



FAULRAUM- INNENISOLATION

VERBESSERTE ENERGIEBILANZ AUF DER ARA ALTENRHEIN DURCH INSTALLATION EINER FAULRAUMISOLATION

Auf der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Altenrhein wurde eine bislang noch nicht erprobte Innenisolation im Nachfaulraum eingebaut, welche die Energiebilanz der Anlage verbessern sowie das Bauwerk gegen chemische und mechanische Beanspruchung schützen soll. Ein halbes Jahr nach Fertigstellung der Isolation und Wiederinbetriebnahme des Faulraumes zeichnet sich ein positiver Effekt ab. Eine vollständige Bilanzierung der zukünftigen Energieeinsparungen kann jedoch erst nach dem kompletten Um- und Ausbau der Schlammanlagen in den nächsten Jahren gezogen werden.

*Josef Ebnetter; Sabine Niebel, Kuster + Hager Ingenieurbüro AG**

RÉSUMÉ

AMÉLIORATION DU BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA STEP D'ALTENRHEIN GRÂCE À L'INSTALLATION D'UNE ISOLATION DANS LE DIGESTEUR SECONDAIRE

Une isolation interne non testée jusqu'à présent a été mise en place dans le digesteur secondaire de la station d'épuration (STEP) d'Altenrhein. Cette isolation est constituée de plaques de verre cellulaire d'une épaisseur de 80 mm et d'un revêtement protecteur renforcé de fibres de verre sur les parois et le plafond du digesteur secondaire et d'une couche de béton projeté armé pour la protection des plaques dans la trémie du digesteur. L'isolation doit améliorer le bilan énergétique de l'installation et protéger la construction contre les contraintes chimiques et mécaniques. De plus, l'isolation doit assurer l'étanchéité au gaz et à l'eau afin de satisfaire aux exigences en matière de couche de protection dans le digesteur. Un demi an après la mise en place, on constate un effet positif. La température à l'intérieur du digesteur isolé reste quasiment constante durant toute la durée de séjour des boues. Auparavant, leur température passait d'env. 38°C à env. 27°C durant cette période. En résumé, on constate que l'isolation interne des digesteurs est possible, écoénergétique et rentable. En outre, on obtient ainsi une protection en béton et l'étanchéité à l'eau et au gaz des digesteurs. Un plan d'exécution détaillé et une direction des travaux globale tenant compte des exigences de sécurité constituent les conditions d'un succès durable.

EINLEITUNG

Gemäss VSA-Handbuch «Energie in ARA» sind der effiziente Einsatz von Fremdenergie und die Nutzung von Eigenenergie auf einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) gefordert. Interne Detailstudien und Modellrechnungen zum Wärmeverbrauch einer ARA haben gezeigt, dass die Faulräume und insbesondere deren Isolation, nebst dem Betrieb einer Vorentwässerung und einer Schlammdesintegration, einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Energiebilanz auf einer ARA leisten können.

Bei älteren Faulanlagen mit Betriebstemperaturen von 35–40 °C liegt der Faulraumtrichter oftmals ohne Isolation im Boden oder gar im nur ca. 10–12 °C warmen Grundwasser. Meist sind die Faulraumwände nur gering und gegen das anliegende Betriebsgebäude gar nicht isoliert. Die Faulraumdecke (Kegelstumpf) hat viele Wandanschlüsse, ist durchsetzt von Rohrinstallationen und hat in der Folge auch nur eine ungenügende Isolation. Sofern eine Innenisolation im Faulraum eingebaut wird, können folgende Ziele erreicht werden:

- maximale Isolationswirkung über die ganze Innenoberfläche
- kostengünstige Lösung zur Isolation des Bodentrichters
- Abdichtung des Betons gegen Gasverluste

* Kontakt: josef.ebnetter@kuster-hager.ch; sabine.niebel@kuster-hager.ch

- Schutz der Betonoberfläche vor chemischer und mechanischer Beanspruchung
- Isolation und Schutz der Rohrinstallationen, die Korrosionen ausgesetzt sind (Dachwasserableitungen wirken ohne Isolation wie Wärmetauscher)
- Einsparung beim Wärmeverbrauch bei gleichzeitiger Steigerung der Gasproduktion als Folge einer konstanten und dem Prozess angepassten Temperatur im Faulraum

AUSGANGSBEDINGUNGEN AUF DER ARA ALTENRHEIN

Der Abwasserverband Altenrhein (AVA) besitzt Potenzial zur weitergehenden Nutzung der mit dem Blockheizkraftwerk (BHKW) produzierten Abwärme. Mit der Erstellung einer Innenisolation in den Faulräumen (FR) 1 und 2 können die Abstrahlungsverluste gemäss der ersten Modellrechnung bis zu 80% reduziert werden. Um den Bedarf an Fremdenergie zu vermindern, kann die anfallende Wärme (80 °C ab BHKW) zur Schlamm-trocknung genutzt oder anderweitig verwendet werden (z.B. als Fernwärme).

NUTZUNG DER FAULRÄUME

Die ARA Altenrhein nimmt Frischschlamm und bereits ausgefaulten Schlamm von anderen ARA aus der Umgebung zur Nutzung und Verwertung an. Frischschlamm (fremder und eigener) wird in den Faulräumen zusammen mit diversen Co-Substraten ausgefault. Der dabei anfallende Faulschlamm wird entwässert und getrocknet und anschliessend einem Zementwerk zur thermischen Nutzung abgegeben.

Insgesamt sind drei Faulräume mit einem Volumen von jeweils 2600 m³ installiert. Die beiden Faulräume 1 und 2 werden im Parallelbetrieb als Vorfaulraum (VFR) betrieben, Faulraum 3 dient als Nachfaulraum (NFR). Die derzeit geplante Nachrüstung der zugehörigen Installationen hat zum Ziel, dass alle Faulräume mit einem Parallelbetrieb als auch einem Serienbetrieb gefahren werden können. Ebenfalls soll damit möglich sein, dass bei einer periodischen Ausserbetriebnahme eines Faulraumes für Kontroll- und Unterhaltszwecke ein geringerer Aufwand für die Umstellungen möglich wird. Alle Faulräume sind mit einem effizienten Rührwerk zur Schlammumwälzung und einer Gasabnahmeinstallation ausgerüstet. Damit sind alle Faulräume als Vor- oder Nachfaulraum nutzbar (Fig. 2 und 3).

MÖGLICHE WÄRMEEINSPARUNGEN

Der täglich in die Faulräume eingebrachte 7 bis 20 °C warme Frischschlamm (ca. 200 m³) wird über Wärmetauscher auf ca. 38 °C erwärmt und in die beiden Vorfaulräume gegeben. Pro Tag wird zudem Co-Substrat nach der Vorbehandlung in die Faulräume 1 und 2 eingetragen. Nebst der Erwärmung des Frischschlammes und des Co-Substrates werden für die Nachführung des Wärmeverlustes der beiden Vorfaulräume aufgrund fehlender Innenisolation gemäss Modellrechnung ca. 540 000 kWh/a pro Faulraum resp. ca. 1 080 000 kWh/a für beide Faulräume benötigt.

Mit einer Innenisolation der Faulräume 1 und 2 kann der Wärmeverlust beider Faulräume um ca. 80% auf insgesamt ca. 220 000 kWh/Jahr reduziert werden. Dadurch können rund 865 000 kWh/a Wärmeenergie ab BHKW eingespart und diese mit 80 °C einer anderen Nutzung zugeführt werden. Ausserdem wird erreicht, dass der Faulschlamm im Nachfaulraum



Fig. 1 Ansicht ARA Altenrhein, im Vordergrund die drei Faultürme (Foto: AVA)
 Vue de la STEP d'Altenrhein avec, au premier plan, les trois digesteurs

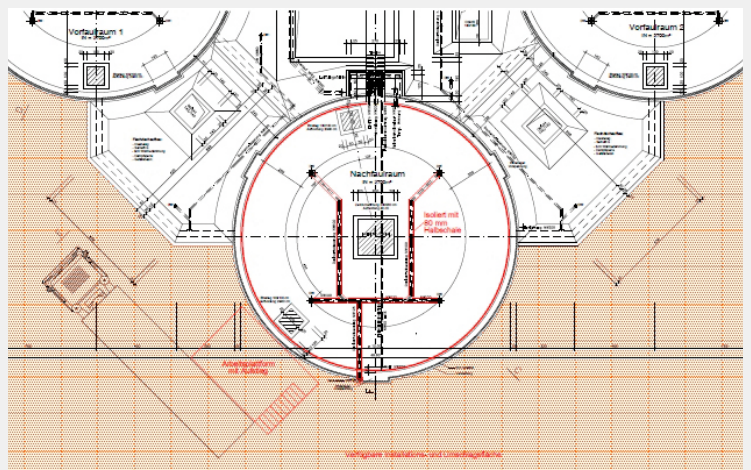


Fig. 2 Grundrissplan des Nachfaulraums / Plan du digesteur secondaire

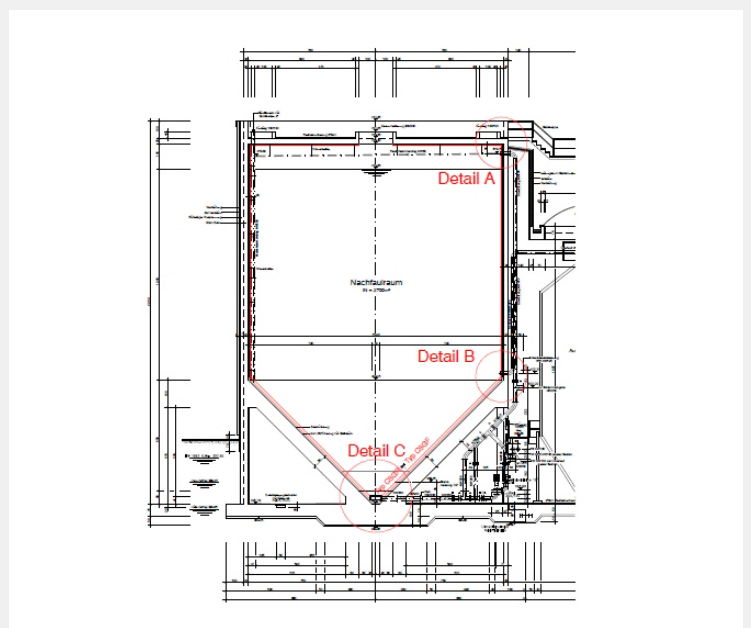


Fig. 3 Schnitt durch den Nachfaulraum / Coupe du digesteur secondaire

bei annähernd gleicher Temperatur wie in den Vorfaulräumen 1 und 2 weitergehender als bisher ausgefault wird, wodurch die Methangasproduktion erhöht werden kann. Die davon im BHKW gewonnene Abwärme mit einer Temperatur von 80 °C kann vollumfänglich für die Trocknung des Klärschlammes im Niedertemperaturverfahren genutzt werden. Damit wird für die Trocknung weniger Fremdenergie erforderlich, bei einem Überschuss kann die zusätzliche Energie genutzt werden, z.B. für eine Fernwärmeversorgung.

Der Gasertrag der ARA Altenrhein lag vor der Realisierung der Innenisolation im Nachfaulraum im Mittel bei 1,4 Mio. m³ im Jahr. Es wird erwartet, dass der Ertrag nach der Realisierung der Innenisolation in allen drei Faulräumen über 5% höher ausfallen wird.

BESONDERHEITEN DES NACHFAULRAUMES

Der Faulraum 3 (Nachfaulraum) weicht in der Konstruktion von den Faulräumen 1 und 2 ab. Der untere Trichter ist mit 45° Neigung (FR 1 und 2 je 30°) ausgeführt. Der Kopf des Nachfaulraumes ist nicht kegelförmig (FR 1 und 2 ebenfalls je 30°), die Decke ist horizontal. Im Gegensatz zu den Faulräumen 1 und 2 ist der Faulraum 3 aussen nicht isoliert. Deshalb galt es, zuerst FR 3 und dann erst FR 1 beziehungsweise FR 2 zu isolieren. Somit kann während der Isolationsarbeiten an einem der beiden Vorfaulräume auch der FR 3 als VFR genutzt werden, ohne dass es zu erheblichen Wärmeverlusten kommt.

BERECHNUNGEN ZU WÄRMEEINSPARUNGEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Mit einer vertieften Modellrechnung wurden die Wärmeverluste im Faulraum 3 (als NFR betrieben) mit und ohne Isolation berechnet. Dabei wurde untersucht, ob mit 80 mm oder 100 mm dicken Schaumglasplatten isoliert werden soll.

Um die Wärmeverluste des Nachfaulraumes zu ermitteln, wurden die FR-Innenflächen eingeteilt:

- Flächen oberirdisch ohne Anbau
- Flächen oberirdisch mit Gebäudeanbau (temperaturmässig in Gebäude integriert)
- unterirdische Flächen

Die Modellrechnung berechnet die Wärmeverluste des Nachfaulraumes in Abhängigkeit vom Konstruktionsaufbau, der Innen- und Aussentemperatur. Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den Nachfaulraum zeigen, dass mit einer nachzurüstenden Innenisolation die Energieverluste deutlich reduziert werden können. Für eine Isolation mit 80 mm dicken Schaumglasplatten wurden etwa 580 000 kWh/a an Einsparungen ermittelt, für eine Isolation mit 100 mm dicken Schaumglasplatten etwa 600 000 kWh/a. Die unterschiedlichen Einsparungen für die Vor- und den Nachfaulraum lassen sich durch die bereits existierende Aussenisolation an den beiden Vorfaulräumen und die verschiedenen Querschnitte erklären.

Bei einem angenommenen Wärmepreis von 0.07 Fr./kWh und Einsparungen von 580 000 kWh/a werden für die Erwärmung des Schlammes 40 600 Franken pro Jahr eingespart. Bei einer mittleren Abschreibungsdauer von 25 Jahren und einem Zinssatz von 3,5% ergeben sich damit die maximal zulässigen Investitionskosten von 665 000 Franken, damit das Projekt nicht unwirtschaftlich wird. Weil der tatsächliche Ausführungspreis

mit ca. 500 000 Franken unter diesem Betrag liegt, ist die Wirtschaftlichkeit des Projektes gegeben. Andererseits ergibt sich bei diesen Einsparungen und mit den effektiven Investitionskosten eine Refinanzierung innert 16–17 Jahren.

AUSWAHL ISOLATIONSSYSTEM UND APPLIKATION

Vorab wurde geprüft, ob eine gleichwertige Aussenisolation die gewünschten Ziele ebenfalls erreichen kann. Eine solche wäre jedoch mit vielen Anschlüssen an aussenliegende Bauten verbunden und könnte nicht die gleiche Gesamtwirkung erzielen. Ausserdem kann durch einen günstig gewählten Aufbau der Innenisolation gleichzeitig ein Schutz der Betonoberfläche im Behälter und die Wasserdichtheit des Faulraumes erzielt werden.

ANFORDERUNGEN

Für die Auswahl der Materialien und des Aufbaus der Isolation auf der Innenoberfläche wurden folgende notwendigen Anforderungen formuliert:

- Die Innenoberfläche im Faulraum muss wasserdicht und im Bereiche des Gasraumes ebenfalls gasdicht sein. Weil der Nachfaulraum mit sehr deutlich schwankenden Schlammwasserspiegeln gefahren wird, muss die komplette Innenoberfläche diesen Anforderungen entsprechen.
- Damit jeder Faulraum auch als Nachfaulraum betrieben werden kann, sind die Anforderungen an Wasser- und Gasdichtheit auf der ganzen Innenoberfläche in allen drei Faulräumen zu erfüllen.
- Die Innenisolation soll eine möglichst hohe Wärmeeinsparung bringen, womit das verwendete Material eine möglichst niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweisen muss.
- Die aufgebrachte Innenisolation soll die Betonoberfläche vor chemischer und mechanischer Beanspruchung schützen (z. B. Einwirkung pH-Wert, abrasiver Verschleiss an der Betonoberfläche infolge Umwälzung Schlammgemisch).
- Die Innenoberfläche soll bei einer Wartung mit Wasser und Hochdruck gereinigt werden können.
- Der Trichter muss bei einer Leerung (Pumpen- und Sauggeräteinsatz) und bei einer Wartung des Rührwerkes (Gerüsteinbau) den sich daraus ergebenden mechanischen Belastung standhalten.

MATERIALIEN ZUR AUSWAHL

Erste Vermutungen wiesen darauf hin, dass eine Innenisolation mit Schaumglas diesen Vorgaben entsprechen könnte. Die Frage war, wie das Schaumglas auf der gesamten FR-Innenoberfläche befestigt und die Oberfläche des Schaumglases vor den mechanischen Ansprüchen geschützt werden kann. Ferner stellte sich die Frage, ob die gängigen Schutzschichten für das Schaumglas den Anforderungen genügen, die sich aus dem Einsatz in einem Faulraum ergeben. Zum Test verschiedener Aufbauten und Schutzanstriche wurden deshalb Versuche auf der ARA Altenrhein durchgeführt.

VERSUCHE AUF DER ARA ALTENRHEIN

Im Mai 2011 wurden gleichzeitig mit dem Einbau des Rührwerkes im Faulraum 2 fünf Musterisolationen mit unterschiedlichem Aufbau auf der Innenoberfläche installiert. Der Musteraufbau erfolgte in Absprache und unter Mitfinanzierung der

Herstellerfirma der Schaumglasplatten, der *Foamglas® GmbH*, Stuttgart.

Auf der Höhe des Überganges vom unteren Trichter zur zylindrischen Faulraumwand wurde an der zylindrischen Wand (7,50 m Radius) eine Musterisolation mit einer Höhe von 1,5 m aufgebaut. Dabei kamen fünf verschiedene Systeme zur Anwendung, alle mit 80 mm dicken Schaumglasplatten. Bei den unterschiedlichen Aufbauten wurden verschiedene Kleber- und Schutzschichtmaterialien nach Vorgabe des Schaumglasherstellers verwendet (Fig. 4).

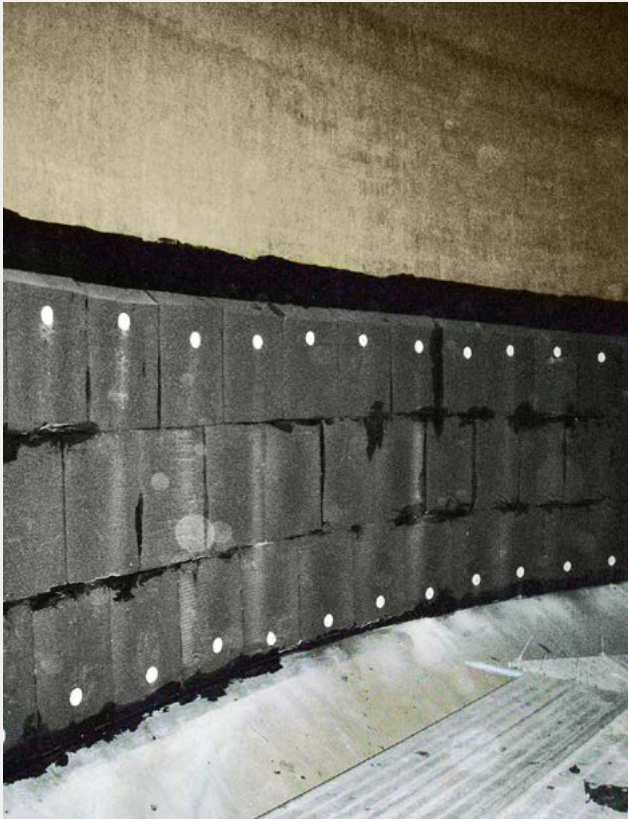


Fig. 4 Musterstreifen im Faulraum 2, noch ohne Deckschicht
Bandes modèles dans le digesteur 2 (sans revêtement)

AUSWERTUNG DER VERSUCHE

Die im Faulraum 2 eingebauten fünf Musterisolationen wurden im Mai 2012 installiert und am 20. Februar 2013 nach einer erneuten Faulraumleerung geprüft. Die Begutachtung der Muster zeigte dabei, dass zwei Muster die Anforderungen erfüllen, bei den anderen ist die Materialbeständigkeit von Kleber und Schutzschicht nicht gegeben. Zusammen mit dem Abwasserverband Altenrhein und der Herstellerfirma wurde aufgrund dieser Versuche der zu wählende Aufbau der Isolation festgelegt.

GEWÄHLTER AUFBAU DER ISOLATION

Für die Anbringung der Innenisolation waren eine Wasserstrahlung der Betonoberfläche zur Entfernung der alten Epoxid-Beschichtung sowie ein Voranstrich mit Haftgrund notwendig. Für den Aufbau der Isolierungs- und Schutzschichten musste dann zwischen den FR-Bereichen Trichter, zylindrische Wände und Decke (inklusive diverser Öffnungen) unterschieden werden. Für alle Bereiche wurde eine Schaumglasdicke von 80 mm gewählt. Dabei wurden zuerst die zylindrischen Wände und die Decke isoliert, danach konnte Stück für Stück das Gerüst aus

dem NFR herausgenommen und der Trichter isoliert werden. Auf den zylindrischen Wänden und der horizontalen Deckenunterschicht wurden nach der Aufbringung des Voranstriches die Schaumglasplatten mit einem Zweikomponentenkleber (Haftkleber) aufgeklebt und mittels spezieller Anker in den Beton fixiert. Dabei wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass die Platten vollflächig verklebt wurden und keine Hohlräume hinter und zwischen den Platten entstanden. Anschliessend wurde eine lösungsmittelhaltige Deckschicht aufgebracht, die durch ein Glasarmierungsgewebe verstärkt ist.

Für die Aufbringung der Innenisolation im Trichter (45° Neigung) mussten die Schaumglasplatten konisch zugeschnitten und mit Haftkleber auf der vorbehandelten Betonoberfläche aufgeklebt werden. Auf der Plattenoberfläche wurde eine Schutz- und Trennschicht aus zwei Lagen PE-Folie eingebracht. Darüber wurde dann eine 80 mm dicke Spritzbetonschicht mit Armierungsnetz aufgebracht, welche die Oberfläche gegen mechanische Beanspruchungen bei FR-Leerungen und Gerüstaufstellungen schützen soll. Spezielle Massnahmen wurden an der Trichterspitze und im Bereich des Überganges vom Trichter zur Zylinderwand für die Auftriebssicherung der Schutzschicht realisiert.

SUBMISSION UND VERGABE

Für die Ausschreibung der Innenisolation wurde unter Bezug von Spezialunternehmen und dem Lieferanten der Schaumglasplatten ein Offertformular mit detailliertem Leistungsbeschreibung erstellt. Darin waren vorgegeben:

- effektive, mit Isolation zu versehende Oberflächen
- vorgewählter Aufbau der Isolation
- einzelne Arbeitsschritte
- Vorgaben des ARA-Betriebes
- Zeitraster für die Ausführung

Insgesamt 14 Unternehmen wurden zur Offertstellung angeschrieben. Es wurden Offerten mit Teilangeboten, z.B. nur Gerüstung oder nur Aufbringen der Isolation, als auch zwei Totalunternehmerofferten eingereicht. Die Offerten wurden verglichen, zu massgebenden Preisangaben und Garantieleistungen wurden ergänzende Abklärungen mit den Unternehmen geführt. Mit der beauftragten Unternehmung (Totalunternehmer) wurden anschliessend Vertragsgespräche zur Fixierung der Garantieangaben und der Termine sowie zur Absprache der Anforderungen und Vorgaben des Materiallieferanten geführt. Den Zuschlag hat schlussendlich die Totalunternehmung *Stutz AG Bautenschutz*, Frauenfeld, erhalten.

AUSFÜHRUNG DES PROJEKTES

Die Ausführung war in Abstimmung mit der Betriebsleitung der ARA Altenrhein mit Baubeginn von Anfang Oktober 2013 und einer Ausführungsdauer von ca. 10 Wochen geplant, sodass über den Winter die Innenisolation bereits den erwünschten Erfolg erbringen konnte.

Der Nachfaulraum wurde vom ARA-Betrieb vorgängig geleert und in gereinigtem Zustand zur Ausführung der Isolation an die Unternehmer übergeben. Die Zugänglichkeit in den Faulraum war durch das Mannloch mit NW 800 mm gegeben. Oben auf dem Faulraumdach wurden zwei Öffnungen (je ca. 1000 x

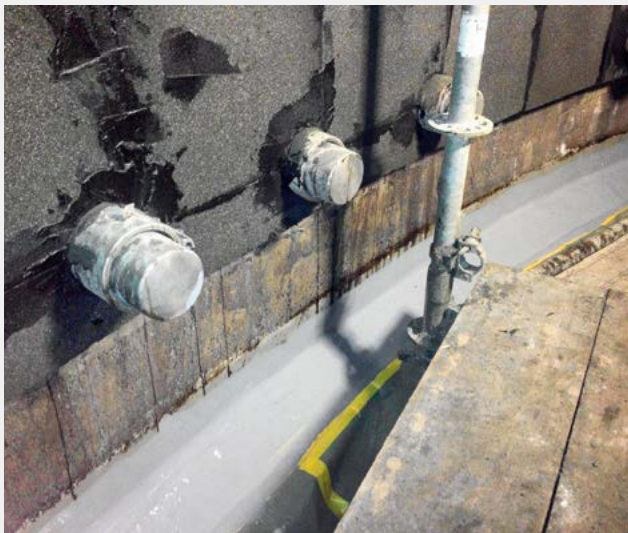


Fig. 5 Übergang Trichter-Zylinder mit Fugendichtung und Rohranschlüssen in den FR
 Passage trémie-cylindre avec joints et raccordements de tuyaux au digesteur

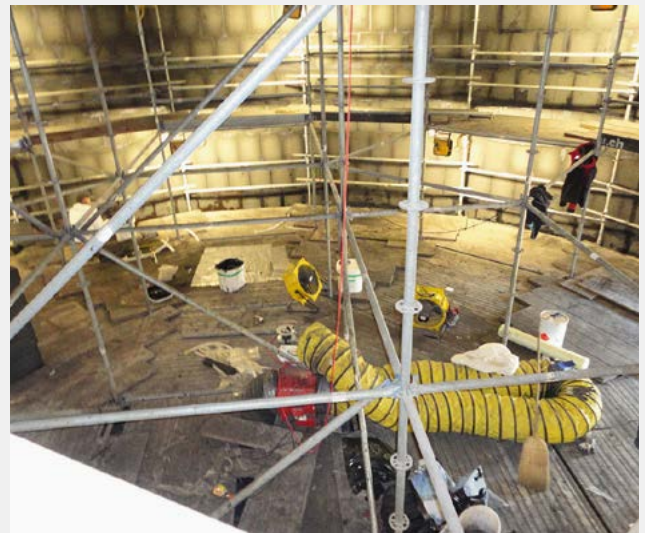


Fig. 8 Innenansicht des Nachfaulraumes mit aufgeklebten und mechanisch fixierten Schaumglasplatten, vor Auftrag der Deckschicht
 Vue intérieure du digesteur secondaire avec des plaques de verre cellulaire collées et fixées mécaniquement, avant la pose du revêtement



Fig. 6 Verklebte Schaumglasplatten
 Plaques de verre cellulaire collées



Fig. 9 Einbau der Schaumglasplatten im NFR-Trichter
 Pose des plaques de verre cellulaire dans la cuve du digesteur

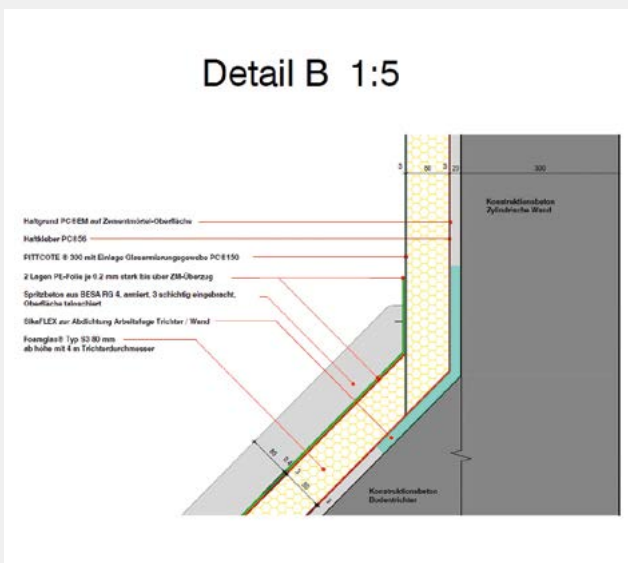


Fig. 7 Schnitt Detail B / Coupe du détail B

1000 mm) freigelegt, über welche die Gerüstung und die Materialien in den FR eingebracht wurden. Der Gerüsteinbau war bis ins Detail genau geplant und erfolgte planmässig. Das Wasserstrahlen der Betonoberflächen war zeitaufwendiger, weil die alte Beschichtung gleichzeitig bis auf die rohe Betonoberfläche gründlich zu entfernen war. Vor Beginn der Isolationsarbeiten wurde zusätzlich zur natürlichen Lüftung auch eine künstliche Belüftung und Beheizung des Faulraumes installiert. Mit dem Aufbringen der Isolation wurde an den zylindrischen Wänden im Übergang vom Kegel zum Zylinder begonnen, um einen geraden Übergang zwischen den zwei Bereichen zu gewährleisten. Die Arbeiten wurden dann im Zylinder nach oben hin fortgesetzt. Die Decke konnte teilweise parallel dazu isoliert werden. Ebenfalls wurden diverse Rohrinstallationen, insbesondere die Dachentwässerungsleitungen, nach genauer Prüfung mit halbrunden Schaumglasschalen isoliert. Alte, nicht mehr benutzte Rohrinstallationen wurden stillgelegt oder demontiert. Die Arbeiten wurden laufend durch die Bauleitung und Fachbegleitung kontrolliert (Fig. 5-9).

Die Ausführung des Projektes erfolgte planmässig, jedoch mit einer Verzögerung infolge der Mehraufwendungen beim Wasserstrahlen. Während der Arbeiten zur Aufbringung der lösungsmittelhaltigen Deckschicht auf die Schaumglasplatten an der Decke und den zylindrischen Faulraumwänden kam es jedoch Ende November 2013 zu einem Brand im Faulraum. Dabei verbrannte die aufgetragene lösungsmittelhaltige Deckschicht komplett. Das aufgetragene Schaumglas schmolz unter der Hitzeeinwirkung bis zur Hälfte der Plattendicke und schützte dabei aber gleichzeitig die Betonkonstruktion vor der Hitze. Die genaue Ursache für den Brand konnte durch die zuständige Behörde nicht abschliessend geklärt werden. Die polizeilichen Abklärungen, die anschliessende Brandsanierung und die Neuerstellung der bereits aufgetragenen Isolation haben zu einem Verzug des Projektes bis Mai 2014 geführt. Unter anderem musste das Rührwerk, das durch den Brand komplett beschädigt wurde, ersetzt werden. Die Öffnung im Dach, aus welchem das beschädigte Rührwerk ausgebaut wurde, wurde bis zum Einbau des neuen Rührwerkes als zusätzliche Belüftungsquelle genutzt. Bei der erneuten Ausführung wurden mangels genauer Kenntnis der Ursache die Sicherheitsmassnahmen verstärkt. Die künstliche Belüftung wurde für einen 5- bis 6-fachen Luftwechsel während des Aufbringens der lösungsmittelhaltigen Deckschicht betrieben. Zusätzliche Sicherheitsausstiege über



Fig. 10a und b Aufbringen der Spritzbetonschicht im Trichter
Pose de la couche de béton projeté dans la trémie

das Dach wurden installiert und das Faulrauminnere mit Tunnellichtern (Kaltlicht) ausgestattet. Auch wurden die Fluchtwege mit einer Notbeleuchtung versehen.

Der Brand hat zum Glück nur zu Sachschaden geführt, der von den einschlägigen Haft- und Sachversicherungen getragen wurde. Generell wurden alle Beteiligten durch den Brand auf die möglichen Gefahren sensibilisiert, sodass bei der Brandsanierung und den erneuten Isolierungsarbeiten sehr vorsichtig und fachgerecht gearbeitet wurde. Nach Wiederherstellung der Isolation an Decke und Wand konnte das Gerüst Stück für Stück ausgebaut und der Trichter isoliert werden. Dieser ist nun durch eine armierte Spritzbetonschicht gegen mechanische Beanspruchung geschützt (Fig. 10a und b).

Nach Abzug der Brandsanierungskosten resultierten Erstellungskosten für die Innenisolation im Rahmen von ca. einer halben Million Franken exkl. MwSt., aber inklusive Honoraren, Bauherrenkosten und Betriebsaufwendungen.

ERFOLGSKONTROLLE

Die ausgeführten Arbeiten wurden mit Zwischenabnahmen kontrolliert und von der Bauherrschaft mängelfrei und mit Abnahmeprotokollen übernommen. Gemäss Werkvertrag gilt eine uneingeschränkte Garantie über zehn Jahre, welche die Haftung auf dem Untergrund und den Schutz der Materialien und des Bauwerkes betrifft. Bis heute sind keine Mängel aus der Ausführung bekannt (Fig. 11 und 12).

Weil der Faulraum 3 derzeit aus betrieblichen Gründen noch als Nachfaulraum hinter den zwei parallel betriebenen Vorfalträumen FR 1 und FR 2 genutzt wird, liegen keine messbaren Ergebnisse zu den Wärmeeinsparungen vor. Der Betrieb der ARA kann heute lediglich feststellen, dass die Temperaturabsenkung des Schlammes, der aus dem Vorfalraum (ca. 38 °C) eingetragen wird, während der Aufenthaltszeit im Nachfaulraum lediglich ca. 1–2 °C beträgt, was auf die Erfüllung der angestrebten Zielvorgabe hinweist.

Erst mit dem geplanten Einbau der Innenisolation in den Faulräumen FR 1 und FR 2 in ca. zwei bis drei Jahren sowie dem gleichzeitig geplanten Einbau der Vorentwässerung und einer Anlage zur Schlammintegration kann in ca. fünf Jahren eine klare Wärmebilanz zur Bestätigung der Projektziele erstellt



Fig. 11 Kontrolle der Beschichtungsarbeiten
Contrôle des travaux de revêtement



Fig. 12 Probestelle zur Haftkontrolle der Deckschicht

Station de prélèvement pour contrôler l'adhérence du revêtement

werden. Es ist jedoch zu erwarten, dass eine Innenisolation die angestrebten Ziele zur Reduktion des Energieverbrauches in den Faulräumen erfüllen kann.

Es ist geplant, dass im Vorfeld der Erstellung der Innenisolation im FR 2 vorgängig die noch immer installierte Versuchsisolations wiederholt geprüft wird, bevor die weiteren Ausführungen freigegeben werden.

FAZIT

Zum heutigen Zeitpunkt kann aus der Planung und Ausführung der erstmalig realisierten Faulraumisolierung folgendes Fazit gezogen werden:

- Eine Innenisolation zur Wärmeeinsparung ist effizient und erbringt gleichzeitig den Schutz des Betons vor aggressiven Einwirkungen als auch die Dichtheit des Betons bezüglich Wasser (Schlamm) und Klärgas.
- Das Applizieren einer Innenisolation mit den getesteten und geeigneten Schaumglasplatten, dem zugehörigen Haftkleber und den mechanischen Fixationen sowie der getesteten Deckschicht mit Glasfaserarmierung ist machbar. Das ganze System erfordert eine exakte Detailplanung sowie eine intensive Bauüberwachung und -begleitung.
- Unter Berücksichtigung der erforderlichen und beschriebenen Sicherheitsmassnahmen ist der Einbau des angewendeten Isolationssystems geeignet und vertretbar.

DANK

Allen beteiligten Unternehmern mit ihren Fachkräften sowie dem ARA-Betrieb gehört ein herzliches Dankeschön für ihre Bemühungen, ihre Arbeit, den Mut und das Vertrauen in die Umsetzung der nicht unwesentlichen, energiesparenden Massnahmen auf einer ARA. Das Ergebnis ist wegweisend und wird hoffentlich noch auf vielen ARA zur Erreichung einer hohen Energieeffizienz beitragen.

Rechtliche Fragestellungen in der Wasserversorgung

SVGW-Fachtagung

Neueste Entwicklungen im öffentlichen Beschaffungswesen, Bundesgerichtsentscheid betreffend Installationsberechtigung, neue gesetzliche Bestimmungen bei Durchleitungsrechten, Erfahrungen mit Wasserversorgungsreglementen sowie Interessenskonflikte.



Datum: 7. Mai 2015
Ort: Grand Casino Luzern
www.svgw.ch/Recht

