationsbecken, abhängig vom Wert der abfiltrierbaren Stoffe, kann den Verlauf des Sedimentationsprozesses auch positiv beeinflussen.

So werden z.B. durch das Reduzieren des gepumpten Wasservolumens automatisch solche Faktoren wie die Klärflächenbelastung, die auch die Dimension einer Geschwindigkeit (m/s) hat, oder die Strömungsgeschwindigkeit reduziert, während dadurch die Verweilzeit deutlich erhöht wird, was im Endeffekt positiven Einfluss auf die Sedimentation der winzigen Tonteilchen hat.

Der Einsatz bzw. die Anwendung der digitalen Messtechnik der Firma Krohne bezüglich der abfiltrierbaren Stoffe gibt im Tonbergbau einen neuen technischen Impuls, der künftig völlig automatisch die Steuerung der Tagebauentwässerung übernehmen kann.

## Zusammenfassung

Die Einführung des SWM-Systems in Verbindung mit den vorhandenen IWL-Klärbecken sowie auch die permanente digitale Überwachung der Wasserqualität ist eine innovative Lösung, die eine hohe Effizienz des Sedimentationsprozesses ermöglicht und damit die Nachhaltigkeit der Wasserqualität bezogen auf den Gewässerschutz im Bereich des Tonbergbaus gewährleistet.

Das SWM-System ist eines, dessen Ansatz die bisherigen praktischen Erkenntnisse über den Sedimentationsprozess optimiert. Zu den Kernelementen dieser Optimierung gehören das Beckenvolumen, die Klärflächenbelastung oder der neu definierte Begriff „Klärbeckenstress“ in Verbindung mit dem SRS QV-System.

Der Einsatz des SRS QV-Systems als neues Element im IWL-Klärbecken ist eine innovative Lösung, deren Anwendung eine entscheidende Rolle bezogen auf die Vermeidung des Klärbeckenstress und den dauerhaften effizienten Verlauf des Sedimentationsprozesses spielt.

Die maximale Verlängerung der Verweilzeit des Niederschlagswassers im R-Becken und die digitale Onlineüberwachung der abfiltrierbaren Stoffe in den Klärbecken wie auch der eingeleiteten Wasserqualität in den öffentliche Gewässern geben dem Unternehmer eine hohe Sicherheit bezogen auf den Verlauf des Sedimentationsprozesses im Tonbergbau.

discharged water quality in the public waters give the contractor a high degree of security with regard to the course of the sedimentation process in clay mining.

The use of the digital measuring system related to the permanent online monitoring of the filterable substances is a very big step forward in this field. The system not only saves the daily manual water sampling and laboratory testing, but can also be programmed in the future to automatically control the pumping process depending on the concentration of suspended solids in the water.

The SWM system is an environmentally friendly and future-oriented process that can be retrofitted or supplemented with further innovative elements at any time, depending on future requirements. The high safety of the SWM system and thus also the guarantee of a very high water quality discharged into public waters lies and is based on the application of several system elements that work independently of each other but nevertheless represent a unit in the entire water purification process in clay mining.

#### References / Quellenverzeichnis

- (1) Schüer, H. U. (1977): Bemessung von Kläranlagen bei Tonbetrieben. Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinigung e.V., Köln.
- (2) Groborz, W. S. (2009): Lineare Grundlage als Optimierungsbasis für die technische Planung der Sedimentationsbecken im Tonbergbau wie auch praktische Gestaltung und Betrieb unter Berücksichtigung der Umweltaspekte. Sibelco Deutschland GmbH, Ransbach-Baumbach.

Der Einsatz des digitalen Messsystems bezogen auf die permanente Onlineüberwachung der abfiltrierbaren Stoffe ist ein sehr großer Fortschritt in diesem Bereich. Das System erspart nicht nur die tägliche manuelle Wasserprobenahme und die Laboruntersuchung, sondern kann künftig auch so programmiert werden, dass der Pumpvorgang abhängig von der Konzentration der Schwebstoffe im Wasser automatisch gesteuert wird.

Das SWM-System ist ein umweltfreundliches und zukunftsorientiertes Verfahren, das abhängig von den künftigen Anforderungen jederzeit mit weiteren innovativen Elementen nachgerüstet bzw. ergänzt werden kann. Die hohe Sicherheit des SWM-Systems und damit auch die Gewährleistung einer sehr hohen Wasserqualität, die in die öffentlichen Gewässer eingeleitet wird, liegt und basiert auf der Anwendung von mehreren Systemelementen, die zwar voneinander unabhängig arbeiten, aber dennoch eine Einheit im gesamten Wasserreinigungsprozess im Tonbergbau darstellen.

- (3) Charakterisierung und Behandlung tontrüber Wässer – Bericht. FGK – Höhr Grenzhausen, 2015.

#### Author / Autor

Dr.-Ing. Withold S. Groborz, Sibelco Deutschland GmbH, Ransbach-Baumbach