



ENTWÄSSERUNG



**Wirtschaftsbetrieb
Mainz**
Anstalt des öffentlichen Rechts

PRESSEMITTEILUNG

Mainz, 8. März 2018

WIE EIN BLICK IN DIE KRISTALLKUGEL

Zukunft der Mainzer Abwasserreinigung: Studie der TU Kaiserslautern soll Klarheit bringen / Mikroschadstoffe im Mittelpunkt / Energie und Kosten

Die Abwasserreinigung ist anspruchsvoller geworden, schwieriger. Weil die Toilette immer häufiger zum Mülleimer ‚mutiert‘, legen Feuchttücher, Fette und Co Pumpen lahm und verstopfen Kanäle. Vor allem aber sind es die kleinsten Schadstoffe, die den Kläranlagenbetreibern Sorgenfalten auf die Stirn treiben. Medikamentenrückstände, Hormone oder Mikroplastik sind mit der aktuellen Technik kaum zu entfernen und bedrohen so Umwelt und Gesundheit. Und genau hier setzt eine Studie an, die der Wirtschaftsbetrieb Mainz bei der Technischen Universität Kaiserslautern in Auftrag gegeben hat.

„Es ist ein wenig so, als würde man in eine Kristallkugel blicken“, meinte **Umweltdezernentin Katrin Eder** heute bei der Vorstellung der Studie. „Denn es geht um die Zukunft der Abwasserreinigung hier bei uns vor Ort.“ Heißt: Während der Wirtschaftsbetrieb aktuell untersucht, was im Detail so alles im Mombacher Klärwerk ankommt, soll das Team von Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz auf Basis dieser Ergebnisse klären, ob der Wirtschaftsbetrieb darauf reagieren sollte. Und wenn ja, wie. Stichwort: vierte Reinigungsstufe. Denn nur dementsprechend ‚getunt‘ können Kläranlagen solche Mikroschadstoffe zuverlässig aus dem Abwasser herausfiltern.



Unnötig und teuer: Feuchttücher und Co. im Rechen der Mainzer Kläranlage. Noch schlimmer sind allerdings Mikroschadstoffe.

Derzeit werden dabei vor allem zwei Techniken eingesetzt. Die eine basiert auf Aktivkohle, die andere setzt auf Ozonierung. Beide mit Stärken, beide aber auch mit Schwächen. „Deshalb erhoffen wir uns von der Studie auch einen Hinweis darauf, ob und wie eine Kombination beider Verfahren möglich wäre“, erklärt **Jeanette Wetterling** den zweiten, wichtigen Aspekt den die Wissenschaftler aus Kaiserslautern prüfen sollen. „Wenn, dann wollen wir tatsächlich auch die bestmögliche Lösung für Mainz“, so die **Vorstandsvorsitzende des Wirtschaftsbetriebs** weiter.

KONTAKT:

Wirtschaftsbetrieb Mainz | **Anschrift:** Industriestraße 70 - 55120 Mainz | **Telefon:** (0 61 31) 97 15 - 0 | **Fax:** (0 61 31) 97 15 - 209
E-Mail: presse@wirtschaftsbetrieb.mainz.de | **Internet:** www.wirtschaftsbetrieb.mainz.de



ENTWÄSSERUNG



**Wirtschaftsbetrieb
Mainz**
Anstalt des öffentlichen Rechts

Damit landet man ganz automatisch beim Geld. Denn nicht nur der Bau einer vierten Reinigungsstufe muss bezahlt werden, sondern auch deren Betrieb. Und das betrifft am Ende natürlich den Gebührenzahler. „Deshalb untersuchen wir zusätzlich noch, wie der Energieverbrauch einer solchen Anlage so gering, so effizient und so günstig, wie möglich gestaltet werden könnte“, beschreibt **Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz** den dritten Themenkomplex, den sie und ihr Team bearbeiten werden. Und das wird alles andere, als ein Nebenprodukt sein. „Konkret geht es dabei unter anderem um Speicherpotentiale, Bezugsquellen und den idealen Energiemix“, zählt die Studienleiterin auf. Das dabei vor allem auf regenerative Quellen gesetzt werden soll, versteht sich von selbst. Schließlich - um es noch einmal mit den Worten von **Umweltdezernentin Katrin Eder** zu sagen - „geht es um die Zukunft der Abwasserreinigung hier bei uns vor Ort“.

KONTAKT:

Wirtschaftsbetrieb Mainz | **Anschrift:** Industriestraße 70 - 55120 Mainz | **Telefon:** (0 61 31) 97 15 - 0 | **Fax:** (0 61 31) 97 15 - 209
E-Mail: presse@wirtschaftsbetrieb.mainz.de | **Internet:** www.wirtschaftsbetrieb.mainz.de

IM DETAIL:

Steckbrief TUK:

Das **Institut Wasser-Infrastruktur-Ressourcen** (WIR) der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK) bearbeitet innovative Projekte rund um die Themen Kläranlage, Entwässerung und Gewässerschutz und verfügt über entsprechend langjährige Erfahrung. Das Team um Frau Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz (Fachgebiet Ressourceneffiziente Abwasserbehandlung) und Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt (Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft) hat in den letzten Jahren u. a. den Fokus auf die Energiemarktintegration von Kläranlagen gerichtet und vielfältige Arbeiten im Bereich der Spurenstoffelimination durchgeführt. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Projekte „arrivee“ (www.erwas-arrivee.de) sowie das Projekt „Mikro_N“ zu nennen.



Prof. Dr.-Ing.
Heidrun Steinmetz

Prof. Heidrun Steinmetz leitet das Team für die Konzeptstudie für die Kläranlage Mainz. Vor der Übernahme der Professur zum 1.1.2016 in Kaiserslautern war sie neun Jahre Inhaberin des Lehrstuhls Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling am Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart. Ihre Tätigkeitsschwerpunkte liegen u. a. in den Bereichen Konzepte und Technologien für eine ressourcenorientierte Abwasserwirtschaft, Energie auf Kläranlagen, der Prozessoptimierung von Kläranlagen und der Elimination von Spurenstoffen.

Die beiden langjährigen WIR-Mitarbeiter Dipl.-Ing. Micheal Schäfer und Dipl.-Ing. Oliver Gretzschel haben im Projekt arrivee gemeinsam mit sieben weiteren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft den Grundstein für diese Konzeptstudie gelegt. Basierend auf den Ergebnissen dieses Projektes wurde die Idee für das Vorhaben auf der Kläranlage Mainz erarbeitet und entwickelt.

Das Team der TUK wird von erfahrenen Projektingenieuren der Hydro-Ingenieure (Kaiserslautern) sowie von GreenpeaceEnergy (Hamburg) unterstützt.

Gegenstand der Studie:

Die **Verknüpfung regenerativer Energieerzeugung** und dem hieraus resultierenden **Speicherbedarf** im Energienetz **mit der Elimination von Mikroschadstoffen** auf kommunalen Kläranlagen stellt einen innovativen und zukunftsweisenden Ansatz dar. Ziel ist es hierbei, kommunale Kläranlagen mit einer **Wasserelektrolyse** und einer **Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffelimination** auszustatten und beide Verfahrensstufen **gekoppelt zu betreiben**.

Für die Mikroschadstoffelimination kommt neben der Aktivkohleadsorption auch die Elimination mittels Ozonbehandlung in Frage. Die Elektrolyse erfüllt einerseits die Funktion, **Sauerstoff als Ausgangsprodukt für die Ozonierung** bereitzustellen. Damit besteht auf der Kläranlage eine ressourceneffiziente Verwertungsmöglichkeit für dieses eigentliche „Nebenprodukt“ des Elektrolyseprozesses. Das ozonierte Abwasser soll nachfol-

gend zur Elimination von möglichen Transformationsprodukten (Abbauszwischenprodukte) aus der Ozonierung über einen biologisch aktivierten Aktivkohlefilter aus granulierter Aktivkohle (GAK) geführt werden.

Das andererseits als Hauptprodukt bei der Elektrolyse erzeugte **regenerative Speicher-gas Wasserstoff** kann unterschiedlich genutzt werden. Im Fokus der Verwendung steht dabei die **Langzeitspeicherung** als wichtiger **Beitrag und Baustein der Energiewende**. Somit kommen i. B. eine **Einspeisung ins Gasnetz**, ggf. aber auch eine Stromerzeugung in auf der Kläranlage Mainz vorhandenen BHKW-Anlagen durch Beimischung zum Biogasstrom, in Betracht. Zu einem späteren Zeitpunkt kann auch die **Methanisierung von CO₂** (35%-Bestandteil im Biogas, Verbrennungsluft der Schlamm-Verbrennungs-Anlage (SVA)) eine weitere sinnvolle Option sein. Dabei setzen Bakterien Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid zu Methangas um.

Die beschriebene Verfahrenskette soll im technischen Maßstab auf der Kläranlage Mainz (Ausbaugröße = 400.000 E) als Pilotanlage errichtet und über einen zwei- bis dreijährigen Versuchszeitraum betrieben werden. Die auszuarbeitende **Konzeptstudie soll die planerischen Randbedingungen für die Errichtung einer solchen Anlage ermitteln, die prinzipielle Machbarkeit in Mainz aufzeigen und die Abschätzung der Kosten für die Pilotphase zur Beantragung von Fördermitteln ermöglichen.**

Die Konzeptstudie verbindet Untersuchungen zu zwei innovativen Verfahren (Spurenstoffelimination, Einbindung in Energienetze) und deren Kombination, wobei vor allem für den zuletzt genannten Bereich der Elektrolyse bei Nutzung von Überschussstrom bislang nur wenige Erfahrungen, und diese außerhalb von Kläranlagen, vorliegen. Diese müssen im Rahmen der Studie auf die Randbedingungen einer Kläranlage übertragen werden.

Mikroschadstoffelimination:

Als Mikroschadstoffe werden anorganische und organische Substanzen bezeichnet, die im Mikro- und Nanogrammbereich pro Liter in den Gewässern anzutreffen sind und teilweise bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben können. Bei diesen Stoffen handelt es sich insbesondere um **Arzneimittelwirkstoffe**, synthetische und natürliche Hormone, Geruchsstoffe, **Pestizide und Biozide** sowie **mineralische Brenn- und Treibstoffe** (Schluep et al., 2006)

Der Stoffeintrag in die Gewässer erfolgt dabei über folgende Pfade:

- Kläranlagenabläufe
- Mischwasserüberläufe, Regenauslässe, undichte Kanäle (Boden/ Grundwasser)
- die Landwirtschaft (Wirtschaftsdünger, Pestizideinsatz)
- Sickerwasser von Deponien oder Altlasten

Eine Studie aus Baden-Württemberg (Metzger et al., 2003) weist die Kläranlagenabläufe als wichtigen Eintragspfad von Arzneimittelrückständen in die Oberflächengewässer aus.

In den bestehenden Reinigungsstufen konventioneller mechanisch-biologischer Kläranlagen kommt es je nach Substanz zu einer teilweisen Elimination von Mikroschadstoffen durch Verflüchtigung (Strippung), Abbau durch Bakterien oder Bindung an Partikel (z.B. Klärschlammartikel). Für eine weitergehende Reduzierung der Einträge aller relevanten Substanzen reichen diese Entnahmeleistungen der konventionellen, auf die Elimination von Feststoffen, sauerstoffzehrenden Stoffen und Nährstoffen ausgelegten Abwasserbehandlungsanlagen jedoch nicht aus. Somit ist keine gezielte Elimination von

Mikroverunreinigungen möglich.

Um Spurenstoffe aus dem Abwasser zu eliminieren kommen unterschiedliche Verfahrenstechniken in Frage. Es ist jeweils im Einzelfall zu prüfen welche Anwendungsform einer Verfahrenstechnik für den Ausbau einer Kläranlage geeignet ist. Für die Auswahl einer geeigneten Anwendungsform ist neben der Entnahmeleistung die technische Realisierbarkeit unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten zu berücksichtigen. (koms-bw, 2018)

In Rheinland-Pfalz (RLP) sind an den großen Flüssen sowie zusätzlich an rheinland-pfälzischen Nebengewässern Messstellen eingerichtet, um den Zustand der Gewässer auch hinsichtlich von Mikroschadstoffe ermitteln und bewerten zu können. In der EU-Richtlinie 2008/105/EG (2008) sind Umweltqualitätsnormen (UQN) genannt, die als Maßstab für den bis zum Jahr 2015 geforderten guten chemischen Zustand der Gewässer dienen sollen.

Das von der TU Kaiserslautern im Auftrag vom Umweltministerium in Mainz durchgeführte Projekt Mikro_N (Schmitt et al., 2016) konnte aufzeigen, dass für eine möglichst effiziente Frachtreduktion ein vorrangiger Ausbau großer und damit belastungsintensiver Standorte mit einer 4. Reinigungsstufe zu favorisieren ist. Entsprechend den Ergebnissen des Projekts Mikro_N ergibt sich ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Gewässerqualität wenn die Kombination eines zielorientierten Kläranlagenausbaus mit quellenorientierten Maßnahmen einhergeht, um so den Eintrag von Mikroschadstoffen in die aquatische Umwelt zu vermeiden bzw. zu reduzieren.

Energie:

Die **Energiewende** hin zu einer umfassenden Versorgung mit regenerativen und CO₂-freien Energiequellen ist aus Gründen des **Klimaschutzes** dringend notwendig und weitgehend gesellschaftlicher Konsens. Der damit verbundene Ausbau der **Windenergie** sowie der **Photovoltaik** ist ein elementarer Baustein im Bereich der Stromversorgung. Aber auch die Bereiche Wärmeversorgung und Verkehr müssen auf einen CO₂-freien Betrieb umgestellt werden.

Um eine stabile Energieversorgung mit Wind und Sonne hinzubekommen, ist es erforderlich, dass in Zeiten, in denen diese Quellen viel Strom produzieren, dieser gespeichert werden kann, um in wind- und sonnenarmen Zeiten diese Energie wieder verfügbar zu machen. Die **langfristige Speicherung** ist daher ein zentraler und wichtiger Baustein der Energiewende.

Neben der kurzzeitigen **Speicherung** von Strom in Batterien besteht aber auch die Möglichkeit Strom in andere Energieformen, wie z. B. Wasserstoff, umzuwandeln und so längerfristig (über einen Zeitraum von mehreren Monaten) z. B. im Erdgasnetz zu speichern. Diesen Prozess der Umwandlung von elektrischem Strom (engl. Power) in speicherbare, energiereiche Gase bezeichnet man als **Power-to-Gas**.

Neben der Speicherung ist aber auch der **flexible Betrieb** von Stromverbrauchern und -erzeugern wichtig. So können flexible Stromverbraucher dann betrieben werden, wenn viel Strom verfügbar ist bzw. abgeschaltet werden, wenn gerade wenig Strom verfügbar ist. Anlagen, die so betrieben werden können, tragen dazu bei die Stromnetze zu entlasten. Blockheizkraftwerke, wie sie auch auf Kläranlagen mit Biogasproduktion betrieben werden, können gezielt zu Erzeugungsschwachen Zeiten von Strom aus Wind und Sonne, Strom erzeugen.

Auch unterschiedliche Aggregate auf der Kläranlage können flexibel betrieben werden.

Flexibilität kann an unterschiedlichen Märkten verkauft werden.

Eine Möglichkeit überschüssigen Strom aus Windenergieanlagen und Photovoltaik zu speichern besteht darin, mit diesem eine sogenannte Wasser-**Elektrolyse** zu betreiben. Dadurch wird Wasser in seine Bestandteile **Wasserstoff** und **Sauerstoff aufgespalten**. Zwei Gase, die beide speicherbar sind. **Wasserstoff** speichert dabei einen Großteil der im Strom enthaltenen Energie in Form von chemischer Energie und kann in unterschiedlichen Anwendungen genutzt werden:

- Speicherung im Erdgasnetz und Rückverstromung zu Zeiten, in denen kein Wind weht bzw. keine Sonne scheint
- Treibstoff für eine regenerative Mobilität (Wasserstoffantrieb mittels Brennstoffzelle)
- Grundstoff in der Industrie

Der **Sauerstoff** lässt sich ebenfalls speichern und kann auf Kläranlagen genutzt werden. Dort besteht eine Einsatzmöglichkeit in zweierlei Hinsicht:

- Nutzung für die biologischen Prozesse der Abwasserreinigung
- Ausgangsstoff zur Herstellung von Ozon für eine Spurenstoffelimination auf der Kläranlage

Für die im Rahmen der Elektrolyse frei werdende **Wärme** besteht auf der Kläranlage teilweise ebenfalls eine Nutzungsmöglichkeit. Bei großen Kläranlagen kann diese aber auch ggf. in eine bereits bestehendes Nah- bzw. Fernwärmenetz eingespeist werden.

Der große **Vorteil** des **Standortes Kläranlage** besteht darin, dass die anfallenden Produkte unmittelbar genutzt werden können, ohne dass ein energieintensiver Transport über weite Strecken erforderlich ist oder diese Stoffe gar nicht genutzt werden. Kläranlagen mit Ozonung müssen i. d. R. Flüssigsauerstoff kaufen. Dieser muss über weite Strecken transportiert und an anderer Stelle unter Einsatz von Energie produziert werden. Durch die Integration einer Elektrolyse zur Speicherung von Überschussstrom, soll der dabei entstehende Sauerstoff umweltfreundlich produziert werden und als Ausgangsprodukt für die Ozonierung dienen. Diese Optionen bestehen bei Anlagen, die auf der „grünen Wiese“ errichtet werden oft nicht.

Das Projekt „Abwasserreinigungsanlagen als Regelbaustein in intelligenten Verteilnetzen mit Erneuerbarer Energieerzeugung - arrivee“ (Laufzeit 4/2014 bis 3/2017) hat wesentliche Vorarbeit für die zu erstellende Studie geleistet und folgende Aspekte aufgezeigt:

- Kläranlagen sind technisch in der Lage **ihre Betriebsweise temporär auf Grund von externen Anforderungen anzupassen**, ohne den Klärprozess negativ zu beeinflussen.
- Der zunehmende **systemische Flexibilitätsbedarf** der Energieversorgung wird **neue Geschäftsmodelle** und Produkte mit sich bringen (z.B. dynamische Strompreise für Gewerbekunden). **Kläranlagen können daran partizipieren und somit profitieren**.
- Kläranlagen können lokal im Verteilnetz dafür sorgen, dass **konventioneller Netzausbau ersetzt oder verzögert werden kann** und der Anteil abgeregelter Energie aus Erneuerbaren durch sinnvolle Nutzung reduziert wird.
- **Kläranlagen verfügen sowohl über das entsprechende Potenzial**, als auch **über die notwendigen technischen Voraussetzungen effektiv Flexibilitäten** für verschiedene interne und externe Bedürfnisse und die **unterschiedlichen Märkte** bereit zu stellen.
- Kläranlagen sind **mögliche Standorte zur Speichergaserzeugung**, da sie sowohl über die erforderlichen Ressourcen zur **Methanisierung von Wasserstoff** verfügen

als auch **Verwertungspfade** für die bei der Elektrolyse anfallenden Produkte **Wärme und Sauerstoff** aufweisen.

Literaturverzeichnis:

- Metzger, J. W.; Buch, K.; Schneider, C. (2003): Pharmaka und Hormone in der aquatischen Umwelt. gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Verkehr in Baden-Württemberg, Förderkennzeichen UVM ONr 53-00.01, Teilbericht. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart.
- Schlupe, M.; Thomann, M.; Häner, A.; Gällo, R.; Stucki, G. (2006): Organische Mikroverunreinigungen und Nährstoffe. Eine Standortbestimmung für die Siedlungswasserwirtschaft. Umwelt-Wissen Nr. 0614, Bundesamt für Umwelt, Bern, S. 238. Hg. v. BAFU.
- Koms-bw (2018): Verfahren zur Spurenstoffentfernung aus kommunalem Abwasser, <http://koms-bw.de/technologien/spurenstoffentfernung/>, zuletzt geprüft 11.2.2018
- Schmitt, T. G.; Knerr, H.; Gretzschel, O.; Kolisch, G. und Taudien, Y. (2016): „Relevanz, Möglichkeiten und Kosten einer Elimination von Mikroschadstoffen auf kommunalen Kläranlagen in Rheinland-Pfalz, aufgezeigt am Beispiel der Nahe - Mikro_N“, Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (MULEWF) des Landes Rheinland-Pfalz, Deutschland, <http://www.bauing.uni-kl.de/siedlungswasserwirtschaft-und-abfallwirtschaft/projekte/abwasserbehandlung/relevanz-moeglichkeiten-und-kosten-einer-elimination-von-mikroschadstoffen-auf-kommunalen-klaeranlagen-in-rheinland-pfalz-aufgezeigt-am-beispiel-der-nahe-mikro-n/>

