


09 /  
2016 No. 04

Handouts zum  
ERWAS-DACH-Seminar:



GRENZEN ÜBERSCHREITEN ZUM THEMA  
WASSER UND ENERGIE IN  
DEUTSCHLAND (D), ÖSTERREICH (A)  
UND DER SCHWEIZ (CH)

GEFÖRDERT VOM



# Handouts zum ERWAS-DACH-Seminar: Grenzen überschreiten zum Thema Wasser und Energie in Deutschland (D), Österreich (A) und der Schweiz (CH)

Dr.-Ing. Paul Wermter,  
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V.

Reto Manser, Fachbereichsleiter Abwasserentsorgung,  
AWA Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Bern (CH)

Univ. Prof. Dr. Hans J. Lietzmann, Bergische Universität Wuppertal (D)

Dipl.-Ing. Gerhard Spatzierer, ARGE Abwasser Burgenland Nord, Eisenstadt (A)

DI Dr. Markus Reichel, ebswien hauptkläranlage Ges.m.b.H. (A)

Dipl.-Ing. Oliver Gretzschel, Technische Universität Kaiserslautern;  
Co.: Dipl.-Ing. Michael Schäfer, Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt

Dr.-Ing. Christian Schaum, Technische Universität Darmstadt (D)  
Co.: Dr. Till Ansmann, inter 3 Institut für Ressourcenmanagement, Berlin (D)

Dipl. Bauing. HTL Beat Kobel, Ryser Ingenieure AG, Bern (CH)

Jan Echterhoff, M. Sc.,  
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V. (D)

Prof. Dr. Markus Aufleger, Universität Innsbruck (A)

Philipp Meier, Eawag, Kastanienbaum (CH)

Inhaltliche Organisation: Michaela Stecking, M.Sc.,  
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V.

---

**ENERWA-Publikation Nr. 4 / September 2016**

---

## **ENERWA - Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems**

ENERWA verfolgt neue Ansätze zur Erschließung energetischer Potenziale in Wasserversorgungssystemen in der gesamten Prozesskette, auf der Ebene technischer Komponenten und insbesondere in der Verbundsteuerung. Der Projektansatz ENERWA lotet in einem breiten Verbund von Forschungseinrichtungen, Ingenieurbüros, Unternehmen und Anwendern Grenzen bei der Rückgewinnung und temporären Speicherung von Energie in Trinkwassertalsperre, identifiziert energetische Optimierungspotenziale von Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen und untersucht Steuerungskonzepte zur energieeffizienten Wasserverteilung sowie Transport-Speicher-Verteilungssystemen. Das dreijährige Forschungsvorhaben endet im März 2017 und ist Teil der BMBF-Fördermaßnahme „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft - ERWAS“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“.

[www.enerwa.org](http://www.enerwa.org)

# Programm

ERWAS-DACH-Seminar: Grenzen überschreiten zum Thema  
Wasser und Energie in Deutschland (D), Österreich (A) und der Schweiz (CH)

## Dienstag, 13. September 2016

Leitung: Dr.-Ing. Paul Wermter, Forschungs-  
institut für Wasser- und Abfallwirt-  
schaft an der RWTH Aachen e.V.



9:00 Grenzen überschreiten für die  
weitere Erschließung von Energiepotentialen in der  
Wasserwirtschaft  
*Dr.-Ing. Paul Wermter, Aachen*

## Mensch, Wasser & Energie

9:30 Entscheidungsträger mitnehmen – Schweizer  
Positionen und Strategien zu Energiefragen in der  
Wasserwirtschaft  
*Reto Manser, Fachbereichsleiter Abwasserentsorgung,  
AWA Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern,  
Bern (CH)*

9:50 Bürgerakzeptanz schaffen – Bürgerbeteiligung als  
Voraussetzung wirksamer wasserwirtschaftlicher  
Energieprojekte  
*Univ. Prof. Dr. Hans J. Lietzmann, Bergische Universität  
Wuppertal (D)*

10:10 Betriebspersonal einbinden – grenzüberschreitende  
Erfahrungen bei der Umsetzung von Energieprojekten  
in der Abwasserwirtschaft  
*Dipl.-Ing. Gerhard Spatzierer, ARGE Abwasser  
Burgenland Nord, Eisenstadt (A)*

10:30 Diskussion

10:50 Kaffeepause

## Möglichkeiten der Flexibilisierung bei Kläranlagen – Interaktion von Abwasser- entsorgung und Energiewirtschaft

11:30 Praxisbeispiel einer energiepositiven Großkläranla-  
ge – Hauptkläranlage Wien, Projekt E\_OS  
(Energie\_Optimierung Schlammbehandlung)  
*DI Dr. Markus Reichel, ebswien hauptkläranlage  
Ges.m.b.H. (A)*

11:50 ERWAS-Projekt arrivée – Innovative Anlagenkonzepte  
für den Strommarkt der Zukunft  
*Dipl.-Ing. Oliver Gretzschel, Technische Universität  
Kaiserslautern*

*Co.: Dipl.-Ing. Michael Schäfer, Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt*

12:05 Bausteine einer zukünftigen Kläranlage: Abwasser-  
behandlung und Energiesystemdienstleistung  
*Dr.-Ing. Christian Schaum, Technische Universität  
Darmstadt (D)*

*Co.: Dr. Till Ansmann, inter 3 Institut für Ressourcen-  
management, Berlin (D)*

12:20 Regelenergieelastausgleich in Infrastrukturanlagen:  
Erfahrungsbericht aus einem Schweizer Leucht-  
turmprojekt

*Dipl. Bauing. HTL Beat Kobel, Ryser Ingenieure AG,  
Bern (CH)*

12:40 Diskussion

13:00 Mittagspause

## Möglichkeiten der Flexibilisierung bei der Talsperrenbewirtschaftung – Nutzung von Energiepotentialen und Auswirkungen

14:30 Dynamisierung von Trinkwassertalsperren  
– Auswirkungen einer energetischen Optimierung  
*Jan Echterhoff, M. Sc., Forschungsinstitut für Wasser- und  
Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V., Aachen (D)*

14:50 Nutzung von Energiepotentialen bei der Talsper-  
renbewirtschaftung als zentraler Baustein eines  
zukünftigen erneuerbaren Energiesystems  
*Prof. Dr. Markus Aufleger, Universität Innsbruck (A)*

15:10 Dynamik der Fließgewässer unterhalb von Talsperren  
*Dr. Philipp Meier, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,  
Abwasserreinigung & Gewässerschutz (Eawag), (CH)*

15:30 Diskussion

15:50 Schlusswort



## Grenzen überschreiten für die weitere Erschließung von Energiepotentialen in der Wasserwirtschaft

Dr.-Ing. Paul Wermter, Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V. (D), [wermter@fiw.rwth-aachen.de](mailto:wermter@fiw.rwth-aachen.de)

Die Bedeutung dezentraler und auf regenerativen Energien basierender Strukturen nimmt auch in der Wasserwirtschaft stetig zu. Im Zuge des Umbaus der Energieversorgung in Deutschland und Europa leistet die Wasserwirtschaft mit verschiedenen Potentialen zum Schutz vorhandener Ressourcen und zum effizienten Umgang mit Energie einen wichtigen Beitrag. Im Fokus der Veranstaltung steht daher das Leitthema „Grenzen überschreiten für die weitere Erschließung von Energiepotentialen in der Wasserwirtschaft“.

Über bisherige Grenzen hinaus bedeutet, dass thematisch wie auch geografisch über den Tellerrand geblickt wird. Deutschland, Österreich und die Schweiz haben in den unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen Bereichen unterschiedliche Herangehensweisen und Best-practices, von denen alle lernen und profitieren können. In drei Themenblöcken wird mit jeweils einem Vortrag aus den drei Nachbarländern Deutschland, Österreich und Schweiz ein sowohl interdisziplinärer als auch internationaler Wissensaustausch gefördert.

Der Themenblock **„Mensch, Wasser & Energie“** bildet den Rahmen der geografischen und thematischen Grenzüberschreitung des Tages. Der Mensch steht im Zentrum, da von ihm ausgehend sowohl in der Wasserversorgung wie auch in der Abwasserentsorgung einiges abverlangt wird. Neben der Partizipation der Gesellschaft in Beteiligungsverfahren sind die Einbindung von Betriebspersonal auf wasserwirtschaftlichen Anlagen und auch die aktive Information über wasserwirtschaftliche Prozesse für die Potentialerschließung in der Wasserwirtschaft eine Voraussetzung.

Der Themenblock **„Interaktion der Abwasserbeseitigung mit der Energiewirtschaft“** zeigt die Vielseitigkeit bei der Erschließung von Energiepotentialen in der Wasserwirtschaft. Hier werden Beispiele der Interaktion zwischen der Abwasserbeseitigung und der Energiewirtschaft thematisiert. Beispielsweise bieten die ERWAS Forschungsprojekte „arrivee“ und „ESiTI“ einen Einblick in die Integration der in Deutschland flächendeckend vorhandenen Kläranlagen in ein optimiertes Regelenergie- und Speicherkonzept.

Die gezielte Bewirtschaftung von Wasserspeichern ermöglicht nicht nur die Erschließung von energetischen Potentialen, sondern beeinflusst weitere Komponenten der Wasserwirtschaft wie beispielsweise die Wasserqualität der Trinkwasseraufbereitung oder die Ökologie von Fließgewässern. Im Themenblock **„Möglichkeiten der Flexibilisierung bei der Talsperrenbewirtschaftung – Nutzung von Energiepotentialen und Auswirkungen“** werden Erfahrungen der drei Nachbarländer bei der Ausschöpfung von Energiepotentialen von Wasserspeichern geteilt.

## Mensch, Wasser & Energie

## Entscheidungsträger mitnehmen – Schweizer Positionen und Strategien zu Energiefragen in der Abwasserentsorgung

Reto Manser, AWA Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (CH),  
Reto.Manser@bve.be.ch

### 1 Was wollen wir erreichen?

#### *Weniger Energie verbrauchen*

Bei der Reduktion des Energiebedarfs in der Abwasserentsorgung geht es in erster Linie um Massnahmen zur Stromeffizienz. Diese reichen vom Einsatz einer effizienten Pumpe bis zu energieoptimierten Verfahrensregelungen. Mit energetischen Grob- und Feinanalysen können Potenziale zur Reduktion des Energiebedarfs identifiziert werden. Bei komplexen Belüftungssteuerungen können allerdings Zielkonflikte zwischen möglichst tiefem Stromverbrauch einerseits und bestmöglichem Gewässerschutz und Klimaschutz andererseits entstehen.

Der Ausbau eines Teils der Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen in den nächsten 25 Jahren wird trotz den erwarteten Effizienzmassnahmen voraussichtlich zu einer Erhöhung des Strombedarfs der Abwasserreinigung in der Schweiz führen.

#### *Energie im Abwasser effizient und vollständig nutzen*

Der Kanton Bern (60 Kläranlagen, 1.4 Mio. EW) postuliert in seinen Energiegrundsätzen eine effiziente und vollständige Klärgasnutzung bis im Jahr 2035. Dazu soll das anfallende Biogas entweder aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist oder die Überschusswärme eines Gasmotors beispielsweise in einem Fernwärmenetz vollständig genutzt werden.

Die Entsorgung von verschiedenen vergärbaren Abfällen (sog. Co-Substrate) in Kläranlagen ist sinnvoll und wird seit Jahren praktiziert. Bei der Verwertung von Co-Substraten ist die vollständige Biogasnutzung in jedem Falle anzustreben.

In Bezug auf absolute Werte ist das Potenzial der Abwasserwärmenutzung bei weitem am grössten. Hier liegt der Fokus wegen des höheren Potenzials und der Nicht-Beeinflussung der Reinigungsleistung der ARA auf der Nutzung aus dem gereinigten Abwasser. Potenziale für Abwärmenutzungen aus ungereinigtem Abwasser sollen im Rahmen von GEP-Nachführungen aufgezeigt und in kommunalen Energierichtplänen aufgenommen werden.

### 2 Welche Förderprogramme stehen zur Verfügung?

Für Massnahmen zur Stromproduktion aus erneuerbarer Energie, zur Stromeffizienz sowie zur Verminderung von Klimagasen stehen verschiedene finanzielle Anreizsysteme zur Verfügung.

Mit der kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) wird ein gegenüber dem Marktpreis erhöhter Abnahmepreis pro erzeugte Kilowattstunde während einer Laufzeit von 10 Jahren

vergütet. Die Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation (KliK) unterstützt Massnahmen zur Methanreduktion in ARAs. Programme zur Lachgasminde rung sind in Diskussion. Mit dem Programm "Energieeffiziente ARA" des Bundes können Massnahmen zur Stromeinsparung finanziell gefördert werden.

### **3 Wie werden die Entscheidungsträger mitgenommen?**

Auf nationaler Ebene informiert der Verband Schweizerischer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) Gemeinden und Verbände an Veranstaltungen zum Thema und gibt auch Empfehlungen ab (z.B. Energieanalysen, Abwärmenutzung, Einspeisung vs. BHKW).

Im Kanton Bern werden in einer Arbeitsgruppe bestehend aus der Fachstelle des Kantons und wichtigen Kläranlagenbetreibern relevante Zukunftsthemen diskutiert und gemeinsam nach Lösungen gesucht. Schliesslich wird das Thema Energie auch bei Ausbau- oder Zusammenschlussprojekten nicht mehr ausschliesslich auf die monetäre Komponente reduziert, sondern als eines der Entscheidungskriterien berücksichtigt.



## **Bürgerbeteiligung als Voraussetzung wirksamer wasserwirtschaftlicher Energieprojekte**

**Univ. Prof. Dr. Hans J. Lietzmann, Bergische Universität Wuppertal (D),  
hans.j.lietzmann@uni-wuppertal.de**

Ressourceneinsparung in der Wasserwirtschaft ist ein anspruchsvolles soziales Projekt. Es benötigt wertvolles technisches und auch ökonomisches Know-how. Aber diese fachmännische Expertise bleibt wirkungslos, wenn sie sich nicht den Menschen in den Städten und Regionen verständlich macht. Erst wenn sich die Menschen das Wissen zu eigen machen und ihr Handeln an den verbesserten Maßstäben ausrichten, kann ein solches gesellschaftliches Vorhaben erfolgreich werden.

Dies gilt wohl in besonderer Weise für die Wasserbewirtschaftung und Wasserversorgung, die in unseren Breiten als selbstverständlich gegeben und fraglos gesichert erscheint. Nicht wirklich besteht ein tieferes Verständnis davon, dass Wasser ein insgesamt ein knappes Gut ist und die Qualität des Wassers nicht nur durch intensive Landwirtschaft, sondern auch durch die dichte Besiedelung und zivilisatorische Nebeneffekte ständig gefährdet.

Ressourceneinsparung und schonender Umgang mit dem Wasser spricht damit immer auch die Möglichkeiten von veränderten Alltagsroutinen, neuen Umgangsformen und erneuerter Sichtweisen an. Diese sind in den Gesellschaften von heute aber nicht obrigkeitlich anzuordnen oder zu vermitteln. Neue Formen des Umgangs mit dem Wasser erfordern die politische und soziale Einsicht der Bürgerinnen und Bürger als der Konsumenten. Nur, wenn Sie aus eigener Einsicht die neuen Wege beschreiten, wird das Ziel einer akzeptierten und legitimen Wasserbewirtschaftung erreicht.

Für den sinnvollen Umbau des Umgangs mit dem Wasser fordern sie deshalb transparente und informative Verfahren. Darin zeigen sie sich als kritische und selbstbewusste Partner Versorger und Wasserbewirtschaftler. Aber sie stehen auch mit großer Bereitschaft dafür ein, die angebotene Mitarbeit mit großem zeitlichem und inhaltlichem Engagement zu leisten. Sie erkennen die Notwendigkeit und auch die Freude, die sich mit dieser Entwicklung verbindet. Darin zeigen sie sich als verantwortliche Mitgestalter und Planer ihrer heimatlichen Umwelt.

Lange wurde solche Bürgerbeteiligung als Konkurrenz der politischen Planung wahrgenommen; das war schon immer falsch. Inzwischen ist aber deutlich geworden, wie erfolgreich und konstruktiv die partizipativen Verfahren und die routinierten ingenieurtechnischen und ökonomischen Akteure sich ergänzen. Die fachliche Planung und das kluge Alltagswissen der Menschen gemeinsam sind die Träger einer fairen und umsichtigen Fortentwicklung unserer Gemeinschaften.

## Betriebspersonal einbinden – grenzüberschreitende Erfahrungen bei der Umsetzung von Energieprojekten in der Abwasserwirtschaft

Dipl.-Ing. Gerhard Spatzierer, ARGE Abwasser Burgenland Nord, Eisenstadt (A)  
[gerhard.spatzierer@aon.at](mailto:gerhard.spatzierer@aon.at)

Um einen energieeffizienten Betrieb von Abwasseranlagen sicherstellen zu können, sind eine diesbezügliche Planung und technische Ausstattung der Anlagen eine Grundvoraussetzung. Die volle Wirkung kann aber sicher nur dann erreicht werden, wenn auch das Betriebspersonal in allen Stufen eingebunden wird. Hier ist es vor allem erforderlich, das Personal entsprechend auszubilden und sodann durch laufende Fortbildung (Teilnahme an den Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften, Seminaren, Kursen) sowie ev. auch Mitwirkung an Benchmarking-Projekten das hierfür notwendige Fachwissen zu schaffen und Erfahrungen aus der Praxis untereinander auszutauschen.

Hier haben in den letzten Jahren vor allem die Kläranlagen-Nachbarschaften in Deutschland, Österreich, Südtirol und der Schweiz (Bodenseeraum) eine intensive Fortbildung im Rahmen der Lehrer-/Sprechertage und an den einzelnen Nachbarschaftstreffen durch Vorträge über die Grundlagen und Zusammenhänge und durch Präsentation von Beispielen aus dem Betriebsbereich durchgeführt. Zudem werden im Rahmen des jährlichen Kläranlagenleistungsvergleiches der Nachbarschaften z.T. bereits seit 10 Jahren Daten über den elektrischen Energieverbrauch der Kläranlagen erhoben und ausgewertet. Diese wertvollen Ergebnisse ermöglichen auch einen Vergleich der erzielten Leistungen und geben Impulse für weitere Verbesserungen auf der eigenen Anlage. Darüber hinaus haben diese Daten auch Eingang in das neue DWA-A 216 gefunden.

Die Publikation von Erfahrungsberichten in der KA-Betriebs-Info, die an alle Kläranlagen in D, A und der CH versandt wird, stellt eine weitere wichtige Informationsquelle für das Personal dar.

Das Betriebspersonal sollte auf den Abwasseranlagen eigentlich die besten Informationen über die einzelnen Aggregate und den optimalen Betrieb in der Praxis bei allen auftretenden Betriebszuständen besitzen. Dieser Erfahrungsschatz ist gerade bei der Umsetzung von Energieprojekten überaus wertvoll und sollte unbedingt auch schon bei der Energieanalyse und der Planung von Maßnahmen genutzt werden. Dadurch kann auch das Verständnis und die Motivation des Personals gesteigert werden (ev. auch durch finanzielle Anreize/Prämien).

Zudem liegt hier auch ein zusätzliches Spannungsfeld: Priorität hat in jedem Fall eine gesetzeskonforme Abwasserreinigung (Gewässerschutz), wobei aber keine Energie verschwendet werden soll.

Zusätzliche Einrichtungen erfordern zumeist auch eine aufwändigere MSR-Technik. Viele Messeinrichtungen werden hier eingesetzt. Auch diese benötigen eine periodische Kontrolle

und fachgerechte Wartung. Plausibilitätsprüfungen (Vergleichsmessungen, Bilanzierungen) sollten daher auch regelmäßig durchgeführt und die Betriebsprotokolle ausgewertet werden (Kläranlagenzustandsbericht). Keinesfalls sollte man hier betriebsblind werden – die Kontrolle vor Ort kann durch nichts ersetzt werden. Dies betrifft auch Pumpstationen und Messeinrichtungen im Kanalnetz – hier ist noch großer Nachholbedarf.

## **Möglichkeiten der Flexibilisierung bei Kläranlagen – Interaktion von Abwasserentsorgung und Energiewirtschaft**

## Praxisbeispiel einer energiepositiven Großkläranlageanlage – Hauptkläranlage Wien, Projekt E\_OS (Energie\_Optimierung Schlammbehandlung)

DI Dr. Markus Reichel, ebswien hauptkläranlage Ges.m.b.H. (A), [m.reichel@ebswien.at](mailto:m.reichel@ebswien.at)

### Klimaschutz mit Klärgas: Ab 2020 erzeugt die ebswien hauptkläranlage mehr Energie als zur Reinigung der Wiener Abwässer benötigt wird

Die ebswien hauptkläranlage ist die einzige Kläranlage Wiens, zu der alle Abwässer der Stadt fließen und gereinigt werden. Bei ~1,8 Mio. EinwohnerInnen in Wien, gelangt eine Schmutzfracht von ~3,1 Mio. Einwohnergleichwerten (EW) zur Anlage, bei einer Wassermenge von ~500.000 m<sup>3</sup>/d, bzw. 6 m<sup>3</sup>/s (Medianwert). Die Anlage, die eine Fläche von 42 ha umfasst, ging 1980 als einstufige Hochlast-Anlage in Betrieb. Die Inbetriebnahme der Erweiterung (2. Stufe) zur weitergehenden Stickstoff-Entfernung erfolgte 2005.

Kläranlagen zählen zu den größten Stromverbrauchern einer Kommune. Die ebswien hat einen Strombedarf von ~59 MWh/a, was etwa 1 % des Wiener Strombedarfs entspricht. Die Energie-Effizienz wurde durch verfahrenstechnische Optimierungen und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Kaplanturbine, Wasserkraftschnecke, Kleinwindkraftanlage, Photovoltaik, Solarthermie) verbessert. Der Strombedarf konnte um 11 % verringert, bzw. durch erneuerbare Energie ersetzt werden. Der spezifische Strombedarf beträgt 19,2 kWh/EW/a, bei einer Eigenstromabdeckung von 3,1 %.

Durch das Projekt E\_OS, kurz für Energie\_Optimierung Schlammbehandlung, soll die Anlage zukünftig energiepositiv werden und sogar Energie (Strom und Wärme) ins Netz einspeisen. Die Vorklärung und die 1. biologische Reinigungsstufe werden erneuert. Neu hinzu kommt eine Klärschlammbehandlungsanlage, deren sichtbarstes Zeichen sechs Faulbehälter mit einer Höhe von 30 m sein werden. Hier entsteht aus Klärschlamm Klärgas, das über 60 % Methan enthält und anschließend mittels Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme verwertet wird.

Der Umbau der Kläranlage erfolgt im laufenden Betrieb, wobei die Abwasserreinigung entsprechend der geltenden Grenzwerte jederzeit garantiert sein muss. Das erklärt die Bauzeit von mehr als fünf Jahren (2015 bis 2020).

Größte Herausforderung bei der Konzeptionierung dieses Projekts war die limitierte Fläche der Anlage, um die neue Schlammbehandlung unterzubringen. Darüber hinaus war es erklärtes Ziel die Gasausbeute und Energieeffizienz zu maximieren. Mit der Technischen Universität Wien (Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft) wurden hierfür Lösungen erarbeitet. Die Schlammproduktion wird durch gezielte verfahrenstechnische Maßnahmen in der 1. biologischen Reinigungsstufe maximiert, wodurch sich in der Faulung die Menge des produzierten Klärgases erhöht. Der Einsatz von hocheffizienten Blockheizkraftwerken optimiert die Stromproduktion, die höhere Klärschlammkonzentration in

den Faulbehältern reduziert das erforderliche Reaktionsvolumen, bzw. den Flächenbedarf und den internen Wärmebedarf und erhöht somit den Überschuss an Wärme, der in das Fernwärmenetz eingespeist werden kann. Die Stickstoffrückbelastung aus dem Trübwasser der Zentrifugen der Klärschlammverbrennung wird durch eine neue Behandlungsstufe kompensiert.

Nach Fertigstellung des Projekt E\_OS wird es energetische Optimierungsmöglichkeiten geben. So könnten z.B. die tageszeitlichen Energiebedarfs-Schwankungen durch Anpassung der Gasproduktion angepasst werden, um den Fremdstrombezug zu minimieren.

Als energie-positive Anlage wird die ebwien hauptkläranlage jährlich bis zu 15 GWh an Strom und 42 GWh an Wärme in die öffentliche Netze einspeisen können. E\_OS macht die Hauptkläranlage also zum Öko-Kraftwerk. Davon profitiert auch die Wiener Klimabilanz erheblich: Der Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten sinkt ab 2020 um rund 40.000 Tonnen pro Jahr.

## ERWAS-Projekt arrivee – Innovative Anlagenkonzepte für den Strommarkt der Zukunft

Dipl.-Ing. Oliver Gretzschel, Technische Universität Kaiserslautern (D),  
oliver.gretzschel@bauing.uni-kl.de

Co.: Dipl.-Ing. Michael Schäfer, Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt

Rückblickend auf das Jahr 2015 wurden auf der weltpolitischen Klimaschutzbühne zwei wichtige Pflöcke eingeschlagen: Zum einen der Beschluss der G7 zur Dekarbonisierung der Weltwirtschaft in diesem Jahrhundert und zum anderen die Zielfestlegung auf eine Erderwärmung kleiner als 1,5°C beim Weltklimagipfel in Paris. Diese beiden Festlegungen sind nur zu erreichen, wenn auf allen Ebenen die Aktivitäten zum Umstieg auf Erneuerbare Energien massiv ausgeweitet und innovative Konzepte für eine rasche Umsetzung entwickelt werden. Für Deutschland bedeutet dies eine Verfünff(!)fachung des bisherigen Energiewendetempos.

Hier knüpft das Projekt arrivee an, das Konzepte zur Integration von Kläranlagen in den Energie- und Speichermarkt entwickelt. Letzterer wird beim Umstieg auf erneuerbare Energie mittelfristig ab einem EE-Stromanteil von 60% zunehmend eine wichtige Rolle spielen.

In einem ersten Schritt besteht die Option den Kläranlagenbestand, i. B. mit anaerober Faulungstechnik und KWK-Anlagen, so zu nutzen, dass dieser durch die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur und deren Flexibilität im Bereich der Blockheizkraftwerke (BHKW) und deren Fahrweise, aber auch einzelner Aggregate, Dienstleistungen im Bereich der Frequenz- (Übertragungsnetz → Systemdienlicher Einsatz, z. B. Regelenergiemarkt) und Spannungshaltung (Verteilnetz → Netzdienlicher Einsatz, z.B. SmartGrid-Integration) erbringen kann. Diese werden mit dem fortschreitenden EE Ausbau zunehmend relevant oder sind es bereits heute. Um diese Flexibilitäten zu erschließen wurde in arrivee eine entsprechende Vorgehensweise entwickelt und auf die Pilotanlage Radevormwald angewendet. Die damit verbundene Simulation analysiert für verschieden Marktsituationen die Flexibilitätspotenziale sowie die Auswirkungen auf den Reinigungsprozess, der nicht beeinträchtigt werden darf.

In einem zweiten Schritt kann die im Bestand vorhandene Flexibilität durch z. B. die Herstellung eines Langzeitspeichermediums in Form von regenerativem SNG (Substitute Natural Gas) deutlich erhöht werden. Die mittelfristig anfallenden Überschüsse an EE-Strom müssen in Zukunft gespeichert werden um entsprechende Flauten auszugleichen. Kläranlagen bieten mit der regenerativen CO<sub>2</sub>-Quelle im Faulgas und Verwertungspfaden für den im Rahmen der Elektrolyse anfallenden Sauerstoff hervorragende Bedingungen. Durch Koppelung einer Wasserelektrolyse mit dem Prozess der (biologischen) Methanisierung kann ein einspeisefähiges Gas hergestellt werden, das den Langzeitspeicher „Gasnetz“ nutzen kann. Auf diese Weise kann die bereits durch die vorhandenen KWK-Anlagen existierende Flexibilität auf Kläranlagen bis zum Faktor neun gesteigert werden. Damit gelingen eine intersektorale Kop-

pelung von Strom- und Gasmarkt sowie die Nutzung bereits vorhandener Speicherkapazitäten.

Damit untersucht arrivee den Kläranlagenbestand auf bereits heute kurzfristig erschließbare Flexibilitäten, stellt aber auch gleichzeitig Anlagenkonzepte bereit, die mittelfristig von Bedeutung sein können, um den kommunalen Kläranlageninfrastrukturen eine systemrelevante Nutzung im Energiesektor zu ermöglichen und somit einen weiteren wichtigen Beitrag zur Daseinsvorsorge und den angedachten Klimaschutzzielen zu leisten.

Publikationen, Fachbeiträge, Poster und Präsentationen zum Projekt finden Sie unter: [www.erwas-arrivee](http://www.erwas-arrivee).



## **Bausteine einer zukünftigen Kläranlage: Abwasserbehandlung und Energiesystemdienstleistung**

**Dr.-Ing. Christian Schaum, Technische Universität Darmstadt (D),  
c.schaum@iwar.tu-darmstadt.de**

**Co.: Dr. Till Ansmann, inter 3 Institut für Ressourcenmanagement, Berlin (D)  
in Kooperation mit dem gesamten Projektteam von ESiTI - [www.esiti.de](http://www.esiti.de)**

### **Kläranlage der Zukunft - Vom Klären zum flexiblen Kraftwerk und Ressourcenstation?**

Die Kläranlage der Zukunft vereint den Gesundheits-, Gewässer- und Ressourcenschutz. Die Herausforderungen sind vielfältig. Dies bekräftigen die Ergebnisse einer aktuellen Expertenfrage von ESiTI. Neben der Integration von neuen Verfahrenstechniken z.B. für die Elimination von Mikroschadstoffen oder die Rückgewinnung von Phosphor gilt es die Bewirtschaftungsprozesse im Kläranlagenbetrieb auf die (zukünftigen) Anforderungen im Energiesektor auszurichten. Die bedarfsgerechte Bereitstellung und Speicherung von Energie sowie der Ausgleich von Lastspitzen in den Energienetzen, insbesondere Strom, ist im Rahmen der Energiewende eine der großen Herausforderungen. Für Kläranlagen bieten sich hier enorme Potenziale, das Energiemanagement zu optimieren und eine sichtbare Rolle für eine erfolgreiche Energiewende einzunehmen.

### **Klärschlamm ein Rohstoff der Energiewirtschaft?**

Fokus energetischer Optimierungen auf Kläranlagen ist bislang die konventionelle Steigerung der Energieeffizienz auf Basis von Jahresmittelwerten (z.B. Energieanalysen gemäß DWA-A 216). Die Klärschlammbehandlung, d.h. die Nutzung von Klärschlamm als chemisch gebundene Energie einschließlich der Umwandlung zu Faulgas bzw. Strom und Wärme, werden bislang oft vernachlässigt. Dabei besitzt die Klärschlammbehandlung alle verfahrenstechnischen Möglichkeiten einer bedarfsgerechten Erzeugung bzw. Speicherung von Energie. Von hoher Relevanz ist dabei das Zusammenspiel von Speichern (Klärschlamm, Co-Substrate, Faulgas), der unterschiedlichen Flexibilität der verfahrenstechnischen Einheiten (hohe Flexibilität bspw. BHKW; geringe Flexibilität bspw. Monoklärschlammverbrennung) sowie der Schaffung von Wärmesenken (bspw. mittels Thermodruckhydrolyse). Damit kann das Energiemanagement auf der Kläranlage auf zwei wesentliche energiewirtschaftliche Herausforderungen ausgerichtet werden:

(1) Die zukünftige Energieversorgung baut darauf, Erzeugung und Verbrauch von Energie auf der niedrigsten möglichen Ebene auszubalancieren (VDE 2015<sup>1</sup>). Am Kläranlagen-

---

<sup>1</sup> VDE (2015): Der Zellulare Ansatz, Studie der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (ETG), Frankfurt/Main

standort erfordert dies den Ausgleich von Energieverbrauch und -erzeugung im Tagesgang.

- (2) Kläranlagenbetreiber können ihr Energiemanagement optimieren, indem sie Flexibilität im Bewirtschaftungsprozess auf den Stromhandels- und Regelleistungsmärkten vermarkten. Damit leisten sie zugleich einen Beitrag zu Netzstabilität und Versorgungssicherheit (BMWi 2015<sup>2</sup>).

### **Zusätzliche Behandlungsstufen - ein energetischer Rückschritt?**

Mit der Integration zusätzlicher Behandlungsstufen bspw. für die Elimination von Mikro- und Schadstoffen oder die Phosphorrückgewinnung droht auf der Kläranlage auf den ersten Blick der Anstieg im Gesamtenergieverbrauch. Mit Blick auf die zukünftigen Anforderungen im Energiesektor bieten sich auf den zweiten Blick weitere Potenziale einer energetischen Optimierung.

---

<sup>2</sup> BMWi (2015): Ein Strommarkt für die Energiewende (Weißbuch), BMWi, Berlin

## Regelenergielastausgleich in Infrastrukturanlagen: Erfahrungsbericht aus einem Schweizer Leuchtturmprojekt

Dipl.-Bauing. HTL Beat Kobel, Ryser Ingenieure AG, Bern (CH), [beat.kobel@rysering.ch](mailto:beat.kobel@rysering.ch)

Eine Verschiebung von Stromlasten bei Wasserversorgungen und Kläranlagen ist sinnvoll und machbar, ohne den Betrieb zu beeinträchtigen. Dies zeigt das Leuchtturmprojekt von InfraWatt, Alpiq und Ryser Ingenieure AG mit detaillierten Analysen an konkreten Fallbeispielen. Nun werden erstmals Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit eines nationalen Regelpools mit Wasserversorgungen und Kläranlagen in der Praxis geprüft und die Zertifizierung bei der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid mittels Präqualifikation bei einer Mindestleistung von 1 MW, d.h. +/- 0.50 MW Sekundärregelleistung SRL (symmetrisch) erwirkt.

Anhand einer Studie, die mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie (BFE) erstellt wurde, konnte aufgezeigt werden, dass die Potenziale der Kläranlagen, Wasserversorgungen und Müllverbrennungsanlagen in der Schweiz für einen Lastausgleich beachtlich sind. Von den heute installierten Leistungen "Verbrauch" von ca. 200 bis 400 MW und "Produktion" von ca. 400 MW lassen sich beim "Verbrauch" ca. 150 bis 200 MW und bei der "Produktion" ca. 250 bis 300 MW zeitlich verschieben.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde, ebenfalls mit Unterstützung des BFE, ein Leuchtturmprojekt gestartet, um die Machbarkeit in der Praxis zu testen.

Gemäss den durchgeführten Untersuchungen an Fallbeispielen verfügen Wasserversorgungen über entsprechende Voraussetzungen zur Lastverschiebung. Wasserversorgungen haben in der Regel einen gut planbaren zeitlichen Bedarf an Trinkwasser. Reservoirs sind oft grosszügig bemessen und können meist innerhalb von wenigen Stunden mit den bestehenden Pumpen zuverlässig gefüllt werden. Dies ergibt einen zeitlichen Spielraum, die Pumpen zu gewissen Zeiten in Betrieb zu nehmen oder auszuschalten und dennoch die Reservoirs rechtzeitig zu füllen. Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen konzentriert man sich bei den Wasserversorgungen auf die Stromkostenoptimierung und die Tertiärregelleistung TRL. Auf den Kläranlagen sind es vor allem Blockheizkraftwerke, die sich für eine Lastverschiebung eignen. Da sich die Temperatur im Faulraum nur langsam verändert, muss die Wärme nicht stetig geliefert werden. Dadurch kann das Blockheizkraftwerk in einem gewissen Rahmen flexibel ein- oder ausgeschaltet werden. Voraussetzung ist allerdings, dass gleichzeitig ein Spielraum bei der Gaslieferung bzw. eine Reserve beim Gasbehälter vorhanden ist. Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen konzentriert man sich bei den Kläranlagen auf das Lastspitzenmanagement und die Tertiär- und Sekundärregelleistung TRL und SRL.

Das Leuchtturmprojekt hat für 3 Wasserversorgungen anhand von konkreten Projekten ein wirtschaftliches Potential von ca. 4'400 kW (TRL-) und bei 5 Kläranlagen anhand von konkreten Projekten ein wirtschaftliches Potential von ca. 4'530 kW (TRL+/SRL+/-) ermittelt. Diese

Anlagen bilden somit die Basis für den Betrieb des Regelpools nach der Präqualifikation durch Swissgrid ab Sommer/Herbst 2016 und erfüllen damit die minimalen Vorgaben der nationalen Netzgesellschaft. Dem weiteren Ausbau des Regelpools steht somit nichts mehr im Wege und mit einer Auszahlung von 70% der Einnahmen des Regelpoolanbieters an jeden einzelnen Regelleistungslieferanten im Pool gestaltet sich diese Massnahme trotz den aktuell sinkenden Erlösen beim Netzausgleich für jede einzelne Anlage wirtschaftlich.

Aktuell ist die Netzentlastung durch Infrastrukturanlagen ein wirtschaftliche interessantes "nice to have". Doch mit zunehmendem "Demand Side Management" und voraussichtlich steigenden Leistungstarifen wird es zu einem Muss und für diejenigen Infrastrukturanlagen, die nicht vorbereitet sind, kann die Strombeschaffung zukünftig sehr teuer werden!

## **Möglichkeiten der Flexibilisierung bei der Talsperrenbewirtschaftung – Nutzung von Energiepotentialen und Auswirkungen**

## Dynamisierung von Trinkwassertalsperren – Auswirkungen einer energetischen Optimierung

Jan Echterhoff, M.Sc., Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e.V. (D), [echterhoff@fiw.rwth-aachen.de](mailto:echterhoff@fiw.rwth-aachen.de)

Vor dem Hintergrund schwankender Verfügbarkeiten erneuerbarer Energien und variierender Energiepreise, könnten energetische Potenziale von Trinkwassertalsperren einen wichtigen Beitrag leisten. Im BMBF-Vorhaben ENERWA werden deshalb die Auswirkungen einer energieoptimierten Flexibilisierung des Abflussregimes bzw. der Trinkwassertalsperrenwasserabgabe auf die Rohwasserqualität des Wasserkörpers und ökologische Qualität des Unterlaufs eingehend untersucht und mit den vermeintlich konkurrierenden Nutzungen einer integralen Talsperrenbewirtschaftung abgeglichen.

Integrale Bewirtschaftung ist derzeit gleichbedeutend mit der Berücksichtigung der Wassergüte im Wasserwirtschafts- und Betriebsplänen von Trinkwassertalsperren (siehe DIN 19700). Insbesondere Trinkwassertalsperren sind durch ihren primären Zweck, der Sicherstellung von Rohwasser für die Trinkwasserversorgung in ausreichender Qualität und Menge und der zusätzlichen Anforderung des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung, in ihrer Bewirtschaftung stark eingegrenzt.

Eine energieoptimierte Steuerung der Rohwasserabgabe ist daher nicht Teil der integralen Bewirtschaftung von Trinkwassertalsperren. Bisherige Ansätze der integralen Talsperrenbewirtschaftung, zur Sicherung eines bestmöglichen quantitativen und qualitativen Wasserdargebots, sind eine kontrollierte Eintragsbewirtschaftung, eine gezielte Bewirtschaftung der Ökosystemstruktur, die Ausgestaltung der Uferrandstreifen zur Aufenthaltszeitverlängerung und eine Nahrungsnetzbewirtschaftung. Die Untersuchungen in ENERWA haben jedoch gezeigt, dass eine energieoptimierte Dynamisierung der Talsperrenwasserabgabe keine konkurrierende Nutzung sein muss, vielmehr die Wirkung der bisherigen Ansätze verstärkt und zudem potentiell zu einer Verbesserung des ökologischen Zustands des Unterlaufs beitragen kann. So kann beispielsweise ein gezieltes, über die Wassermengenabgabe gesteuertes, Schwebstoff- bzw. Feinsediment- und Nährstoffmanagement zur Verbesserung der Rohwasserqualität im Staukörper und zur Rhithralisierung und morphologischen Verbesserung im Unterlauf beitragen.

Um eine vorrausschauende, operative und integrale Talsperrenbewirtschaftung unter Berücksichtigung einer energetisch optimierten Wassermengenbewirtschaftung, Rohwassergüte und hydroökologischen Bewirtschaftung des Unterlaufs umsetzen zu können, muss das System aus Einzugsgebiet, Staukörper und Fließgewässer als Einheit betrachtet werden.

## Nutzung von Energiepotentialen bei der Talsperrenbewirtschaftung als zentraler Baustein eines zukünftigen erneuerbaren Energiesystems

**Prof. Dr. Markus Aufleger, Universität Innsbruck (A), [markus.aufleger@uibk.ac.at](mailto:markus.aufleger@uibk.ac.at)**

Wasserkraftanlagen werden hinsichtlich verschiedener Kriterien differenziert. Neben der Fall- bzw. Druckhöhe (z.B. Hochdruckanlage, Niederdruckanlage), der grundsätzlichen Anordnung (z.B. Ausleitungskraftwerk, Flusskraftwerk) sind Wasserkraftanlagen insbesondere hinsichtlich der möglichen Betriebsweise (Laufwasser- und Speicherkraftwerke) zu unterscheiden.

Speicherkraftwerke bedingen das Vorhandensein eines Stauraumes, in welchem der Wasserspiegel in allgemeinem innerhalb fest definierter Ober- und Untergrenzen schwanken kann. Auf diese Weise wird es möglich, die Stromproduktion entsprechend den schwankenden Anforderungen des Strommarktes zu steuern. Wichtige Spitzen- und Regelenergie kann so erzeugt werden. Neben den Einschränkungen hinsichtlich des für diese Aufgabe nutzbaren Stauraumes ergeben sich Begrenzungen aufgrund der Maschinenteknik (Ausbauleistung, Flexibilität der Turbinen) und der sich anschließenden Flussstrecke (insbesondere aufgrund der ökologischen Beeinträchtigungen durch Schwall und Sunk).

Grundsätzlich ist somit das Vorhandensein bzw. der Bau von Talsperren Voraussetzung für die bedarfsgerechte Erzeugung von Spitzen- und Regelenergie aus Wasserkraft. Pumpspeicherkraftwerke sind seit langer Zeit als bisher einziger relevanter Stromspeicher Teil des mitteleuropäischen Stromnetzes. Auch sie bedingen die Existenz von Ober- und Unterbecken, welche in der Regel durch Talsperren oder sehr ähnliche Bauwerke gebildet werden.

Unsere zukünftige Stromerzeugung soll weitgehend auf Sonnen- und Windenergie beruhen. Aufgrund deren Volatilität wird die Bedeutung einer umweltverträglichen Bereitstellung von Spitzen- und Regelenergie weiter zunehmen. Speicherwasserkraftanlagen sowie Pumpspeicherkraftwerke können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Der ökologisch verträglichen Bewirtschaftung der Stauräume kommt hier eine wichtige Bedeutung zu.

## Dynamik der Fliessgewässer unterhalb von Talsperren

**Philipp Meier, Eawag, Kastanienbaum (CH), philipp.meier@eawag.ch**

Jede Nutzung eines Fliessgewässers, bei der Wasser entnommen, gespeichert oder umgeleitet wird, beeinflusst die Dynamik des Abflusses. In Alpinen Gewässern, die bedingt durch die Schnee- und Gletscherschmelze ein charakteristisches Abflussregime mit sehr hoher Dynamik aufweisen, können solche Eingriffe die Ökosysteme in Fliessgewässern erheblich beeinträchtigen. Während unterstrom von Wasserentnahmen und Talsperren die Dynamik eingedämmt wird, kann der Abfluss bei der Rückgabe, insbesondere bei Einleitungen aus Wasserkraftwerken, eine zu starke Fluktuation aufweisen.

Das Fehlen der natürlichen Dynamik hat vielfältige Auswirkungen auf Ökosysteme. Am augenfälligsten sind diese in Schwemmflächen die, ohne regelmässige Hochwasser, von stabiler, mehrjähriger Vegetation besiedelt werden. Durch die resultierende Einengung des Flusskorridors gehen sowohl terrestrische wie auch aquatische Lebensräume verloren. Einzelne Hochwasserkönnen dieser Einengung jedoch entgegenwirken. In einem Pilotprojekt an der Spöl im Schweizer Nationalpark unterhalb des Lago di Livigno werden seit dem Jahr 2000 regelmässig künstliche Hochwasser erzeugt. Aus ökologischer Sicht kann dieses Projekt als Erfolg gewertet werden.

Zu grosse Abflussschwankungen, auch Schwall und Sunk genannt, treten vor allem bei Wasserkraftwerken auf, die zur Deckung der Verbrauchsspitzen betrieben werden. Durch innerhalb eines kurzen Zeitraumes wiederholte Zyklen von schnellem Ansteigen (Schwall) und schnellem Abnehmen des Abflusses (Sunk) werden Lebensräume von Fischen und Makroinvertebraten beeinträchtigt. Auch physikalische Eigenschaften, wie Temperatur und Trübung, können sich in kurzer Zeit ändern. Um diese Auswirkungen zu quantifizieren kann zum Beispiel die Veränderung der geeigneten Standorte für Forellen untersucht werden. Eine Sanierung von Schwall und Sunk kann durch betriebliche oder bauliche Massnahmen erreicht werden. Da betriebliche Einschränkungen oft eine wirtschaftliche Einbusse bedeuten, werden bauliche Massnahmen, wie der Bau von Ausgleichsbecken, bevorzugt. Ein konkretes Beispiel eines Ausgleichsbeckens im Berner Oberland wird vorgestellt.







### **Ansprechpartner**

Wolf Merkel  
w.merkel@iww-online.de

Anja Rohn  
a.rohn@iww-online.de

### **Projektkoordination ENERWA**

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut  
für Wasserforschung gemeinnützige GmbH  
Moritzstraße 26  
45476 Mülheim  
Tel.: +49 (0)208 - 40303-0

### **Ergebnissynthese und -transfer**

Forschungsinstitut für Wasser- und  
Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e.V.  
Kackertstraße 15 - 17  
52056 Aachen  
Tel.: +49 (0)241 80 268 25