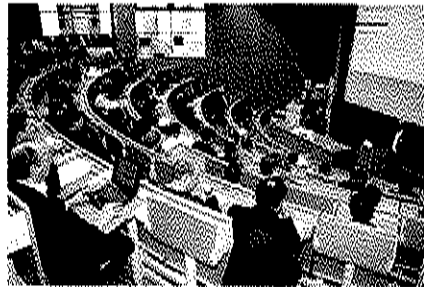




# Große Resonanz beim Meinungsaustausch „Energetisch optimierte Abwasserreinigung“

*Klaus Siekmann (Thür), Markus Schröder  
und Dietmar Loch (Aachen)*

An der Technischen Universität Kaiserslautern fand am 22. Februar 2013 ein regionaler Meinungsaustausch zur „Energetisch optimierten Abwasserreinigung“ statt. Rund 100 Akteure aus Verbandsgemeindewerken, Genehmigungsbehörden und Ingenieurbüros waren der Einladung der Ingenieurgesellschaften Tuttahs & Meyer und Dr. Siekmann + Partner gefolgt.



Meinungsaustausch an der TU Kaiserslautern zur energetisch optimierten Abwasserreinigung

In acht Beiträgen wurde der Bogen von der „energieintelligenten Kläranlage“ über das neue Arbeitsblatt DWA-A 216, den Belüfteraustausch und die Ausführung von Schlammfäulungsanlagen zu Kläranlagen kleiner und mittlerer Größe geschlagen.

Den ersten Veranstaltungsblock moderierte Dr.-Ing. Klaus Siekmann. Er erläuterte eingangs, dass durch die Energiekrise in Deutschland auch für Betreiber von Abwasseranlagen der Fokus verstärkt auf das Thema Energie gelenkt wird. Energiefragen können aber nachhaltig und zukunftsorientiert nur dann gelöst werden, wenn der Gesamtzusammenhang „Abwasser – Energie – Klärschlamm“ beachtet wird. Mit diesem Ansatz richtete sich der regionale Meinungsaustausch vor allem an Praktiker und Betreiber von Abwasseranlagen. Die Veranstaltung sollte einen Überblick über innovative, bereits in die Praxis eingeführte Technologien geben, aber auch neue Entwicklungen im Bereich der Regelwerksarbeit darstellen.

Im ersten Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt und Dipl.-Ing. Oliver Gretzschel wurde über das Für und Wider

der Schlammfäulung sowie der aeroben Schlammstabilisierung berichtet. Der Vortrag beruhte auf dem Schlussbericht des Projektes NAWaS – „Neubewertung von Abwasserreinigungsanlagen mit anaerober Schlammbehandlung“ vor dem Hintergrund der energetischen Rahmenbedingungen und der abwassertechnischen Situation in Rheinland-Pfalz. Gretzschel führte aus, dass die in der Vergangenheit relativ klare Grenze von 30 000 € für die Mindestgröße von Schlammfäulungsanlagen heutzutage nicht mehr gilt. Vor dem Hintergrund des Energiekostenanstieges, des Klimawandels und neueren Entwicklungen bei der Klärschlammbehandlung und -verwertung bedarf es immer einer Bewertung des Einzelfalls. Allein in den letzten zehn Jahren sei es bei Kläranlagen mit 10 000 € bis 20 000 € zu einem Strompreisanstieg von 8 ct/kWh auf 17 ct/kWh gekommen. Damit sind in der nächsten Dekade durchaus Energiepreise jenseits der 25-ct/kWh-Marke realistisch.

Der energetischen Nutzung des Klärschlammes wird heute bereits in einigen Bundesländern (Bayern, Baden-Würt-



„Alles im Blick“

## BaSYS the advanced Network Information System

BaSYS bietet Arbeitsunterstützung für den gesamten Lebenszyklus von Ver- und Entsorgungsnetzen.

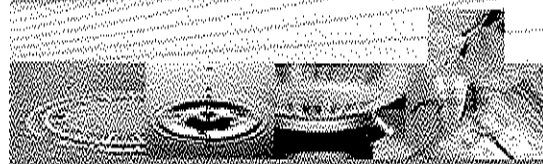
- Netz-Design und hydraulische Simulation
- Sanierungsplanung und NEU: Sanierungsassistent
- Globales Asset Management
- Unterstützt alle gängigen GIS- und CAD-Systeme
- Mobile konfigurierbare Datenerfassung
- Und viele neue Funktionen mehr...

## GeoDS Geobjects Design Studio

GeoDS zur Erstellung beliebiger Geo-Objekte und Kataster für jedwedes kommunales Inventar!

**IFAT**  
Besuchen Sie uns:  
Halle B1, Stand 306

Jetzt Gesprächstermin für die IFAT vereinbaren!  
[www.barthauer.de](http://www.barthauer.de)



temberg, Nordrhein-Westfalen) der Vorrang gegeben vor der stofflichen Nutzung als Dünger. Der Einsatz von Schlammfäulungsanlagen reduziert nicht nur die Schlammmenge, sondern fördert auch die Entwässerbarkeit der Schlämme. Damit wird eine wirtschaftlichere thermische Verwertung möglich. Im Rahmen des NAWaS-Projekts war daher die rechnerische Frage nach der Wirtschaftlichkeit der Umrüstung einer aeroben auf eine anaerobe Stabilisierung zu beantworten. Das Ziel war es, eine Kostenfunktion zur überschläglichen Prüfung der Verfahrensumstellung zu entwickeln. Unter heutigen Rahmenbedingungen wurde diese Wirtschaftlichkeitsgrenze bei ca. 20 000 € ermittelt, die bereits deutlich von der eingangs genannten 30 000 €-Grenze abweicht. Unter Berücksichtigung einer realistischen Preissteigerungsrate von 2 bis 3 % sinkt die Wirtschaftlichkeitsgrenze auf ca. 15 000 €. Bei Berücksichtigung einer 4%igen Preissteigerungsrate konnte im Rahmen des NAWaS-Projekts die Empfehlung ausgesprochen werden, bei Kläranlagen ab 10 000 €, die Möglichkeit der Umstellung einer Verfahrensführung zu untersuchen.

Die energieintelligente Kläranlage war das Thema des zweiten Vortrages von Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder. Er wies eingangs darauf hin, dass über die energieautarke Kläranlage bereits seit 1983 publiziert wird, das Thema insofern nicht neu ist. Damals wie heute gilt, dass Energieautarkie im Wärmebereich auch bei kleinen und mittleren Kläranlagen erreichbar ist, bei der elektrischen Energie aber in der Regel heute ein Fremdbezug noch immer nötig ist. Voraussetzung ist in jedem Fall die Reduzierung des Energiebedarfs und die Optimierung des Energiebezugs. Im Vortrag wurde erläutert, dass die Richt- und Idealwerte des Energiehandbuchs NRW im neuen Arbeitsblatt DWA-A 216 „Energiecheck und Energieanalyse von Abwasseranlagen“ zukünftig durch anlagenspezifische Idealwerte  $e_{p,anlag}$  und  $e_{th}$  ersetzt werden. Diese werden auf Basis von Berechnungsvorgaben für den spezifischen Einzelfall ermittelt. Durch die Einbindung eines Energiechecks mit einfach herzuleitenden Kennwerten in das Prozessleitsystem hat der Betreiber zukünftig die Möglichkeit, mithilfe einer kontinuierlichen Energie- und Datenanalyse den spezifischen Verbrauch sowie die absoluten Energieverbräuche in relevanten Anlagenabschnit-

ten zu beobachten, um bedarfsgerecht reagieren zu können. Mithilfe sogenannter „smart net“-Konfigurationen kann zukünftig auf fluktuierende Energieträger, wie Windkraft, durch das Zu- und Abschalten von Stromerzeugern bzw. Stromverbrauchern reagiert werden. Intelligente Interaktionen zwischen Kläranlage und dem Infrastrukturnetz, wie Gas und Strom, werden zukünftig durch ein erweitertes Einspeise- und Lastmanagement in „smart energy network“ realisiert. Zukünftig darf aber keine alleinige Fokussierung auf den Bereich Energie erfolgen, sondern neben der selbstverständlichen Priorität der Kernaufgabe Abwasserentsorgung sollten auch der Klima- und Ressourcenschutz beachtet werden. Hierzu kann in einer erweiterten Energieanalyse ein „Klimacheck“ erfolgen, in dem die Emission von Klimagasen ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten errechnet und Maßnahmen zur Reduzierung vorgeschlagen werden.

Der dritte Vortrag von Alexander Masur befasste sich mit dem Einfluss der Fernwirktechnik auf die energetisch optimierte Abwasserreinigung. Die fernüberwachung und Steuerung räumlich entfernter Objekte erfolgt heutzutage nicht mehr nur durch kabelgebundene analoge/digitale Netze, sondern zunehmend durch das Mobilfunknetz und andere Arten von Funknetzen. Innerhalb räumlich begrenzter Anlagen werden heute auch Wireless-LAN-Netzwerke auf Industriestandard genutzt. Zwischen der Zentrale und der Außenstelle werden Schalt- und Stellbefehle, Mess- und Zahlenwerte sowie Stör- und Warnmeldungen kommuniziert. Unter energetischen Gesichtspunkten kann damit aufgrund der Datenerfassung zentral die Erkennung von Einsparpotenzialen erfolgen. Ebenso ist es möglich, die Laufzeiten von Aggregaten im gewissen Rahmen durch intelligente Zähler („smart meter“) mit den Stromtarifen abzustimmen.

Die (zum Zeitpunkt der Veranstaltung) bevorstehende Veröffentlichung des Gelbdrucks des Arbeitsblatts DWA-A 216 „Energiecheck und Energieanalysen – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen“ (April 2013) nahm Dipl.-Ing. Stefan Koenen zum Anlass im vierten Vortrag über seine Mitarbeit in der zuständigen DWA-Arbeitsgruppe „Energieanalysen von Abwasseranlagen“ zu referieren. Diese Arbeitsgruppe wurde in Abstimmung mit der Bund-Länder-Arbeitsgruppe

„Energieeffizienz der kommunalen Abwasserbeseitigung einschließlich Klärschlammbehandlung“ von der DWA eingerichtet. Ziel war es, ein bundesweit einheitliches Instrument zur Erstellung von Energieanalysen zu schaffen. Das Arbeitsblatt bezieht sich neben den Anlagen zur Abwasserbehandlung nun auch auf Anlagen zur Abwasserableitung. Zukünftig wird es möglich sein, auf Basis einer groben Einschätzung (Energiecheck), mit einfachen Mitteln eine kontinuierliche Positionsbestimmung der energetischen Situation durchzuführen. Dazu bedarf es nur weniger und einfach zu ermittelnder Kennwerte, die über die zeitliche Entwicklung (Vorjahresvergleiche) Defizite und Handlungsbedarf erkennen lassen. Auf der Basis von Energieverbrauchsfunktionen erfolgt eine Zuordnung der zu untersuchenden Anlage. Mithilfe grafischer Darstellungen lässt sich ablesen, ob der betrachtete Parameter im kritischen Randbereich liegt, was im Normalfall auf ein Optimierungspotenzial hindeutet. Grundlage für die Erstellung der Gesamtstromverbrauchskurven waren Daten von rund 3500 Kläranlagen. Zukünftig ist vorgesehen, die Datengrundlage durch weitere Abfragen zu verdichten. Gegenüber der bisherigen Vorgehensweise hat sich vor allem folgende Veränderung ergeben: Nach der Erstellung der Energiebilanz des Ist-Zustands erfolgt die Bestimmung der Idealwerte anlagenspezifisch, sodass hier die lokalen und verfahrenstechnischen Besonderheiten einfließen und keine standardisierten Idealwerte aus Modellkläranlagen wie bisher. Im Rahmen der eventuellen Maßnahmenplanung sollte, nach Ansicht von Koenen, parallel immer eine verfahrenstechnische Optimierung erfolgen. Die Praxis zeigt, dass ein kritischer Blick auf das Gesamtkonzept häufig zu besseren Ergebnissen führt als die Optimierung einzelner Systeme.

Die Verfahrensumstellung der Kläranlage Linz-Unkel von der aeroben Schlammstabilisierung auf eine anaerobe Schlammbehandlung mittels einer zweistufigen Kompaktfäulung nahm Dr.-Ing. Klaus Siekmann im fünften Vortrag zum Anlass, dieses Projekt zu erläutern. Die Kläranlage weist eine Ausbaugröße von 28 800 E auf. Die biologische Reinigungsstufe ist zweistraßig ausgeführt und wurde mit gemeinsamer aerober Stabilisierung betrieben. Die Reinigungsleistung der bestehenden Anlage war zu keiner

Zeit zu beanstanden. Auf der Basis einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung fasste der Zweckverband den Beschluss, die Kläranlage mit einer Schlammfäulung nachzurüsten. Folgende Gründe waren hierfür maßgeblich: Einsparung von Strom beim Betrieb der Belebungsanlage, Einsparung an Stromfremdbezug durch Faulgasverstromung und Einsparung durch Verringerung der zu entsorgenden Schlammmenge. Als Faulbehälter wurde eine zweistufige Anlage in Kompaktbauweise (2 × 500 m<sup>3</sup>) eingesetzt.

Bei dieser innovativen Anlagentechnik wurden folgende Optimierungsansätze berücksichtigt: einfache Bauwerkskubatur, kompakte Anordnung durch quadratische Grundrissgestaltung, Durchmischung mit kostengünstigen Zentralrührwerken, Aufteilung des Gesamtvolumens auf mehrere Reaktoren zur Nutzung der verfahrenstechnischen Vorteile der mehrstufigen Abbaukinetik und zur Erhöhung der Betriebssicherheit.

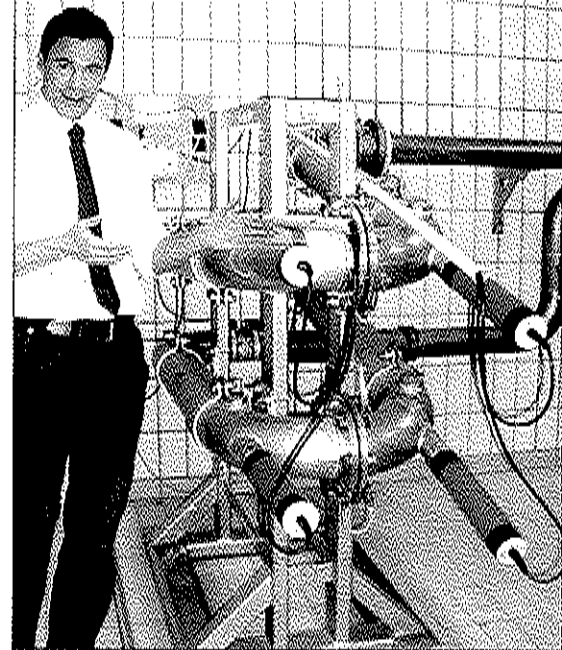
Die Integration des neuen Vorklärbeckens erfolgte in einem bereits vorhandenen, jedoch nicht genutzten Anaerobbecken. Durch Reduzierung des Schlammalters in der Belebungsanlage von 25 Tagen auf 12 Tage und die gleichzeitige Frachtreduzierung in der Vorklä- rung um ca. 25 % konnte ein Belebungs- becken stillgelegt werden. Der Roh- schlamm (Primär- und Überschuss- schlamm) wird maschinell voreinge- dickt. Das Faulgas wird in einem Doppel- membrangasspeicher gespeichert, und die Verstromung des Faulgases erfolgt mithilfe einer Mikrogastrurbine.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte im November 2011. Nach der Einfahr- phase arbeitet die Anlage seit März 2012 stabil. Die Erwartungen wurden zum Teil deutlich übertroffen. Die Gasproduktion liegt bei 28 l/E/Tag bzw. 530 l/kg oTRzu. Ursächlich hierfür ist die gute Einmi- schung des Schlammes, die gute Durch- mischung durch die Zentralrührwerke und eine optimierte Ausgasung durch eine große freie Oberfläche. Durch die Verfahrensumstellung konnte der Strom- fremdbezug um ca. 40000 kWh/Monat reduziert werden. Gleichzeitig reduzierte sich die zu verwertende Klärschlamm- menge um ca. 35 %. Nach der Verfahrens- umstellung ergibt sich ein Betriebs- kostenvorteil für die Fäulung von ca. 120000 € pro Jahr.

Über die vielschichtigen Aspekte des Belüfteraustausches in druckbelüfteten biologischen Reinigungsstufen wurde im

sechsten Vortrag von Dipl.-Ing. Jörg Alda referiert. Zunächst wurden hier die vier wesentlichen Einflussfaktoren auf das zu planende System aus dem Abwasser- strom, der Druckluftherzeugung/Versor- gung, der Reaktorgestaltung und der E-MSR-Technik dargestellt. Zur Optimie- rung der Planung wurde die Empfehlung gegeben, die Vorzugsvariante unterstüt- zend über eine Mehrphasen-Strömungs- simulation zu überprüfen. Um eine trans- parente Bewertung der angebotenen Be- schaffenheit durchführen zu können, wird die bedarfsgerechte Aufstellung ei- ner Bewertungsmatrix als zwingend er- forderlich angesehen. Zur Ermittlung ei- ner Bieterreihenfolge sollte neben der Wertung der festgelegten Qualität auch eine Jahreskostenberechnung unter Ein- beziehung der Garantiewerte durchge- führt werden. Aus Erfahrungen wird es für wichtig erachtet, möglichst vor der Vergabe der Leistungen, die vom Bieter angebotenen Garantiewerte im Hinblick auf den lastfallbezogenen Sauerstoffein- trag und -ertrag sowie auf das Druckver- lustverhalten in einem Versuchsbecken auf den Prüfstand zu stellen. Für einen wirtschaftlichen Betrieb sind, so führte Alda weiter aus, im Zuge der Realisie- rung die Überprüfung der angelieferten Belüfter, die Montagen, die Reinigung des Druckluftnetzes vor der Blasenbild- kontrolle sowie die Simulation des Steuer- und Regelprozesses von entschei- dender Bedeutung. Unmittelbar mit der In- betriebnahme gilt es, den Druck im neu- en Belüftungssystem bei einem definierten Zustand zu erfassen, um somit einen Druckanstieg zu erkennen und Reaktivie- rungsmaßnahmen einleiten zu können. Bei einer 100000-E-Kläranlage belaufen sich die Mehrkosten für den Strombezug bei einer Erhöhung des Drucks im Belü- tungssystem von nur 10 mbar bereits auf ca. 4500 €/a. Als weiteres praktisches Beispiel wurde ein Großklärwerk ge- zeigt, bei dem durch den altersbedingten Anstieg und damit einhergehende Ver- sprödung der Belüfter der Stromver- brauch in sechs Jahren um ca. 50 % zu- genommen hat. Ein im Jahr 2006 durch- geführter Austausch der Belüftungsele- mente hat sich durch die Reduzierung des Energieverbrauchs bereits nach drei Jahren amortisiert.

Die weitergehende thermische Klär- schlammbehandlung auf Kläranlagen kleiner und mittlerer Größenordnung war das Thema des siebten Vortrages. Dipl.-Ing. Jürgen Jakob wies darauf hin,



vogelsang-gmbh.com

## BioCrack®: Tuning für Ihre Kläranlage

Mehr Gas, weniger Kosten durch  
elektrokinetische Desintegration.

- bis zu 15 % höhere Gas- bzw. Stromerträge
- weniger Klärschlamm und reduzierter Flockungsmittelbedarf – jetzt nachrechnen unter: [www.biocrack.de](http://www.biocrack.de)
- geringe Investition, keine Wartungs- und Verschleißkosten, extrem geringe Energiekosten

**IFAT**

Entdecken Sie das wahre Potenzial Ihrer Kläranlage!  
05.-09.5.2014 | München  
Halle A6 | Stand 237/336



**VOGELSANG**  
ENGINEERED TO WORK

Hugo Vogelsang Maschinenbau GmbH  
D-49632 Essen/Oldb.

dass sich sowohl die Gegner wie auch die Befürworter der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung darüber einig sind, dass die im Klärschlamm enthaltenen Nährstoffe, wie zum Beispiel Phosphat, einer weitergehenden stofflichen Nutzung zugeführt werden sollen. Während bundesweit die Hälfte des Klärschlammes thermisch verwertet wird, beträgt der Anteil in landwirtschaftlich geprägten Gebieten nur etwa 25 %. Vor dem Hintergrund der Novellierung der Klärschlammverordnung wird vor allem in Bezug auf Grenzwertreduzierung bei Schwermetallen und organischen Schadstoffen sowie Hygieneanforderungen die landwirtschaftliche Verwertung zukünftig deutlich erschwert. Zielvorgabe ist daher die Nutzung des Problemstoffes Klärschlamm als wertvolle Rohstoffquelle (Energieträger und Düngemittel). Die Nutzung von 90 % des im Abwasser enthaltenen Phosphors ist nur über eine Monoverbrennung mit nachfolgender Nutzung der Asche gegeben. Dort wo die Mitverbrennung in zentralen Klärschlammmonoverbrennungsanlagen wirtschaftlich nicht möglich ist, kommen dezentrale thermische Klärschlammkonzepte in die Diskussion. Vor einer thermischen Behandlung ist die Trocknung des Schlammes im Normalfall erforderlich. Hier werden in der Regel R. Band-/Scheiben-/Trommeltrockner oder die Solartrocknung eingesetzt. Für die Kläranlage Linz-Unkel ist als dezentrale thermische Behandlung des Klärschlammes ein Pyrolyseverfahren mit nachgeschalteter flammenloser Oxidation (FLOX) vorgesehen. Die Anlage besteht aus dem Pyrolysereaktor, Flox-Brenner, Wärmetauscher und Abgasreinigung. Sie wurde in Containerbauweise für eine Mindestbaugröße von 10000 E entwickelt. Die Umweltauflagen nach der 17. BImSchV werden eingehalten. Die anfallende Asche entspricht der Klärschlamm- und der Düngemittelverordnung und kann als NKP-Dünger deklariert werden. Auf der Kläranlage Linz-Unkel umfasst

das Gesamtkonzept die Schritte Siebbandpresse-Bandrockner-Pyrolyse-Anlage. Damit lässt sich zukünftig die Tonnage an entwässertem Schlamm von ca. 1600 t/a auf ca. 300 t/a reduzieren. Mittel- bis langfristig und vor allem vor dem Hintergrund steigender Energie- und Schlammentsorgungskosten wird die thermische Klärschlammbehandlung mit anschließender Nutzung der Klärschlammasche als Phosphorquelle auch bei Kläranlagen kleiner und mittlerer Größe deutliche Kostenvorteile aufweisen.

Der achte und letzte Vortrag des regionalen Meinungsaustausches befasste sich mit der Nachrüstung von anaeroben Stufen auf Kläranlagen mit ursprünglich aerober Stabilisation. Der Fokus des Vortrags von Dipl.-Ing. *Dietmar Loch* lag hierbei auf der verfahrenstechnisch konstruktiven Umsetzung der Schlammfäulung und der Gasspeicherung. Am Beispiel einer Kläranlagenplanung für 15000 E wurde zunächst dargestellt, dass die verfahrenstechnische Umstellung auf eine Klärschlammfäulung wirtschaftlich darstellbar und damit sinnvoll ist. Hier spielen nicht nur die Energieeinsparung/-gewinnung sowie die Mengenreduktion des Klärschlammes eine Rolle, sondern vor allem auch die entlastende Wirkung des neu installierten Vorklärbeckens auf die biologische Reinigungsstufe. Im Vortrag wurde herausgestellt, wie ein vorhandenes und verfügbares Schlammsilo grundsätzlich als Faulbehälter genutzt werden kann. Auf Basis von Strömungssimulationen wurde erläutert, wie sich das Umwälzverhalten des Schlammes bei außenliegenden Pumpen, Gaseinpressung und Rührwerken unterscheidet und auf den erforderlichen Energieeintrag auswirkt. Ferner sind bei den planerischen Überlegungen zur Gasspeicherung der Aufwand für eine Gasdruckerhöhung und/oder Stützluftgebläse wichtige Faktoren für die Höhe der späteren Betriebskosten. Hier unterscheiden sich die gewichtsunterstützten Niederdruckgasbehälter grundlegend von druckluftunterstützten

den Systemen. Mit Berücksichtigung der gesamten Randbedingungen kann sich eine kostensparende Neubaulösung als zylindrischer Faulbehälter oder auch als Kompaktbioreaktor als eine wirtschaftliche Variante darstellen. Anhand des Vortrags wurde deutlich gemacht, dass eine gesamtwirtschaftliche Lösung aus der Summe der wirtschaftlichen Einzelkomponenten, wie Faulbehältervolumen, Faulbehältergeometrie, Umwälzverfahren und Gasspeicherung in der Planungsphase abzuleiten ist.

## Fazit

Die gut besuchte Veranstaltung in den Räumlichkeiten der TU Kaiserslautern bot praxisorientierte Vorträge an. Allen Vorträgen war letztendlich gemeinsam, dass sich die verantwortungsvolle ingenieurmäßige Bearbeitung aus einer Vielzahl von zu untersuchenden Einzelaspekten zusammensetzt. Zwar können die Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten mitgenutzt werden, letztendlich unterscheidet sich jedoch jede Planungsaufgabe durch ihre individuellen Rahmenbedingungen. Schon dies ist Anlass genug, den regionalen Meinungsaustausch im Jahr 2014 mit aktualisierten Themen fortzusetzen.

## Autoren

*Dr.-Ing. Klaus Siekmann*  
Ingenieurgesellschaft  
*Dr. Siekmann + Partner mbH*  
Segbachstraße 9  
56743 Thür

*Prof. Dr.-Ing. Markus Schröder*  
*Dipl.-Ing. Dietmar Loch*  
TUTTAHS & MEYER  
Ingenieurgesellschaft für Wasser-,  
Abwasser- und Energiewirtschaft mbH  
Bismarckstraße 2-8  
52066 Aachen

E-Mail: [m.Schroeder@tum-aachen.de](mailto:m.Schroeder@tum-aachen.de)

Abonnieren Sie unseren kostenlosen  
monatlichen Newsletter

[www.dwa.de/news](http://www.dwa.de/news)

