



Energieeffiziente und Ressourcenschonende Wasserwirtschaft (ERWAS)

PERSPEKTIVPAPIER



Wasser und Energie – ERWAS-Projekte zeigen neue Lösungswege auf

Anlagen für die öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbehandlung sind meist die größten Einzelstromverbraucher einer Kommune. Diverse Untersuchungen haben schon vor Jahren aufgezeigt, dass dieser Stromverbrauch deutlich reduziert werden kann. Für beide Bereiche wurden Einsparpotenziale von 25 % und mehr prognostiziert.

Bisher wurden diese aufgezeigten Potenziale allerdings kaum erschlossen. So sank der mittlere Stromverbrauch von Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von über 2.000 Einwohnern von 4,2 TWh im Jahr 2006 auf rund 3,8 TWh im Jahr 2016, also nur um knapp 10 %. Neue mögliche Anforderungen an die Abwasserbehandlung wie zum Beispiel die Elimination von Spurenstoffen, die Hygienisierung oder die Klärschlammbehandlung werden wiederum einen erhöhten Energiebedarf verursachen. Damit ergibt sich umso mehr die Notwendigkeit einer erhöhten Energieeffizienz.

Im Jahr 2013 startete das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Fördermaßnahme „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine

energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft – ERWAS“. Die Ergebnisse liegen nun sowohl für den Trinkwasserbereich als auch für den Abwassersektor vor. Durch ERWAS wurden nicht nur die oftmals isolierten Entwicklungen in diesen beiden Fachgebieten der Wasserwirtschaft miteinander verbunden, sondern es wurden auch zukunftsweisende Ansätze zur Verknüpfung von Wasser, Energie und anderen Ressourcen geschaffen.

Dieses Perspektivpapier fasst die zentralen Ergebnisse der Fördermaßnahme zusammen.

- **Stromverbrauch von Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung in Deutschland: 6.600.000 MWh pro Jahr¹**
 - ▶ verursacht Kosten von ca. 1,5 Mrd. €/Jahr
 - ▶ entspricht Stromverbrauch von 2 Mio. privaten Haushalten
- **Prognostiziertes Steigerungspotenzial bei der Eigenstromproduktion auf Kläranlagen: 300 %²**

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013

² DWA Positionen zur Energie- und Wasserwirtschaft, Entwurf Stand April 2018



ERWAS – Ergebnisse für die Praxis

Im Rahmen der ERWAS-Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und durch großtechnische Demonstrationsanlagen konnten viele neue Lösungen in der Verfahrens- und Maschinentechnik und auch bei der Organisationsunterstützung entwickelt werden. Sofort in der Praxis anwendbar sind Ergebnisse wie:

- digitale Betriebsführungsmodelle für Trinkwasseranlagen zur Steigerung der Energieeffizienz,
- erhöhte Freiheitsgrade beim Stromeinkauf durch stromgeführte Bewirtschaftung von Wasserspeichern,
- Flexibilisierung beim Stromverbrauch auf Kläranlagen durch Zu- und Abschaltung von Aggregaten ohne Einschränkung der Reinigungsleistung,
- Einsatz von Pumpen als Turbinen im Trinkwassernetz zur Energiegewinnung,
- neue Verfahrensstufen auf Kläranlagen wie z. B. die verstärkte Kohlenstoffausschleusung und damit Verbesserung des Gasertrages,
- Optimierung der Energie- und Ressourcengewinnung aus Klärschlamm,
- Einsatz von Power-to-X Lösungen (Biomethan, Biomethanol, weitere chemische Produkte) auf Kläranlagen basierend auf Wasserelektrolyse.

Bei Biobrennstoffzellen und Bioelektrolyseuren im Abwasserstrom ergeben sich zukünftig große Chancen für eine direkte Stromproduktion aus Abwasser und für Power-to-X Lösungen durch Kombination mit nachfolgenden Verfahrensstufen.

Durch die BMBF-Fördermaßnahme ERWAS wurde jetzt in praxisnahen Forschungsvorhaben untermauert, dass die ursprünglich prognostizierten Effizienzpotenziale erreicht werden können. Es wurden beispielsweise technische Energieeinsparmöglichkeiten in der Wasserverteilung von bis zu 33,6 % ermittelt.



Perspektive 1 – Die Wasserwirtschaft ist durch Flexibilität ein Partner der Energiewirtschaft

Regenerative Energiequellen wie Windkraft und Photovoltaik unterliegen großen tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Die Energiesysteme der Zukunft müssen erheblich flexibler auf diese Fluktuation bei der Bereitstellung und Nutzung von Energie reagieren können.

ERWAS-Forschungsergebnisse zeigen, wie wasserwirtschaftliche Anlagen im hierfür notwendigen Transformationsprozess einen wichtigen Beitrag leisten können. Sie weisen ein relevantes Flexibilitätspotenzial auf durch systemstützende Zu- und Abschaltung von Stromverbrauchern (Lasten), Zu- und Abschaltung von Stromerzeugern oder auch durch bedarfsorientierte Faulgasbereitstellung und Faulgasverwertung. Dieses Potenzial einer am Strommarkt orientierten Aggregatebewirtschaftung lässt sich ohne großen technischen Aufwand unter Gewährleistung der erforderlichen Reinigungsleistung der Kläranlagen aktivieren. Damit kann ein relevanter Beitrag zur bedarfsgerechten Entlastung und Stabilisierung von Stromnetzen geleistet werden. Insbesondere Kläranlagen ermöglichen so die Kopplung von Sektoren der Ver- und Entsorgung.

Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen können auf diese Weise an neuen Geschäftsmodellen und Produkten der Energieversorgung teilhaben – letztlich zum Nutzen der Gebührenzahler.

„Flexibilität ist die Veränderung von Einspeisung oder Entnahme in Reaktion auf ein externes Signal mit dem Ziel, eine Dienstleistung im Energiesystem zu erbringen.“ [Bundesnetzagentur, 2017: Flexibilität im Stromversorgungssystem]. Ein Beispiel für Flexibilität ist die Bereitstellung von Regelleistung oder Regelenergie. Dadurch kann die Stabilität der Stromnetze auch angesichts einer zunehmend dynamischeren Versorgung aus erneuerbaren Energien (Sonne, Wind) sichergestellt werden.

Perspektive 2 – Verbesserte Leistung und effizienter Betrieb in der Trinkwasseraufbereitung durch Modellierung und Simulation

Trinkwasser ist ein absolut schützenswertes Gut. Eine Energieoptimierung in den Anlagen der Trinkwasseraufbereitung und -verteilung muss daher Risiken in der Qualitätssicherung wie in der Versorgungssicherheit ausschließen. Instrumente zur Modellierung und Simulation, wie sie in ERWAS entwickelt wurden, ermöglichen eine virtuelle und damit risikofreie Erprobung von Maßnahmen wie zum Beispiel der Druckzonenoptimierung und Netzentkoppelung. Dadurch sind Stromeinsparungen von 10 bis 15 % und in Einzelfällen sogar bis über 60 % möglich.

Im Rahmen der Fördermaßnahme ERWAS wurden neue Softwareprogramme und Modellierungswerkzeuge entwickelt, die eine Optimierung von Anlagen zur Trinkwasserversorgung unter energetischen und wirtschaftlichen Aspekten ermöglichen. Damit konnten in den Wasserwerken der Pilotgebiete Kosteneinsparungen von bis zu 43 % realisiert werden.

Die in den Projekten entwickelten digitalen Betriebsführungs- und Assistenzsysteme ermöglichen einen energie- und kosteneffizienten Anlagenbetrieb bei unverändert hoher Versorgungssicherheit bei der Trinkwasserbereitstellung. Die Systeme verfügen über grafische Benutzeroberflächen, um z. B. Anlagen-Fahrpläne und Energiekosten zu visualisieren.





Perspektive 3 – Bio-Brennstoffzellen können Kläranlagen zu Kraftwerken machen

Mit der Bio-Brennstoffzelle auf Kläranlagen wurde ein neues Verfahren zur Energiegewinnung bei der Abwasserbehandlung weiterentwickelt. Anders als in herkömmlichen Brennstoffzellen – die chemische Energie, meist Wasserstoff, in Strom umwandeln – erzeugen hier Mikroorganismen elektrische Energie direkt aus organischen Stoffen. Dadurch findet nicht nur eine Teilreinigung des Abwassers statt, sie wandeln auch gleichzeitig die darin enthaltene chemische Energie in Strom um. Aufgrund dieser Fähigkeit lassen sich Bio-Brennstoffzellen auch einsetzen, um Stromschwankungen im Netz durch die Bereitstellung von Regenergie entgegen zu wirken. Als Bestandteil von intelligenten dezentralen Systemen unterstützen sie damit die Nutzung regenerativer Energien.

In den nachgeschalteten Stufen der Abwasserreinigung kann dadurch der Energieaufwand zum Beispiel für die Sauerstoffversorgung der biologischen Prozesse deutlich verringert werden.

Mit Hilfe einer Variante, den mikrobiellen Elektrolysezellen, lassen sich außerdem Wasserstoff und darauf basierend in Nachfolgeprozessen z. B. Methanol als flüssiger Energiespeicher und Ausgangssubstanz für die chemische Industrie erzeugen („Power-to-Products“).

Wie vielversprechend und zukunftsfähig dieses neue Verfahren ist, zeigt auch die Auszeichnung eines ERWAS-Projektes mit dem Deutschen Nachhaltigkeitspreis im Jahr 2017.

Abwasser enthält ein Mehrfaches der Energie, die für den Abwasserreinigungsprozess benötigt wird. Allerdings kann dieses Potenzial bisher nur zu einem geringeren Teil genutzt werden. Es ist nun gelungen, in Bio-Brennstoffzellen Mikroorganismen zu selektieren, die diese Energie direkt nutzen und überschüssige Elektronen in einen Stromkreis einspeisen. Als zusätzlicher positiver Effekt wird der Stromverbrauch der nachfolgenden Abwasserbehandlung reduziert. Gegenwärtig wird untersucht, wie sich dies mit weiteren positiven Effekten koppeln lässt, etwa einer Stickstoffelimination oder der Entfernung von Spurenstoffen.



Die Wasserwirtschaft als Baustein der Energiewende nutzen

Die Ergebnisse der ERWAS-Projekte zeigen modellhaft, dass die Wasserwirtschaft beim Umbau der Energieinfrastruktur in Richtung erneuerbare Energien eine wesentliche Rolle spielen kann.

1. Energieeffizienz in wasserwirtschaftlichen Anlagen kann deutlich gesteigert werden.
2. Dezentrale Energieerzeugung ist auf Standorten wasserwirtschaftlicher Anlagen technisch machbar und wirtschaftlich sinnvoll.
3. Kläranlagen haben das Potenzial, aus eigenen Ressourcen einen Großteil ihres Strombedarfs selbst zu decken oder sogar deutliche Stromüberschüsse zu erwirtschaften.
4. Wasserwirtschaftliche Anlagen bieten Möglichkeiten zur Interaktion mit den Energienetzen zum Beispiel durch Bereitstellung von Regelenergie.
5. Die Wasserwirtschaft unterstützt die Sektorkopplung, das heißt die Verbindung von Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Strom-, Wärme- und Gasversorgung.

6. Bio-Brennstoffzellen haben das Potenzial, die im Abwasser enthaltenen regenerativen Energiequellen deutlich effizienter zu nutzen als konventionelle Technologien.

Wasserwirtschaftliche Anlagen gehören zu den lebensnotwendigen Infrastrukturen unserer Gesellschaft. Damit die durch ERWAS aufgezeigten Möglichkeiten verwirklicht werden können, muss sich diese zentrale Rolle im politischen Handeln und bei der Gesetzgebung wiederfinden. Der Zugang zu den Energiemärkten muss entbürokratisiert und damit auch für Betreiber kleinerer wasserwirtschaftlicher Anlagen möglich gemacht werden. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist, dass energierechtliche und steuerliche Nachteile abgebaut werden, da die jetzige Situation Innovationen hemmt. Sektor übergreifendes Handeln muss politische Priorität haben und belohnt werden, um die Wasserwirtschaft als Baustein der Energiewende nutzen und zukünftige Herausforderungen energieeffizient und ressourcenschonend meistern zu können.

Die 12 ERWAS-Verbundprojekte – gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

BioBZ	Die bio-elektrochemische Brennstoffzelle als Baustein einer energierzeugenden Abwasserbehandlungsanlage	
BioMethanol	Nachhaltige Synthese des Energieträgers Methanol aus Abwasser	
KEStro	Kläranlagen als Energiepuffer für Stromnetze	
ENERWA	Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems	
EnWasser	Erschließung eines Lastmanagementpotenzials in der Wasserversorgung zur Integration erneuerbarer Energien	
EWave	Energiemanagementsystem Wasserversorgung	
EWID	Energiegewinnung im Wasserverteilungsnetz durch intelligentes Druckmanagement	
H₂Opt	Interaktive Entscheidungsunterstützung für das Betriebs- und Energiemanagement von Wasserversorgungsbetrieben auf der Grundlage von mehrkriteriellen Optimierungsverfahren	
arrivee	Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein in intelligenten Verteilnetzen mit erneuerbarer Energieerzeugung	
E-Klär	Entwicklung und Integration innovativer Kläranlagen-Technologien für den Transformationsprozess in Richtung Technikwende	
ESiTI	Abwasserbehandlungsanlage der Zukunft: Energiespeicher in der Interaktion mit technischer Infrastruktur im Spannungsfeld von Energieerzeugung und -verbrauch	
KRN-Mephrec	Klärschlamm zu Energie, Dünger und Eisen mit metallurgischem Phosphorrecycling in einem Verfahrensschritt	

<https://bmbf.nawam-erwas.de/de/verbundprojekte>

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 • 53773 Hennef
Tel.: +49 2242 872-333 • Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de • www.dwa.de

Redaktion:

ERWASNET – Vernetzungs- und Transfervorhaben für die BMBF-Fördermaßnahme
„Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft (ERWAS)“

Fotonachweise:

Titel: Vera Kuttelvaserova/Fotolia
Innen: Seite 1: Raphael Koch/Fotolia; Seite 2: Countrypixel/Fotolia; Seite 3: elxeneize/Fotolia; Seite 4: by-studio/Fotolia;
Seite 4, kl. Abb.: Bodenseewasserversorgung/EnWasser; Seite 5: darknightsky/Fotolia;
Seite 6: Darren P Smith/Fotolia Seite 7: automotivestocks/Fotolia; Seite 8: Laxmico.m/Fotolia

Layout und Design:

DWA • Hennef • Silke Vass-Wolff • B. A.

Druck:

medienHaus Plump GmbH • Rolandsecker Weg 33 • 53619 Rheinbreitbach

Bezug über:

DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Download: www.bmbf.nawam-erwas.de

Beiträge:

Koordinatoren der ERWAS-Verbundprojekte,
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Vernetzungs- und Transfervorhabens ERWASNET

Ansprechpartner beim Projektträger:

Dr. Thomas Deppe – Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Karlsruhe, Wassertechnologie und Entsorgung
Karlsruher Institut für Technologie, Außenstelle Dresden
Hallwachsstr. 3 • 01069 Dresden
Tel.: +49 351 463-31443 • thomas.deppe@kit.edu

Auflage:

1. Auflage • September 2018

