



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS



FORSCHUNG

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Die Versorgung mit Wasser und Energie ist für unsere Lebensqualität von entscheidender Bedeutung. Gleichzeitig sind beide Bereiche eng miteinander verbunden. Auf der einen Seite ist die Wasserwirtschaft ein großer Energieverbraucher, sie kann auf der anderen Seite aber auch ein Energieproduzent sein. Für die Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen werden Energieeffizienz und die Einbindung in ein intelligentes Energiemanagement deshalb zu immer wichtigeren Herausforderungen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat daher die Fördermaßnahme „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS“ gestartet. Die Fördermaßnahme ist Teil des BMBF-Förderschwerpunktes „Nachhaltiges Wassermanagement – NaWaM“ im Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ (FONA).

In ERWAS fördert das BMBF mit ca. 27 Mio. € zwölf Verbundprojekte mit rund 80 Projektpartnern, die von 2014 bis 2017 neue, zukunftsfähige technologische Ansätze, Systemlösungen und Konzepte entwickeln. Diese können zum einen auf einen effizienteren und sparsameren Umgang mit Energie abzielen; zum anderen können sie aber auch auf einer nachhaltigen Energiegewinnung durch eine bessere Nutzung vorhandener Ressourcen aufbauen (z. B. Nutzung der im Abwasser enthaltenen Energie). In allen Verbundprojekten arbeiten Wissenschaft und Praxis Hand in Hand. Damit wird sichergestellt, dass die wissenschaftlichen Ergebnisse den Anforderungen der Praxis entsprechen und schnell umgesetzt werden können. Aspekte, die in mehreren Verbänden relevant sind, werden in verbundübergreifenden Arbeitsgruppen behandelt. So wird ein einheitliches Vorgehen innerhalb der Fördermaßnahme gewährleistet und Synergien werden genutzt.

Ein Vernetzungs- und Transfervorhaben (ERWASNET) begleitet die Arbeit der Verbundprojekte und unterstützt die Kommunikation zwischen den Verbänden und mit

der Praxis. ERWASNET wird von einem Konsortium bestehend aus der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) und der TUTTAHS & MEYER Ingenieurgesellschaft für Wasser-, Abwasser- und Energiewirtschaft mbH durchgeführt.

Kontakt zum Vernetzungs- und Transfervorhaben (ERWASnet)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Anett Baum, Dr. Nina Hüffmeyer
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
Tel.: +49 2242 872-124 / 209
Fax: +49 2242 872 184
E-Mail: baum@dwa.de, hueffmeyer@dwa.de
www.bmbf.nawam-erwas.de

Laufzeit

01.11.2013 – 31.10.2017

Ansprechpartner beim BMBF

Dr. Helmut Löwe
Referat 724 – Ressourcen und Nachhaltigkeit
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Tel.: +49 228 9957-2110
E-Mail: helmut.loewe@bmbf.bund.de

Ansprechpartner beim Projektträger

Dr. Thomas Deppe
Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA), Wassertechnologie
Telefon: +49 351 463-31443
E-Mail: thomas.deppe@kit.edu

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

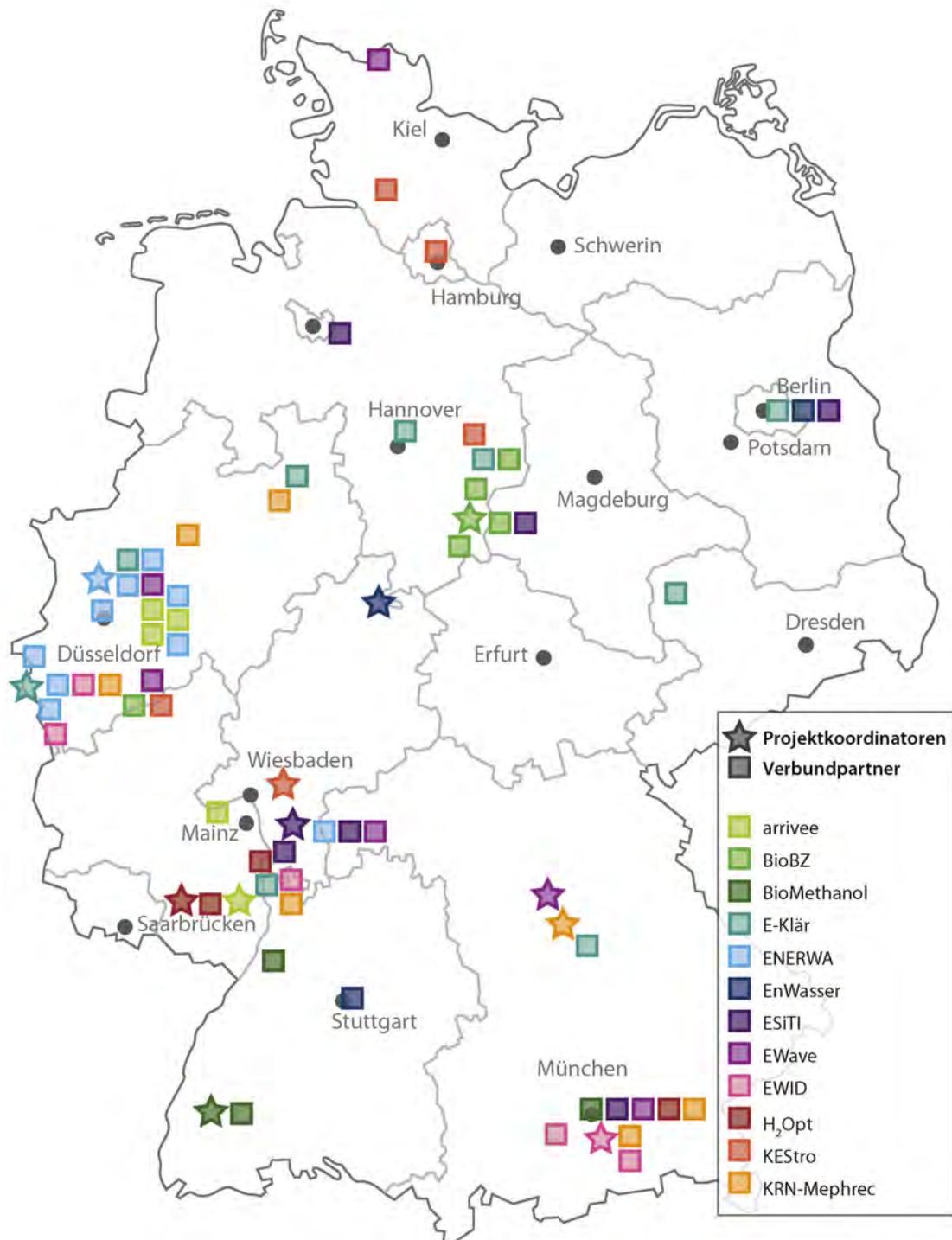
Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Architektur-Bildarchiv / Thomas Robbin

Bonn, Berlin 2015

Projektbeteiligte der ERWAS-Verbundprojekte



arrivee – Anlagen der Abwasserreinigung als Regelbaustein in Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Der Energiesektor befindet sich im Wandel. Schwankende Energiemengen aus Solar- und Windkraftanlagen können zu Problemen im Stromnetz führen. Die Wasserwirtschaft kann hier aushelfen und als Energiespeicher und Energieerzeuger dienen, um das Stromnetz zu stabilisieren und Abschaltungen erneuerbarer Energieanlagen zu verhindern. Das Verbundprojekt arrivee entwickelt dazu ein optimiertes Regelenergie- und Speicherkonzept für Kläranlagen mit Faulungstechnik. Im Ergebnis soll eine gezielte Steuerung der stromproduzierenden bzw. stromverbrauchenden Aggregate entsprechend des Bedarfs bzw. Angebots im Stromnetz erreicht werden.

Potenziale erkennen ...

In Deutschland sind Kläranlagen flächendeckend vorhanden – mehr als 95% der Bevölkerung sind an Kläranlagen angeschlossen. Kläranlagen verbrauchen einerseits erhebliche Mengen an Energie, andererseits kann auch durch die Produktion von Faulgas Energie aus Abwasser gewonnen werden.

Ziel des Verbundprojektes arrivee ist es, Kläranlagen in ein Konzept zur optimalen Regelung und Speicherung von Energie einzubinden. Hierzu sollen zuerst die vorhandenen technischen Voraussetzungen von Kläranlagen analysiert werden. Bisher nutzen Kläranlagen den Strom überwiegend selbst, den sie unter Einsatz von Gasspeichern und Blockheizkraftwerken aus Faulgas produzieren.

... um vorhandene Strukturen ...

Da Erzeugung und Verbrauch von Energie in Kläranlagen zeitlich flexibel gesteuert werden können,

haben sie das Potenzial, beim Ausbau der erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle zu spielen: Sie können Ausgleich schaffen, wenn der Wind nicht weht oder die Sonne nicht scheint – und so die Stabilität im Stromnetz sicherstellen. Denn auf Kläranlagen bestehen vielfältige Möglichkeiten für die Speicherung und Umwandlung von überschüssigem Strom aus schwankender erneuerbarer Energie. Hierzu darf beispielsweise das Biogas, das in Kläranlagen erzeugt wird, nicht nur nach Erfordernissen des eigenen Betriebs verwendet werden, sondern muss als Teil eines Gesamtkonzeptes genutzt werden.

Durch die intelligente Nutzung bereits vorhandener Anlagentechnik können so die Potenziale der erneuerbaren Energie optimal zum Zuge kommen. Indem auch Überlastungen im Stromnetz vermieden werden, kann der weitere Ausbau des Stromnetzes reduziert werden.

... optimal zu nutzen

Um die Versorgungsnetze Energie und (Ab)Wasser in diesem Sinne zu verbinden, entwickelt arrivee eine Managementstrategie und erarbeitet Ansätze für einen



Energiespeicher – Faulturm und Gasspeicher der Kläranlage Radevormwald.

flächendeckenden Einsatz der Lösungen in Deutschland. Die Partner des Verbundprojektes untersuchen die verschiedenen Bausteine von Kläranlagen auf ihre Eignung zur energetischen Regelung und beurteilen die jeweiligen Effekte. Auf dieser Grundlage werden technische Anlagenkonzepte für die Umsetzung der Managementstrategien entwickelt und die Auswirkungen auf Betrieb und Energiebilanz der Kläranlagen sowie auf die Stromnetze analysiert.

Am Beispiel einer Pilotanlage untersucht arrivee die Verwertungsmöglichkeiten vor Ort sowie die Effizienz der Anpassungsschritte. Außerdem betrachtet das Projekt das Zusammenspiel von Markt, Netzlast und Kläranlage. In einem weiteren Schritt werden einzelne Regelbausteine der Kläranlage in einem virtuellen Kraftwerk simuliert. Damit wird die Praktikabilität der zuvor theoretisch untersuchten Möglichkeiten überprüft.

Auf diesem Weg will arrivee zur inhaltlichen und technischen Verknüpfung der Abwasserwirtschaft und der Energieversorgung beitragen. Die neuen Erkenntnisse sollen genutzt werden, um Kläranlagen in ein Konzept zur Energiespeicherung und Regelung einzubinden und so einen Beitrag zur Energiewende zu leisten. Die an die Bereitstellung von Regelenergie gebundenen wirtschaftlichen Vorteile können gleichzeitig den Kommunen helfen, die Kosten der Abwasserentsorgung langfristig zu stabilisieren.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

arrivee – Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein in intelligenten Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung
(Förderkennzeichen: 02WER1320A-D, F-H)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.983.000 €

Kontakt

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt
TU Kaiserslautern
Paul-Ehrlich-Straße 14
67663 Kaiserslautern
Tel.: +49 (0) 631-205 2946
Fax: +49 (0) 631-205 3905
E-Mail: info@erwas-arrivee.de
www.erwas-arrivee.de

Projektpartner

Technische Universität Kaiserslautern
Bergische Universität Wuppertal
iGas GmbH
Institut für Innovation, Transfer und Beratung
gemeinnützige GmbH – ITB
Stadtwerke Radevormwald GmbH
Wupperverband
Wupperverbandsgesellschaft für integrale Wasserwirtschaft
mbH - WiW

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Wupperverband

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

BioBZ – Die bio-elektrochemische Brennstoffzelle als Baustein einer energieerzeugenden Kläranlage

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Das Verbundprojekt BioBZ hat sich zum Ziel gesetzt, die Technik von Brennstoffzellen zu verwenden, um die in Abwasser enthaltene chemische Energie direkt nutzbar zu machen und daraus Strom oder Wasserstoff zu produzieren. Anders als in herkömmlichen Brennstoffzellen, werden dabei lebende Mikroorganismen eingesetzt. Zwar ist die erreichbare Leistung dieser „bio-elektrochemischen“ Brennstoffzellen vergleichsweise gering, doch verschafft die direkte Nutzung von Abwasserinhaltsstoffen als Primärenergieträger dem neuen Ansatz deutliche Vorteile. Neben der direkten Stromgewinnung ermöglicht er auch eine Einsparung von Belüftungsenergie bei der konventionellen Abwasserbehandlung. Damit könnte die biologische Brennstoffzelle einen wesentlichen Beitrag zur Wandlung kommunaler Abwasserbehandlungsanlagen in Energie liefernde Anlagen leisten.

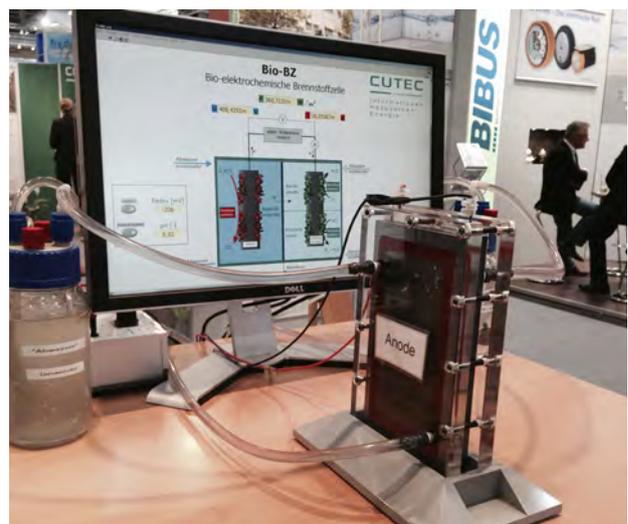
Innovative Abwasserreinigung ...

In der herkömmlichen Abwasserbehandlung erfolgt der Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen mit Hilfe des so genannten Belebtschlamm-Verfahrens. Dazu muss dem Abwasser unter Einsatz von elektrischer Energie Sauerstoff zugeführt werden. Lediglich ein kleiner Teil der im Abwasser enthaltenen chemischen Energie kann durch Faulung des Klärschlammes für die Gewinnung von Klärgas genutzt werden. Mit der bioelektrochemischen Brennstoffzelle eröffnet sich eine neue Möglichkeit, im Wasser gelöste organische Inhaltsstoffe bei Umgebungstemperaturen abzubauen und hierdurch Strom oder den Energieträger Wasserstoff zu gewinnen. Ergänzend ist auch ein Abbau von Nitrat möglich, welches ansonsten zu Belastungen von Gewässern führen kann.

Der Einsatz von Mikroorganismen in Brennstoffzellen hängt von vielen unbekanntem Einflussgrößen ab. Daher untersuchen die Projektpartner von BioBZ zunächst verschiedene Konzepte parallel, um elektrochemische, biochemische und technologische Fragen zu beantworten. Sie setzen hauptsächlich reale kommunale Abwässer ein, um das Material und die Oberflächenstruktur für verwendete Elektroden, die Effizienz des Abbaus von Nährstoffen und die Stromausbeute zu optimieren. Diese Erkenntnisse werden anschließend in die Konstruktion einer Pilotanlage einfließen.

... mit Steigerung der Energieeffizienz ...

Die Pilotanlage soll dann auf der Kläranlage in Goslar installiert und untersucht werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Prozess wie auch das verwendete Material im Rahmen der Pilotversuche weiter verbessert werden müssen.



Messemodell einer bio-elektrochemischen Brennstoffzelle

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen ermöglichen es anschließend, die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen des Einsatzes von Brennstoffzellen zu analysieren. Gleichzeitig können die nötigen Randbedingungen und das Potenzial der Integration von Brennstoffzellen in bestehende Kläranlagen erarbeitet und bewertet werden.

Die Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen hängen entscheidend von den Material- und Herstellungskosten solcher Anlagen ab. Daher legt das Verbundprojekt BioBZ einen besonderen Fokus auf die Entwicklung kostengünstiger Materialien und Komponenten, einschließlich einer preiswerten Produktion der Anlagen. Hierzu sind im Verbund Industriepartner eingebunden. Diese bringen Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von Materialien für die benötigten Elektroden und Membranen mit, wie auch für den Bau und Betrieb der Anlagen.

... auf dem Weg in die Anwendung

Zusammenfassend soll mit dem Verbundprojekt erstmalig in Deutschland die Leistungsfähigkeit der bioelektrochemischen Brennstoffzelle auf einer Kläranlage demonstriert und bewertet werden. Das Verbundprojekt widmet sich darüber hinaus der Thematik der Mikro-schadstoffe, welche im Rahmen der kommunalen Abwasserreinigung zunehmende Aufmerksamkeit erfahren.



Kläranlagen könnten zukünftig als Energielieferanten dienen

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

BioBZ – Die bio-elektrochemische Brennstoffzelle als Baustein einer energieerzeugenden Abwasserbehandlungsanlage (Förderkennzeichen: 02WER1317A-F)

Laufzeit

01.05.2014 – 30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

2.536.000 €

Kontakt

Clausthaler Umwelttechnik Institut (CUTEC)
 Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers
 Leibnizstraße 21+23
 38678 Clausthal-Zellerfeld
 Tel.: +49 (0) 5323 933-243
 Fax: +49 (0) 5323 933-100
 E-Mail: michael.sievers@cutec.de
 www.bio-bz.de

Projektpartner

Clausthaler Umwelttechnik Institut (CUTEC)
 TU Clausthal
 TU Braunschweig
 DVGW-Forschungsstelle – Engler-Bunte-Institut am KIT
 Eisenhuth GmbH
 EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
 Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
 Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

CUTEC; Eurawasser

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

BioMethanol – Nachhaltige Synthese des Energieträgers Methanol aus Abwasser

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

In der Abwassereinigung muss bislang eine beträchtliche Menge Strom für die Entfernung organischer Inhaltsstoffe aufgewendet werden. Gleichzeitig enthalten diese selbst Energie. An diesem Punkt setzt das interdisziplinäre Verbundprojekt Bio-Methanol an: Die im Abwasser enthaltene Energie soll genutzt werden, um Methanol herzustellen und damit die Abwassereinigung effizienter zu machen. Methanol eignet sich hervorragend als lager- und transportfähiger Energieträger und kann darüber hinaus auch als Grundstoff für chemische Synthesen eingesetzt werden.

Abwasser energieeffizient reinigen ...

In der klassischen Abwassereinigung werden die organischen Rückstände in kommunalen oder auch industriellen Kläranlagen mit Hilfe von Bakterien in einer aeroben Reinigungsstufe abgebaut und entfernt. Dort muss das Abwasser unter beträchtlichem Stromverbrauch belüftet werden, um den Abbau der organischen Kohlenstoffverbindungen zu Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von Mikroorganismen zu ermöglichen. Die im Abwasser vorhandene Energie kann nur zu einem Teil über eine nachgeschaltete Vergärung des Klärschlammes zu methanreichem Faulgas verwertet werden.

Die in chemischen Verbindungen enthaltene Energie kann jedoch auch durch so genannte Brennstoffzellen zur Stromerzeugung nutzbar gemacht werden. Als alternative Abwasserreinigungs-Technologie könnten mikrobielle Brennstoffzellen eingesetzt werden, in denen spezielle Bakterien die Abwasserinhaltsstoffe abbauen und gleichzeitig die frei werdende Energie in elektrischen Strom umwandeln. So kann auf die energieintensive Belüftung des Belebtschlamm-Beckens verzichtet und

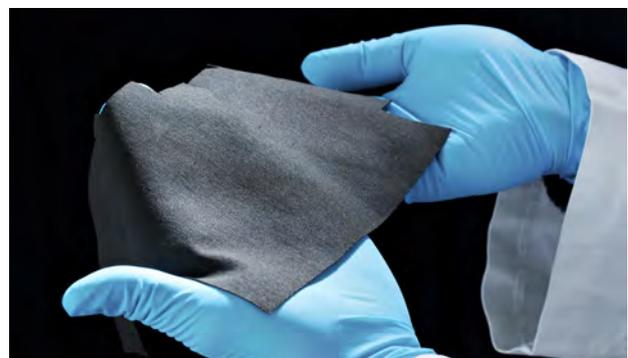
dabei sogar elektrischer Strom erzeugt werden, was die Gesamteffizienz des Prozesses weiter erhöht.

... und Wasserstoff erzeugen...

Ein vielversprechender Schritt ist außerdem, in solch einer mikrobiellen Brennstoffzelle Wasserstoff zu erzeugen, indem eine zusätzliche elektrische Spannung angelegt wird. Die hierzu notwendige elektrische Energie ist deutlich geringer als bei der klassischen Elektrolyse, da ein Teil der Elektrizität mit Hilfe der Bakterien aus dem Abwasser gewonnen wird. Wasserstoff stellt zwar einen guten Energieträger dar, doch sind die Lagerung und insbesondere der Transport von Wasserstoff vergleichsweise aufwändig. Daher setzen die Projektpartner von BioMethanol hier mit einem neuen Konzept an.

... um den Energieträger Methanol zu gewinnen

Dazu wird der erzeugte Wasserstoff in einem nachgeschalteten Schritt in den lager- und transportfähigen Energieträger Methanol umgewandelt. Das hierzu



Poröses Elektrodenmaterial aus Aktivkohle-Gewebe, an dem sich die stromproduzierenden Bakterien ansiedeln

nötige Kohlenstoffdioxid kann beispielsweise aus dem Abgas eines Blockheizkraftwerks entnommen werden. Im Gegensatz zur etablierten Methanolproduktion aus fossilen Energieträgern wie Braunkohle oder Erdgas ist der vorgestellte Prozess nachhaltig und energieeffizient, da die im Abwasser enthaltene Energie für den Syntheseprozess verwendet wird. Methanol dient übrigens nicht nur als Energieträger in Verbrennungsmotoren, sondern stellt auch einen wertvollen Grundstoff für chemische Produkte dar.

Im Rahmen von BioMethanol wird eine Demonstrationsanlage zur Methanolproduktion aus Abwasser im Labormaßstab entwickelt. Die Projektpartner betrachten das Gesamtkonzept unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten, und bewerten dessen Anwendungspotenzial für die Aufbereitung verschiedener kommunaler und industrieller Abwasserströme.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

BioMethanol – Nachhaltige Synthese des Energieträgers Methanol aus Abwasser
(Förderkennzeichen: 02WER1314A-D)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.484.000 €

Kontakt

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,
Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung, Universität Freiburg
Dr. Sven Kerzenmacher
Georges-Köhler-Allee 103
79110 Freiburg
Tel.: +49 (0) 761 203-73218
Fax: +49 (0) 761 203-73299
E-Mail: sven.kerzenmacher@imtek.de
www.biomethanol.uni-freiburg.de

Projektpartner

Universität Freiburg
Karlsruher Institut für Technologie
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Solvay Acetow GmbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

T. Klink / BW Stiftung

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

E-Klär – Entwicklung und Integration innovativer Technologien für die Kläranlagen der Zukunft

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Für kommunale Kläranlagen ergeben sich durch steigende Ansprüche an die Energie- und Ressourceneffizienz sowie durch Schadstoffe und Krankheitserreger neue Herausforderungen. Um zukunftsfähige Konzepte für Kläranlagen zu entwickeln, müssen bewährte Verfahren hinterfragt und neue innovative Technologien eingesetzt werden. So haben sich die Partner des Verbundprojektes E-Klär vorgenommen, Konzepte für die „Kläranlagen der Zukunft“ zu entwickeln und mögliche Ansätze zur Erreichung dieses Ziels zu erarbeiten.

Abwasser ist eine Ressource, die neben Schadstoffen auch chemisch gebundene Energie und verwertbare Stoffe enthält. Ziel des Verbundprojektes E-Klär ist es, Strategien zu entwickeln, um diese Potenziale optimal zu nutzen sowie den Energieverbrauch von Kläranlagen zu senken.

Entwicklung neuer Behandlungskonzepte zur ...

Hierzu erproben die Projektpartner von E-Klär innovative und energieeffiziente Verfahren sowohl im Labor als auch im großtechnischen Maßstab. Vielversprechend sind beispielsweise biologische und chemisch-physikalische Ansätze zur besseren Nutzung der Energiepotenziale von Kohlenstoff sowie zur Entfernung von Stickstoff, Spurenstoffen und Krankheitserregern. Durch eine vermehrte Nutzung von kohlenstoffreichen Stoffströmen und die Vorbehandlung von Klärschlamm könnte in Kläranlagen zusätzliche Energie gewonnen werden. Zudem sollen die Prozesse der Ammonium- und Stickstoffentfernung energetisch optimiert werden. Für alle untersuchten neuen Verfahren werden die Wech-

selwirkungen untereinander sowie mit bestehenden Technologien auf verschiedenen Kläranlagenstandorten untersucht.

... energie- und ressourceneffizienten ...

Für neue wie bestehende Verfahren werden auf Basis eigener Untersuchungen und anhand von Literaturangaben Informationen zu den relevanten energetischen Parametern und zu Stoffflüssen ermittelt. Gleichzeitig schätzen die Projektpartner von E-Klär die Investitions- und Betriebskosten der Verfahren ab. Diese Informationen dienen als Grundlage für die Entwicklung eines modular aufgebauten Simulationswerkzeugs. Dieses soll die verschiedenen Verfahren modellieren und die zusammenhängenden Stoff- und Energieflüsse sowie die jeweiligen Kosten im zeitlichen Verlauf abbilden. Außerdem ermöglicht es, Ansätze zur Optimierung aufzuzeigen – unter Berücksichtigung der örtlichen und anlagenspezifischen Randbedingungen.

Aufbauend auf den experimentellen Ergebnissen und der optimalen Konfiguration der Anlagen wird ein



Schwerpunkte des Verbundvorhabens E-Klär

Stufenkonzept entwickelt, um energieeffiziente und zukunftsfähige Verfahrensansätze auf ihre Robustheit bei sich ändernden Randbedingungen zu testen.

... Abwasserbehandlung der Zukunft

Mit dem entwickelten Stufenkonzept wird ein praxisbezogener, methodischer Rahmen geschaffen, der es Kläranlagenbetreibern ermöglicht, aktuelle Technikentwicklungen im Hinblick auf ihre zukünftige Wirkung zu bewerten und einzusetzen. Bei der Bewertung der optimalen Verfahrenskette werden neben technologischen auch ökonomische Kriterien herangezogen. Zur Überprüfung der im Rahmen des Vorhabens entwickelten Methodik und Vorgehensweise wird diese exemplarisch an drei existierenden Kläranlagen erprobt, um Praxisempfehlungen für diese Anlagen zu erarbeiten. Die entwickelte Methodik und das erweiterte Modell sollen Betreiber von Kläranlagen bei strategischen Investitionsentscheidungen für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Abwasserbehandlung der Zukunft unterstützen.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

E-Klär – Entwicklung und Integration innovativer Kläranlagentechnologien für den Transformationsprozess in Richtung Technikwende (Förderkennzeichen: 02WER1319A-J)

Laufzeit

01.05.2014 – 30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

2.948.000 €

Kontakt

Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
52074 Aachen
Tel.: +49 (0) 241 80 252 07
Fax: +49 (0) 241 80 222 85
E-Mail: isa@isa.rwth-aachen.de
www.e-klaer.de

Projektpartner

Cambi Deutschland GmbH
DHI-WASY GmbH
E & P Anlagenbau GmbH
HUBER SE
Leibniz Universität Hannover
Ruhrverband
RWTH Aachen
TU Braunschweig
Universität Leipzig
Xylem Services GmbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Ruhrverband

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

ENERWA – Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Wasserversorgungssysteme werden vorrangig hinsichtlich der sicheren Bereitstellung einwandfreien Trinkwassers konzipiert und betrieben. Das Vorhaben ENERWA verfolgt zusätzlich zu dieser Forderung neue Ansätze zur Erschließung energetischer Potenziale in Wasserversorgungssystemen. Die Projektpartner untersuchen, welche bisher ungenutzten energetischen Potenziale es bei Talsperren und Fließgewässern, bei der Aufbereitung von Trinkwasser sowie beim Transport, der Speicherung und Verteilung von Wasser gibt. Sie entwickeln neue Ansätze zur Verbundsteuerung dieser Teilsysteme. Ziele sind, neue Ansätze zur Einsparung, zur Rückgewinnung und zur Speicherung von Energie zu entwickeln. ENERWA geht dabei über die energetischen Potenziale von Teilsystemen – zum Beispiel die Optimierung von Förderpumpen – hinaus. Im Kontext der Energiewende sollen Energiepotenziale systemweit erschlossen werden, also durch ein integriertes Verbrauchs- und Fördermanagement das energetische Optimum des Gesamtsystems gefunden werden.

Energetische Optimierungspotenziale erschließen...

In ENERWA werden sowohl die Anlagen der Wassergewinnung und Wasseraufbereitung untersucht als auch Konzepte zur energieeffizienten Wasserverteilung erarbeitet. Darüber hinaus sollen Möglichkeiten der Rückgewinnung und temporären Speicherung von Energie in Trinkwassertalsperren und Transport-Speicher-Verteilungssystemen identifiziert und exemplarisch umgesetzt werden.

Die in ENERWA beteiligten Praxispartner bilden für Deutschland typische Versorgungssysteme ab: die Ge-

winnung und Aufbereitung von Oberflächenwasser bzw. Grundwasser, Versorgungsnetze im Mittelgebirge bzw. im Flachland, und zwar in der Eifel, im Sauerland, im Bergischen Land und in der Region um die Ruhr. Bei der Analyse des technisch realisierbaren Energieeffizienzpotenzials werden neben ökonomischen auch weitere relevante Rahmenbedingungen erfasst. Diese beinhalten die Niederschlags-Abfluss-Dynamik im Einzugsgebiet, Veränderungen im Trinkwasserverbrauch und den ökologischen Zustand der betroffenen Gewässer. Der Untersuchungshorizont geht dabei weit über die Betrachtung einzelner Komponenten und Teilprozesse hinaus, indem z.B. die Optionen einer Verbrauchssteuerung oder die Grenzen einer Energiespeicherung in Talsperren ausgelotet werden.

...und ökologische, gesellschaftliche und ökonomische Grenzen berücksichtigen...

Für die energetische Optimierung der Wasserversorgung werden wasserwirtschaftliche Szenarien unter expliziter Berücksichtigung von ökonomischen und



Überlauf der Möhnetalsperre

rechtlichen Grundlagen der Energie- und Wasserwirtschaft erarbeitet. Dabei werden mit den Kosten, der Ökologie und dem Verbrauchsverhalten drei unterschiedliche Optimierungsebenen untersucht.

Darüber hinaus beziehen die Verbundpartner von ENERWA auch Bürger und relevante Experten mit ein. Um die Akzeptanz und Bereitschaft zur aktiven Mitgestaltung in der Gesellschaft zu erreichen, entwickeln und erproben sie neue Dialogformate. So untersuchen sie gesellschaftliche und rechtliche Hindernisse bei der Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen, so dass diese zukünftig verringert werden können.

...für eine energetisch optimale Wasserversorgung

Ausgehend von den Ergebnissen an den Anlagen der im Projektverbund beteiligten Betreiber leitet ENERWA Kriterien und Empfehlungen zur Übertragbarkeit auf andere Anlagen ab. Darauf aufbauend werden typische Energieeffizienzfragen herausgearbeitet und ein Web-Dienst entwickelt, über den die erarbeiteten Analysemethoden und implementierten Lösungsalgorithmen einem interessierten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden.

ENERWA leistet damit wichtige Beiträge zur Verbreitung und Akzeptanzsteigerung von neuen Konzepten für mehr Energieeffizienz im wasserwirtschaftlichen Gesamtsystem. Die Projektergebnisse werden in einem Empfehlungskonzept zur energieeffizienten und ressourcenschonenden Wasserversorgung aufbereitet, damit sie anschließend wissenschaftlich und wirtschaftlich genutzt werden können. Zugleich werden sie in Bezug auf ihre soziale und politische Akzeptanz analysiert.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

ENERWA - Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems Talsperren/Fließgewässer – Trinkwasseraufbereitung – Transport-Speicherung-Verteilung (Förderkennzeichen: 02WER1318A-E, G-M)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

3.224.000 €

Kontakt

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH
Dr.-Ing. Wolf Merkel
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr
Tel.: +49 (0) 208 40303-100
Fax: +49 (0) 208 40303-80
E-Mail: w.merkel@iww-online.de
www.enerwa.org

Projektpartner

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V.
RWTH Aachen
Universität Duisburg-Essen
Universität Wuppertal
Wupperverband
Aggerverband
WAG Nordeifel mbH
enwor – energie & wasser vor ort GmbH
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH
SYDRO Consult GmbH
Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Ruhrverband

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

EnWasser – Steuerung des Stromverbrauchs in der Wasserversorgung zur Nutzung erneuerbarer Energien

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Die zunehmende Verwendung erneuerbarer Energieträger führt zu einem zeitlich schwankenden Energieangebot. Hier können Anlagen der Wasserversorgung einen Ausgleich schaffen: Große Stromverbraucher wie die Pumpen in der Wasserversorgung können flexibel genutzt werden und somit die Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen. Außerdem können Wasserspeicher genutzt werden, um überschüssige elektrische Energie in Lageenergie zu verwandeln. Das Verbundprojekt EnWasser erforscht die technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen, die nötig sind, um Wasserspeicher energiewirtschaftlich nutzen zu können. Gleichzeitig erstellt es Konzepte, um sie in den Prozess der Wasseraufbereitung und -verteilung zu integrieren.

Der Anteil der erneuerbaren Energien im Stromversorgungssystem wird in den nächsten Jahrzehnten stetig zunehmen. Diese strukturelle Veränderung in der Energieerzeugung stellt auch neue Herausforderungen an große Stromverbraucher. Die schwankende Einspeisung aus Wind- und Solarenergie erfordern eine höhere Anpassungsfähigkeit der Stromverbraucher. Indem sie flexibler gesteuert werden, können sie zur Aufnahmefähigkeit von Wind- und Solarenergie in das Stromversorgungssystem beitragen. Durch Verzögerungen des Netzausbaus fällt außerdem großen Stromverbrauchern in Süddeutschland eine besonders wichtige Rolle zu.

Pumpen flexibel steuern...

Im Fernwassersystem der Bodensee-Wasserversorgung wird das Rohwasser aus dem Bodensee mit einem Höhenunterschied von 310 Metern in ein Speicherbecken auf dem Sipplinger Berg gepumpt. Die geförderte Wassermenge richtet sich dabei nach dem Wasserbedarf

im Versorgungssystem sowie nach den Strompreisen. Tägliche Schwankungen des Angebots aus erneuerbare Energien sowie der Preise werden dabei bisher nicht berücksichtigt.

Indem der Einsatz der Förderpumpen zeitlich gesteuert wird, können diese zum Management der Stromlast verwendet werden. Mit der Anpassung der Betriebszeiten der Pumpen an Strompreise und die Stromerzeugung eigener Wind- und Solarenergieanlagen ist es möglich, den Anteil der erneuerbaren Energien weiter zu erhöhen und wertvolle Dienstleistungen für die Stromversorgung zu erbringen. Diese dienen vor allem der Erhaltung eines stabilen Netzbetriebs, die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien zunehmend auch von dezentralen Erzeugern und Verbrauchern bereitgestellt werden können.

...und Energiespeicherung und Wasseraufbereitung optimieren...

Die Projektpartner von EnWasser entwickeln Konzepte, um Kapazitäten zur Wasserspeicherung energetisch zu nutzen und die weitere Aufbereitung des geförderten



Wasseraufbereitungsanlage auf dem Sipplinger Berg

Trinkwassers hieran anzupassen, um eine kontinuierliche Wasserversorgung sicherzustellen. Für den Modellstandort Sipplinger Berg erarbeiten sie Ansätze, um die bestehenden Wasserspeicherkapazitäten unter den gegebenen technischen und betrieblichen Randbedingungen in die mehrstufige Wasseraufbereitung zu integrieren. Zum Beispiel wird untersucht, ob ein Rohwasserspeicher eingesetzt werden kann, um eine kontinuierliche Wasseraufbereitung bei gleichzeitigem flexiblem Förderpumpenbetrieb zu ermöglichen.

...für eine energieeffizientere Wasserwirtschaft

Die Speicherung größerer Mengen von Roh- oder Reinwasser aus energiewirtschaftlichen Gründen stellt dabei eine neue Herausforderung dar, die im Kontext bisheriger Wasserspeicherlösungen nicht Stand der Technik ist. Bisher dienen Wasserreservoirs der Versorgungssicherheit. Künftig könnten Wasserspeicher mit ausreichendem Speichervolumen ähnlich wie ein Pumpspeicherwerk genutzt werden. EnWasser erstellt daher ein Konzept, das die Anforderungen der Wasserversorgung genauso berücksichtigt wie auch jene der energiewirtschaftlichen Nutzung. Dabei betrachten die Projektpartner den erzielten energiewirtschaftlichen Nutzen, mögliche Qualitätsänderungen des Wassers, den bauliche Aufwand und die technischen Möglichkeiten der Anlagen.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

EnWasser – Erschließung eines Lastmanagementpotenzials in der Wasserversorgung zur Integration erneuerbarer Energien (Förderkennzeichen: 02WER1316A-D)

Laufzeit

01.05.2014 – 30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

615.000 €

Kontakt

Fraunhofer IWES
Patrick Hochloff
Königstor 9
34119 Kassel
Tel.: +49 (0) 561 7294-214
Fax: +49 (0) 561 7294-260
E-Mail: patrick.hochloff@iwes.fraunhofer.de
www.enwasser.net

Projektpartner

Fraunhofer IWES
Capgemini Consulting
IHS - Universität Stuttgart
Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

ESiTI – Optimierung von Energieströmen für die Abwasserbehandlungsanlage der Zukunft

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Da die Abwasserbehandlung im kommunalen Energiebudget den größten Posten einnimmt, ist die Steigerung der Energieeffizienz hier von besonderem Interesse. Auch im Kontext der Energiewende in Deutschland will das Forschungsprojekt ESiTI neue Methoden und Verfahren entwickeln, um aus Abwasser bzw. Klärschlamm mit möglichst hohem Wirkungsgrad Energie zu erzeugen und so zu verteilen, dass sie je nach Bedarf flexibel zur Verfügung gestellt werden kann. Auf der Grundlage dieser Untersuchungen wollen die Wissenschaftler ein Planungswerkzeug für die Anwendung in der Praxis erstellen.

Für die kommunale Abwasserbehandlung ist ein erheblicher Einsatz von Energie erforderlich. Gleichzeitig enthält Abwasser auch Energie in Form von Wärme und chemisch gebundener Energie, die genutzt werden kann.

Vom Energieverbraucher...

Der Energieverbrauch und die Energieerzeugung auf kommunalen Kläranlagen wurden bislang üblicherweise unabhängig voneinander betrachtet und optimiert. Auch sind sie örtlich und zeitlich voneinander getrennt. In Abhängigkeit der Betriebsbedingungen auf der Kläranlage unterliegt der Energieverbrauch tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen, die bisher bei energetischen Optimierungen der Prozesse nicht berücksichtigt werden. Ziel des Verbundprojektes ESiTI, „Energiespeicher in der Interaktion mit technischer Infrastruktur im Spannungsfeld von Energieerzeugung und Energieverbrauch“, ist es daher, vorhandene Energiepotenziale unter Berücksichtigung innovativer Verfahren nutzbar zu machen. Im Zusammenhang mit der Vernetzung von Energieverbrauch und Energieerzeugung wird die

Kläranlage auch als Energiespeicher untersucht. Durch die Kopplung mit weiteren Einrichtungen, wie zum Beispiel Energieversorgungsunternehmen, sollen weitere Potenziale zur effizienten Energienutzung und Energieerzeugung erschlossen werden.

...zum Energiespeicher und Energieerzeuger...

Im Mittelpunkt des Verbundprojektes ESiTI steht die Frage, wie die Verfahren zur Behandlung von Klärschlamm und die Erzeugung von Faulgas genutzt werden kann, um Energie zu gewinnen und zu speichern. Die Nutzung von Klärschlamm zur Herstellung von Faulgas wird bisher kaum an die sich ändernden Bedingungen angepasst, so dass eine nahezu konstante Menge an Faulgas erzeugt wird. Indem die Faulung an den zeitlich variierenden Energieverbrauch angepasst wird, kann sie jedoch als Puffer wirken. Hierbei fungieren die während des Abwasserbehandlungsprozesses anfallenden Rohschlämme, aber auch Co-Substrate, beispielsweise extern bezogene Bioabfälle, als Energiespeicher in Form von chemisch gebundener Energie. So kann die Faulgasbildung gesteuert und angepasst werden.



Faulbehälter des Klärwerks Darmstadt-Süd.

... für die Anwendung in der Praxis

Anhand der Wissenschaftsstadt Darmstadt wird der Ansatz von ESiTI exemplarisch untersucht und dient damit als Beispiel für zahlreiche weitere Städte, wodurch eine hohe Anwenderrelevanz sichergestellt wird. Das Forschungsprojekt bezieht dabei nicht nur die Behandlung von Abwasser und Klärschlamm ein, sondern auch die umliegende Infrastruktur, wie unter anderem Energieversorgungsunternehmen. So kann beispielsweise die Kläranlage Regelenergie zur Verfügung stellen und somit zur Stabilität des Stromnetzes beitragen. Demnach wird unter anderem untersucht, ob die Abwasserbehandlungsanlage im Falle einer Unterproduktion auf dem Strommarkt, diese durch gezielte Energieerzeugung und Einspeisung von Strom abfedern kann.

Um Anreize und mögliche Hemmnisse für die Umsetzung des Ansatzes von ESiTI zu untersuchen, nehmen die Forscher auch eine ökologische und ökonomische Bewertung vor und untersuchen die gesellschaftliche Relevanz. Diese ganzheitliche Betrachtung wird zur Erstellung eines Planungswerkzeugs genutzt. Auf dessen Basis sollen Handlungsempfehlungen für den flexibilisierten Betrieb einer Abwasserbehandlungsanlage der Zukunft zur Verfügung gestellt werden.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

ESiTI – Abwasserbehandlungsanlage der Zukunft: Energiespeicher in der Interaktion mit technischer Infrastruktur im Spannungsfeld von Energieerzeugung und -verbrauch (Förderkennzeichen: 02WER1322A-H)

Laufzeit

01.05.2014 - 30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

2.691.000 €

Kontakt

Technische Universität Darmstadt
Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik
Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel
Dr.-Ing Christian Schaum
Franziska-Braun-Straße 7
64287 Darmstadt
Tel.: +49 (0) 6151 16-2748
Fax: +49 (0) 6151 16-3758
E-Mail: info@esiti.de
www.esiti.de

Projektpartner

Dr. Born – Dr. Ermel GmbH – Ingenieure
Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (CUTEC)
EnviroChemie GmbH
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik
HSE Abwasserreinigung GmbH & Co.KG
inter 3 – Institut für Ressourcenmanagement
m+p consulting Süd GmbH
TU Darmstadt, Institut IWAR

Assoziierte Projektpartner

HSE AG
Wissenschaftsstadt Darmstadt
Zweckverband Abfallverwertung Südhessen

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

TU Darmstadt, Institut IWAR

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

EWave – Energiemanagementsystem Wasserversorgung

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Die Wasserversorgung muss viele Anforderungen erfüllen, die sich aus dem Qualitätsanspruch an das Lebensmittel Trinkwasser ergeben: Es müssen rechtliche, betriebswirtschaftliche, technische sowie zunehmend auch energetische Aspekte berücksichtigt werden. Um die Energie- und Ressourceneffizienz in der Wasserversorgung zu steigern, sollen mit dem Forschungsprojekt EWave die Grundlagen für innovative, energetisch optimierte Konzepte erarbeitet werden. Am Beispiel eines kommunalen Wasserversorgungsunternehmens wird ein Energiemanagementsystem entwickelt, das anschließend von einem breiten Anwenderkreis genutzt werden kann.

Die Anforderungen an die Trinkwasserversorgung in Deutschland haben in den letzten Jahren stetig zugenommen: Während in den vergangenen Jahrzehnten die sichere Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser im Vordergrund stand, führen steigende Energiepreise sowie die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende dazu, dass zusätzlich der effiziente Einsatz von Energie sichergestellt werden muss. Wasserversorgungsunternehmen bewegen sich folglich in einem Spannungsfeld, da trotz steigender Erwartungen an die Energieeffizienz die Qualität des Trinkwassers und die sichere Versorgung weiterhin Priorität haben. Daher stellt der Betrieb von Wasserversorgungsanlagen eine äußerst komplexe Aufgabe dar.

Anlagen in der Wasserwirtschaft energieeffizient steuern...

Das Verbundprojekt EWave hat das Ziel, ein innovatives Energiemanagementsystem zu entwickeln und es bei einem Wasserversorgungsunternehmen im Pilotbetrieb zu testen. Die Projektpartner wollen energieoptimale Pläne zur Steuerung des Betriebes von Wasserversorgungsanlagen erstellen und diese an die schwankenden Bedingun-

gen im Energienetz anpassen. Dabei werden eine Vielzahl von Randbedingungen, wie auch die Eigenenergieerzeugung, berücksichtigt.

... und an die tägliche Situation anpassen...

Der größte Teil des Stromverbrauchs von Wasserversorgungsunternehmen fällt für die Wasseraufbereitung und Wasserverteilung an. Daher sollen in EWave insbesondere die Laufzeiten und Schaltpunkte der Netzpumpen sowie die Verteilung der benötigten Produktionsmenge auf die zur Verfügung stehenden Wasserwerke im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen. Mit den veränderten Bedingungen am Strommarkt sind zukünftig kürzere Laufzeiten der Stromverträge mit unterschiedlichen Tarifen und vielfältigeren Staffelungen zu erwarten. Hierdurch ergeben sich einerseits neue Optimierungsmöglichkeiten. Andererseits muss aber auch die bislang vorwiegend statisch durchgeführte Betriebsweise von Wasserversorgungsanlagen dynamischer werden, um auf kurzfristige Veränderungen z. B. am Strommarkt reagieren zu können.



Kreiselpumpen zur Förderung des Trinkwassers bis zum Verbraucher



Das über Jahrzehnte angesammelte Wissen des Betriebspersonals muss daher stetig weiterentwickelt werden. Das Projekt EWave wird diese Entwicklung begleiten und unterstützen.

...unter Berücksichtigung der technischen Randbedingungen sowie der Wasserqualität

Das von EWave entwickelte Energiemanagementsystem soll als strategische Planungshilfe für die Betriebs- bzw. Werksleitung von Wasserversorgungsunternehmen dienen. Grundsätzliche Betrachtungen über die Anlagensicherheit sollen untersucht werden können, die beispielsweise zur kurzfristigen Formulierung von Steuerungsanweisungen zu verwenden sind. In einem ersten Schritt wird ein energieoptimaler Plan für die Steuerung der Anlagen errechnet. Dieses Ergebnis wird dem Benutzer als Vorschlag vorgelegt und kann übernommen oder in einfacher Weise weiter überarbeitet werden.

Durch eine frühzeitige und begleitende Einbindung weiterer Wasserversorgungsunternehmen will EWave sich am Praxisbedarf ausrichten und bereits im Vorfeld für eine hohe Akzeptanz des Ansatzes sorgen, um die Verwertungschancen der Projektergebnisse zu steigern. Nach erfolgreicher Implementierung bei einem Wasserversorgungsunternehmen und nach Klärung der rechtlichen Voraussetzungen streben die Industriepartner mit wissenschaftlicher Unterstützung der Forschungseinrichtungen eine gemeinsame Strategie zur Vermarktung des Energiemanagementsystems und der dazugehörigen Software an. Ziel von EWave ist es hierbei, dass auch kleinere und mittlere Wasserversorger das entwickelte Energiemanagementsystem einsetzen können.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

EWave – Energiemanagementsystem Wasserversorgung
(Förderkennzeichen: 02WER1323A-F)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.816.000 €

Kontakt

FAU Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr. Alexander Martin
Cauerstr. 11
91058 Erlangen
Tel.: +49 (0) 9131 85-67163
Fax: +49 (0) 9131 85-67162
E-Mail: alexander.martin@fau.de
www.edom.fau.de/ewave

Projektpartner

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Bilfinger GreyLogix aqua GmbH
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH
Siemens AG Process Industries and Drives
Technische Universität Darmstadt
Universität Mannheim (assoziiert)

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

RWW

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

EWID – Energiegewinnung im Wasserverteilungsnetz durch intelligentes Druckmanagement

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Im öffentlichen Bereich zählt die Wasserversorgung zu den großen Verbrauchern elektrischer Energie. Gleichzeitig wird bei der Regulierung des Druckes in den Verteilungsnetzen ständig Energie in nicht weiter verwendbare Formen, wie Schall- und Wärmeenergie umgewandelt. Das Forschungsprojekt EWID soll Wege aufzeigen, diese Energievernichtung zu verringern. Dies kann gelingen, indem Pumpen auch als Turbinen betrieben werden. So können sie die Aufgabe herkömmlicher Systeme zur Druckminderung übernehmen und gleichzeitig nutzbare elektrische Energie erzeugen. Durch diese Technologie können ein Beitrag zur Verbesserung der Energiebilanz in der Wasserversorgung geleistet sowie neue potenzielle Energiequellen aufgezeigt werden.

Der Trinkwasserverbrauch schwankt sowohl saisonal als auch über den Tag hinweg. Durch den sich ständig verändernden Wasserverbrauch kommt es, besonders in unmittelbarer Nähe des Verteilungsnetzes zum Verbraucher, d.h. in haushaltsnahen Bereichen, zu kontinuierlichen Druckschwankungen. In herkömmlichen, schwerkraftbasierten Wasserverteilungssystemen werden in der Regel Drosselvorrichtungen zur Begrenzung des Systemdruckes und zum Druckabbau eingesetzt, wobei hydraulische Energie in Schall und Wärme umgewandelt wird.

Vorhandene Energie nutzen...

Um die im Netz bestehende Energie zu nutzen und sie nicht einfach „verpuffen“ zu lassen, kann im Prinzip eine Turbine genutzt werden, welche Druckenergie in elektrische Energie umwandelt und so auch zu einer Entlastung im Wassernetz führt. Eine „einfach“ in die Leitung eingebaute Turbine kann aufgrund ihrer engen

Betriebsgrenzen nur einen Teil der Druckenergie in elektrische Energie umwandeln. Um dieses Problem zu lösen, soll im Forschungsprojekt EWID ein auf der Pumpe als Turbine (PaT) basierendes System entwickelt werden, welches sich intelligent und dynamisch der jeweiligen aktuellen Drucksituation anpasst und die maximal möglich abbaubare Energie des Wassers bedarfsorientiert in elektrische Energie umwandelt. Hierzu eignet sich die PaT-Technologie, da ihr Betriebsbereich bezüglich des Volumenstroms als auch hinsichtlich der Druckreduktion flexibel ist. Hinzu kommt, dass es sich bei Pumpen um ein standardisiertes Massenprodukt mit geringen Anschaffungskosten handelt. Dieser Umstand eröffnet die Möglichkeit auch kleine Potenziale wirtschaftlich zu nutzen.

Es soll das auf der Energieumwandlung in Schall und Wärme beruhende „klassische“ Druckmanagement in Wasserverteilungsnetzen mittels Ventilen durch ein „intelligentes“ Druckmanagement unter Erzeugung elektrischer Energie ersetzt bzw. ergänzt werden. Dabei sollen neue Möglichkeiten zur Erzeugung elektrischer Energie in Trinkwassernetzen erschlossen und somit Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz in der Wasserwirtschaft aufgezeigt werden.



Technische Anlage zur Druckerhöhung



... und Wege zur Rückgewinnung optimieren ...

Zuerst werden relevante Grunddaten ermittelt sowie eine erste Wirtschaftlichkeits- und Potenzialanalyse durchgeführt. Typische Wasserversorgungsnetze mit den in Betracht kommenden Einbauorten werden untersucht und modelliert. Diese Randbedingungen sind grundlegend für die Systementwicklung und die Realisierung einer Teststrecke mit unterschiedlichen Versuchseinrichtungen. Hier werden verschiedene PaT-Systeme im Technikum untersucht. Durch diese Erprobung ist eine einfachere Entwicklung des Systems sowie dessen Optimierung gewährleistet.

Hat sich das PaT-System mit dem intelligenten Druckmanagement im Technikum bewährt, wird es an mehreren Einbauorten im Wasserversorgungsnetz überprüft und angepasst bzw. optimiert. Liegen Ergebnisse aus den Feldversuchen vor, wird eine ausführliche Wirtschaftlichkeits- und Potenzialanalyse des entwickelten und getesteten Systems durchgeführt. Diese Ergebnisse und abgeleitete Empfehlungen werden in einem Leitfaden zusammengefasst und kommuniziert.

... für mehr Energieeffizienz in der Wasserwirtschaft

So leistet EWID einerseits einen Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Gewinnung bzw. Rückgewinnung von Energie in der Wasserwirtschaft. Andererseits trägt die intelligente Regelung des Systemdruckes zur Verringerung des Materialstress und von Wasserverlusten bei. Hierdurch ermöglicht EWID einen nachhaltigeren Umgang mit der natürlichen Ressource Wasser.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

EWID – Energiegewinnung im Wasserverteilungsnetz durch intelligentes Druckmanagement
(Förderkennzeichen: 02WER1321A,C-G)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.485.000 €

Kontakt

Universität der Bundeswehr München
Prof. Dr. F. Wolfgang Günthert
Werner-Heisenberg-Weg 39
85579 Neubiberg
Tel.: +49 (0) 89 6004-2156
Fax: +49 (0) 89 6004-3858
E-Mail: wolfgang.guenthert@unibw.de
www.unibw.de/ewid

Projektpartner

AWA-Ammersee Wasser- und Abwasserbetriebe gKU
Dr. Krätzig Ingenieurgesellschaft mbH
KSB Aktiengesellschaft
Schraml GmbH
Wasserversorgungszweckverband Perlenbach

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Wasserwerk Perlenbach

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

H₂Opt – Die Energieeffizienz von Wasserversorgungsbetrieben optimieren

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Wasserversorgungsnetze sind komplexe Systeme: Sie bestehen aus vielen unterschiedlichen Komponenten, deren Betrieb aufeinander abgestimmt werden muss. Tages- und jahreszeitabhängige starke Schwankungen beim Trinkwasserverbrauch sind dabei ebenso zu berücksichtigen wie Schwankungen im Grundwasserspiegel. Die Partner des Forschungsprojektes H₂Opt entwickeln ein Softwareprogramm, mit dessen Hilfe Wasserversorger den Betrieb ihrer Anlagen simulieren sowie energetisch, wirtschaftlich und für die jeweiligen Einsatzzwecke optimieren können. Das Konzept von H₂Opt erstreckt sich dabei von der Wassergewinnung bis zur Trinkwasserversorgung der Verbraucher.

Die flächendeckende und konstante Trinkwasserversorgung der Bevölkerung ist eine essenzielle Aufgabe eines jeden Gemeinwesens. Planer und Betreiber der Anlagen zur Trinkwasserversorgung müssen dabei auf der einen Seite eine hohe Trinkwasserqualität sowie die Versorgungssicherheit gewährleisten. Auf der anderen Seite müssen sie möglichst kosten- und energieeffizient arbeiten. Doch die Trinkwasseranlagen verbrauchen viel Energie – insbesondere die Pumpen, die zugleich das größte Potenzial für Einsparungen bieten.

Durch geeignete Simulationsmodelle...

Um die Steuerung der Anlagen zu verbessern und sie nachhaltiger zu betreiben, entwickelt das Verbundprojekt H₂Opt eine Software, die wesentlichen Komponenten einer Trinkwasserversorgungsanlage modelliert. Dies erstreckt sich über die Bereiche der Förderung, Aufbereitung, Speicherung und des Transports des Wassers, die bedeutsam für den Energieverbrauch sind. Die Modellierung der Pumpen und der für den Betrieb der Pumpen



Transportpumpe im Wasserwerk Bürstadt

relevanter Komponenten nimmt dabei eine zentrale Rolle ein.

Die erstellten Modelle werden durch umfangreiche Messungen an Pumpen und im Rohrleitungsnetz von zwei realen Anlagen in Kaiserslautern und Worms überprüft. Hierbei werden auch betriebswirtschaftliche Aspekte bewertet, indem eine Analyse der Lebenszykluskosten aller Komponenten durchgeführt wird. Durch die Ermittlung der einzelnen Kosten wird dem Nutzer aufgezeigt, wo Kosten entstehen und wo evtl. Einsparpotenziale bestehen. Zusätzlich kann ermittelt werden, in welchem Zeitraum Erneuerungen oder Umbauten wirtschaftlich sind.

...in Kombination mit Methoden zur Optimierung und Entscheidungsunterstützung...

Mit Hilfe von modernen Optimierungsverfahren wird ermittelt, welche Komponenten für neue Anlagen optimal sind, beziehungsweise wie sie bestmöglich betrieben

werden können. Neben den Energiekosten werden weitere Optimierungskriterien wie die Lebenszykluskosten, die Schalthäufigkeit der Pumpen und die Gewährleistung der Versorgungssicherheit berücksichtigt.

Hierbei gibt es nicht nur eine optimale, sondern eine Vielzahl an Lösungen, die jeweils einen bestmöglichen Kompromiss darstellen. Basierend auf diesen Ergebnissen muss der Planer eine Entscheidung über den Betrieb der Anlage treffen. Durch eine intuitive, grafische Oberfläche erhält der Nutzer die Möglichkeit, interaktiv diese optimalen Einzellösungen zu analysieren und die Auswirkungen auf den Betrieb der Anlage ganzheitlich zu erfassen. So können auch Probleme beim Betrieb von Trinkwasseranlagen analysiert und das Potenzial von optimierten Betriebsstrategien abgeschätzt werden. Damit wird der Benutzer in die Lage versetzt, die komplexen Zusammenhänge zu verstehen und eine Entscheidung für eine bestimmte Betriebsweise der Anlage zu treffen.

...zum effizienten Betrieb einer Trinkwasseranlage

Die entwickelte Software wird am Beispiel des Brunnengebietes Kaiserslautern-Ost zur Analyse und Optimierung des Betriebs der Pumpen getestet. Eine durch die Software ermittelte Betriebsweise soll in der Anlage umgesetzt und bewertet werden.

Nach Abschluss des Forschungsprojektes soll die Software von Planungsbüros und Anlagenbetreibern zur Optimierung beliebiger Anlagen eingesetzt werden.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

H2Opt – Interaktive Entscheidungsunterstützung für das Betriebs- und Energiemanagement von Wasserversorgungsbetrieben auf der Grundlage von mehrkriteriellen Optimierungsverfahren (Förderkennzeichen: 02WER1324A-E)

Laufzeit

01.04.2014 – 31.03.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.179.000 €

Kontakt

Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen,
Technische Universität Kaiserslautern
Prof. Dr.-Ing. Martin Böhle
Gottlieb-Daimler-Straße
67663 Kaiserslautern
Tel.: +49 (0)631/205-2760
Fax: +49 (0)631/205-3909
E-Mail: martin.boehle@mv.uni-kl.de
www.mv.uni-kl.de/sam/forschung/h2opt

Projektpartner

EWR Netz GmbH Worms
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik
Kaiserslautern
Obermeyer Planen + Beraten GmbH Kaiserslautern
SWK Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG
Technische Universität Kaiserslautern

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

EWR Netz GmbH Worms

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

KEStro – Kläranlagen als Energiepuffer für Stromnetze

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Im Rahmen der Energiewende wächst der Anteil regenerativer Energieerzeugung, wie zum Beispiel durch Windkraft oder Photovoltaik. Aufgrund der ständig wechselnden Wind- und Lichtverhältnisse unterliegt das Energieangebot großen Schwankungen. Um diese auszugleichen, werden Systeme zur Energiespeicherung, beispielsweise Pumpspeicherkraftwerke, benötigt. Da Prozesse der Abwasserreinigung sowohl energieintensiv als auch steuerbar sind, will das Forschungsprojekt KEStro bestehende Kläranlagen zur Energiepufferung nutzbar machen. So verbindet es die Stabilisierung der Stromversorgung mit der Abwasserreinigung. Gleichzeitig stellt der Ansatz von KEStro eine Alternative zum umstrittenen Neubau beispielsweise von Speicherseen dar.

Um Schwankungen im Energieangebot auszugleichen, werden zwei Komponenten benötigt: Eine Energiequelle, die bei zu großer Nachfrage zum Einsatz kommt, und ein Verbraucher, der bei einem Energieüberangebot aktiviert wird. Das Verbundprojekt KEStro will Kläranlagen in beiderlei Hinsicht nutzen. Je nach Bedarf wird Energie entweder aus Abwasser gewonnen oder für die energieintensive Abwasserreinigung verbraucht. Eine mit Abwasser betriebene Biobrennstoffzelle soll im Konzept von KEStro als regenerative und stetig verfügbare Energiequelle dienen, während ein neuartiges und energieverbrauchendes Verfahren zur elektrochemischen Beseitigung von Spurenstoffen als Energiesenke benutzt wird. Es soll nur dann zum Einsatz kommen, wenn ein Überangebot im Stromnetz vorliegt.

Abwasser als Energiequelle nutzen...

Abwasser ist eine Ressource, die wesentlich intensiver als bisher für eine nachhaltige Energiegewinnung genutzt werden könnte. Im Gegensatz zur Windkraft und Solar-

energie ist die Energiegewinnung aus Abwasser weder vom Wetter noch von Tageszeiten abhängig.

Eine Möglichkeit zur Nutzung des energetischen Potenzials von Abwasser sind Biobrennstoffzellen, die Abwasserbestandteile unter Mitwirkung von Bakterien abbauen. Die chemische Energie wird in elektrischen Strom umgewandelt, so dass Biobrennstoffzellen ähnlich wie mit Abwasser aufgeladene Akkus funktionieren. Gleichzeitig verringern sie die Menge des entstehenden Klärschlammes.

... und Energie aus dem Netz sinnvoll einsetzen ...

Durch den Menschen gelangen Schadstoffe wie beispielsweise Flamm- und Korrosionsschutzmittel, Pflanzenschutzmittel, Weichmacher und Arzneimittel in die Umwelt. Ihre Entfernung ist auch aufgrund der kleinen Stoffmengen eine neue Herausforderung für Kläranlagen: Mit den bisherigen Verfahren können sie nur unzureichend entfernt werden und sind daher in geringen Mengen in Gewässern nachweisbar. Für die Beseitigung dieser Spurenstoffe soll in KEStro ein neuartiges,



Versuchsanlage zur elektrochemischen Desinfektion von Prozesswasser

zweistufiges Verfahren entwickelt werden. Im ersten Schritt, der Aufkonzentrierung, erfolgt die Anhaftung der Stoffe an Aktivkohle, welche die Schadstoffe leicht bindet. Im zweiten Schritt, dem elektrochemischen Abbau, werden sie von der Aktivkohle abgelöst und abgebaut. Auf diese Weise werden die Spurenstoffe in einem kleinen Volumen angereichert und durch Oxidation abgebaut, wodurch die Aktivkohle regeneriert wird. Hierbei wird elektrische Energie verbraucht. Anschließend kann die Aktivkohle wieder für die Entfernung von Schadstoffen genutzt werden.

... um Stromnetze intelligent zu stabilisieren

Um Kläranlagen nun energetisch optimal zu betreiben und das Stromnetz zu stabilisieren, kann je nach Bedarf entweder die Biobrennstoffzelle als Energiequelle oder die Abwasserreinigung als Energieverbraucher genutzt werden. Hierdurch profitieren sowohl die Betreiber von Stromnetzen als auch die Kläranlagen: Für sie eröffnet sich eine neue Möglichkeit zur Wertschöpfung durch die Erzeugung von Strom aus Abwasser, wie auch durch die Kosteneinsparungen aufgrund einer verringerten Menge an Klärschlamm. Die Entwicklung des neuen Verfahrens zur Beseitigung von Schadstoffen ist auch im Hinblick auf mögliche gesetzliche Vorgaben, die voraussichtlich nur durch Einführung einer weiteren Reinigungsstufe erfüllt werden können, von Bedeutung.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

KEStro – Kläranlagen als Energiepuffer für Stromnetze
(Förderkennzeichen: 02WER1315A-E)

Laufzeit

01.05.2014-30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.548.000 €

Kontakt

DECHEMA-Forschungsinstitut
Dr. Klaus-Michael Mangold
Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt
Tel.: +49 (0) 69 7564-327
Fax: +49 (0) 69 7564-388
E-Mail: mangold@dechema.de
www.kestro.de

Projektpartner

Abwasserverband Braunschweig
Bayer MaterialScience AG
DECHEMA-Forschungsinstitut
CONDIAS GmbH
DVGW Technologiezentrum Wasser
WaCo Wassertechnik Consult GmbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

DECHEMA-Forschungsinstitut

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

KRN-Mephrec – Energiegewinnung und Phosphorrecycling aus Klärschlamm in einem Verfahrensschritt

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Klärschlamm ist Abfall. Er ist zugleich ein Rohstoff mit dem Potenzial, die energetische Bilanz von Kläranlagen maßgeblich zu verbessern. Darüber hinaus könnte er bei entsprechender Aufbereitung auch die Abhängigkeit der Industrienationen von lebenswichtigen Phosphorimporten verbessern. Bis zu 40 % des deutschen Bedarfs an der zunehmend knapper werdenden Ressource könnten aus dem kommunalen Klärschlamm zurückgewonnen werden. Heute ist das Verbrennen des Schlammes Regel der Technik, um sich des Abfalls zu entledigen. Nur ein Teil der Energie wird im Klärwerk genutzt. Das Verbundprojekt KRN-Mephrec will durch die so genannte Schmelzvergasung in einem Verfahrensschritt mehrere Ziele gleichzeitig erreichen: Alle organischen Giftstoffe werden zerstört, die Metalle abgetrennt und der Phosphor in der mineralischen Schlacke angereichert. Das erzeugte Synthesegas wird zur Stromerzeugung genutzt, während die Schlacke kostengünstig zu besonders schadstoffarmen Düngern verarbeitet werden kann.

Bei der Abwasserreinigung entstehen große Mengen Klärschlamm, der zu einem hohen Preis entsorgt werden muss. In der Kläranlage Nürnberg fallen jährlich rund 40.000 Tonnen an. Aktuell wird er in Kraftwerken mitverbrannt. Ein Teil könnte zur stofflichen Verwertung auch in die Landwirtschaft und in den Landschaftsbau verbracht werden, doch bestehen Sorgen um die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Nahrung und die Umwelt. Um Schäden an Boden und Grundwasser zu vermeiden, wird der Schlamm deshalb über weite Wege transportiert, schadlos gemacht und endgelagert, obwohl sich der Klärschlamm auch für eine stoffliche und energetische Verwertung direkt auf der Kläranlage eignet.

Das Verbundprojekt KRN-Mephrec entwickelt ein Verfahren, das die enthaltenen Pflanzennährstoffe zurückgewinnt, anstatt sie wie bisher zu verbrennen und der Wiederverwendung zu entziehen.

Energie und Rohstoffe aus Klärschlamm zurückgewinnen...

Der Prozess der Schmelzvergasung greift auf traditionelle Techniken der Eisenverhüttung zurück. Statt einem Gemisch aus Eisenerz und Zuschlägen wird getrockneter und zu Briketts gepresster Klärschlamm verarbeitet. Unter hohen Temperaturen bis über 1.800 °C wird er eingeschmolzen. Durch Zugabe von Steinkohlebriketts



Versuchsreaktor zur Erzeugung der „Mephrec“-Schlacke in Freiberg

wird der notwendige Rest an Kohlenstoff zugegeben, um das Eisen im Klärschlamm umzuwandeln und die erforderliche Hitze für den Schmelzvorgang zu erzeugen. Gleichzeitig werden unter Zugabe von reinem Sauerstoff Bestandteile der Einsatzstoffe vergast.

Am Boden des Reaktors sammelt sich wie im Hochofen flüssiges Eisen, das ausgeleitet wird. In die Metallschmelze gehen die Schwermetalle über. In der flüssigen Phase darüber bildet sich aus den restlichen Stoffen eine phosphorreiche „Mephrec“-Schlacke, ein lagerstabiles Granulat. Die flüchtigen Stoffe bilden ein Synthesegas, das in einer nachfolgenden Stufe gereinigt und einer Kraft-Wärme-Kopplung zugeführt wird. Es wird erwartet, dass die Phosphorrecyclingquote mit über 80% im Spitzenbereich der Recyclingverfahren liegen wird.

... im Großmaßstab erprobt...

Das Verfahren wurde in einem Versuchsreaktor erfolgreich getestet. Um es am Markt einzuführen, untersucht das Verbundprojekt KRN-Mephrec, wie der Betrieb als stabiler Dauerprozess sichergestellt und wie die Vergasung und Verwertung zielgenau gesteuert werden können. Die Projektpartner optimieren die Reinheit und Qualität der produzierten Schlacke und der Eisenmetalle. Der Einsatz der Schlacke als Dünger wird überprüft. Im Ergebnis sollen die betriebswirtschaftlich maßgebenden Faktoren und die Möglichkeiten zur Optimierung mit Blick auf die Genehmigung und Realisierung von Großanlagen zweifelsfrei geklärt sein.

... in ökonomisch, ökologisch nachhaltiger Weise

Vier wissenschaftliche Institute untersuchen das Potenzial der Technologie und überprüfen die Ergebnisse auf deren Marktrelevanz und den ökologischen wie volkswirtschaftlichen Nutzen. Ziel des Projekts ist es, mit dem metallurgischen Phosphorrecycling ein Verfahren mit wettbewerbsfähigem Entsorgungspreis anzubieten, vergleichbar mit dem Preis konventioneller Verbrennung mit anschließender Monodeponierung. Im Gegensatz hierzu sollen jedoch die Entsorgungsproblematik und die Rückgewinnung von Phosphor heute gelöst werden – und nicht in unabsehbarer Zukunft.

Fördermaßnahme

Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS

Titel des Verbundprojektes

KRN-Mephrec – Klärschlammverwertung Region Nürnberg
Klärschlamm zu Energie, Dünger und Eisen mit metallurgischem Phosphorrecycling in einem Verfahrensschritt
(Förderkennzeichen: 02WER1313A-F)

Laufzeit

01.11.2014 – 30.04.2017

Fördervolumen des Verbundprojektes

4.157.000 €

Kontakt

Klärschlammverwertung Region Nürnberg GmbH
Burkard Hagspiel
Adolf-Braun-Straße 33
90429 Nürnberg
Tel.: +49 (0) 911 231 4520
Fax: +49 (0) 911 231 4538
E-Mail: burkard.hagspiel@stadt.nuernberg.de
www.krn-mephrec.nuernberg.de

Projektpartner

Klärschlammverwertung Region Nürnberg GmbH
Baumgarte Boiler Systems GmbH, Bielefeld
Innovatherm GmbH, Lünen
Fraunhofer-Institut UMSICHT, Sulzbach-Rosenberg
Universität der Bundeswehr München
RWTH Aachen
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn

Redaktion und Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druckerei

Systemedia GmbH, 75449 Wurmberg

Bildnachweis

Ingitec GmbH

Bonn, Berlin 2015

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier