

Betriebs-Info

Informationen für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen

01|20

Phosphatelimination auf
kleinen Kläranlagen
Seite 2912



Pumpwerke
Seite 2915

Impulsmischer
Seite 2919



Wasserwandertag für
Grundschüler
Seite 2922

Klärschlammverwer-
tung auf Rügen
Seite 2923

Quecksilber im
Kanalnetz
Seite 2926



Leistungsnachweis kom-
munaler Kläranlagen
Seite 2932

Containerkläranlage als
Zwischenlösung
Seite 2933



Betriebs-Info

Informationen für das Betriebspersonal
von Abwasseranlagen

Inhalt Januar 2020



Titelbild: Die Stadtwerke Schramberg betreiben im Schwarzwald eine einstufige Belebungsanlage mit einer Ausbaugröße von 41 000 EW (Foto: Raimund Schneider, Schramberg)

Editorial	2911
Fachbeiträge	
Phosphatelimination auf kleinen Kläranlagen	2912
Fördern um jeden Preis?	2915
Impulsmischer erleichtert die Arbeit	2919
Grundschüler erwandern den Wasserkreislauf	2922
Klärschlammverwertung auf der Insel Rügen	2923
Ermittlung von Quecksilbereinträgen in das Kanalnetz	2926
Kläranlagenleistung unverändert auf hohem Niveau	2932
Keine Abwasserreinigung während der Sanierung kleiner Kläranlagen	2933
DWA-Veranstaltungskalender	2908

Impressum

Das Betriebs-Info erscheint jeweils im Januar, April, Oktober und Oktober eines jeden Jahres. Für DWA-Mitglieder wird es der *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall* als Beilage zugelegt.

Herausgeber:

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. in Zusammenarbeit mit dem ÖWAV und dem VSA
Postfach 11 65, D-53758 Hennef,
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-135

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit Recyclingfasern.

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Manfred Fischer,
Unterbrunner Straße 29, D-82131 Gauting
Tel./Fax: +49 89 85058 95
E-Mail: fischer.gauting@web.de

Dr. Frank Bringewski, Hennef (v. i. S. d. P.)

für den ÖWAV:
DI Clemens Steidl
E-Mail: steidl@oewav.at

für den VSA:
Dr. Sc. ETH Zürich Christian Abegglen
E-Mail: christian.abegglen@vsa.ch

für die Nachbarschaften der DWA:
Dipl.-Ing. Gert Schwentner,
E-Mail: g.schwentner@sindelfingen.de
Dipl.-Ing. Michael Kuba,
E-Mail: Michael.Kuba@sowag.de

Anzeigen:

Christian Lange, B. A.
Tel.: +49 2242 872-129
Fax: +49 2242 872-151
E-Mail: anzeigen@dwa.de

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Verlag:

GFA
Postfach 11 65, D-53773 Hennef
Tel.: +49 2242 872-190
Fax: +49 2242 872-151
E-Mail: bringewski@dwa.de
Internet: www.dwa.de, www.gfa-news.de

© GFA

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages.

Liebe Leserinnen und Leser,

wie die Zeit vergeht! Eine Redewendung, die gerne von der älteren Generation gebraucht wird. Kein Wunder, schließlich hat sie ja schon eine „lange Zeit erlebt“. Auch ich gehöre zu dem Personenkreis, der über viele Ereignisse berichten kann, besonders aus dem Bereich der Wasserwirtschaft. Gerne möchte ich dazu einige Beispiele ansprechen.

Auffallend ist, dass im Zeitraum um 1970 einige wichtige Bausteine für den Gewässerschutz gesetzt wurden. So konnte die IFAT 2016 ihr 50-jähriges Jubiläum feiern, denn sie fand als erste Abwassermesse 1966 in München statt. Ebenfalls diesen Geburtstag feierten die Kläranlagen-Nachbarschaften, die 1968 in Baden-Württemberg gegründet wurden. 1969 erschien dann das erste Klärwärter-Taschenbuch, der Klassiker für die Grundausbildung des Betriebspersonals. 1970 gilt als Geburtsjahr der Umweltbewegung. Und was geschah 1971?

Das Ereignis wollen wir besonders ansprechen, denn im kommenden Jahr wird das Betriebs-Info 50 Jahre! Wir haben uns im Redaktionsbeirat beraten, wie wir die Geschichte unserer Zeitschrift würdigen können. Lassen Sie sich überraschen, liebe Leserinnen und Leser, noch ein Jahr Geduld.

Ein weiteres Beispiel liegt über 20 Jahre zurück. Können Sie sich noch an die Diskussion in den 1990er-Jahren erinnern, als in Deutschland über die „Messlösung“ im Abwasserabgaberecht diskutiert wurde? Es ging um die Frage, ob Abwasserproben, die mit Betriebsmethoden analysiert werden, im Vollzug des Abwasserabgabengesetzes (AbwAG) nicht als Messverfahren den DIN-Methoden gleichgestellt werden können, um bei der Abgabefestsetzung berücksichtigt zu werden. Seinerzeit fand der Antrag im Bundesrat keine Mehrheit. Hauptgrund für die Ablehnung war der fehlende Nachweis der Gleichwertigkeit der Betriebsmethoden.

Kurz vor Redaktionsschluss haben wir jetzt erfahren, dass eine Änderung des AbwAG in Arbeit ist und dabei als Option auch die Messlösung aufgenommen werden soll. Ein Referentenentwurf sollte noch vor Jahresende 2019 auf den Weg gebracht werden. Die gute Nachricht, die Messlösung soll kommen. Die schlechte ist, es sollen nur standardisierte Verfahren zum Einsatz kommen. Doch längst sind die Betriebsmethoden ein fester Bestandteil in der Analytik. Mit dem Regelwerk DWA-A 704 „Betriebsmethoden für die Abwasseranalytik“ und der Anwendung von IQK oder AQS erfüllen diese Messverfahren die a. a. R. d. T. Wissen die Verantwortlichen nicht, dass über 95 % der Anlagen mit Betriebsmethoden messen und nicht mit den Normverfahren? Hier steht die Chance auf dem Spiel, endlich die Abwasserabgabe nach Messergebnissen gerechter zu erheben, etwa vergleichbar mit dem Einkommenssteuerrecht, und nicht nach festgesetzten Werten im Bescheid. Es wäre ein großer Schritt zur besseren Transparenz, zu mehr Gerechtigkeit und nicht zuletzt zur Anerkennung der Arbeit des Betriebspersonals. Nach § 4 Abs. 2 AbwV sollte einer Festsetzung der Betriebsmethoden als gleichwertige Verfahren nichts im Wege stehen.



Mit dem Wunsch, dass das neue Jahr nur Positives für Sie bringt, liebe Leserinnen und Leser, verbleibe ich Ihr

Manfred Fischer

TAUCHBETRIEB S. RICHTER GMBH

Meisterbetrieb Taucharbeiten aller Art
Branchenführend seit über 25 Jahren
(speziell Kläranlagen)

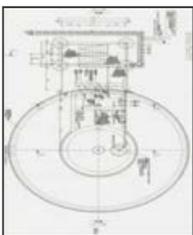


Wenn es gemacht werden muss, dann richtig!

Ihr Unternehmen für spezielle Taucharbeiten auf Kläranlagen.

Über **1.500** Kunden vertrauen uns, gern erstellen auch wir Ihnen ein unverbindliches Angebot. Aussagekräftige Referenzen durch festgestelltes Personal!

Tel.: 040 – 86 62 67 91
Fax.: 040 – 86 62 67 88
Lornsenstraße 124a – 22869 Schenefeld
E-Mail: Info@tauchbetrieb-richter.de

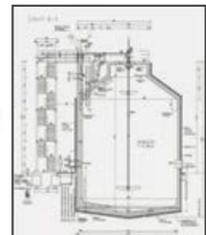


Kontrolle

Wartung

Sanierung

Unterstützung bei der Inbetriebnahme



Phosphatelimination auf kleinen Kläranlagen

1 Einleitung und Situation

Der Abwasserzweckverband Bode-Wipper in Bleicherode befindet sich im Norden Thüringens. Der Verband betreibt drei Kläranlagen mit ca. 50 000 EW Gesamtkapazität.

Unsere kleine Rotations-Scheibentauchkörper-Kläranlage in Wollersleben wurde 2011 in Betrieb genommen. Die Ausbaugröße beträgt 1300 EW für rein kommunales Abwasser. Sie besteht aus vier Tauchkörpern, die zweistraßig beschickt werden. Vorgeschaltet sind nach der mechanischen Stufe ein kleines Vorklärbecken und ein Misch- und Ausgleichsbecken, das auch als Denitrifikationsstufe dient.

Der Überschussschlamm wird in einem 90-m³-Schlammstapelbehälter gelagert. Dieser wird vierteljährlich entleert und der voreingedickte Schlamm zu unserer großen Kläranlage Bleicherode gebracht und dort entwässert. Das Trübwasser aus dem Behälter sorgt für eine hohe Phosphatrückbelastung, die sich auf die Ablaufwerte auswirkt. Da es für die Kläranlage Wollersleben einen Grenzwert von 8 mg/l P_{ges} gibt, musste bereits in der Vergangenheit während des Trübwasserabzugs ein Fällungsmittel zugegeben werden. Wir entschieden uns dafür, das Flockungsmittel Kronofloc Eisen-II-chlorid von der Kläranlage Bleicherode tröpfchenweise in das vorgeschaltete Misch- und Ausgleichsbecken zuzugeben.



Abb. 1: Dosiersystem mit Einschütte und Steuereinheit

2 Technische Ausrüstung/Anlagenaufbau

Vor einiger Zeit wurden wir auf die Firma DASAG GmbH aufmerksam, die mit dem Bau von Anlagen zur Chromatreduzierung im Zement mittels trockenen, rieselfähigen Eisen-II-sulfaten, wie zum Beispiel Ferrogranul 20, umfangreiche Erfahrungen hat. Die DASAG-Kleindosieranlage (Standardgerät, Abbildung 1) besteht aus einem Schnecken-Dosiergerät mit Homogenisierungswerkzeug, einem Aufgabetrichter als Materialvorlage und einer Schaltanlage. Diese Ausrüstung ist integriert in ein Rahmengerüst und mittels isolierender Einhausung vor äußeren Einflüssen geschützt. Nachgefüllt wird der Aufgabetrichter durch Öffnen eines arretierbaren Deckels.

Das rieselfähige Fällmittel Eisen-II-sulfat (Ferrogranul 20) wird durch moderates Trocknen von restfeuchtem Eisen-II-sulfat erhalten, das als Nebenprodukt bei der Titandioxid-Herstellung gewonnen wird. Ferrogranul 20 wird nicht nur zur Phosphatfällung in der Abwasserreinigung eingesetzt, sondern findet auch Anwendung als Düngemittelzusatz im Agrarbereich. Doch der größte Anwendungsbereich liegt in der Chromatreduktion im Zement. Das Ferrogranul 20 wird in 25-kg-Säcken auf Palette geliefert, kann aber auch im Big Bag oder lose im Silofahrzeug bezogen werden. Die Wirksubstanz des hellgrünen Feingranulats liegt bei 19,5 % (195 g Fe/kg, 3,49 mol/kg).

3 Vorbetrachtung

Wir waren interessiert, ob sich diese Technik nicht für unsere kleine Anlage in Wollersleben eignet, und nahmen Kontakt auf. Schnell entschieden wir uns dafür, einen Versuch zu probieren. Die Aufstellung des Dosiersystems erfolgte direkt neben dem vorgeschalteten Misch- und Ausgleichsbecken. Die Dosierschnecke reichte dabei über den Beckenrand. Das Fallrohr wurde senkrecht bis oberhalb der Wasseroberfläche installiert und mit Schwimmern versehen, um die wechselnden Wasserstände im Becken auszugleichen (Abbildung 2).

Die Proben für die Zulauf- und Ablaufkonzentration sind jeweils Stichproben, die einmal wöchentlich genommen wurden. Die Werte der Durchflussmessung für den täglichen Abwasserzulauf wurden zu Wochenmittelwerten zusammengefasst, um die Phosphatfracht und damit die benötigte Fällmittelmenge zu ermitteln. Dabei berücksichtigen wir auch, inwieweit der Scheibentauchkörper Phosphat auch ohne Fällmittelzugabe in der Vergangenheit eliminiert hat. Die Eliminierungsrate lag im Mittel bei 45 %, schwankte aber sehr stark zwischen unter 10 bis 68 %. Als Ziele des einjährigen Betriebsversuchs haben wir daher eine Orthophosphat-Ablaufkonzentration von kleiner 5 mg/l und eine geringe Schwankungsbreite der Ablaufwerte definiert. Der durchschnittliche Abwasserzulauf pro Woche liegt bei 850 m³ und die Zulaufkonzentration des Gesamt-P bei 15 mg/l. Der relative Fällmittelbedarf (β -Wert) wurde auf 2,0 geschätzt. Aus den Werten ergibt sich eine Fällmitteldosierung von 22,5 kg Ferrogranul 20 pro Tag. Um die bisherige Phosphoraufnahme der Biologie nicht zu stören, wurde die tägliche Fällmittelmenge auf ca. 13 kg festgelegt.



Abb. 2: Aufstellung der Dosierstation am Ausgleichsbecken; Fallrohr mit Schwimmvorrichtung

Die Fällmittelmenge kann am Dosiersystem entweder über ein Zeitrelais festgelegt werden, das die Dosier- und Pausenzeiten steuert oder über die Drehzahl der Förderschnecke. Zu Beginn des Versuchs wurde die Förderleistung der Schnecke auf

100 g/min eingestellt. Während des Versuchs wurden lediglich die Dosier- und Pausenintervalle verändert. In Tabelle 1 sind die einzelnen Werte aufgeführt.

Kalenderwoche	ab	17	17	25	42
Dosieren	in s	60	25	12	20
Pausieren	in s	600	600	600	600
Zyklus	in min	11,00	10,42	10,20	10,33
	pro h	5,45	5,76	5,88	5,81
Durchsatz der Schnecke	g/min	100,00	100,00	100,00	100,00
Dosiermenge	g/h	545,45	240,00	117,65	193,55
	kg/d	13,09	5,76	2,82	4,65
	kg/w	91,64	40,32	19,76	32,52

Tabelle 1: Übersicht der Dosier- und Pausenzeiten der Dosieranlage

4 Ergebnis

Die Ablaufkonzentration für Phosphat lag im gesamten Versuchszeitraum im Mittel bei 4,09 mg/l (Abbildung 3). Die wöchentlichen Stichproben ergaben, dass 80 % der Werte unter der gesetzten Grenze von 5,00 mg/l ortho-P lagen. Die Werte oberhalb der Grenze (im Mittel 5,98 mg/l) lagen fast alle in der ersten Hälfte des Versuchszeitraums. Während dieser Zeiträume gab es aufgezeichnete Störungen des Dosiersystems.



kostengünstig
umweltfreundlich
zeitsparend

UMWELT-TAUCHSERVICE

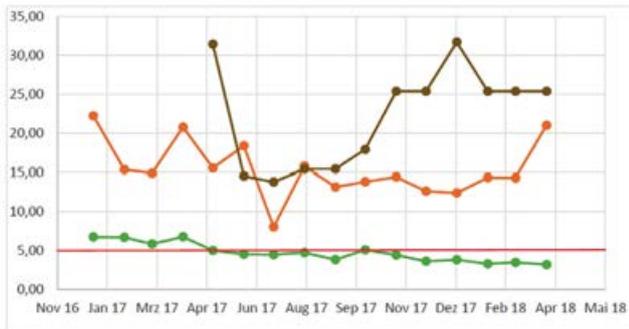
SEIT 1978



Die Spezialisten für
Taucharbeiten im Faulturm
und Kläranlagen ohne
Betriebsunterbrechung.

Webgasse 37/1/24,1060 Wien
M: +43 - 664 - 507 11 17
M: +43 - 664 - 430 52 25
T: +43 - 1 - 596 73 80
E: office@umwelttauchservice.at
www.umwelttauchservice.at

Die Zudosierung des Fällmittels haben wir während des Versuchszeitraums verändert. Die Startmenge von 13 kg/d wurde nach 2 Tagen etwa halbiert und auf 5,7 kg/d eingestellt. Zwischenzeitlich wurde die Dosiermenge weiter verringert auf 2,8 kg/d. Ab der Kalenderwoche 42 wurde die Dosierzeit auf 20 Sekunden erhöht, also 4,65 kg/d und bis zum Ende des Versuchs beibehalten. In dieser Zeit kam es zu zwei Überschreitungen des angesetzten Ablaufwertes (5,2 mg/l in KW 45 sowie 6,22 mg/l in KW 3/2018).



— Zulauf PO₄-P_{zu} [mg/l] — Ablauf PO₄-P_{ab} [mg/l]
— Fällmittelzugabe [kg Fe/Monat]

Abb. 3: Übersicht der Phosphat-Zulauf- und Ablaufkonzentration sowie der Fällmittelmenge über den Versuchszeitraum

5 Diskussion

Zu Beginn der Versuchsphase kam es zu Störungen des Dosiersystems, bedingt durch aufsteigende Feuchtigkeit sowie die wechselnden Wasserstände im Misch- und Ausgleichsbecken, in das der Abwurf mündete. Anfangs war lediglich ein Stück Spiralschlauch als Abwurf installiert, der sich aber mit der Zeit verbog, sodass sich das Fällmittel im Schlauch sammelte. Der Umbau des Abwurfs zu einer Variante mit Fallrohr und Schutzrohr löste die Probleme (Abbildung 4). Bei Regenwetter oder starkem Wind hatten wir Schwierigkeiten beim Auffüllen des Fällmittels (braune Verfärbungen im Umfeld des Dosiersystems). Daher ist es vorteilhaft eine einfache Um- bzw. Behausung zu schaffen, in der das Dosiersystem und ein Vorrat an Fällmittelsäcken witterungsunabhängig aufbewahrt werden können.

6 Fazit

Das angestrebte Ziel, die Ablaufwerte für Phosphat unter 5 mg/l zu halten, wurde weitestgehend erreicht. Zu Beginn des Betriebsversuchs gab es Störungen, die durch Umbaumaßnahmen dauerhaft behoben werden konnten. Das zweite Ziel, die Schwankungen der Ablaufwerte zu verringern, wurde ebenfalls erreicht.

Die Eignung für kleinere Kläranlagen zwischen 10 und 2000 EW können wir bestätigen. Hier gibt es vom Gesetzgeber keine feste Obergrenze. Die Praktikabilität ist durch die benötigte Fällmittelmenge gegeben. Als hinnehmbarer Aufwand für das Betriebspersonal wird das Auffüllen von maximal zwei Sack pro Woche (2 × 25 kg) angesehen. Daraus ergibt sich eine fällbare PO₄-P-Fracht von ca. 3 bis 5 kg pro Woche.



Abb. 4: Abwurfrohr im Schutzrohr mit Dosierschneckenaustrag, oben zu sehen ist der Deckel

Die Nachrüstung bestehender Kläranlagen mit dem Feststoffdosiersystem ist sehr einfach. Die kompakte Bauweise stellt keine große Anforderung an den Aufstellort. Das Fällmittel ist sehr gut wasserlöslich und sollte an einer Stelle mit erhöhter Turbulenz eingebracht werden. Die DASAG-Kleindosieranlage ist ein optimales Gerät für eine sichere und genaue Dosierung des rieselfähigen Fällmittels und wird als kompakte Einheit anschlussfertig angeliefert.

Das rieselfähige Eisen-II-Sulfat Ferrogranul 20 ist kein Gefahrgut und kann somit ohne besondere Anforderungen transportiert und gelagert werden. Das ermöglicht eine kostengünstige Beschaffung größerer Mengen und deren Lagerung an einer zentralen Stelle, von der aus die Fällmittelsäcke während Routinekontrollen zu den einzelnen Anlagen mitgenommen werden können.

Autoren

Abwassermeister Heiko Schmidt
Abwasserzweckverband Bode-Wipper
Kehmstedter Weg 44, 99752 Bleicherode, Deutschland
Tel. +49 (0)3 63 38/4 20 50
E-Mail: Ababowi@t-online.de

Daniel Mattick
Kronos International, Inc.
Kronos ecochem
Peschstraße 5, 51373 Leverkusen, Deutschland
Tel. +49 (0)36 41/20 73 61
E-Mail: Daniel.mattick@kronosww.com

Niels Böer
DASAG GmbH
Verfahrenstechnik – Anlagenbau
An der Helme 21, 99734 Nordhausen, Deutschland
Tel. +49 (0)36 31/46 08 30

Fördern um jeden Preis?

Im Folgenden wird über praktische Erfahrungen mit strömungsbehindernden Lufteinschlüssen in einem pneumatischen Pumpwerk mit Nachblaseeinrichtung berichtet.

1 Einleitung

Eingebunden in sanfte Hügel der bayerischen Oberpfalz liegt Markt Beratzhausen, die Perle des Labertals. Für die kommunale Abwasserbehandlung ist die Gemeinde verantwortlich. Im Jahr 2014 lag der Anschlussgrad über 98 %. Insgesamt transportieren mehr als 27 Pumpwerke das anfallende Schmutzwasser über Druckleitungen zur zentralen Kläranlage in Beratzhausen.

2 Pumpwerk Buxlohe

Im Jahr 2014 wurde der Ortsteil Pfraundorf über eine 3,6 km lange Druckleitung an die Hauptkläranlage Beratzhausen angebunden. Aufgrund des geringen Schmutzwasseranfalls (1000 EW), langen Verweilzeiten und großer Förderhöhe entschieden wir uns für eine pneumatische Förderung mit Nachblaseeinrichtung zur regelmäßigen Druckluftspülung. Noch während des Rohrvortriebs wurde parallel das kompakte Pumpenhaus errichtet, sodass das Pumpwerk nach wenigen Monaten Bauzeit in Betrieb gehen konnte (Abbildung 1).



Abb. 1: Außenansicht des Pumpwerks

Die Anlage fördert ca. 100 000 m³ Mischwasser pro Jahr und verfügt über ein Regenüberlaufbecken mit einem Volumen von 300 m³, das nach Regenereignissen kontinuierlich zur Kläranlage entleert wird.

Der Betrieb des Pumpwerks war von Beginn an nur bei hohen Drücken möglich. Zwar konnten die gewählten Kompressoren diesen Druck erzeugen, jedoch führte dies zu einem enormen Energiebedarf, häufigen Störungen, hohen Betriebskosten und umfangreichen Nachrüst-Arbeiten. Dies war für uns auf Dauer nicht hinnehmbar. Doch statt irgendwelche baulichen oder technischen Maßnahmen zu ergreifen, wollten wir zuerst den Ursachen auf den Grund gehen und eine intensive Betrachtung des hydraulischen Systems unter Berücksichtigung der systembedingten Lufteinschlüsse vornehmen. Dazu wandten wir uns an Bernd Husemann von der Firma Airvalve, der mit uns umgehend eine hydraulische Analyse unseres Systems durchführte.

3 Hydraulische Betrachtung

Die Druckleitung wurde konform zum Arbeitsblatt DWA-A 116-3 (Druckluftgespülte Abwassertransportleitungen) und entsprechend den Vertriebsunterlagen von Herstellern pneumatischer Pumpwerke ohne Be- und Entlüftungsventile errichtet.

Das Verhalten von Luft, die bei pneumatischen Pumpwerken und Druckluftspülstationen bewusst in die Druckleitung eingebracht wird, wurde aber unterschätzt. Man ging davon aus, einem durch Lufteinschluss bedingten Anstieg der Förderhöhe durch eine höhere Verdichtung der installierten Kompressoren begegnen zu können.

Um zu verstehen, welchen Einfluss Lufteinschlüsse auf die Anlagenkennlinie von Druckleitungen haben und welche unmittelbaren Folgen sich daraus ergeben, sind folgende Grundsätze zu beachten:

3.1 Lufteinschlüsse erhöhen die Förderhöhe

In Druckleitungen tritt freie, ungebundene Luft in Form von Blasen in Erscheinung. Je kleiner eine Luftblase ist, desto geringer ist ihr Auftrieb. Kleine Blasen lassen sich mit ausreichender Strömungsgeschwindigkeit (ab Erreichen der Selbstentlüftungsgeschwindigkeit) fortspülen.

Luftblasen haben grundsätzlich das Bestreben, sich zu größeren Blasen zu verbinden, wodurch sie mehr Auftriebskraft erlangen. Aufgrund der geringeren Dichte gegenüber dem Fördermedium sammeln sich Lufteinschlüsse an den Hochpunkten einer Druckleitung. Sie strecken sich während der Förderung in Fließrichtung talwärts in Richtung des nächstgelegenen Tiefpunkts aus, wodurch die betroffenen Leitungsabschnitte nur teilgefüllt sind.

In teilgefüllten Abschnitten verläuft die Betriebsdruckkennlinie parallel zur Leitungsachse, was dazu führt, dass die Förderhöhe um den Betrag steigt, den die ausgestreckte Blase über ihre Länge an Höhe überwindet. Das beschriebene Phänomen wird in Abbildung 2 verdeutlicht.

BTB Berufstaucher GmbH Berufstaucher Bayern

- Wir tauchen günstiger als Sie denken
- Kläranlagentauchen pro Gruppenstunde 175,- EUR netto
- Kläranlagen – Reparaturen
- Montagearbeiten von Räumchildern, Belüfterelementen und Rührwerken im Betriebszustand
- Kontrollarbeiten – Vermessungen
- Faultürme – Kontrolle, Wartung und Reinigung
- Schlammabsaugung, Betonagen
- Schweiß- und Schneidarbeiten

Carola Süßmann, Regensburgerstr. 44, 93128 Regenstein
Mobil: 0151 / 11 20 13 16, Fax: 09402 / 50 44 12
www.berufstaucher-bayern.de, berufstaucher-bayern@gmx.de

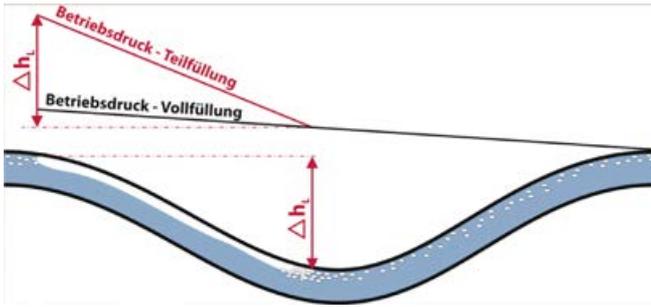


Abb. 2: Förderhöhe mit Lufteinschluss (Teilfüllung) und ohne Lufteinschluss (Vollfüllung)

3.2 Selbstentlüftung erfordert Geschwindigkeit und Zeit

Lufteinschlüsse können vom Fördermedium „ausgespült“ werden, sobald die sogenannte Selbstentlüftungsgeschwindigkeit erreicht bzw. überschritten wird. Diese ist vom Innendurchmesser und dem Neigungswinkel der Druckleitung abhängig. Mit Erreichen der Selbstentlüftungsgeschwindigkeit werden am unteren Ende eines Lufteinschlusses (hydraulischer Sprung) kleine Blasen abgerissen, die vom Medium fortgespült werden können. Diese Blasen haben unverändert die Tendenz, sich zu vereinigen, sodass sie im späteren Verlauf auch als große Blase, entgegen der Strömungsrichtung, zurück zu ihrem Ausgangspunkt gelangen können.

Tabelle 1 listet praxisgerechte Richtwerte der Selbstentlüftungsgeschwindigkeit (VS) und deren korrespondierendem Volumenstrom (Q) in Abhängigkeit vom Rohrleitungs-Innendurchmesser (DN) auf.

DN [mm]	VS [m/s]	Q [m³/h]	Q [l/s]
50	0,63	4,5	1,2
80	0,79	14,3	4,0
100	0,89	25,2	7,0
150	1,08	68,7	19,1
200	1,25	141	39,3
250	1,40	247	68,7
300	1,53	389	108
350	1,66	575	160
400	1,77	801	222

Tabelle 1: Selbstentlüftungsgeschwindigkeit (VS) und korrespondierender Volumenstrom (Q) unterschiedlicher Rohrleitungs-Innendurchmesser (DN)

Findet eine Selbstentlüftung statt, so bedarf sie ausreichend Zeit, was – abhängig von Länge, Profil und Betriebsweise der Druckleitung – mitunter mehrere Stunden dauert. Für einen energieeffizienten Abwassertransport, der allein durch Selbstentlüftung frei von strömungsbehindernden Gaseinschlüssen realisiert werden soll, ist es unerlässlich, dass der Lufteintrag in das Fördersystem geringer ist als die Luftmenge, die langfristig über Selbstentlüftung ausgespült werden kann. Dabei sind alle Quellen von Luft- bzw. Gaseintrag zu berücksichtigen. Zu den Primärquellen freier Gase in Abwasserdruckleitungen zählen:

- biologische Abbauprozesse (Faulgase)
- Eintrag in der Pumpstation, speziell durch einstürzenden Zulauf.

Bei pneumatischen Pumpwerken und Nachblaseeinrichtungen kommt hinzu:

- verzögertes Schließen des Druckbehälterablaufs nach vollständiger Entleerung
- Nachblasvorgang, bei dem gezielt Druckluft eingeleitet wird.

3.3 Förderhöhe bedeutet Kosten

Potenzielle Energie wird über das Produkt von Masse, Erdbeschleunigung und Höhe definiert. Demzufolge muss das Förderaggregat für jeden einzelnen Meter Förderhöhe entsprechende Arbeit leisten. Dabei ist es grundsätzlich egal, mit welchem Antrieb (pneumatisch oder konventionell) ein Pumpwerk ausgerüstet ist.

Das folgende Rechenbeispiel bilanziert den physikalischen Energiebedarf eines Pumpwerks (hier: Pumpwerk Buxlohe) zur Förderung von 100 000 m³ Mischwasser pro Jahr im entlüfteten (36 m Förderhöhe) und nicht entlüfteten (70 m Förderhöhe) Zustand der Rohrleitung. Es gilt:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h \quad [Ws]$$

mit:

$$m = 100\,000\,000 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h_1 = 36 \text{ m (entlüftet)}$$

$$h_2 = 70 \text{ m (nicht entlüftet)}$$

Ergebnis:

$$E_{pot,1} = 9810 \text{ kWh (entlüftet)}$$

$$E_{pot,2} = 19\,075 \text{ kWh (mit Lufteinschlüssen)}$$

Aufgrund der fast doppelten Förderhöhe muss im nicht entlüfteten System fast doppelt so viel Arbeit geleistet werden. Zur Ermittlung der Energiekosten sind der spezifische Energiebedarf des Förderaggregats (Herstellerangabe, abhängig von Bauform, Typ und Betriebsdruck), das Verdichtungsverhältnis und der Strompreis zu berücksichtigen.

Tabelle 2 stellt die jährlichen Stromkosten des pneumatischen Pumpwerks Buxlohe (Abbildung 3) bei 36 m (entlüftet) und 70 m (ohne Entlüftung) Förderhöhe gegenüber.

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass das Abwasser aus dem Arbeitsbehälter verdrängt wird, wenn dieselbe Menge an verdichtetem Luftvolumen einströmt.



Abb. 3: Das pneumatisches Pumpwerk, Innenansicht mit Blick auf zwei Arbeitsbehälter

Nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz beträgt das Volumen der Luft unter Atmosphärendruck:

$$V_{atm} = \frac{p_1 V_1}{p_{atm}}$$

Förderhöhe	36 m	70 m
atmosphärischer Druck (p_{atm})	1 bar abs.	1 bar abs.
Betriebsdruck (p_1)	4,6 bar abs.	8,0 bar abs.
spezifischer Energiebedarf des Kompressors	0,0875 kWh/m ³	0,1133 kWh/m ³
Fördervolumen = Volumen unter Betriebsdruck (V_1)	100 000 m ³	100 000 m ³
Volumen unter atmosphärischem Druck (V_{atm})	460 000 m ³	800 000 m ³
Energiebedarf des Kompressors	40 250 kWh	90 640 kWh
regionaler Strompreis	0,24 €/kWh	0,24 €/kWh
Stromkosten (pro Jahr)	9660 €	21 754 €

Tabelle 2: Berechnung der jährlichen Stromkosten des pneumatischen Pumpwerks

3.4 Zusatzkosten

Für den Betrieb eines pneumatischen Pumpwerks Buxlohe mit Nachblaseeinrichtung fallen neben den vorgenannten Energiekosten der reinen Abwasserförderung weitere Energiekosten an. Diese sind:

- Druckluftherzeugung für Nachblaseeinrichtung
- Druckluftherzeugung für verspätetes Schließen des bereits entleerten Sammelbehälters

- Druckluftherzeugung für pneumatisch betätigte Armaturen
- Energiebedarf der Mess- und Regeltechnik
- Energiebedarf der Raumlufttechnik zum Abführen der ungenutzten Kompressor-Abwärme.

4 Alltagsprobleme

Die Förderhöhe von 70 m (nicht entlüftete Druckleitung) wurde im Betrieb regelmäßig überschritten, was dazu führte, dass die Notabschaltung bei 8,6 bar auslöste und wir das Pumpwerk zur Störungsbeseitigung anfahren mussten.

Darüber hinaus fro der Schalldämpfer der Kessel-Entspannungsleitungen selbst bei sommerlichen 20 °C Außentemperatur ein, was eine Beheizung des Schalldämpfers erforderlich machte.

5 Problem und Lösung

Die anhaltenden Betriebsprobleme und inakzeptabel hohen Energiekosten zwangen uns zu handeln. Als Sofortmaßnahme überlegten wir, die Druckleitung manuell zu entlüften, um den diagnostizierten Lufteinschluss gezielt zu entfernen. Wenige Tage später, im November 2015 gruben wir an der vereinbarten Stelle ein Kopfloch, um die Druckleitung über eine 32-mm-Anbohrarmatur zu entlüften (Abbildung 4). Der Vorgang dauerte ca. 20 Minuten. Während dieser Zeit wurde ein Abfallen des am Pumpwerk anstehenden Betriebsdrucks von 7 bar auf unter 4 bar protokolliert, was die Diagnose der „Luftverstop-

Blähschlamm oder Flockenabtrieb? Schaum im Faulturm? Schlechte Entwässerbarkeit?

Wir stellen die Diagnose!

- Umfangreiche mikroskopische Analyse
- Ursachenermittlung
- praxisnahe Handlungsempfehlungen
- Pauschalpreis 250 € netto

Unabhängig von Fällmittelherstellern.

Wir lösen auch schwierige Fälle.

Gut beraten mit Bioserve!



Bioserve GmbH

Rufen Sie uns an!

☎ 06131-28 910-16

**Biotechnologie +
Beratung für
Kläranlagen**

Rheinessenstraße 9a
55129 Mainz

Tel. 06131-28 910-16
Fax: 06131-28 910-17

www.Bioserve-GmbH.de
Info@Bioserve-GmbH.de

fung“ zweifelsfrei bestätigte. Die manuelle Entlüftung wurde daraufhin durch ein Be- und Entlüftungsventil ersetzt.



Abb. 4: Handentlüftung

Seit Dezember 2015 sorgt das Ventil (BEV-Kompaktschacht, Airvalve, Typ BEVG-D-025-L) für eine selbsttätige Entlüftung der Druckleitung (Abbildung 5). Der Betriebsdruck wird seither auf einem Wert von ca. 3,6 bar gehalten. Um Geruchsbelästigungen und Ablagerungen zu vermeiden, wird die Druckleitung unverändert zweimal täglich nachgeblasen. Auch dies funktioniert problemlos, weil das Ventil mit einer einstellbaren Drossel für Druckluftspülung ausgerüstet ist.



Abb. 5: BEVG-Kompaktschacht

6 Weiteres Optimierungspotenzial

Nach der erfolgreichen Senkung der Förderhöhe wollen wir zukünftig den Pressluftbedarf weiter optimieren, um die Energiekosten des Pumpwerks Buxlohe noch weiter zu reduzieren. Dabei stehen zwei Aspekte im Fokus:

Dauer der Förderintervalle

Theoretisch kann der Ablauf des Sammelbehälters geschlossen und der Kompressor gestoppt werden, sobald der Kessel durch die eingespeiste Druckluft vollständig entleert ist. Dies scheidet in der Praxis aber daran, dass keine geeignete Sensorik im Pumpwerk Buxlohe vorhanden ist. Das hat zur Folge, dass der Förderprozess deutlich verzögert gestoppt wird, wodurch der Kompressor unnötig lange Druckluft erzeugt, deren Kosten eingespart werden können.

Zur Optimierung der Förderzeiten verfolgen wir verschiedene Ansätze, wie zum Beispiel eine druckabhängige Laufzeitregelung oder eine berührungslose Füllstandmessung am Ablauf des Sammelbehälters.

Dauer des Nachblasvorgangs

Die Laufzeit des Kompressors während eines Nachblasvorgangs soll – unter Berücksichtigung des Leitungsprofils und des während der Spülung abnehmenden Rohrreibungswiderstands – minimiert werden. Dabei wird analysiert, inwieweit die Spülgeschwindigkeit – durch Nutzung der Gasexpansion bei sinkender Rohrreibung – aufrecht erhalten werden kann.

7 Zusammenfassung

Neben dem störungsfreien Betrieb eines Pumpwerks kommt der Energieeffizienz von Förderprozessen eine stetig steigende Bedeutung zu. Lufteinschlüsse in Rohrleitungen behindern die Strömung, was zu einem Anstieg der Förderhöhe führt. Die Förderhöhe eines Pumpwerks hat entscheidenden Einfluss auf die Energiekosten des Gesamtsystems, unabhängig von dessen Bauart (pneumatisch oder konventionell). Selbst wenn einschlägige Fachliteratur darauf verweist, dass in Abwasserdruckleitungen mit pneumatischer Abwasserförderung in der Regel keine Be- und Entlüftungsventile eingesetzt werden, ist dies hierfür kein Freifahrtschein.

Jede Abwasserdruckleitung muss anhand ihres Leitungsprofils und ihrer Länge individuell analysiert werden, um Betriebsprobleme und inakzeptable Energieverbräuche auszuschließen. Bei uns hat sich das richtig gelohnt.

Autoren

Tobias Nolte
Kläranlage Beratzhausen
Gemeindeverwaltung
Marktstraße 31, 93176 Beratzhausen, Deutschland
E-Mail: klaeranlage@beratzhausen.com

Dipl.-Ing. Bernd Husemann
Airvalve Flow Control GmbH
Gutenbergweg 33, 59519 Möhnesee, Deutschland
E-Mail: husemann@airvalve.de

Dr.-Ing. Christoph Rapp
Institute of Water and Renewable Energies
München, Deutschland

UNI TECHNICS INNOVATIONEN FÜR IHR KANALNETZ
GERUCH | FREMDWASSER | INGENIEURLEISTUNGEN

ABLUFTHANDLUNG UNI-OXI-AIR



**BESEITIGUNG
VON
GERUCHSSTOFFEN**



Schwerin | Bamberg | Stuttgart | Köln | Cottbus | Gotha unitechnics.de

Impulsmischer erleichtert die Arbeit

Abgesehen von wenigen Ausnahmen werden Klärschlämme maschinell eingedickt oder entwässert. Hierfür ist der Einsatz von polymeren Flockungsmitteln unumgänglich, die im Laufe der Jahre ständig weiterentwickelt wurden. Anfänglich wurden fast ausschließlich feste Polymere als Pulver oder als Granulat eingesetzt. Diese Produktformen benötigen aufgrund der längeren Löse- und Reifezeit aufwendige Löse- und Dosierstationen. Hinzu kommt, dass die ebenfalls weiter entwickelten Entwässerungsmaschinen andere Polymerstrukturen erforderten, wie zum Beispiele höhere Polymerisationsgrade, lineare, verzweigte oder vernetzte Molekülstrukturen. Das führte zur Klasse der Emulsionspolymerisate, die heute marktführend sind. Emulsionen sind heterogene Gemische, die sich abhängig von der Zeit, den Lagerungsbedingungen und auch von der Herstellung her trennen (Abbildung 1).

Grob gesagt handelt es sich bei den Emulsionspolymerisaten um Wasser-in-Öl-Gemische, die sich durch die Zugabe des Verdünnungswassers in ein Öl-in-Wasser-Gemisch umwandeln und somit erst die wirksamen Polymere lösen. Eine wertvolle Hilfe bei der Anwendung von Emulsionspolymerisaten ist das Merkblatt DWA-M 350 „Aufbereitung von synthetischen polymeren Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung“. Hier und auch in den Handhabungsunterlagen der Hersteller wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Emulsionen vor der Anwendung zu homogenisieren sind. Wenn das unter-

bleibt, gibt es ein Konzentrationsgefälle innerhalb der Liefer- und Lagerbehälter. Die somit veränderten Entwässerungsleistungen sollten nicht unterschätzt werden.

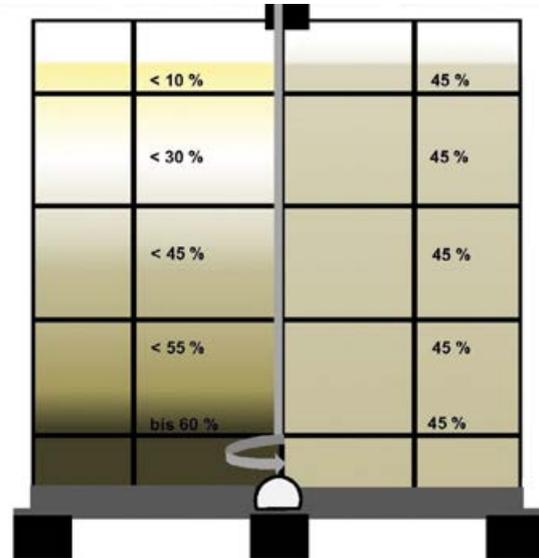


Abb. 1 Konzentrationsgefälle (Polymergehalt) in einem IBC in Abhängigkeit von der Standzeit: links nicht aufgerührt, rechts aufgerührt

hydrograv adapt – Einlaufsystem für Nachklärbecken **BESSER ALS FILTERN!**



Starkregen



Trockenwetter

Überholt und nicht mehr Stand der Technik:

Starre, nicht anpassbare Einlaufbauwerke in Nachklärbecken

- sind die Ursache der Emission partikulären Phosphors und vergeuden Beckenkapazität
- bleiben auch „starr strömungsoptimiert“ immer ein nachteiliger Kompromiss
- trotz strömungsoptimierter Gestaltung bereits mehrfach durch hydrograv adapt saniert

Aktuell und inzwischen allgemein anerkannte Regel der Technik:

Das höhenvariable Einlaufsystem **hydrograv adapt**

- reduziert Phosphor und AFS auf das Niveau von Filtrationen und setzt Belastungskapazitäten frei
- macht Schluss mit Schlammabtrieb

hydrograv adapt – seit Jahren international bewährt für kleine wie große Kläranlagen. In Neubau und Sanierung.

SÄCHSISCHER
UMWELTPREIS
2017

Preisträger 2017
Umweltfreundliche Technologien
und Produktionsverfahren

Wir beraten Sie gerne:
0351 – 811 355-0

hydrograv.com
info@hydrograv.com

hydro grav
hydraulik • gravitatives trennen



Abb. 2: Deutlich abgesetzte Emulsion

Hinzu kommt, dass sich am Boden der Behälter eine mehr oder weniger dicke pastöse Masse absetzt, die entweder sehr schwierig oder sogar gar nicht aus dem Behälter entfernt werden kann. Das ist ein Produktverlust, denn in einem üblichen IBC entspricht 1 cm Bodensatz einer Restmenge von ca. 11 kg.

Zum Homogenisieren werden üblicherweise elektromotorisch angetriebene Rührwerke mit Propeller-Rührwellen oder ähnlichen Konstruktionen eingesetzt. Diese mobilen Rührwerke sind meist sehr schwer und durch die Rührwerkstraverse mit starrer Rührwelle unhandlich und schwierig zu reinigen. Wer schon einmal ein solches Rührwerk aus einem IBC entnommen und in einen anderen IBC eingesetzt hat, kennt diese Schwierigkeiten.

Daher waren wir sehr interessiert, als wir beim Besuch der IFAT 2016 auf den sogenannten Impulsmischer stießen. Dieses neue System zum Homogenisieren von Emulsionspolymerisaten wurde auf der Messe erstmalig vorgestellt. Der Impulsmischer arbeitet ohne Motor und Rührwelle, aber mit Druckluft,

die über einen Regler und eine Lanze in das zu mischende Medium eingebracht wird (Abbildung 3).

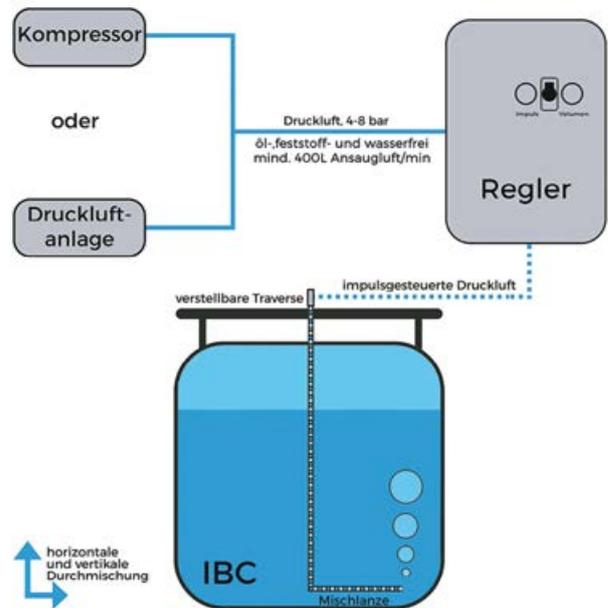


Abb. 3: Aufbau des Impulsmischer

Das hörte sich doch sehr vielversprechend an. Der Regler erlaubt die Einstellung der Impulse, wie oft pro Zeit eine Menge Luft eingeblasen wird und die Einstellung der Blasengröße. Der Impuls bewegt die Lanze in 3 cm Höhe über dem Behälterboden und verteilt die Luftblase. Nicht die Lanze mischt, sondern die Luftblase (Abbildung 4). Durch das Aufsteigen der Luft wird eine vertikale und horizontale Strömung in der Emulsion erzeugt, die einen IBC in weniger als 10 Minuten homogenisiert. Die Blasengröße wird in Abhängigkeit von der Produktviskosität eingestellt. Die große Luftblase hat die kleinste Oberfläche, sodass Schaumbildung oder eine Wechselwirkung zwischen der Luft und der Emulsion ausbleibt.

Bürsten-Baumgartner

Hersteller von Industrie- und Spezialbürsten



Eine saubere Sache



Poseidon stationär

Stationäres Waschsysteem zur Reinigung von Arbeitsschuhen und Gummistiefeln

Vorteile

- Edelstahlausfertigung
- Aus zwei Teilen bestehendes Reinigungsgerät mit Schmutzfangwanne
- Stufenlos regulierbare Wasserzuführung
- Höhenverstellbares Bürstensystem
- Handwaschbürsten anschließbar
- Einfache Bedienung

Bürsten-Baumgartner

Scheiblerstr. 1

+49 (0) 99 31 – 8 96 60-0

+49 (0) 99 31 – 8 96 60-66

D-94447 Plattling

www.buersten-baumgartner.de

info@buersten-baumgartner.de

Wir fertigen Spezialbürsten für:

- ☒ Alle Rinnenreinigungsgeräte
- ☒ Fahrbahnreinigungsgeräte
- ☒ Siebrechen
- ☒ Kammerfilterpressen
- ☒ Siebbandpressen
- ☒ Tauchwand und Zackenreihe
- ☒ Waschsysteeme für Arbeitsschuhe

und Kleinserien nach Maß in **Neuanfertigung** oder **Aufarbeitung** Ihrer bestehenden Bürsten.

>>> Online Shop <<<

www.buersten-baumgartner.de

In der Zwischenzeit haben wir den Impulsmischer angeschafft. Er hat uns voll überzeugt. Seine Handhabung ist ganz einfach, denn er besteht nur aus dem Regler und einer Traverse zur Befestigung der Lanze auf dem Emulsionsbehälter/IBC (Abbildung 5). Das Ganze wiegt nur wenige Kilogramm und kann von einer Person bedient werden. Wenn ein Behälterwechsel ansteht, muss nur die Lanze aus der Emulsion entnommen werden. Zweckmäßig dabei ist natürlich ein gleichzeitiges Abwischen mit einem trockenen Tuch, um die bekannten Verschmutzungen durch die Emulsion zu vermeiden.



Abb. 4: Große Luftblasen homogenisieren die Emulsion.

Die Geometrie der Lanzenausführung und damit die Führung der Luftblase erlaubt eine Homogenisierung in kürzester Zeit ohne Bodensatz und Totzonen, sogar bei sehr hohen Viskositäten, wo Standardrührwellen schlechtere Ergebnisse liefern.

Energetisch betrachtet ist der Impulsmischer gegenüber einem Rührmotor im Vorteil, da die Zeit zum Homogenisieren nur wenige Minuten an zwei bis drei Tagen der Woche beträgt. Somit war der Impulsmischer eine lohnende Investition mit folgenden Vorteilen:

- leichtere Handhabung
- hohe Mischgüte
- geringer Energiebedarf
- einfache Reinigung
- gleichmäßige Konzentrationen
- keine Verluste durch Bodensatz.



Abb. 5: Regler, Traverse, Lanze, Druckluft

Inzwischen haben wir den Impulsmischer mit einer zeitgeregelten Betriebssteuerung nachrüsten lassen. Wir haben diese so eingestellt, dass jeden Montag und Donnerstag der Impulsmischer für 10 Minuten den Container aufmischt. Erwähnenswert sind auch noch die Anpassung des Impulsmischers an unterschiedliche Behälterdimensionen und Variationen der produktberührenden Materialausführungen. Neben Emulsionen auf Kläranlagen kann der Impulsmischer auch Kalkmilch, Polymerlösungen und Aktivkohle-Suspensionen sowie Klärschlamm im Schlammstapelbehälter homogenisieren.

Autor

Harald Becht
 Kläranlage Hochheim
 Lahnstraße 59, 65239 Hochheim, Deutschland
 Tel. + 49 (0) 61 46/83 76 22
 E-Mail: harald.becht@hochheim.de

Kontaktdaten:

Hybrid Chemie GmbH
 Rheinstraße 36, 64390 Erzhausen, Deutschland
 Tel. + 49 (0) 61 50/9 70 90 14
 E-Mail: kontakt@hybridchemie.de

BI



Wir beleben Wasser.

- Leistungsstarke Belüfter für kommunales oder industrielles Abwasser
- Für Belüftungsanlagen, Abwasserteiche, Misch- und Ausgleichbecken
- Intensive Durchmischung und feinblasige Belüftung
- Langlebige, wartungsarme Maschinenteknik
- Ideal für Nachrüstung und Ersatz
- Einfache und schnelle Montage ohne Betriebsunterbrechung
- Kurzfristig verfügbar als Mietbelüfter

FUCHS Enprotec GmbH · Stocktal 2 · 56727 Mayen · 02651-8004-0
 info@fuchs-germany.com · www.fuchs-germany.com

Grundschüler erwandern den Wasserkreislauf

In der Oberlausitz organisiert die SOWAG, Wasserversorger und Abwasserentsorger in der Region, Wasserwandertage für Grundschüler. Jedes Jahr wandern rund 200 Grundschüler/-innen mit ihren Lehrerinnen und Lehrern und einigen Eltern einen 6 km langen Wasserpfad.



Abb. 1: Wasserwandertag für die Grundschüler

Der Weg verläuft von der Grundwasserfassung bis zur Einleitung der gereinigten Abwässer in die Spree. Dabei müssen die kleinen und großen Wanderer an sechs Stationen Aufgaben meistern. Dabei dreht sich alles rund um das Thema Trink- und Abwasser sowie Natur- und Gewässerschutz. Darüber hinaus werden die Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen und die erforderlichen Tätigkeiten vorgestellt. Das Ganze ist als kleiner Team-Wettkampf gestaltet.



Abb. 2: Da kommt unser Trinkwasser her



Abb. 3: Montage des Trinkwasser-Rohrnetzes

Zu jedem Team gehören ca. zehn Schüler, die im Abstand von 30 Minuten den Parcours absolvieren. Den Abschluss bildet die Besichtigung der Kläranlage in Ebersbach. Es ist immer wieder beeindruckend, wie interessiert und begeistert die Teilnehmer sind.



Abb. 4: Absetzbare Stoffe

Manchen dieser Schüler treffen wir später als Ferienschüler, Praktikant oder im besten Fall als Azubi wieder.

Autor

Dipl.-Ing. Michael Kuba

SOWAG mbH

Äußere Weberstraße 43, 02763 Zittau, Deutschland

E-Mail: info@sowag.de

BI

Klärschlammverwertung auf der Insel Rügen

1 Situation

Rügen ist die flächenmäßig größte und mit rund 68 000 Einwohnern auch die bevölkerungsreichste deutsche Insel. Sie liegt vor der Ostseeküste Vorpommerns.



Abb. 1: Die Insel Rügen

Der Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen (ZWAR) ist der kommunale Zusammenschluss der Städte und Gemeinden der Inseln Rügen, Hiddensee und Ummanz mit der Aufgabe der Trinkwasserversorgung und der Abwasserbehandlung.

Der ZWAR wurde am 3. Juni 1992 gegründet und betreibt in dieser Eigenschaft unter anderem die Kläranlage Bergen auf Rügen. Die Kläranlage Bergen ist dabei mit einer Ausbaugröße von 92 000 EW die größte Kläranlage auf Rügen. Der Zweckverband betreibt auf der Insel insgesamt über 35 biologische Kläranlagen und behandelt über fünf Millionen Kubikmeter Abwasser pro Jahr. Während der Abwasserbehandlung fallen über Sedimentation Klärschlämme an. Die inselweit anfallende und zu behandelnde Jahresmenge an kommunalem Klärschlamm beläuft sich in der Summe auf rund 2500 Mg TR/a.

Ein Großteil des Klärschlammes aus der kommunalen Abwasserbehandlung wurde bislang in einer nahegelegenen Biogasanlage verwertet. Der zukunftsweisende Gedanke des Zweckverbands, den Klärschlamm selbst energetisch zu nutzen, trug dazu bei, die „Insellösung“ vor rund 15 Jahren zu initiieren.

Vor diesem Hintergrund hat sich der ZWAR dazu entschlossen, die erste thermische Klärschlammverwertungsanlage Mecklenburg-Vorpommerns zu errichten. Im Herbst 2017 wurde diese in Betrieb genommen.

TAUCHERARBEITEN ALLER ART ◊ BERATUNG ◊ PLANUNG ◊ AUSFÜHRUNG

PRÄQUALIFIZIERT
ÜBER DAS HESSISCHE
PRÄQUALIFIKATIONS-
REGISTER
WWW.HPQR.DE





Mitglied der
DWAO
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.



**KONTAMINIERTE BEREICHE
FAULTÜRME ◊ HÄFEN
ABWASSERANLAGEN
BAUTAUCHEN ◊ SCHIFFE
WASSERSTRASSEN
SUCHEN UND BERGEN**



**KERLEN
TAUCHER**_{GMBH}
- TAUCHERMEISTERBETRIEB -

63450 HANAU, SAARSTRASSE 3
TEL : +49 (0)6 181 / 66 89 742
WWW.KERLEN-TAUCHER.DE



2 Planung der Thermischen Verwertung

Die Planung der Klärschlammverwertungsanlage erfolgte in Generalübernehmerschaft über die Dr. Born – Dr. Ermel Ingenieure aus Achim und erfolgte im Zeitraum Ende 2007 bis Mitte 2014.



Abb. 2: Zu einer transparenten Planung gehört ein Modell.

Bei der Anlage handelt es sich um eine der kleinsten Mono-Klärschlammverbrennungsanlagen Deutschlands auf der zentralen Kläranlage in Bergen auf Rügen mit einer Kapazität von ca. 2500 t TR/a, die für einen Klärwerksstandort energetisch optimiert wurde und im engen Zusammenspiel mit einer vorgeschalteten Schlammfäulung arbeitet.

Für die Verbrennungsanlage wird inselweiter entwässerter Schlamm nach einer Fäulung eingesetzt und an einen Trockner übergeben. Die Bevorratung des (Roh)-Schlammes findet in den vorgeschalteten Behältern auf dem Klärwerk statt. Die Trocknungsanlage ist als Schneckenrockner ausgeführt. Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass die zur Trocknung benötigte Wärmeenergie von einem Thermoölkessel bereitgestellt wird. Der bei der Trocknung anfallende Abdampf (Brüden) wird kondensiert und die anfallende Wärme für Heizzwecke im

Klärwerk eingesetzt. Das Kondensat wird nach Aufbereitung dem Klärwerk im Zulauf zugeführt.

Der Verbrennungssofen ist zweistufig mit einer Primär- und einer Sekundärluftzuführung ausgeführt, um anfallende Teillasten sicher abfahren zu können und um Abgasverluste und Schadgasemissionen zu minimieren. Aufgrund der geometrischen Verhältnisse werden besondere Anforderungen an die Konstruktion gestellt, damit die verfahrenstechnischen Merkmale der Wirbelschichtfeuerung auch bei kleinen Anlagen sicher erfüllt werden.

Um die relativ geringe Feuerungsleistung bei einer kleinen Anlage von ca. 1 MW energetisch zu nutzen, kommt ein Zwangsdurchlauf-Thermoöl-Kessel zum Einsatz, der bei einem Druck von maximal 10 bar und einer Betriebstemperatur von ca. 300 °C arbeitet. Auf eine Stromerzeugung auf Thermoölbasis wurde verzichtet, da eine Faulgasverstromung effizienter arbeitet. Für die elektrische Energieversorgung des Klärwerks ist ein Verbrennungsmotor nach dem Blockheizkraftwerksprinzip (BHKW) installiert, der mit dem Faulgas aus der Schlammfäulung betrieben wird und der den Strombedarf der Klärschlammbehandlung sowie einen großen Teil des Strombedarfs des Klärwerks abdeckt. Durch den Einsatz einer Abgasrezirkulation sowie einer Luftvorwärmung auf 200 °C können Feuerung und Kessel sicher in einem Lastbereich von 60 bis 110 % betrieben werden, ohne dass die Thermoölparameter variieren.



Abb. 3: Das technische Konzept steht.

Wassertechnik – Wir machen Wasser sauber.

Mit unseren Fällungs- und Flockungsmitteln zur Behandlung von Wasser garantieren wir Qualität, Effektivität, Versorgungs- und Betriebssicherheit. Durch unsere moderne Analytik und fachliche Beratung, bieten wir Ihnen eine umfassende kompetente Unterstützung.

Kontaktieren Sie uns für ein persönliches und unverbindliches Beratungsgespräch.

Donau Chemie AG
1030 Wien, Am Heumarkt 10
Tel.: +43 1 711 47-1332, Fax: +43 1 711 47-1355
office.wassertechnik@donau-chemie.com

**DONAU
CHEMIE**

Die relativ geringe Menge an Abgas von nur ca. 1700 Nm³/h aus der Verbrennung wird mit einem Elektrofilter von Flugstaub und Asche befreit und anschließend in einem Quasi-Trockenverfahren von organischen Schadstoffen und Schwermetallen sicher auf die Grenzwerte der 17. BImSchV reduziert. Dabei kommt als Adsorbens Natriumhydrogencarbonat zum Einsatz. Die mit Schadstoffen beladenen Reststoffe aus der Abgasreinigung werden in einem separaten Silo erfasst und entsprechend ihrer Schadstoffgehalte entsorgt.

Flugstaub und Asche aus der Feuerung werden ebenfalls separat in einem Silo erfasst und stehen mit ihrem Phosphorgehalt für ein späteres Recycling zur Verfügung. Da die Aufbereitungstechnologie zur P-Rückgewinnung derzeit noch nicht großtechnisch zur Verfügung steht, wird die Asche zunächst deponiert.

Die komplette Anlage, inklusive der Faulung sowie des Blockheizkraftwerks, wurde in fünf Losen durch öffentliche Ausschreibung vergeben. Die dabei erzielten Preise sind verglichen mit Großanlagen wie erwartet spezifisch höher, aber wirtschaftlich attraktiv.

3 Baudurchführung

Nach Aufstellung des Anlagenkonzepts und vor einer möglichen Projektrealisierung gilt es, mit dem technischen Konzept über Ausschreibungen an den Markt zu gehen. Im Rahmen der Ausschreibung wurde hier eine losweise Vergabe gewählt, die folgende Aufteilung berücksichtigt:

- Bautechnik
- Maschinenteknik, Faulung einschließlich Entwässerung und Trocknung
- BHKW-Motorenanlage
- Klärschlammverbrennung einschließlich Abgasreinigung
- E-, MSR-Technik.

Die Ausschreibungen beinhalteten je nach Los bis zu 19 Abfragen, die grundsätzliches Interesse aufzeigten. Letztlich gingen in die Wertung jedoch nur rund ein Drittel der Abfragen als Angebote ein, was die angespannte Marktsituation widerspiegelt. Der festgestellte Kostenrahmen wies eine Höhe von rund 12,5 Millionen Euro netto für die Gesamtanlage aus.

Nach Auswertung und Vergabe der einzelnen Lose konnte die Bauausführung beginnen. Die Projektrealisierung

der geplanten Anlage startete mit der Baufeldfreimachung im Frühjahr 2015. Der Grundstein konnte im November 2015 gelegt werden. Die Bauausführung erfolgte innerhalb von zwei Jahren und blieb damit im vorgesehenen Rahmen. Die Inbetriebnahme der Faulung und der Gasstrecke sowie des BHKW erfolgte im Zeitraum Frühjahr 2017. Mit der Inbetriebnahme der thermischen Verwertung wurde im Herbst 2017 begonnen.



Abb. 4: Es ist so weit, die Realisierung der Klärschlammverwertungsanlage

4 Erfahrungen beim Betrieb

Mit den ersten Betriebsstunden wurden auch die ersten Erfahrungen gesammelt und die Anlage entsprechend optimiert.



Abb. 5: Montierter Wirbelschichtofen

Ein erster Optimierungsfaktor betraf die Minimierung der Geruchsbelastung über eine konstante Absaugung des Brüden dampfes, die über ein zusätzliches Gebläse erzielt werden konnte. Besonders der erhöhte Schwefelgehalt im Brennstoff erforderte umfassende Maßnahmen. Eine vorläufige Direktentschwefelung erzielte im Rahmen der Anforderungen an die Rauchgasreinigung zwar das gewünschte Ergebnis, jedoch unter einem zu hohen Verbrauch an Reaktionsmitteln.

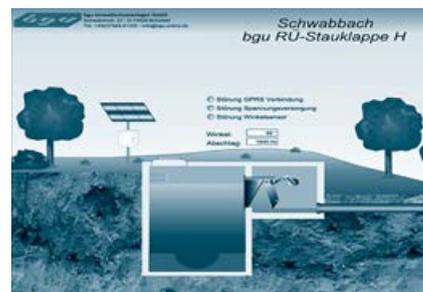


Vorsprung durch bgu-Technologie an Entlastungsschwellen



bgu-RÜ-Stauklappen für aktiven Gewässerschutz

- Stauvolumen wird erhöht
- Überfallmengen werden reduziert (Abwasserabgabe kann sinken)
- Einhalten des Wasserspiegels
- optional: Rückstausicherung
- optional: Entlastungsmessung



bgu-Messdatenerfassung an Entlastungsschwellen

- flexibel einsetzbar an Schwellen oder anderen Messstellen
- Speicherung/Auswertung direkt auf eigenem Server oder kostengünstig über **bgu-Teleservice**
- Auswertungen auch über Smartphones abrufbar
- stets aktuelle Berichtsformulare
- solare Ausführung möglich
- anbindbar an Fernwirklösungen

bgu - Umweltschutzanlagen GmbH
Schwabenstr. 27 · D-74626 Bretzfeld
Telefon +49(0)7946-9120-0
Telefax +49(0)7946-9120-19
E-Mail info@bgu-online.de

www.bgu-online.de



Abb. 6: Montage des Schneckenrockners

Aus diesem Grund wurde ein Adsorbens auf Basis von Natriumhydrogencarbonat eingesetzt. Dieses Produkt reduzierte den Verbrauch an Reaktionsmitteln und somit auch den Anfall von Reststoffen.

Insgesamt können wir festgehalten, dass im Rahmen von Großanlagen kleinere Einflüsse wie beispielsweise ein innerhalb der Rauchgasreinigung geringer Falschlufteintrag als vernachlässigbar zu bewerten sind. Überträgt man aber eine Anlage auf einen kleineren Maßstab wie bei uns in Bergen auf Rügen, so können die beschriebenen kleinen Einflüsse erhebliche Auswirkungen haben. Der geringe Falschlufteintrag wirkte sich beispielsweise bei uns erheblich auf den Sauerstoffgehalt des Rauchgases aus und veränderte die Verbrennungsparameter im Ofen grundlegend.



Abb. 7: Die Klärschlammverbrennungsanlage in Bergen auf Rügen

Doch jetzt haben wir alles im Griff. Die betriebliche Übernahme ist erfolgt, unser Betriebspersonal wurde während der bisherigen Übernahme bereits geschult und in die Lage versetzt, die Anlage eigenständig zu betreiben.

Autor

Oliver Heidrich

Abteilungsleiter Produktion

Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung
Rügen

Putbuser Chaussee 1, 18528 Bergen auf Rügen, Deutschland

E-Mail: heidrich@zwar.de

BI

Indirekteinleiterüberwachung

Ermittlung von Quecksilbereinträgen in das Kanalnetz

1 Einleitung

Mit dem Inkrafttreten der Düngemittelverordnung (DüMV) bzw. Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 26. September 2017 und der Festlegung strengerer Grenzwerte vor allem für die Schwermetalle Cadmium und Quecksilber entstand für alle Kläranlagenbetreiber eine neue Rechts- und Entsorgungssituation. In den östlichen Bundesländern wurde Klärschlamm, soweit er nach früherer Gesetzeslage als unbelastet eingestuft wurde, überwiegend stofflich verwertet (Abbildung 1).

So kam es bei mehreren Betreibern vor allem beim Parameter Quecksilber zu einem „bösen Erwachen“. Der neue, seit dem 1. Januar 2015 gültige Grenzwert für Hg von 1 mg/kg TS wurde bei mehreren Kläranlagen überschritten. Plötzlich galten langjährig eingespielte Verwertungswege nicht mehr. Kurzfristig mussten neue Entsorgungsvarianten ausgeschrieben, aufgebaut und umgesetzt werden.

Erschwert wurde diese Situation für die betroffenen Betreiber, weil zunächst nur unzureichende Annahmekapazitäten für belastete Klärschlämme zur Verbrennung und Mitverbrennung zur Verfügung standen. Schwierig wurde es vor allem für Kläranlagen mit Vererdungsverfahren, weil der Klärschlamm pflanzendurchsetzt und mit der Fördertechnologie der energetischen Behandlungsanlagen anfangs schlecht transportierbar war (Abbildung 1).

Kompliziert wurde es auch für Anlagenbetreiber, die ihren Klärschlamm bisher ausschließlich als Nassschlamm landwirtschaftlich verwertet hatten. Hier musste Klärschlamm nunmehr lohnentwässert oder abgefahren werden, was für die betroffenen – überwiegend kleinen Anlagen – zu einem zusätzlichen Aufwand führte (Lohnentwässerungskosten, Rückbelastung, Transporte) (Abbildung 3).

BISSIGER REISSWOLF ALS ANTI- BLOCKIER- SYSTEM

Der zuverlässige XRipper® Abwasser-Zerkleinerer von Vogelsang

Feuchttücher, Putzlappen, Hygieneartikel – immer mehr Müll wandert durch die Toilette in die Kanalisation und verursacht kostspielige Verstopfungen. Die Lösung: Zerkleinerung statt ständige Notfallwartung! Mithilfe des weltweit bewährten XRipper werden Störstoffe auf eine unproblematische Größe zerkleinert und Wartungseinsätze nachweislich reduziert.

Vogelsang bietet den XRipper in unterschiedlichen Bauformen an, sodass sie an nahezu jeder Stelle der Kanalisation installiert und nachgeschaltete Komponenten schützen können. Dank ihrer aus einem Block gefertigten Ripper-Rotoren sind die XRipper robust und zuverlässig. Wartung und Service können durch eigenes Personal unkompliziert vor Ort erfolgen.

Hier erfahren Sie mehr:

vogelsang.info/abwasser-zerkleinerer
germany@vogelsang.info



V/OGELSSANG





Abb. 1: Klärschlamm-Vererdungsbeet (Grasvererdung)



Abb. 2: Beräumung eines Schilfvererdungsbeetes

Einige Kläranlagenbetreiber akzeptierten diesen Prozess und stellten sich notgedrungen auf den offenkundig sicheren Entsorgungsweg und die damit verbundene Mehrkosten ein. Andere Betreiber wollten dagegen die Ursachen der Grenzwertüberschreitungen erforschen, um diese möglichst zu beseitigen. An diesen Untersuchungen war der Autor zum Teil maßgeblich als Untersuchungsstelle, zum Teil als Auftragsnehmer oder als Nachbarschaftslehrer beratend beteiligt.



Abb. 3: Zum Abtransport bereitgestellter entwässerter Klärschlamm

2 Gesetzliche Festlegungen für Quecksilber im Abwasser

Vor allem bei der Einhaltung des Parameters Quecksilber treten aktuell die meisten Probleme auf, und es ergibt sich die Frage nach möglichen Ursachen und Eintragungspfaden. Hier kann die Abwasserverordnung (AbwV) entscheidende Hinweise geben. In ihren Anhängen sind die Anforderungen für Quecksilber aufgeführt (Tabelle 1).

AbwV Anhang	Anforderung für Quecksilber
9	Herstellerangaben: Konservierungsmittel und Biozide sind „quecksilberfrei“
22	Grenzwertvorgabe für Abwasser, das bei der Herstellung anfällt: 0,05 mg/l in der QSP; 0,001 mg/l in der 2-h-MP
23	Grenzwertvorgabe für Abwasser und verunreinigtes Niederschlagswasser: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP
27	Grenzwertvorgabe für Abwasser und verunreinigtes Niederschlagswasser: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP
31	Grenzwertvorgabe für Betriebswasser aus Trink- und Badewasser-Behandlung, Kühlwasser, Kesselwasser: 0,03 mg/l in der 24-h-MP
33	Grenzwertvorgabe für Abwasser aus der Rauch- und Abgaswäsche der Abfallverbrennung: 0,03 mg/l in der 24-h-MP
38	Quecksilber darf im Abwasser nicht enthalten sein.
39	Grenzwertvorgabe für Abwasser aus der Herstellung und Verarbeitung von Al, Cu, Zn, Pb: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP
40	Grenzwertvorgabe für Abwasser aus der Batterieherstellung: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP
42	Quecksilber darf im Produktionsverfahren nicht eingesetzt werden.
47	Grenzwertvorgabe für Abwasser: 0,03 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP bzw. frachtbezogene (Chlorid bzw. elektrische Leistung) Grenzwerte
48	Spezielle frachtbezogene Grenzwertvorgaben bei Produktion bzw. Anwendung quecksilberhaltiger Katalysatoren und Verbindungen
51	Grenzwertvorgabe für Abwasser: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP
53	Grenzwertvorgabe für Abwasser: 0,05 mg/l in der QSP bzw. 2-h-MP

Tabelle 1: Anforderungen für Quecksilber im Abwasser nach der Abwasserverordnung (QSP: qualifizierte Stichprobe, MP: Mischprobe)

Als ein überall relevanter Bereich kristallisierte sich neben den oben genannten Herkunftsbereichen und den außerdem nennenswerten diffusen häuslichen Einleitungen vor allem der Bereich der Zahnbehandlungsabwässer (Anhang 50 AbwV) heraus. Nachstehend werden wesentliche Anforderungen genannt:

Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV, Anhang 50, Zahnbehandlung)

Anforderungen an das Abwasser für den Ort des Anfalls
Die Amalgamfracht des Rohabwassers aus den Behandlungsplätzen ist am Ort des Abwasseranfalls um 95 Prozent zu verringern.

Die Anforderung gilt als eingehalten, wenn

- in den Abwasserablauf der Behandlungsplätze vor Vermischung mit dem sonstigen Sanitärabwasser ein durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung zugelassener Amalgamabscheider eingebaut und betrieben wird und dieser einen Abscheidewirkungsgrad von mindestens 95 Prozent aufweist
- Abwasser, das beim Umgang mit Amalgam anfällt, über den Amalgamabscheider geleitet wird
- für die Absaugung des Abwassers der Behandlungsplätze Verfahren angewendet werden, die den Einsatz von Wasser so gering halten, dass der Amalgamabscheider seinen vorgeschriebenen Wirkungsgrad einhalten kann
- der Amalgamabscheider regelmäßig entsprechend der Zulassung gewartet und entleert wird und hierüber schriftliche Nachweise (Wartungsbericht, Abnahmebescheinigung für Abscheidegut) geführt werden und
- der Amalgamabscheider vor Inbetriebnahme und in Abständen von nicht länger als fünf Jahren nach Landesrecht auf seinen ordnungsgemäßen Zustand überprüft wird.

Weitere rechtliche Anforderungen finden wir im Satzungsrecht der Aufgabenträger und Abwasserverbände (Abwasserbeseitigungssatzung), das sich sehr häufig an den Richtwerten des Merkblatts DWA-M 115-2 „Indirekteinleitung nicht häuslichen Abwassers in die öffentliche Kanalisation“ orientiert. Für den Parameter Quecksilber gilt hier ein Richtwert von 0,1 mg/l.

3 Eintragungspfade für Quecksilber in Kanal, Kläranlage und Klärschlamm

Als wesentlicher Eintragungspfad wurde vielfach das Abwasser aus Zahnbehandlungsanlagen, aber auch aus dem unbewussten menschlichen Verzehr (häuslicher Eintrag) ausgemacht. Typische Werte nennt Tabelle 2.

Quelle der Quecksilberaufnahme	Quecksilber [$\mu\text{g}/\text{d}$]
Atemluft	1
Trinkwasser und Getränke	1
Nahrung	22
Mittelwert aus Nahrung: berechnet	7,6
gemessen	12,1
bei einer Tagesmahlzeit mit 200 g Fisch	40–50
1 cm ² Amalgamfüllung frisch gestopft, 1. Tag	2,5–3,8
1 cm ² Amalgamfüllung alt: zweimal Zähneputzen pro Tag	5,54–0,84
einmal Zähneputzen pro Tag	0,42–0,63

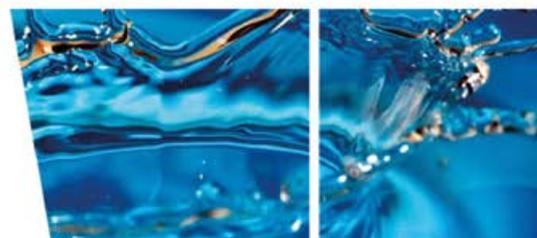
Tabelle 2: Häuslicher Eintrag von Quecksilber (aus der Dissertation Jana Edelmann: Freisetzung von Quecksilber durch Putzabration von Amalgamfüllungen in vitro; Jena, 2002)

Die zitierte Quelle sieht neben dem durch Zahnbehandlung verursachten Eintrag in den menschlichen Organismus auch den ernährungsbedingten Input. Dem Eintrag folgt naturgemäß mehr oder weniger zeitversetzt auch der Austrag.

Grenzenloser Service ist für uns selbstverständlich Pflicht

Unsere Serviceleistung umfasst:

- Fachmännische Beratung und Schulung.
- Unterstützung bei Montage und Inbetriebnahme.
- Unterstützung beim Betreiben Ihrer Anlagen.
- Betriebs- und Prozessoptimierung Ihrer Anlagen.
- Optimierung oder Sanierung Ihrer Anlage.
- Prompte Lieferung von Ersatzteilen.
- Wartung und Reparatur (auch von Fremdfabrikaten).
- Kosten- und Leistungsoptimierung Ihrer Anlagen.



Das Problem:

- Die meisten potenziellen Quecksilbereinleitungen erfolgen sporadisch, unberechenbar, zufällig, stoßweise und dann kurzzeitig und in hoher Konzentration.
- Die Entnahme gerichtsformer Abwasserproben erfolgt häufig zufällig ausgewählt und erfasst vor allem bei Hg selten die tatsächliche Einleitungssituation.

„Die oft vertretene Meinung, dass Zahnärzte ohnehin regelmäßig von ihren Dentallabors aufgesucht und die Abscheider dabei kontrolliert werden, kann von uns nicht geteilt werden. Insbesondere nach der Übernahme einer bestehenden Praxis werden die Abscheider oft gar nicht mehr kontrolliert.“ (G. Genuit, Bielefeld: Der zukünftige Quecksilbergrenzwert – Herausforderung für die Indirekteinleiterüberwachung, DWA, Magdeburg, 2014) Aus diesem Grund kontrollieren wir seit mehreren Jahren Kanalabschnitte, Übergabestellen und Indirekteinleitungen überwiegend mittels Sielhautverfahren (Abbildung 4).



Abb. 4: Sielhaut-Probenahme

Neben den wesentlichen, schwer zu überwachenden und nur aufwendig zu regulierenden Eintragspfaden (diffuser häuslicher Eintrag aus Thermometerbruch und Nahrungsaufnahme sowie aus der Zahnbehandlung) wurden in unseren Untersuchungen weitere sporadische Eintragsquellen festgestellt- und beseitigt:

- LKW-Silo-Reinigungsanlagen sind mitunter ein Problem (Tankinnenraumreste, verunreinigte Waschzubereitungen).
- Anwender von „unsauberen“ Chemikalien (Textilindustrie, Labore, Metallbearbeitung, Galvanik, chemische Reinigung). Hg ist – häufig undeklariert und unwissentlich – Begleitkomponente und Verunreinigung von Behandlungs-Chemikalien.
- Massenhafte diffuse Hausmüll- und Braunkohleverbrennung im Einzugsgebiet ohne besondere Rauchgasbehandlung mit Eintrag in das Schmutzwassersystem (Braunkohle und Hausmüll bringen teilweise erhebliche Quecksilberfrachten mit)
- Eintrag aus Altlasten oder aus belastetem Grundwasser über Regeneinläufe, Schichtwasser oder Eigenversorgungsanlagen (unter anderem verursacht aus Bohrwässern bei der Erdöl- und Erdgas-Gewinnung)

- Eintrag aus der Behandlung von Müll und Sonderabfall (Deponiesickerwasser, Abwasser aus CPA-Anlagen u.a.) (CPA: chemisch-physikalische Behandlung anorganisch)

4 Indirekteinleiterüberwachung und Kanalnetzkontrolle für Quecksilber

Als besonders effizient und wirtschaftlich – allerdings nicht gerichtsform – hat sich das Verfahren der Sielhautkontrolle erwiesen. Notwendigerweise sind hier einige Vorüberlegungen, Kenntnis des Kanalnetzes, des Indirekteinleiterbereiches und ein möglichst paralleles Vorgehen erforderlich, um zu vergleichbaren und belastbaren Ergebnissen zu kommen.

In relevanten Übergabeschächten, Kanalknotenpunkten oder Kläranlagenzulaufen werden zeitgleich Sielhautaufwuchsträger platziert und nach sieben bis acht Wochen entfernt. Die entstandenen Biofilme werden mit identischen Probenvorbereitungs- und Untersuchungsverfahren analysiert; die Prüfergebnisse werden miteinander verglichen und erlauben Rückschlüsse auf kritische oder auf unauffällige Einleitungen.

Denn es gilt: „Was sich gut an der Sielhaut anlagert, reichert sich auch gut im Klärschlamm an.“

Die Sielhaut ist somit das „Gedächtnis“ des Kanals. Sie ist allgegenwärtig und liefert neben allen Problemen (Kanalreinigung und Schwallspülung, plötzliche pH-, Temperatur- und Milieu-Änderungen, unterschiedliche Adsorptionsaffinitäten u. a.) vor allem nach mehrfacher Wiederholung sehr häufig Informationen zur konkreten Einleitsituation.

Für die unterschiedlichen Einleitgebiete oder Sielhaut-Untersuchungsverfahren können die Messungen von Kientrup (1991, Hannover) oder Genuit (2006, Bielefeld) herangezogen werden bzw. als Vergleichsmaßstab gelten.

Im Rahmen von Kontrollen wurden relevante Indirekteinleiter und Zahnärzte im Zulauf der Kläranlage mittels Sielhautverfahren beprobt.

5 Indirekteinleiterüberwachung für Quecksilber über die Sielhaut

Aus Tabelle 3 wird erkennbar, dass aus dem Bereich der Zahnbehandlung in den Sielhautproben erhöhte und deutlich unterschiedliche Quecksilberwerte zu diskutieren waren. Die Ursachen können neben beprobungstechnischen Unwägbarkeiten vor allem sein:

- regional und bevölkerungsbedingte überproportionale Zahnbehandlungen mit Amalgam-Füllungen im Vergleich zu Kunststoffpräparaten
- Amalgam-Abscheider werden nicht bestimmungsgemäß gewartet.
- Nicht das gesamte behandlungsbedürftige, quecksilberhaltige Abwasser des Zahnarztes läuft über den installierten Abscheider; es gibt weitere Hg-Einträge (Waschbecken, Spüler).
- Der Amalgam-Abscheider arbeitet leider nur „bestimmungsgemäß“ und reduziert lediglich 95 % der festen Quecksilber-Rückstände; alle gelösten, aerosolartig oder gasförmig gelösten Hg-Verbindungen und natürlich auch 5 % der festen Rückstände passieren die Anlage und landen im Kanal und auf der Kläranlage.
- Das Problem der Rücklösungen aus abgeschiedenen Amalgam-Resten wurde bisher nur sporadisch untersucht und

Betrieb/Einleiter	Hg [mg/kg TS] 24.04.–12.06.2017	Hg [mg/kg TS] 12.06.–25.07.2017	Hg [mg/kg TS] 25.07.–04.09.2017
A: Recyclingfirma K.	0,692	0,41	keine Probe
B: Krankenhaus L.	0,869	0,64	1,75
C: Krankenhaus K.	0,746	2,72	keine Probe
D: Chemiebetrieb	keine Probe	0,24	keine Probe
E: Zahnarzt U.	309	166	624
F: Zahnarzt P.	45,5	363	624
G: Zahnarzt K.	46,4	33,9	keine Probe
H: Zahnarzt H.	201	134	86,7
I: Großküche M.	4,10	0,15	0,38

Tabelle 3: Indirekteinleiterüberwachung für Quecksilber über die Sielhaut

ergab dabei extreme Konzentrationen (Auftragsuntersuchungen des Autors).

Auch bei bestimmungsgemäßem Betrieb von Amalgamabscheider-Anlagen ist ein großer Teil des Eintrages von Quecksilber in das Kanalnetz auf den Bereich der Zahnbehandlung zurückzuführen. Generelle Abhilfe für dieses Problem kann nur der vollständige Verzicht auf den Einsatz von Amalgam als Zahnbehandlungsmittel schaffen.

6 Aufklärung der Quecksilber-Überschreitung im Klärschlamm

Sielhautuntersuchungen haben unter anderem auch dazu geführt, das Quecksilber-Problem einer weiteren Kläranlage zu lösen:

Mit Ergebnismitteilung vom 3. Februar 2016 wurde für die Kläranlage B. ein Quecksilbergehalt im Klärschlamm von 7,53 mg/kg TS übermittelt. Zur Ursachenerforschung wurden sofort in die drei Zulaufpumpwerke der Kläranlage B. Sielhautaufwuchsträger eingesetzt und vorzeitig am 9. März 2016 mit folgenden Resultaten ausgewertet:

SEEPEX.
ALL THINGS FLOW

EINFACH VERSCHIEBEN DRIVE JOINT ACCESS



Drive Joint Access ist die Easy-Maintenance-Lösung für Trichterpumpen mit Hohl- und Vollschncke. Ein auf Rollen gelagertes verschiebbares Gelenkgehäuse ermöglicht den schnellen Zugang zum antriebsseitigen Gelenk. Zeit- und Kostenersparnis garantiert.

- Maintain in Place: Kein Entfernen von Rohrleitungen oder Pumpenteilen
- Vorbeugende Wartung durch schnelle Inspektion des Gelenks und der Gleitringdichtung
- Signifikante Reduzierung der Wartungskosten
- Erhöhung der Betriebszeit / Anlagenverfügbarkeit

Pumpwerk NW:	Hg: 16,2 mg/kg TS
Pumpwerk SO:	Hg: 0,41 mg/kg TS
Pumpwerk Gewerbe:	Hg: 73,6 mg/kg TS

Die Zulaufpumpwerke des äußerst auffälligen Einzugsbereichs des Pumpwerks Gewerbe wurden im Anschluss mit weiteren vier Sielhautaufwuchsträgern beprobt und am 14. April 2016 vorzeitig mit folgenden Ergebnissen ausgewertet:

Pumpwerk Gewerbe 1:	Hg: 0,15 mg/kg TS
Pumpwerk Gewerbe 2:	Hg: 433 mg/kg TS
Pumpwerk Gewerbe 3:	Hg: 1,82 mg/kg TS
Pumpwerk Gewerbe 4:	Hg: 4,83 mg/kg TS

Daraufhin wurden unverzüglich sieben Indirekteinleiter des Pumpwerks Gewerbe 2 unter die Lupe genommen, mit Sielhautaufwuchsträgern kontrolliert und am 31. Mai 2016 mit folgenden Werten gemessen:

Betrieb Tmw-1:	Hg: 763 mg/kg TS
Betrieb Tmw-2:	Hg: 0,69 mg/kg TS
Betrieb Tmw-3:	Hg: 0,50 mg/kg TS
Betrieb Tmw-4:	Hg: 0,57 mg/kg TS
Betrieb Tmw-5:	Hg: 0,89 mg/kg TS
Betrieb Tmw-6:	Hg: 0,35 mg/kg TS
Betrieb Tmw-7:	Hg: 0,52 mg/kg TS

Der auffällig gewordene Betrieb 1 wurde anschließend nach Setzen einer Blase mittels Abwasserproben kontrolliert. Die Überschreitung der Einleitgrenzwerte des Verbands wurde in mehreren Abwasserproben bestätigt. Die „unzulässige“ Einleitung wurde sofort unterbunden. Der Betrieb – ein Reinigungsunternehmen für Tanks und Silos – meldete im Anschluss In-

solvenz an und leitete nicht mehr ein. In den ab 2017 durchgeführten Klärschlammuntersuchungen der Kläranlage B. wurden keine Hg-Überschreitungen mehr festgestellt.



Abb. 5: Klärschlamm-Zwischenlager

Offenkundig hat der Betreiber durch unverzügliches Handeln und gute Kenntnis des Indirekteinleiterbereichs die Kontaminationsquelle erkannt und eliminiert – für den Betroffenen schmerzlich – aber für die Allgemeinheit erforderlich.

Autor

Wolfgang Stump, Nienburg, Deutschland
 Lehrer einer Kläranlagen-Nachbarschaft im DWA-Landesverband Nord-Ost
 Chemiker bei öko-control am Standort Schönebeck
 E-Mail: Wolfgang.stump@oeko-control.com

BI

Leistung kommunaler Kläranlagen deutlich über den gesetzlichen Anforderungen

Kläranlagenleistung unverändert auf hohem Niveau

Die Anforderungen der europäischen Kommunalabwasserrichtlinie wurden 2018 durch die kommunalen Kläranlagen im bundesweiten Mittel erfüllt oder deutlich übertroffen.

Die Abbaugrade für Verschmutzungen liegen weitgehend konstant auf einem hohen Niveau. Regionale Unterschiede – besonders im Norden und Nordosten – dürften auf Trennsysteme (getrennte Rohre für Regen- und Schmutzwasser) zurückzuführen sein. Wird das Schmutzwasser nicht mit Niederschlagswasser vermischt, sind die Schmutzstoffkonzentrationen im Zulauf der Kläranlagen höher, und die Reinigungsleistung steigt. Kläranlagen mit Anschlussgrößen unter 1000 Einwohnerwerten haben allerdings einen überproportionalen Anteil an den in die Gewässer eingeleiteten Phosphorfrachten.

Die Ergebnisse der Kläranlagen in Österreich und Südtirol, die in Zusammenarbeit mit dem ÖWAV (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband), dem Partnerverband der DWA in Österreich, ebenfalls dargestellt werden, entsprechen weitgehend den Daten der deutschen Kläranlagen.

Die näheren Ergebnisse liegen nicht im Nebel wie die Kläranlage auf dem Foto: Der Leistungsnachweis kann bei der DWA-Bundesgeschäftsstelle bestellt werden oder im Internet heruntergeladen werden.

Bestellung:

DWA-Bundesgeschäftsstelle, Kundenzentrum, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Tel. +49-22 42/872-333, Fax +49-22 42/872-100, E-Mail: kundenzentrum@dwa.de

Download:

<http://de.dwa.de/nachbarschaften.html>



Die Kläranlage Böblingen-Sindelfingen im Morgennebel
 (Foto: Gert Schwentner)

Was tun?

Keine Abwasserreinigung während der Sanierung kleiner Kläranlagen

1 Veranlassung

Bei der Sanierung von einstufigen kleinen Kläranlagen muss die Abwasserreinigung während der Bauzeit sichergestellt werden. Abwasserhaltung durch das Abfahren mit Saugfahrzeugen ist in der Regel aufgrund der anfallenden Schmutzwassermenge nicht möglich. Eine praktikable Lösung ist der Einsatz einer mobilen Containerkläranlage. Verschiedene Hersteller von Kleinkläranlagen und kleinen Kläranlagen bieten derartige Lösungen an.

Wir als Zweckverband standen vor diesem Problem der Abwasserhaltung. Im konkreten Fall ging es um die Sanierung einer im Jahr 1998 errichteten kleinen Kläranlage für 200 EW. Einerseits mussten Teile der Behälter betontechnisch saniert werden und andererseits wurden Ausrüstungsteile ersetzt und modernisiert. Weitere Zielstellungen waren die Einsparung von Energie, Personalressourcen sowie Schlammentsorgungskosten.

Für die Bauzeit musste die Abwasserreinigung sichergestellt werden. Wir suchten nach einer Interimslösung. Gemeinsam

mit der Firma Bergmann Beton + Abwassertechnik GmbH entwickelten wir eine Containerlösung, die innerhalb kurzer Zeit aufgebaut und wieder abgebaut werden konnte, die schnell funktionstüchtig und in den Kosten überschaubar war. Das mit der Ausführung der technischen Sanierung betraute Unternehmen stellte die Containerkläranlage als Mietlösung bereit.

2 Die mietbare Containerkläranlage als Zwischenlösung

Die Containerkläranlage bestand aus einem 20-Fuß-ISO-Überseecontainer mit einer Länge von ca. 6 m und einer Breite von ca. 2,5 m (Abbildung 1). Die Anlage beinhaltet die Verfahrensstufen biologische Behandlung und Nachklärung. Für die Vorbehandlung wurde ein separater Behälter genutzt. Die für den Betrieb erforderliche Technik (zum Beispiel Druckluftherzeugung, SPS) ist in einem integrierten Technikraum untergebracht (Abbildung 1).

Wintersichere Räumlerlaufbahnen.



Neue Erkenntnisse aus der Praxis:

- Optimales Betonschutzsystem
- Spezielle Notlaufeigenschaften bei extremer Witterung (Blitzeis, überfrierende Nässe, starker Schneefall)
- Energie sparende Klimasteuerung

Über 500 Kläranlagen mit dem patentierten Peters-System ausgerüstet.



KOMPONENTEN FÜR DEN ANLAGENBAU

Die grünen Stücker 3
65606 Villmar-Aumenau
Tel. +49 (0) 64 74 - 8 82 40 - 0
Fax +49 (0) 64 74 - 8 82 40 - 20
info@petersgmbh.de
www.petersgmbh.de

Durch das geringe Leergewicht von ca. 6,5 t war die Anlieferung und Aufstellung der Anlage per Lastzug mit Ladekran möglich. Das Betriebsgewicht der Anlage beträgt hingegen ca. 26 t. Zur Lastableitung und -verteilung auf den Baugrund wurden lediglich vier Einzelplattenfundamente benötigt. Für die Energieversorgung war ein 400-Volt-Drehstromanschluss erforderlich. Da Containerkläranlagen oberirdisch installiert und betrieben werden, musste die Beschickung per Abwasserhebeanlage erfolgen.



Abb. 1: Containerkläranlage als Interimslösung für 200 EW

Zunächst sollte die Containerkläranlage so eingefahren werden, dass sie sicher die Überwachungswerte einhielt. Dazu beschickten wir sie mit dem vor Ort anfallenden Abwasser. Während der Einfahrzeit wurden beide Anlagen betrieben. Wir leiteten den Ablauf der Containeranlage wieder in den Zulauf der Kläranlage zurück, sodass die Einhaltung der Ablaufwerte gesichert war. Die Einfahrphase der Containeranlage dauerte etwa einen Monat. Danach erfolgte die Reinigung der anfallenden Abwässer ausschließlich über die Interimslösung. Die zu sanierende Kläranlage konnten wir nun für die benötigte Bauzeit von etwa zwei Monaten außer Betrieb nehmen. In Abbildung 2 ist die Kläranlage nach Abschluss der Sanierungsarbeiten zu sehen.



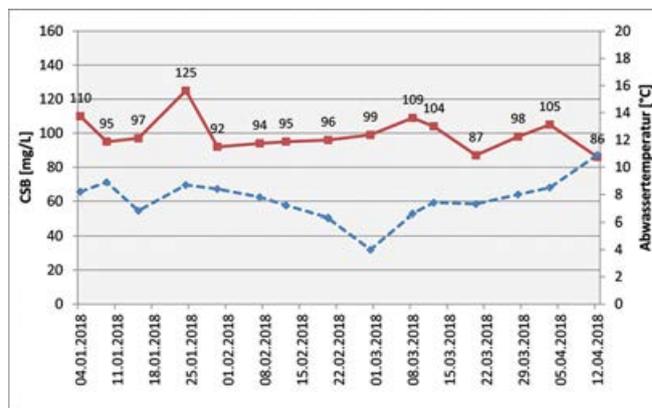
Abb. 2: Kommunale Kläranlage für 200 EW nach der Sanierung

Vorteilhaft für uns war, dass das biologische Verfahren des Provisoriums und der sanierten Kläranlage übereinstimmten. Dabei handelte es sich um das Wirbel-Schwebbett-Biofilmverfahren (WSB®-Verfahren, das die Biomasse auf Aufwuchskörpern etabliert (Abbildung 3). So konnten wir die in der Containeranlage eingesetzten Aufwuchskörper nach erfolgter bautechnischer Sanierung in die Anlage einbringen, wodurch die Einfahrphase trotz niedriger Abwassertemperaturen auf nur etwa

zwei Wochen reduziert werden konnte (Abbildung 4). Abschließend erfolgte der Abtransport der Containeranlage.



Abb. 3: Aufwuchskörper mit aktivem Biofilm aus der Containerkläranlage



— Chemischer Sauerstoffbedarf
— Temperatur (vor Ort)

Abb. 4: Ablaufwerte der sanierten Kläranlage nach zwei Wochen Einfahrphase

3 Fazit

Für die Sanierung von kleinen Kläranlagen, bei denen eine Abwasserhaltung mit Saugfahrzeugen während der Bauphase nicht möglich ist, stellen Containeranlagen für den Zeitraum der Sanierung zur Sicherstellung der Ablaufwerte eine sinnvolle Lösung dar. Als vorteilhaft haben wir empfunden, dass die Biomasse der Interimslösung in der sanierten Anlage eingesetzt werden konnte und sich damit die Einfahrzeit, besonders in den Wintermonaten, erheblich verkürzt hatte (Abbildung 4).

In unserem Fall griffen wir auf die Containerlösung der Fa. Bergmann Beton + Abwassertechnik GmbH aus Penig zurück. Diese Firma bietet wartungsarme Containerlösungen für bis zu 600 EW für Kohlenstoffabbau und bis zu 400 EW für Kläranlagen mit Kohlenstoffeliminierung und Nitrifikation als Standardlösungen an. Die Kläranlagen bestehen aus 20-Fuß- und 40-Fuß-Standard-ISO-Überseecontainern in verschiedenen Konfigurationen.

Im Gespräch teilte uns der Anbieter mit, dass durch Modulbauweise ganzheitliche Übergangslösungen mit einer Vorbehandlung, Schlamm-speicherung und Vorklärung in Kombination mit der biologischen Behandlung und Nachklärung oder separat ohne eine Vorbehandlung konfiguriert werden können. Zusätzlich bestehen Möglichkeiten für die Einhaltung weitergehender Anforderungen, zum Beispiel Stickstoff- und Phosphorelimination oder Hygienisierung. Die Anlagen wurden betriebsfertig und mit einer vollautomatischen Steuerung ausgestattet am Standort aufgestellt. Als positiv bewerteten wir das integrierte Fernwirkssystem, das zur Überwachung der Betriebsprozesse dienste (Abbildung 5).



- 1: Nachklärung mit Bodenschlammabzug und Schwimmschlammabzug
- 2: Biologische Behandlung mit Belüftungssystem, Aufwuchskörpern und Rückhaltevorrichtungen
- 3: Technikraum mit Drucklufterzeugung, Druckluftverteilung und Anlagensteuerung

Abb. 5: Aufstellbeispiel Containeranlage

Der Flächenbedarf ist überschaubar und beträgt je nach Anlagengröße und -konfiguration zwischen rund 39 m² und 143 m² (Tabelle 1). Das Abwasser durchströmt die Anlagen im freien Gefälle, wodurch auf einen Einsatz von Pumpen zur Abwasserförderung innerhalb der Anlage verzichtet werden kann. Dies trägt zu einer erhöhten Betriebssicherheit und reduzierten Betriebskosten bei.

Ablaufklasse	Nenngröße [EW]	erforderliche Mindestaufstellfläche [m ²]	Zu- und Ablauf DN
C	150	39,2	160
C	300	73,4	160
C	600	142,2	200
N	100	39,2	160
N	200	73,4	160
N	400	142,2	200

Ablaufklasse C: Anlagen für Kohlenstoffabbau

Ablaufklasse N: Anlagen für Kohlenstoffabbau und Nitrifikation

Tabelle 1: Kennzahlen der Containerkläranlagen-Baureihe der Fa. Bergmann Beton + Abwassertechnik GmbH

Autoren

Dr.-Ing. Nicole Fichtner

Zweckverband „Kommunale Wasserver-/Abwasserentsorgung Mittleres Erzgebirgsvorland Eigenbetrieb Hainichen (ZWA) Käthe-Kollwitz-Straße 6, 09661 Hainichen, Deutschland E-Mail: n.fichtner@zwa-mev.de

Claudia Kuke

Bergmann Beton + Abwassertechnik GmbH Am Zeisig 8, 09322 Penig, Deutschland E-Mail: claudia.kuke@bergmann-gruppe.com

BI

Tauch- und Atemschutzarbeiten
Wolfgang Dauth

Am Steinig 13
63863 Eschau
Tel.: +49(0) 93 74 - 9 01 71
Fax: +49(0) 93 74 - 9 01 72
Mobil: +49(0) 171 - 8 15 03 49
info@tauchunternehmen.com

Seit 1989 Tauch- und Atemschutzarbeiten
Wolfgang Dauth

Mitglied der **DWA**
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Klärwerkstaucharbeiten und Faulturmreinigung im Betriebszustand

- Faulturmsanierung
- Sand- und Schlammabsaugung
- Räumchild- und Rührwerksmontagen
- Kernbohrungen, Kanaldichtkissen von 80 - 2800 mm
- Spreng-, Stemm und Bergungsarbeiten
- Wasserbau
- Einsatzgebiet im In- und Ausland, speziell Kläranlagen
- Günstige An- und Abreisepauschale

www.tauchunternehmen.com

Termin	Thema	Ort
Baden-Württemberg, E-Mail: info@dwa-bw.de, Tel. +49 711/8 96 63 10		
19.2.2020	5. RÜB-Expertenforum Regenüberlaufbecken	Stuttgart
3./4.3.2020	Aufbaukurs „Stickstoff-und Phosphorelimination“ (Kurs 1) 2020	Stuttgart
11.3.2020	EUP – Elektrotechnisch Unterwiesene Personen	Ettlingen
17.3.2020	Kanal Spezial	Heilbronn
Bayern, E-Mail: info@dwa-bayern.de, Tel. +49 89/233-62590		
19.2.2020	Seminar „Wohin mit dem Niederschlagswasser?“	Nürnberg
11.3.2020	Kurs „Betriebsanalytik und Qualitätssicherung nach DWA-A 704“	Nürnberg
19.3.2020	Sicherheitsunterweisung für Kanal- und Kläranlagenpersonal	Regenstauf
23.–28.3.2020	Kurs „DWA-geprüfter Berater Grundstücksentwässerungsanlagen“	Feuchtwangen
25.3.2020	Aufbaukurs „Schlammbehandlung – von der Eindickung über die Entwässerung zur Trocknung“	Nürnberg
Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland, E-Mail: info@dwa-hrps.de, Tel. +49 61 31/60 47 12		
10.3.2020	Fortbildung Sicherheitsbeauftragte	Wiesbaden-Naurod 1
17.3.2020	Arbeitsstellensicherung an öffentlichen Straßen nach MVAS 99	Wörrstadt
18.3.2020	Explosionsschutz in abwassertechnischen Anlagen	Wörrstadt
19.3.2020	Fortbildung Betriebspersonal Industrieabwasseranlagen	Wiesbaden
24.–26.3.2020	Grundlagen für den Kanalbetrieb Diverse Kurse (EUP/E-Fachkraft/DGUV) im Bereich Elektrotechnik siehe Veranstaltungsprogramm: www.dwa-hrps.de	Mainz
Nord (Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen), E-Mail: info@dwa-nord.de, Tel. +49 51 21/91883-30		
20.2.2020	Workshop für Wartungsunternehmen von Kleinkläranlagen	Ritterhude
27.2.2020	Betriebsstörungen auf Kläranlagen	Walsrode
10.3.2020	Betrieb von Regenbecken 1.0 – Nutzung, Räumung, Verkehrssicherung	Osnabrück
11.3.2020	Forum „Phosphor-Rückgewinnung“	Osnabrück
26.3.2020	Einstiegs- und Rettungstraining Schachtbauwerke	Bremen
Nord-Ost (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Berlin), E-Mail: dwa@dwa-no.de, Tel. +49 391/99 01 82 90		
3.3.2020	Haftungsfelder und deren Absicherungsmöglichkeiten für kommunale Unternehmen – Praxisseminar	Potsdam
17.3.2020	Probenahme Abwasser	Magdeburg-Gerwisch
23.–27.3.2020	Grundlagen für den Kläranlagenbetrieb (Klärwärter-Grundkurs)	Magdeburg
2.4.2020	Instandhaltung und Sanierung von Kanälen und Leitungen	Magdeburg
20.–24.4.2020	Grundlagen für den Kläranlagenbetrieb (Klärwärter-Grundkurs)	Neubrandenburg
Nordrhein-Westfalen, E-Mail: info@dwa-nrw.de, Tel. +49 201/104-2144		
19.2.2020	Arbeitssicherheit in abwassertechnischen Anlagen – Modul 3: Jährliches Einstiegs- und Rettungstraining nach UVV	Wuppertal
19. 3.2020	Arbeitssicherheit in abwassertechnischen Anlagen – Modul 4: Fachkunde zum Freimessen in Abwasseranlagen/Unterwiesene Person für die Kontrolle von Gaswarneinrichtungen	Düsseldorf
28.–30.4.2020	Grundlagen für den Kanalbetrieb – Kanalwärter-Grundkurs	Wuppertal
6.–8.5.2020	Mikroskopier-Grundkurs	Bottrop
16.6.2020	Betriebsstörungen auf Kläranlagen	Bielefeld
Sachsen/Thüringen, E-Mail: info@dwa-st.de, Tel. +49 351/33 94 80 80		
21.1.2020	Fallbeispiele aus der Praxis zum Thema Wartung von Kleinkläranlagen	Dresden
2./3.3.2020	Grundlagen der Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen – Modul 1 der Kursreihe zu Kleinkläranlagen und Sammelgruben	Dresden
2.–6.3.2020	Fachkundekurs – Betrieb und Wartung von Kleinkläranlagen	Dresden
31.3./1.4.2020	Aufbaukurs „Phosphor- und Stickstoffelimination“ – Kurs 1 der modularen Kursreihe „Geprüfte Kläranlagen-Fachkraft“	Dresden
22./23.4.2020	Fortbildung zum Sachkundekurs „Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen“	Schwarzhausen