

# Mikroverunreinigungen im Abwasser

Jörg Kaufmann | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

**Verschiedene Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass gereinigtes kommunales Abwasser wesentlich zur Belastung der Gewässer mit Mikroverunreinigungen beiträgt. Dieser Eintrag kann mit einer Erweiterung der heutigen Abwasserreinigungsanlagen um eine zusätzliche Reinigungsstufe minimiert werden. Auch im Kanton Aargau sind Massnahmen erforderlich.**

Gerne lindern wir unser Kopfweh oder die Auswirkungen einer Grippe mit Medikamenten oder wir schützen uns gegen eine ungewollte Schwangerschaft. Wir haben in den letzten Jahrzehnten den Einsatz von Medikamenten und Haushaltchemikalien – aber beispielsweise auch unsere tägliche Körperpflege – stark intensiviert. Die Wirkstoffe dieser Produkte gelangen nach der Anwendung oder über die menschlichen Ausscheidungen in die Kanalisation und in die Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Diese Mikroverunreinigungen werden gar nicht oder nur teilweise abgebaut oder zurückgehalten und landen in zunehmenden Mengen ungehindert in unseren Gewässern. Man spricht von über 30'000 Stoffen, die so in die Umwelt gelangen. Mit dem Bevölkerungs-

wachstum und der steigenden Lebenserwartung ist eine weitere Zunahme dieser Substanzen im Abwasser und in den Gewässern zu erwarten.

## **Problematik von Mikroverunreinigungen**

Zahlreiche Wirkstoffe sind auch nach der Ausscheidung durch den Menschen noch biologisch aktiv. Sie können auch in sehr geringen Konzentrationen unerwünschte Wirkungen auf die Wasserlebewesen haben. So hat man im Rahmen von Studien festgestellt, dass infolge von hormonwirksamen Stoffen im Abwasser eine Verweiblichung von männlichen Fischen stattfindet. Dieses Phänomen tritt insbesondere unterhalb von Einläufen aus Kläranlagen auf. Die Belastungen

sind am augenfälligsten bei kleinen bis mittleren Fließgewässern in dicht besiedelten Gebieten. Dort wird das gereinigte Abwasser ungenügend verdünnt. Gelangt das Bach- oder Flusswasser in den Untergrund, könnte unter ungünstigen Verhältnissen auch das Grundwasser – unser Trinkwasser – belastet werden.

## **Handlungsbedarf besteht**

Im Kanton Aargau liegen rund 90 Prozent des Siedlungsgebietes über genutztem Grundwasser. Der Gewässerschutz und damit der Trinkwasserschutz haben für die Bevölkerung einen sehr hohen Stellenwert.

Die Wissenschaft geht nicht von einer unmittelbaren Gefährdung der menschlichen Gesundheit aus. Abwarten und beobachten ist aber kein taugliches Mittel, um Mensch, Tier und Trinkwasser wirkungsvoll zu schützen. Um erkennbare Umweltbeeinträchtigungen abzuwenden oder zu minimieren, haben sich Massnahmen im Sinne des Vorsorgeprinzips in der Vergangenheit als wirkungsvolle Strategie erwiesen. Ein Handlungsbedarf besteht auch im Interesse der «Unterlieger». Die Schweiz als Binnenland entwässert in die Nachbarländer und exportiert damit Stofffrachten ins Ausland.

## **Abwasserreinigung im Fokus**

Zum Schutz der Gewässer vor nachteiligen Auswirkungen sieht die Gesetzgebung das Verbot oder die Anwendungseinschränkung von zahlreichen umweltgefährdenden Substanzen vor. Nur mit diesen Massnahmen lassen sich die Probleme mit organischen Spurenstoffen in Gewässern aber nicht ausreichend entschärfen. In vielen Fällen zeigt sich auch, dass Punktquellen wie beispielsweise Spitäler und Altersheime die Belastung im ARA-Einzugsgebiet nicht dominieren und die Abwasserbehandlung vor



Foto: Public Domain

*Wirkstoffe aus Medikamenten gelangen über unsere Ausscheidungen in die Kanalisation, dann in die Kläranlage und da sie dort nicht oder nur ungenügend abgebaut werden auch wieder in unsere Gewässer.*

Ort zu wenig bewirken würde. Deshalb liegt der Fokus auf der Nachrüstung der kommunalen ARAs.

Ungeachtet dessen verfolgt der Kanton Aargau parallel dazu mögliche Massnahmen bei Punktquellen im Rahmen von Grundlagenstudien und konkreten Einzelfällen weiter. Dazu gehören insbesondere Spitäler und Industriebetriebe.

### Das Gewässerschutzgesetz gibt vor, was zu tun ist

Nach einem rund 10-jährigen fachlichen und politischen Diskussions- und Entscheidungsprozess hat der Bundesrat mit der Inkraftsetzung der Bestimmungen im Gewässerschutzgesetz (GSchG) und in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) den Handlungsbedarf und weitere Randbedingungen festgelegt. Er beauftragt die Kantone, bestimmte kommunale ARAs zum Ausbau einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen zu verpflichten.

Die Massnahmenpflicht der ARAs, betreffend einer zusätzlichen Reinigungsstufe, wurde aufgrund der Gefährdung, aber auch aufgrund von ökonomischen Aspekten (Effizienz) wie folgt festgelegt:

- Anlagen ab 80'000 angeschlossenen Einwohnern;
- Anlagen ab 24'000 angeschlossenen Einwohnern im Einzugsgebiet von Seen;
- Anlagen ab 8000 angeschlossenen Einwohnern an Fliessgewässern mit einem Abwasseranteil von mehr als zehn Prozent;
- Anlagen ab 8000 Einwohnern, wenn eine Reinigung aufgrund besonderer hydrogeologischer Verhältnisse erforderlich ist;
- Anlagen ab 1000 angeschlossenen Einwohnern an Fliessgewässern mit einem Abwasseranteil von mehr als fünf Prozent, wenn das Gewässer in einem ökologisch sensiblen Gebiet liegt oder für die Trinkwasserversorgung wichtig ist.

Zur Festlegung und Umsetzung der Massnahmen hat der Kanton Aargau eine Planung erarbeitet.

### Vorleistungen der letzten Jahrzehnte zahlen sich aus

Der Kanton Aargau entwickelt seit über 20 Jahren die ARA-Struktur zusammen mit den betroffenen ARAs mit grossem Engagement weiter. Die Abwasserreinigung wurde kontinuierlich regionalisiert und zu grösseren Einheiten zusammengefasst. Dies geschah zur Entlastung kleiner Vorfluter, aber insbesondere auch im Hinblick auf kommende Herausforderungen in der Abwasserreinigung wie aktuell der Elimination von Mikroverunreinigungen. Die Anzahl ARAs reduzierte sich dadurch zwischen 1985 und 2017 von 94 auf 42 Anlagen. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Der Kanton Aargau hat dazu im Juni 2014 als Konkretisierung der entsprechenden kantonalen Richtplanbeschlüsse das «Konzept Abwasserreinigung» publiziert. Seither laufen mit über 20 involvierten ARAs Studien und Planungen für eine noch engere Zusammenarbeit in der Abwasserreinigung.

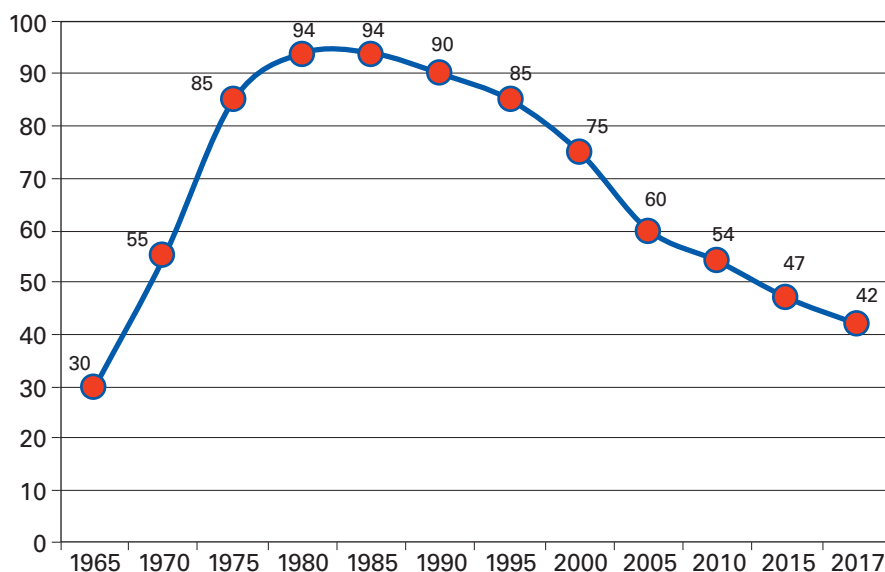
### Verfahrensauswahl für die Elimination der Mikroverunreinigungen

Verfahren zur Entfernung von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser müssen eine Breitbandwirkung aufweisen, technisch machbar und wirtschaftlich tragbar sein. Diese

Anforderungen erfüllen nach heutigem Stand der Technik oxidative Verfahren mittels Ozonung und adsorptive Verfahren mittels Aktivkohle.

Beim Verfahren der Ozonung wird unter Einsatz von elektrischer Energie aus Sauerstoff (oder Luft) Ozon hergestellt und dieses dann in das Abwasser eingeleitet. Ozon ist ein sehr reaktives Gas, das mit den Wasserinhaltsstoffen reagiert, auch schwer abbaubare Verbindungen angreift und so Mikroverunreinigungen eliminieren kann. Eine Nachbehandlung mit einer biologisch aktiven Stufe nach der Ozonung wird benötigt, um potenziell toxische Reaktionsprodukte effektiv entfernen zu können. Eine Variante ist die Kombination der Ozonung mit einer Sandfiltration. Bei speziellen Belastungen aus Industrie- oder Gewerbeabwassereinleitungen sowie bei bromidhaltigen Abwässern kann eine Ozonung zu einer Erhöhung der Toxizität führen. Wird beispielsweise bromidhaltiges Abwasser mit Ozon behandelt, kann Bromat entstehen. Bromat ist ein ökotoxikologischer und trinkwasserrelevanter Stoff. Daher muss darauf geachtet werden, dass nur ARAs mit einer Ozonung ausgebaut werden, bei denen keine oder nur eine sehr geringe Konzentration an Bromid zu erwarten ist. Mithilfe eines Test-

Entwicklung der Anzahl ARAs im Kanton Aargau



Die Abwasserreinigung wurde in den letzten 20 Jahren im Aargau kontinuierlich regionalisiert und zu grösseren Einheiten zusammengefasst.

verfahrens aus fünf Modulen kann geprüft werden, ob sich ein bestimmtes Abwasser für eine Ozonbehandlung eignet oder nicht.

Für die adsorptiven Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf Kläranlagen wird Pulveraktivkohle (PAK) oder granulierte Aktivkohle (GAK) eingesetzt.

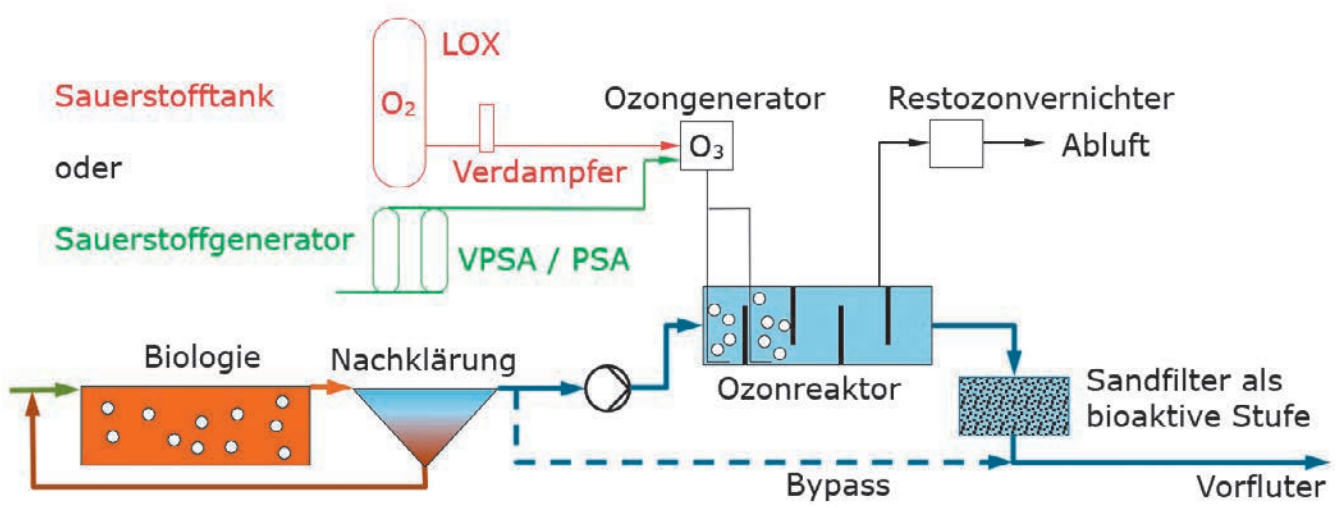
Bei PAK-Verfahren wird die Pulveraktivkohle (PAK) mit einer Korngrösse von einigen Mikrometern dem Abwasser beigemischt. Die PAK muss an-

schliessend mit einem geeigneten Abtrennverfahren wieder vom Abwasser getrennt werden (beispielsweise Sedimentation/Filtration, Sandfiltration, Membranfiltration, Flotation). Zur besseren Ausnützung der Adsorptionskapazität kann die Pulveraktivkohle in die biologische Stufe zurückgeführt werden. Der anfallende PAK-Schlamm muss dann mit dem Belebtschlamm entsorgt werden. Ein PAK-Verfahren besteht typischerweise aus einem Kontaktreaktor und einer Sedimenta-

tionsstufe. Das Absetzbecken soll ähnlich einem Nachklärbecken die Pulveraktivkohle zurückhalten.

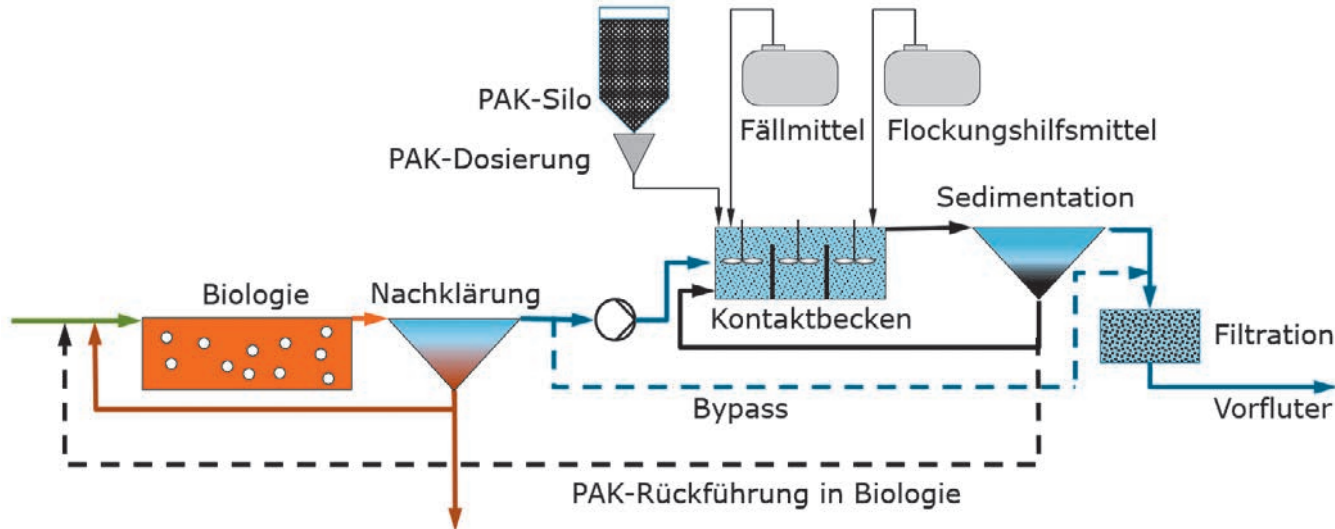
Beim GAK-Verfahren wird die Adsorption an granulierter Aktivkohle in einem Raumfilter betrieben, der vom Abwasser durchströmt wird. Aufgrund der zunehmenden Beladung muss die Aktivkohle periodisch ausgewechselt (regeneriert) werden. Die im Vergleich zu den Spurenstoffen in weit höherer Konzentration vorliegenden Hintergrund-DOC (gelöste organische Stoffe)

**Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen mittels Ozonung und Sandfilter**



Bei der Ozonung werden Mikroverunreinigungen mittels Ozon eliminiert. Eine Nachbehandlung mit einem Sandfilter ist notwendig.

**Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen mit PAK-Verfahren und Kontaktreaktor mit Sedimentationsstufe**



Werden Mikroverunreinigungen mit Pulveraktivkohle (PAK) eliminiert, wird diese dem Abwasser beigemischt. Die PAK muss anschliessend über eine Sedimentation/Filtration wieder vom Abwasser getrennt werden.

konkurrieren mit den Spurenstoffen um Adsorptionsplätze. Dies führt zu kurzen Standzeiten, das heisst die Aktivkohle muss relativ häufig ausgewechselt werden. Erste Versuche auf der ARA Bülach fielen aber bezüglich der erreichten Standzeiten vielversprechend aus.

Es sind verschiedene Prozesskonfigurationen möglich, um die Reinigungsstufe für Mikroverunreinigungen optimal an die örtlichen Gegebenheiten der ARA anzupassen. Darunter fallen auch Verfahrenskombinationen, welche die komplementären Wirkmechanismen Oxidation (Ozonung) und Adsorption (PAK oder GAK) nutzen.

### Zeitliche Umsetzung der Massnahmen

Gemäss GSchV sorgen die Kantone dafür, dass mit der Umsetzung aller notwendigen Massnahmen bezüglich Elimination von Mikroverunreinigungen spätestens bis zum 31. Dezember 2035 begonnen wird. Sie legen den letztmöglichen Zeitpunkt der Umsetzung der Massnahmen nach der Dringlichkeit fest und berücksichtigen dabei:

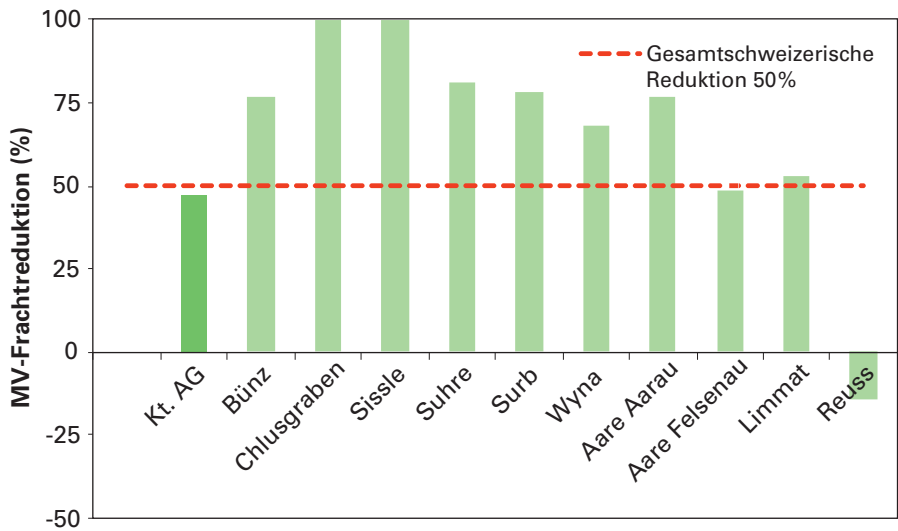
- die Sanierungs- und Erneuerungszyklen der Abwasserreinigungsanlagen;
- die Höhe des Abwasseranteils im Gewässer, in welches das Abwasser eingeleitet wird;
- die Grösse der Abwasserreinigungsanlagen;
- die Länge der Fliesstrecke im Gewässer, die durch die Abwasserleitung beeinflusst ist.

Im Zusammenhang mit dem notwendigen Abstimmungsbedarf bei den geplanten ARA-Zusammenschlüssen und den ARA-Erneuerungen werden die Nachrüstungen der ARAs mehrheitlich im Zeitraum 2025 bis 2035 stattfinden.

### Finanzierung der Massnahmen

Zur Finanzierung der Erstinvestitionen für eine Reinigungsstufe zur Eliminierung der Mikroverunreinigungen (MV-Stufe) hat der Bund einen Abwasserfonds geschaffen, der seit dem 1. Januar 2016 mit einer Abwasserabgabe von 9 Franken pro Einwohner und Einwohnerin

### Frachtreduktion an organischen Spurenstoffen



Mit der Umsetzung aller geplanten Massnahmen bezüglich Elimination von Mikroverunreinigungen wird eine Frachtreduktion von organischen Spurenstoffen von 50 Prozent erreicht.

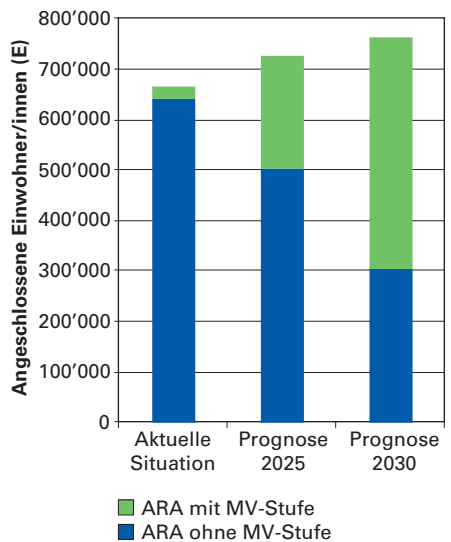
pro Jahr gespeist wird. Die Abgabe wird den ARAs in Rechnung gestellt, die sie dann über die Betriebskosten den Gemeinden weiterverrechnet. Die Abgabe ist bis Ende 2040 befristet. Dann sollten alle notwendigen MV-Stufen realisiert sein. Die erforderlichen Investitionen der ARAs werden zu 75 Prozent aus dem Abwasserfonds des Bundes mitfinanziert. Sobald die MV-Stufe in Betrieb ist, wird die entsprechende ARA von der jährlichen Abwasserabgabe befreit (zur Teilkompensation der Betriebskosten der zusätzlichen Reinigungsstufe). Schätzungen gehen davon aus, dass die Aargauer Bevölkerung bis 2040 rund 100 Millionen Franken in den Abwasserfonds des Bundes einzahlt. Im gleichen Rahmen kann sie dann aber im Gegenzug von Investitionsbeiträgen des Bundes an die massnahmenpflichtigen ARAs profitieren.

### Nachrüstung einer MV-Stufe auf acht regionalen ARAs nötig

Die Abteilung für Umwelt hat den Handlungsbedarf in Bezug auf Mikroverunreinigungen bei allen ARAs im Kanton Aargau nach den oben beschriebenen Kriterien bewertet. Daraus ergibt sich, dass 19 ARAs im Kan-

ton Massnahmen zur Eliminierung von Mikroverunreinigungen ergreifen müssen. Durch die geplanten ARA-Zusammenschlüsse gemäss Richtplanauftrag

### Zunahme an ARAs mit einer MV-Stufe



Nach 2030 wird das Abwasser von rund 430'000 Einwohnerinnen und Einwohnern (zwei Drittel der Bevölkerung) über eine Reinigungsstufe für Mikroverunreinigungen (MV-Stufe) gereinigt, dadurch werden die Gewässer massgebend entlastet.



beziehungsweise dem kantonalen Konzept Abwasserreinigung aus dem Jahr 2014 wird nicht jede ARA eine eigene MV-Stufe realisieren müssen.

Die Nachrüstung kann nach den geplanten Zusammenschlüssen effizienter auf acht regionalen ARAs erfolgen. Es sind dies die regionalen ARAs Aarau, Aargau (gemeinsam mit der ARA Erzo Oftringen), Baden, Hallwilersee/Seengen, Lenzburg, Muri, Oberes Surbtal/Ehrendingen und Reinach. Bei den ARAs Baden und Aargau/Erzo ist die Voraussetzung, dass bis 2035 die Schwelle von 80'000 angeschlossenen Einwohnern erreicht wird. Falls die ARA Hallwilersee/Seengen an die ARA Lenzburg angeschlossen wird, ist dort keine eigene MV-Stufe erforderlich.

Die ARAs wurden im Herbst 2018 anlässlich einer Informationsveranstaltung über den kommenden Handlungsbedarf informiert. Vertiefte, ARA-bezogene Informationen erfolgen individuell im Laufe dieses Jahres.

Die Massnahmen auf den betroffenen ARAs werden nach ökologischen Prioritäten und in Abstimmung auf den Erneuerungsbedarf oder den Zeitpunkt der ARA-Zusammenschlüsse schrittweise zwischen 2018 und 2035 umgesetzt.

#### Pionierarbeit im Kanton

Der Abwasserverband Oberwytental (AOW) ist einmal mehr Pionier in der Abwasserreinigung. Im Jahr 1962 wurde die ARA Reinach als eine der ersten ARAs im Kanton in Betrieb genommen. 54 Jahre später übernimmt der AOW wieder eine Pionierrolle. Im Herbst 2016 wurde im Zug der Ge-

samterneuerung eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen realisiert. Das umgesetzte Verfahren umfasst eine Ozonung mit anschließender Sandfiltration. Es handelt sich um die zweite Ozonung, die in der Schweiz in Betrieb genommen wurde. Die Anlage erreicht eine sehr gute Eliminationsrate und stösst auf grosses Interesse bei der Forschung, den Kantonen, den Planern und den anderen ARAs, die ebenfalls mit einer solchen Reinigungsstufe ausgerüstet werden müssen.

#### Erwarteter Nutzen der Massnahmen

Der erwartete Nutzen der geplanten Massnahmen wird durch die Anzahl angeschlossener Einwohnerinnen und Einwohner an ARAs mit einer MV-

Stufe quantifiziert – rund 60 Prozent werden es nach der Umsetzung der geplanten Massnahmen sein. Bei einer Eliminationsleistung von mindestens 80 Prozent ergibt dies eine Frachtreduktion an Mikroverunreinigungen aus ARAs im gesamten Kanton Aargau von rund 50 Prozent, was dem gesamtschweizerischen Ziel des Bundes entspricht.

**Weitere Informationen** zur kantonalen Planung bezüglich Mikroverunreinigungen finden Sie unter [www.ag.ch/umwelt](http://www.ag.ch/umwelt) > Abwasser > Abwasserreinigung.

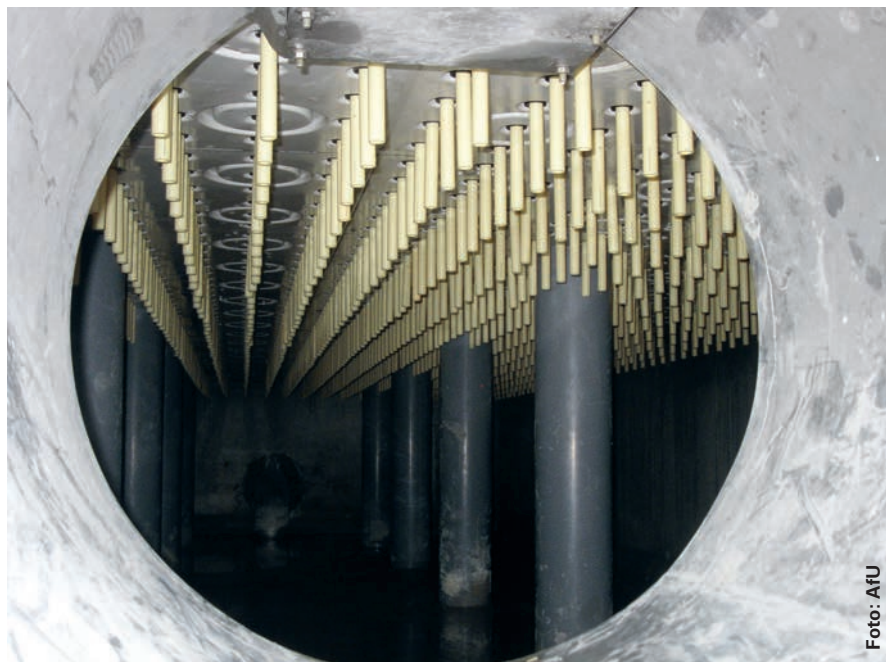


Foto: AfU

Über diesen Düsenboden wird bei der Eliminierung von Mikroverunreinigungen dem Abwasser Ozon zugeführt.





Foto: Abwässerband Oberwymental

Die ARA Reinach besitzt bereits eine zusätzliche Reinigungsstufe (Ozonung) für die Elimination von Mikroverunreinigungen. Im Vordergrund sind die fünf Becken und das Technikgebäude sichtbar.