

Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser



Abwasserplanung des Kantons Zug

Bruno Mathis, Leiter Abteilung Wasser

Zug, 7. Juli 2016

1. Einleitung und Problemstellung

Unter Mikroverunreinigungen (MV) versteht man organische Substanzen, die in den Gewässern in Konzentrationen von wenigen Nanogramm bis Mikrogramm pro Liter vorliegen. Sie stehen im Verdacht, bereits in tiefen Konzentrationen schädliche Wirkungen auf das Hormonsystem von Tieren und die menschliche Gesundheit zu haben. Sie finden sich auch in diversen Produkten des täglichen Gebrauchs in Medikamenten, Körperpflegeprodukten, Materialschutz- und Pflanzenschutzmitteln. Trotz des hohen Ausbaustandards der Schweizer Abwasserreinigungsanlagen (ARA) können MV in heutigen Anlagen nur ungenügend aus dem Abwasser entfernt werden. Sie gelangen deshalb mit dem gereinigten Abwasser in Fliessgewässer und Seen und teilweise sogar ins Grundwasser. Trotz der tiefen Konzentrationen im Gewässer können solche abwasserbürtigen Spurenstoffe Wasserlebewesen schädigen und stellen gleichzeitig auch eine Gefahr für unsere Trinkwasserressourcen dar.

Um den Einfluss von MV auf Zuger Gewässer abschätzen zu können, wurden im Auftrag des Gewässerschutzverbands der Region Zugersee-Küssnachtsee-Ägerisee (GVRZ) in einer Messkampagne im 2013/14 der Zuger- und Ägerisee sowie die Lorze unterhalb der ARA Schönau auf eine breite Palette von organischen Spurenstoffen aus Siedlung und Landwirtschaft untersucht. Im Fokus stand einerseits eine Standortbestimmung betreffend der Belastungssituation in diesen Gewässern und andererseits die Bilanzierung der Stoffeinträge aus Mischwasserentlastungen und Regenwasserkanälen, dem Auslauf der ARA Schönau, sowie Einträge durch Oberflächenabfluss und Drainagen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Obwohl aktuell für die Zuger Bevölkerung keine Gefährdung besteht, müssen zum Schutz der Gewässer und aus Gründen des vorsorglichen Verbraucherschutzes Massnahmen getroffen werden. Sowohl in der Schweiz als auch international stehen erprobte Verfahrenstechniken, insbesondere der Einsatz von Aktivkohle und Ozon, für die Reduktion von MV auf ARA zur Verfügung. Mit diesen Technologien können durchschnittlich 80 % der MV aus dem Abwasser eliminiert werden. Der ökologische Nutzen dieser Verfahren ist aufgrund der hohen Effizienz als gross einzustufen.

Im Frühjahr 2014 stimmten die eidgenössischen Räte einer Änderung des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) zur Entfernung von Mikroverunreinigungen aus dem gereinigten Abwasser zu. Um die Belastung der Oberflächengewässer mit Spurenstoffen markant zu verringern, müssen rund 100 grössere ARA in der Schweiz in den nächsten 20 Jahren mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination solcher Substanzen ausgerüstet werden. Am 4. November 2015 hat der Bundesrat die revidierte Gewässerschutzverordnung (GSchV) genehmigt, in welcher die Kriterien für die Aufrüstung bestimmter ARA mit einer zusätzlichen Klärstufe genannt und die Finanzierungsmodalitäten präzisiert werden. Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Massnahmen können zudem schrittweise ökotoxikologisch begründete Anforderungswerte für die wichtigsten in die Gewässer gelangenden MV eingeführt werden. Die Änderungen sind am 1. Januar 2016 in Kraft getreten. Für das Erreichen der geforderten Abbauleistung von 80 % haben sich bei grosstechnischen Versuchen sowohl die Elimination durch Absorption an Pulveraktivkohle (PAK) als auch eine Oxidation mit Ozon (Ozonung) als geeignet erwiesen. Die Wahl des geeignetsten Verfahrens muss für jede ARA individuell erfolgen und hängt u.a. vom bestehenden biologischen Verfahren, allfällig bereits bestehenden Filtern sowie der zur Verfügung stehenden Flächen ab. Zur Finanzierung der Aufrüstungen wird schweizweit bei allen an eine ARA angeschlossenen Personen jährlich eine Abwasserabgabe von 9 Franken erhoben. Mit den

Einnahmen aus der Abgabe werden die Behandlungsstufen zur Elimination von MV zu 75 % mitfinanziert.

Für die konkrete Umsetzung der Reduktion von MV in Schweizer ARA müssen nun die Kantone eine Grobplanung der notwendigen Massnahmen vornehmen. Diese Planung berücksichtigt auch künftige Entwicklungen. Dabei wird auch eine zeitliche Staffelung der Umsetzung festgelegt. Bei Gewässereinzugsgebieten, die in mehr als einem Kanton liegen, wird die Planung durch denjenigen Kanton koordiniert, der den höchsten Anteil an Einzugsgebietsfläche hat. Der vorliegende Bericht präsentiert dazu diese Planung gemäss aktuellem Kenntnisstand.

2. Kriterien des Bundes zur Auswahl der ARA mit einer künftigen Eliminationsstufe

Die Auswahl der betroffenen ARA, welche Massnahmen zur Elimination von Spurenstoffen treffen müssen, erfolgt gemäss Anhang 3.1 Ziff. 2 Nr. 8 der am 1. Januar 2016 in Kraft getretenen Änderungen der GSchV:

- Kriterium "Grösste ARA": ARA mit mehr als 80'000 angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohnern (E_{ang})
- Kriterium "Grosse ARA im Einzugsgebiet von Seen": ARA mit mehr als 24'000 E_{ang} im Einzugsgebiet von Seen (Ausnahmen möglich)
- "Hoher Abwasseranteil im Fliessgewässer": ARA mit mehr als 8'000 E_{ang} an Fliessgewässern mit einem Abwasseranteil von mehr als 10 % bzgl. organischen Spurenstoffe im ungeklärten Abwasser
- "Ausnahmen": Kantone können weitere ARA (mit mehr als 8'000 E_{ang}) zum Ausbau verpflichten bei ARA in Karst- und Kluft-Gebieten und ARA (mit mehr als 1'000 E_{ang}) an Gewässern in ökologisch sensiblen Gebieten oder die für Trinkwassernutzung von Bedeutung sind.

3. Situation im Kanton Zug

Im Kanton Zug sind insgesamt drei kommunale ARA in Betrieb. Es handelt sich dabei um die **ARA Schönau des GVRZ** in Cham und die beiden kleineren **ARA Tal** in Neuheim und **ARA Finstersee** in Menzingen. Bei der ARA Schönau handelt es sich mit rund 146'000 angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohner (E_{ang}) um eine ARA der grössten Klasse mit über 80'000 E_{ang} , welche im Einzugsgebiet des Gewässerschutzverbandes GVRZ in die Lorze entwässert. Aufgrund ihrer Grösse ist sie mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe für die Elimination von MV auszurüsten. Da sich das GVRZ-Verbandsgebiet über die drei Kantone Schwyz, Luzern Zug erstreckt und sich der grösste Teil des Einzugsgebiets sowie der Standort der ARA Schönau im Kanton Zug befindet, koordiniert der Kanton Zug für die ARA Schönau die Planung.

Die anderen beiden im Kantonsgebiet vorkommenden ARA, die ARA Neuheim (mit ca. 1'800 E_{ang}) und die ARA Finstersee (mit ca. 400 E_{ang}) haben deutlich weniger als 8'000 E_{ang} und entwässern beide in die Sihl mit einem Verdünnungsverhältnis weit unter 10 %. Aufgrund ihrer Grösse erfüllen sie keines der in Anhang 3.1 Ziff. 2 Nr. 8 aufgeführten Kriterien, weshalb sie auch nicht ausgebaut werden müssen. Wie in anderen Kantonen ist jedoch auch im Kanton

Zug die Verringerung der Anzahl ARA bei gleichzeitiger Steigerung der Leistung und der Wirtschaftlichkeit der Anlagen anzustreben (Abwasserplanung). Im hydraulisch zusammenhängenden Gebiet des GVRZ macht es Sinn eine zentrale ARA zu betreiben, da dies wirtschaftlich, ökologisch und aus Sicht der Betriebssicherheit mittelfristig Sinn macht. Bei kleineren ARA ist vor einer grösseren Investition deshalb immer ein möglicher Anschluss an eine grössere zentrale ARA mit einem verbesserten Reinigungsgrad und einer besseren Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Vor diesem Hintergrund und aufgrund von bekannten Defiziten bei der Reinigungsleistung der ARA Finstersee plant die Gemeinde Menzingen die ARA aufzuheben und voraussichtlich mit einer neuen Pumpleitung im 2017 an die ARA Schönau anzuschliessen. Ein entsprechendes Bauprojekt ist zurzeit in Planung. Der heutige Abwasseranteil der Lorze beträgt > 15 %. Insbesondere aufgrund der bekannten Defizite bei der Reinigungsleistung der ARA Neuheim mit regelmässig auftretenden Überschreitungen der Einleitbedingungen (insbesondere beim Nitrit) ist zu prüfen, ob die ARA Neuheim gemäss vorliegender Abwasserplanung ebenfalls aufgehoben und mittelfristig an die ARA Schönau angeschlossen werden kann (vgl. Anhang A1) oder zur Einhaltung der geltenden Einleitbedingungen entsprechend ausgebaut bzw. saniert werden muss.

Gemäss vorliegender Studie Mehrjahresplanung GVRZ, Langfristige Entwicklungsszenarien vom März 2015 sind entsprechende Kapazitäten in der ARA Schönau für beide ARA-Anschlüsse vorhanden.

4. Elimination von MV in der ARA Schönau: Technische und zeitliche Umsetzung

Für das Erreichen der geforderten Eliminationsleistung von 80 % haben sich bei grosstechnischen Versuchen sowohl eine oxidative Behandlung mit Ozon als auch eine Elimination durch Adsorption an Pulveraktivkohle (PAK) als geeignet erwiesen. Beim Einsatz von PAK zur Entfernung der MV ist eine anschliessende Abwasserfiltration zwingend, um einen potentiellen Eintrag von Pulveraktivkohle in das Gewässer zu verhindern. Bei einer Ozonung ist eine Abwasserfiltration ebenfalls zwingend nachzuschalten, um neben einer biologisch aktiven Schlussreinigung auch problematische Oxidationsprodukte herausfiltern zu können. Grundsätzlich soll die gesamte biologisch behandelte Abwassermenge (Q_{max} oder 2 QTW) über eine Eliminationsstufe für MV geführt werden.

In der ARA Schönau wurde bereits im 2009 die Machbarkeit beider Verfahren in einem Pilotversuch genauer untersucht. Dabei zeigte sich, dass grundsätzlich beide Verfahren zur Reduktion von MV umgesetzt werden können mit einer guten Elimination der MV und entsprechenden Vor- und Nachteilen bei beiden Verfahren. Im Rahmen einer vertieften Abklärung mit Variantenstudie zur Elimination von MV wurden die technische Machbarkeit, die entstehenden Kosten und die Effizienz der Verfahren genauer unter die Lupe genommen. Im Rahmen der Studie wurden insgesamt vier Varianten geprüft: PAK mit Raumfiltration, PAK mit Zudosierung in die Biologie, granuliert Aktivkohle (GAK-Filter) und Ozonung. Dabei hat sich als Bestvariante die Direktodosierung von PAK auf den Sandfilter (Raumfiltration) gezeigt (vgl. Anhang A2). Die Realisierung auf dem Gelände der bestehenden ARA Schönau kann ohne den Bau von zusätzlichen neuen Becken realisiert werden. Im Rahmen des geplanten ARA-Ausbaus zur Elimination von Spurenstoffen sind innerhalb des bestehenden ARA-Perimeters als wesentliche bauliche Anpassungen der Umbau eines der bestehenden Anaerob-Becken in ein Kontaktbecken mit

Pumpwerk, eine PAK-Dosieranlage mit den erforderlichen PAK-Lager sowie die Anpassung des bestehenden Sandfilters und des Nachklärbeckens geplant.

Ergänzend zu den Untersuchungen von 2009 erfolgte im 2015 ein weiteres Pilotexperiment mit dem Ziel, das Wirkungspotential der Bestvariante PAK im Parallel-Betrieb in der ARA Schönau genauer zu bestimmen und dabei die Betriebskosten zu evaluieren. Dabei konnten einerseits die zu erwartenden Betriebskosten evaluiert und andererseits nachgewiesen werden, dass der Abwassertransport über das Ringleitungssystem des GVRZ effizient funktioniert und der Verlust solcher Stoffe gering ist. Im Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass die Reservekapazitäten ausreichend gross sind, um darauf aufbauend eine zusätzliche Reinigungsstufe zu realisieren.

An der Delegiertenversammlung des GVRZ vom 20. November 2015 wurde der Verfahrensentcheid "Direktdosierung von PAK auf den Sandfilter" und die Arbeitsvergabe für die Gesamtplaner-Leistungen für das Projekt "Elimination MV" genehmigt. Gemäss vorliegendem Zeitplan soll bis Mitte 2017 das entsprechende Bauprojekt mit dem Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) ausgearbeitet werden mit einer anschl. Realisierung bis Mitte 2019 (vgl. Anhang A3).

5. Kosten und Finanzierung für den Ausbau der ARA Schönau mit der zusätzlichen Reinigungsstufe

In einer Studie wurden auch die Kosten für die Realisierung der zusätzlichen Reinigungsstufe für die Elimination der MV genauer überprüft. Dabei konnte dargelegt werden, dass bei allen vier geprüften Verfahren die Jahreskosten für den Bau und Betrieb mit ca. 1 Mio. Franken deutlich tiefer liegen als die jährliche Abgabe von 1,3 Mio. Franken an den Bund, welche durch den GVRZ ab 1.1.2016 jährlich geleistet werden muss. Die Einsparung im Vergleich zur Abgabe beträgt ca. 0,3 Mio. Franken pro Jahr. Die zu erwartenden Investitionskosten liegen zwischen 11 und 15 Mio. Franken, wovon gemäss Abgeltungsverfahren voraussichtlich durch den Bund 75 % wieder zurückerstattet werden. Die geschätzten Investitionen für den Ausbau verursachen Kosten zwischen 6 - 7 Franken pro Einwohner und Jahr.

Mit einer gesamtschweizerischen und bis zum Jahr 2040 befristeten Abwasserabgabe, welche bei den ARA auf der Basis der angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohnern erhoben wird, sollen 75 % der Kosten für die Aufrüstung (Erstinvestitionen) der betroffenen ARA gedeckt werden. Der Höchstbetrag der Abgabe wurde auf 9 Franken pro Einwohnerin und Einwohner und Jahr festgesetzt. Die Finanzierung beruht auf dem Verursacherprinzip, da alle Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz zur Belastung durch MV beitragen. Die Abgeltung der Erstinvestitionen wird rückwirkend auf den 1. Januar 2012 umgesetzt, um Vorreiteranlagen nicht zu benachteiligen. ARA, die mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgestattet werden, können im Folgejahr der Inbetriebnahme der zusätzlichen Reinigungsstufe von der Abwasserabgabe befreit werden. Damit sollen nicht nur ein Anreiz zu einer Aufrüstung geschaffen, sondern auch die höheren Betriebskosten ausgeglichen werden.

Die ARA Schönau wird ab 2016 die Bundesabgabe von 9 Franken den Gemeinden und den Direkteinleitern anhand des bestehenden ARA-Betriebskostenverteilers weiterverrechnen. Ab 2016 werden die Kosten des GVRZ um rund 12 % steigen. Die Kostensteigerung wurde bereits

im 2011 im Finanzierungskonzept des GVRZ für die Umsetzung der Massnahme berücksichtigt und entsprechend kommuniziert. Nach der Umsetzung der Massnahme zur Elimination von MV werden die Kosten ab 2020 aufgrund der Abgabebefreiung durch den Bund wieder sinken.

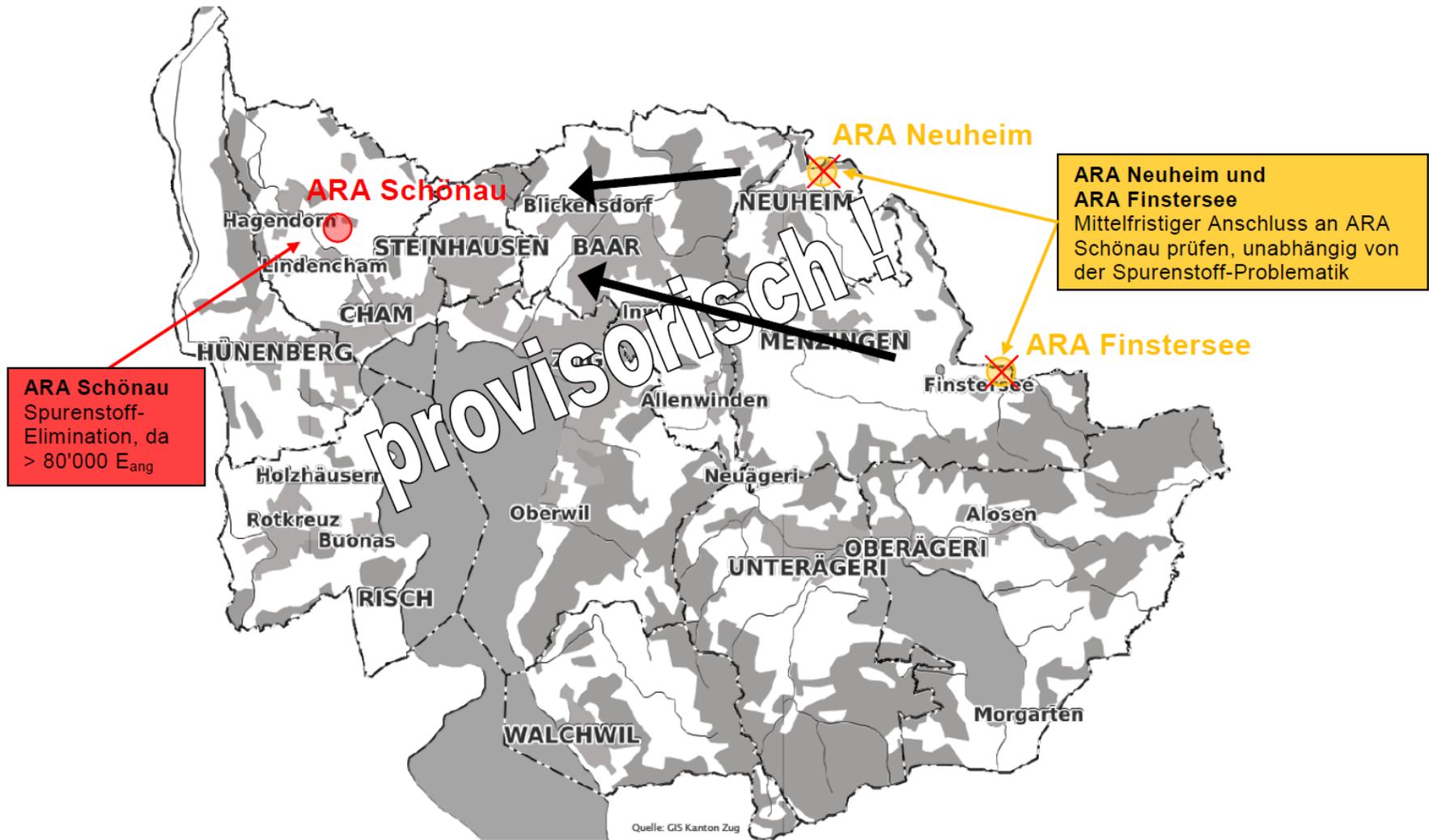
6. Prognostizierter Nutzen des Ausbaus der ARA Schönau für die Zuger Gewässer

Die Kapazitäten der ARA Schönau reichen für das Bevölkerungswachstum und Anschlüsse weiterer ARA bis zu einem Zeithorizont bis ins Jahr 2030: Die biologische Reservekapazität liegt gemäss Angaben des GVRZ bei ca. 100'000 E_{ang} , die hydraulische Reservekapazität bei ca. 70'000 E_{ang} . Nach 2030 kann die Leistung auf Basis der bestehenden Verfahren weiter optimiert und verbessert werden.

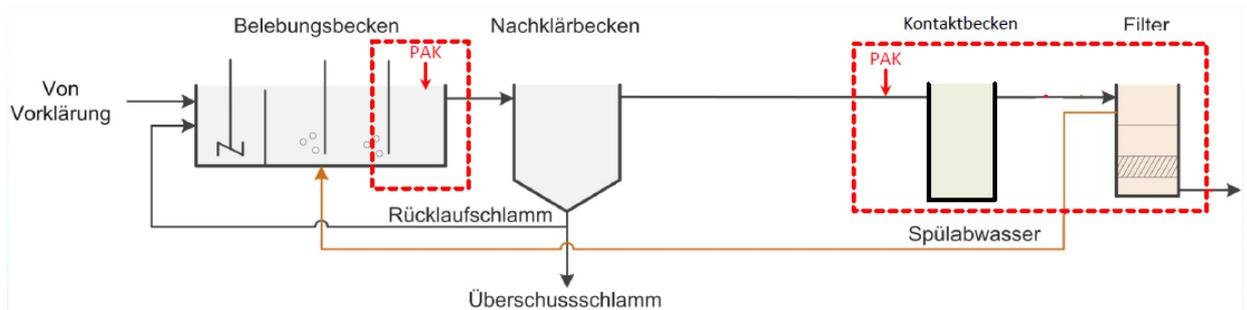
Aufgrund des Standorts der ARA Schönau ist der Nutzungsdruck auf die Lorze relativ intensiv bzw. der Abwasseranteil mit ca. entsprechend hoch. Die gewünschte minimale zehnfache Verdünnung der Einleitung von gereinigtem Abwasser kann aus gegebenen Gründen in der Lorze nicht erreicht werden. Bei der ARA Schönau werden unterhalb der Einleitstelle im Fliessgewässer aktuell Abwasseranteile von über 10 % erreicht. In den vergangenen Jahren hat der GVRZ jedoch aus eigenem Antrieb bereits erhebliche Anstrengungen bei der ARA unternommen, um eine grössere Abwassermenge zu behandeln, dies mit dem Ergebnis einer erheblichen Reduktion der Entlastungsmenge von unbehandeltem Abwasser in die Lorze. Durch die Aufrüstung der ARA Schönau ändert sich der kumulative Abwasseranteil in der Lorze zwar nicht. Durch die Elimination der MV wird jedoch eine ca. 80 %-ige Reduktion des Eintrags von MV über das gereinigte Abwasser in die Lorze erzielt werden können, was einer markanten Verbesserung der Gewässerqualität entspricht. Die Überwachung der Wasserqualität kann mit der sich zur Zeit in der Anhörung befindenden überarbeiteten UVEK-Verordnung zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen sichergestellt werden.

Fazit: Mit der Aufrüstung der ARA Schönau mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe und einem mittelfristigen Anschluss der beiden kleineren ARA (Finstersee und Neuheim) an die ARA Schönau kann langfristig eine signifikante Verbesserung der Gewässerqualität im Kanton Zug erzielt werden. Mit der 4. Reinigungsstufe zur Elimination der Spurenstoffe ist es jedoch aus systemischen Gründen nicht möglich, eine Verbesserung der Abwassersituation hinsichtlich Abwasseranteil in der Lorze zu erzielen. Dazu wären andere Massnahmen notwendig. Durch das angewandte Verfahren können neben der Elimination von Spurenstoffen eine verbesserte Feststoffabtrennung (GUS), eine Reduktion der gelösten Restorganik (DOC) und eine minimale Verbesserung der Phosphatwerte erzielt werden. Durch die geltenden verschärften Einleitungsbedingungen und mit dem in der Verordnung des UVEK formulierten Reinigungseffekt der darin bezeichneten Leitsubstanzen von mindestens 80 % kann eine insgesamt stark verbesserte Gewässerqualität in der Lorze erreicht werden. Mit einem mittelfristigen Anschluss der beiden kleinen ARA an den GVRZ wird zusätzlich der Abwasseranteil in die Sihl auf null reduziert, womit auch die Abwasserbelastungen in die Sihl durch die beiden Klein-ARA entfallen wird.

Anhang A1: Abwasserplanung: Konzept Spurenstoff-Elimination Kanton Zug



Anhang A2: Direktdosierung von PAK über das Kontaktbecken auf den Sandfilter als Best-Variante in der ARA Schönau



Bei diesem Verfahren wird PAK hauptsächlich über ein Kontaktbecken direkt in den Sandfilter zudosiert. Die PAK gelangt zusammen mit dem Spülabwasser in die Biologie zurück und werden als Teil der Schlammbehandlung zusammen mit dem Belebtschlamm im Nachklärbecken abgetrennt. Der nachgeschaltete Sandfilter verhindert als Sicherheitsstufe den Austrag von PAK in das Gewässer. Die Redundanz und volle Leistung des Verfahrens wird sichergestellt, indem unabhängig von der Dosierung von PAK auf den Sandfilter auch eine Dosierung von PAK direkt in die Biologie praktiziert wird. Diese zweite Dosierstelle mit PAK in das Belebungsbecken kommt zum Einsatz bei starken Belastungen und/oder bei einem allfälligen Ausfall des Hauptverfahrens zur sicheren Einhaltung der Grenzwerte (Redunanz). Die zusätzliche Zudosierung von PAK auf die Biologie an der zweiten Dosierstelle ist als integrativer Bestandteil zum oben beschriebenen Verfahrens mit Direktdosierung von PAK auf den Sandfilter zu verstehen.

Anhang A3: Zeitplan ARA Schönau Massnahme Elimination MV von 2014 bis Abgabefreiung ab 2020

