



# SPURENSTOFFREDUKTION IM EINZUGSGEBIET

## STUDIE ZUR KANTONALEN PLANUNG FÜR EIN GEWÄSSEREINZUGSGEBIET MIT VIER ARA

In der Schweiz werden ab 2016 rund 100 Abwasserreinigungsanlagen verpflichtet, mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe organische Spurenstoffe (Mikroverunreinigungen) zu mindestens 80 Prozent zu eliminieren. Ein Kriterium für den Ausbau ist ein hoher Abwasseranteil im Gewässer (über 10%). Im Kanton Thurgau wurde dazu eine Studie über das Einzugsgebiet von Lützelburg und Murg erarbeitet. Diese Gewässer münden in die Thur und werden durch Abwasser aus vier Anlagen belastet.

*Vinitha Pazhepurackel; Reto Manser, Hunziker Betatech  
Irene Purtschert\*, Amt für Umwelt Kanton Thurgau*

### RÉSUMÉ

#### RÉDUCTION DES MICROPOLLUANTS: ÉTUDE DE PLANIFICATION CANTONALE POUR UN BASSIN VERSANT AVEC QUATRE STATIONS D'ÉPURATION

La révision de la législation suisse sur la protection des eaux requiert l'élimination des micropolluants dans environ 100 stations d'épuration des eaux usées (STEP). Les critères d'aménagement comprennent principalement la taille des STEP ainsi que le taux de dilution des eaux usées nettoyées dans l'eau (part d'eaux usées). Les changements législatifs doivent entrer en vigueur en 2016.

Une étude a été élaborée dans le canton de Thurgovie sur le bassin versant de la Lützelburg et de la Murg. Ces eaux se jettent dans la Thur et sont polluées par les eaux usées de quatre STEP. Les relevés effectués dans les STEP, le calcul du volume d'eaux usées (pronostic 2030), la modélisation de la situation à l'exemple de la STEP de Frauenfeld ainsi que des mesures de certains micropolluants dans les eaux et dans les effluents des STEP ont mis en évidence la nécessité d'agir et les mesures à prendre.

Le taux de dilution dans les quatre STEP se situe entre critique et défavorable (volume d'eaux usées supérieur à 10%). C'est pourquoi trois STEP sont dans l'obligation d'adopter des mesures pour éliminer les micropolluants. Une fois l'aménagement terminé, la situation des quatre STEP sera réévaluée. On considère aujourd'hui que les regroupements de STEP conduisent à des coûts disproportionnés. L'évacuation dans un cours d'eau plus important (Thur)

### AUSGANGSLAGE

#### SPURENSTOFFE

Unter Spurenstoffen oder Mikroverunreinigungen werden synthetische organische Verbindungen verstanden, die in geringen Konzentrationen im Gewässer nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich z. B. um Medikamente, Reinigungsmittel, Kosmetika oder Pflanzenschutzmittel. Diese Substanzen kommen im Gewässer natürlicherweise nicht vor, können dort aber aufgrund von Einträgen aus verschiedenen Quellen wie Abwasserreinigungsanlagen (ARA) oder Landwirtschaft bereits in sehr tiefen Konzentrationen den Ablauf biochemischer Prozesse in der Natur beeinflussen [1].

#### GESETZLICHE VORGABEN

Die Revision des schweizerischen Gewässerschutzrechts sieht vor, rund hundert ARA mit einer zusätzlichen Stufe zur Elimination von Spurenstoffen auszurüsten. Kriterien für die Ausbaupflicht gemäss revidierter Gewässerschutzverordnung (in Vernehmlassung) sind in erster Linie die Grösse der ARA (ab 80 000 Einwohner [E]), ihre Lage im Einzugsgebiet von Seen (ab 24 000 E) oder ihr hoher Abwasseranteil im Gewässer (über 10%, ab 8000 E) [2, 3].

\* Kontakt: irene.purtschert@tg.ch



Zur Finanzierung werden 75% der Erstinvestition vom Bund abgegolten. Dazu wird ein Fonds geschaffen, der von allen an eine ARA angeschlossenen Einwohnern gespeist wird (Abgabe von max. 9 Franken pro Einwohner und Jahr) [4]. Bei Fliessgewässern mit einem Abwasseranteil von mehr als zehn Prozent, der nicht von organischen Spurenstoffen gereinigt ist, bestimmen die Kantone im Rahmen einer Planung im Einzugsgebiet, welche ARA ausgebaut werden müssen [3]. Vorliegender Artikel beschreibt dazu ein zweckmässiges Vorgehen.

### EINZUGSGEBIET LÜTZELMURG UND MURG

Die Murg ist ein Nebenfluss der Thur. Sie mündet unterhalb von Frauenfeld in die Thur. Die Lützelmurg ist ein Nebenfluss der Murg und fliesst bei Matzingen in die Murg. In diese Gewässer werden die Abwässer von vier ARA eingeleitet: Frauenfeld, Matzingen, Aadorf und Münchwilen (Fig. 1).

### VORGEHEN

Anhand der Bundeskriterien wurde geprüft, welche ARA im Einzugsgebiet Massnahmen zur Elimination von Spurenstoffen treffen muss. Die aktuelle Situation der ARA und Gewässer sowie Prognosen für das Jahr 2030 zeigten den Handlungsbedarf auf. Die zur Verfügung stehenden Massnahmen und deren zu erwartender Nutzen wurden mittels Modellrechnungen und einer Messkampagne beurteilt (Fig. 2).

#### 1. SCHRITT: BUNDESKRITERIEN

Tabelle 1 zeigt die Beurteilung der ARA gemäss Bundeskriterien. Für das Einzugsgebiet ist die Berechnung der prognostizierten Abwasseranteile im Jahr 2030 ausschlaggebend. Der Abwasseranteil basiert auf dem durchschnittlichen Trockenwetter-Abwasseranteil der ARA ( $Q_{TW}$ ) und dem Abfluss im Gewässer, der an 347 Tagen pro Jahr überschritten wird ( $Q_{347}$ ). Die Betrachtung ist sowohl lokal als auch kumulativ, d.h. der Abwasseranteil der oberliegenden ARA wird bei der unterliegenden miteinberechnet. Zudem wurde die durch Massnahmen aufgewertete Gewässerstrecke in die Beurteilung aufgenommen.

Die Berechnung zeigt, dass die ARA Frauenfeld, Aadorf und Münchwilen bereits einen lokalen Abwasseranteil von deutlich über 10% aufweisen. Werden diese drei

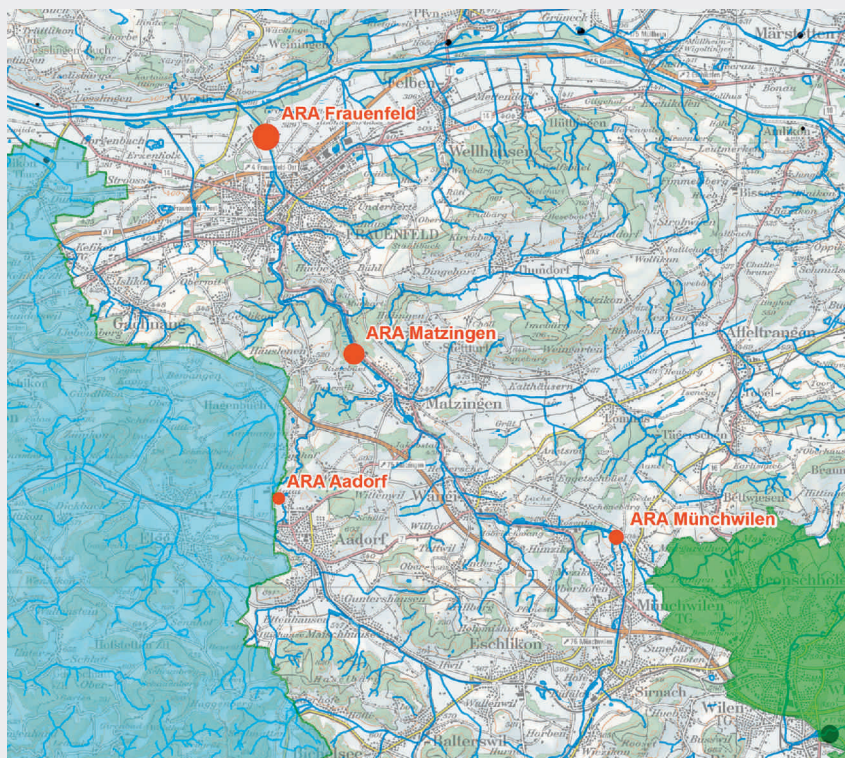


Fig. 1 Einzugsgebiet der Lützelmurg und Murg  
Bassin versant de la Lützelmurg et de la Murg

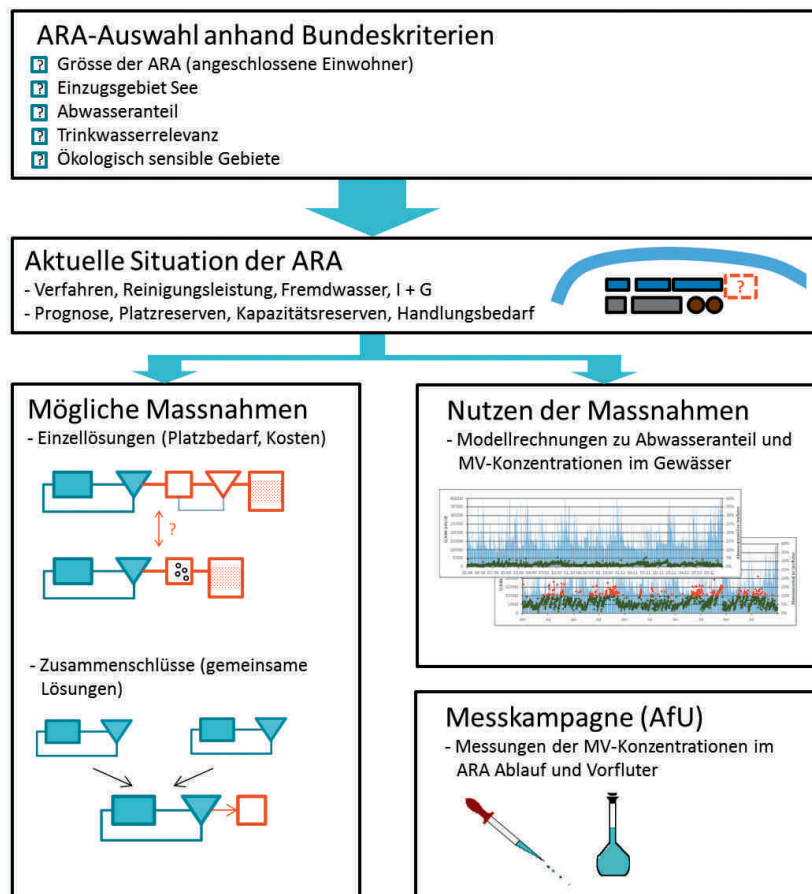


Fig. 2 Beispiel für ein zweckmässiges Vorgehen zur Planung im Einzugsgebiet  
Exemple de procédé pertinent pour la planification dans le bassin versant

		ARA Aadorf	ARA Münchwilen	ARA Matzingen	ARA Frauenfeld
<b>Einwohnerwerte dimensioniert</b>		18 000	24 000	50 000	80 000
<b>Angeschlossene Einwohner</b>	2010	15 010	18 510	15 000	33 000
	2030 [5]	17 200	21 210	17 190	37 810
<b>Gewässer</b>		Lützelburg	Murg	Murg	Murg
	$Q_{347}$ [l/s]	134	393	800	940
<b>Aufgewertete Gewässerstrecke bei EMV <sup>2)</sup></b>	km	6,5	8	7,5	1
<b><math>Q_{TW}</math> (2008–2012) <sup>1)</sup></b>	l/s	72	69	75	151
<b><math>Q_{TW}</math> (2030)</b>	l/s	77	74	81	162
<b>Berechnete Abwasseranteile im Prognosejahr 2030 (ohne EMV)</b>					
<b>Lokal</b>		37%	19%	9%	15%
<b>Kumuliert</b>		–	–	26%	36%
<b>Varianten EMV <sup>3)</sup> (Ausbau mit Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen)</b>					
<b>Aadorf und Münchwilen</b>		0%	0%	9%	22%
<b>Aadorf, Münchwilen und Frauenfeld</b>		0%	0%	9%	7%
<b>Alle vier ARA</b>		0%	0%	0%	0%
<b>Bundeskriterien</b>					
<b>&gt; 80 000 <math>E_{ang}</math></b>		Nein	Nein	Nein	Nein
<b>&gt; 24 000 <math>E_{ang}</math> und EZG See</b>		Nein	Nein	Nein	Nein
<b>&gt; 8000 <math>E_{ang}</math> und Abwasseranteil &gt; 10% (kumulative Betrachtung)</b>		Ja	Ja	Ja	Ja
<b>ökologisch sensible oder für Trinkwasserversorgung wichtige Gebiete</b>		Nein	Nein	Nein	Nein

<sup>1)</sup> Tagesmittelwert über 5 Jahre, Berechnung gemäss [6]

<sup>2)</sup> Elimination von Mikroverunreinigungen

<sup>3)</sup> Abwasseranteil im Gewässer bezogen auf die in der EMV-Stufe behandelte Abwassermenge

Tab. 1 Datengrundlagen ARA und Gewässer zur Beurteilung nach Bundeskriterien

Bases de données STEP et cours d'eau pour l'évaluation selon les critères fédéraux

ARA mit einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) ausgerüstet, können die Bundeskriterien erfüllt werden. Die ARA Matzingen stellt mit 9% unbehandeltem Abwasseranteil einen Grenzfall dar.

## 2. SCHRITT: SITUATION ARA

Die Abwasserverbände wurden frühzeitig in die Planung einbezogen. Alle vier ARA wurden besichtigt und die Datengrundlagen mit den ARA-Betreibern besprochen. Dabei wurden folgende Themen berücksichtigt:

- geforderte und erreichte Reinigungsleistung
- technische Verfahren
- Abwasseranteil Industrie und Gewerbe
- Fremdwasser, Kapazitäts- und Platzreserven
- Belastungsprognose für 2030

Weitere Abklärungen betrafen den Zeitpunkt des letzten Ausbaus, das Erfordernis eines Pumpwerks für eine Stufe zur Elimination der Spurenstoffe sowie der aktuelle Handlungsbedarf hinsichtlich Sanierung/Erweiterung.

## 3. SCHRITT: MASSNAHMEN

### Einzellösungen

Bei den ARA Aadorf und Münchwilen muss aufgrund der Entwicklung im Einzugsgebiet die biologische Stufe erweitert werden. Bei allen vier ARA ist genügend Platz für eine zusätzliche Stufe vorhanden (Fig. 3). Dabei kommen grundsätzlich beide zur Verfügung stehenden Verfahren, Ozonung oder Pulveraktivkohle (PAK),

in Betracht [7, 8]. Eine grobe Schätzung der zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten ist in *Tabelle 2* zusammengestellt.

### Ableitung in grösseres Gewässer

Die Ableitung des gereinigten Abwassers in ein grösseres Gewässer mit günstigerem Verdünnungsverhältnis könnte für die ARA Frauenfeld mit der Thur als Vorfluter realisiert werden. Diese Lösung

	Ozonung mit bioaktiver Stufe		Ozon mit Sandfilter		Ulmer-Verfahren (PAK)	
	Investitionskosten	jährl. Betriebskosten	Investitionskosten	jährl. Betriebskosten	Investitionskosten	jährl. Betriebskosten
	Mio. Franken					
ARA Aadorf	6	0,3	7	0,3	10	0,5
ARA Münchwilen	6	0,3	7	0,3	10	0,5
ARA Frauenfeld	9	0,5	10	0,5	16	1,0

Tab. 2 Kostenvergleich ( $\pm 30\%$ ) der Behandlungsstufen für die drei auszubauenden ARA, ausgelegt auf  $1,5 Q_{TW,16h}$  [9, 10]

Comparaison des coûts ( $\pm 30\%$ ) des étapes de traitement pour les trois STEP à aménager avec  $1,5 Q_{TW,16h}$  [9, 10]

kommt aber aufgrund der Oberliegerverantwortung nicht infrage.

#### Zusammenschlüsse

Durch Zusammenschlüsse einer oder mehrerer ARA könnte die Anzahl erforderlicher EMV-Stufen minimiert werden. Neben der vollständigen Aufhebung einer ARA und Weiterleitung des ungereinigten Abwassers auf eine zentrale ARA käme als (temporäre) Möglichkeit auch die Weiterleitung des biologisch gereinigten Abwassers auf eine zentrale ARA mit EMV-Stufe in Betracht. Abschätzungen zeigen, dass die diversen Möglichkeiten, bei denen Frauenfeld und Matzingen oder nur Frauenfeld mit einer EMV-Stufe ausgerüstet würden, aus heutiger Sicht zu unverhältnismässig hohen Kosten führen würden. Die Anschlussleitungen müssten durch schwieriges Gelände oder durch Stadtgebiet gebaut werden.

#### 4. SCHRITT: MODELLRECHNUNGEN

Mittels Modellrechnungen (Fig. 4) wurden folgende Kennzahlen berechnet:

- Durch die EMV-Stufe behandelter Abwasseranteil bezogen auf die gesamte auf der ARA behandelte Abwassermenge

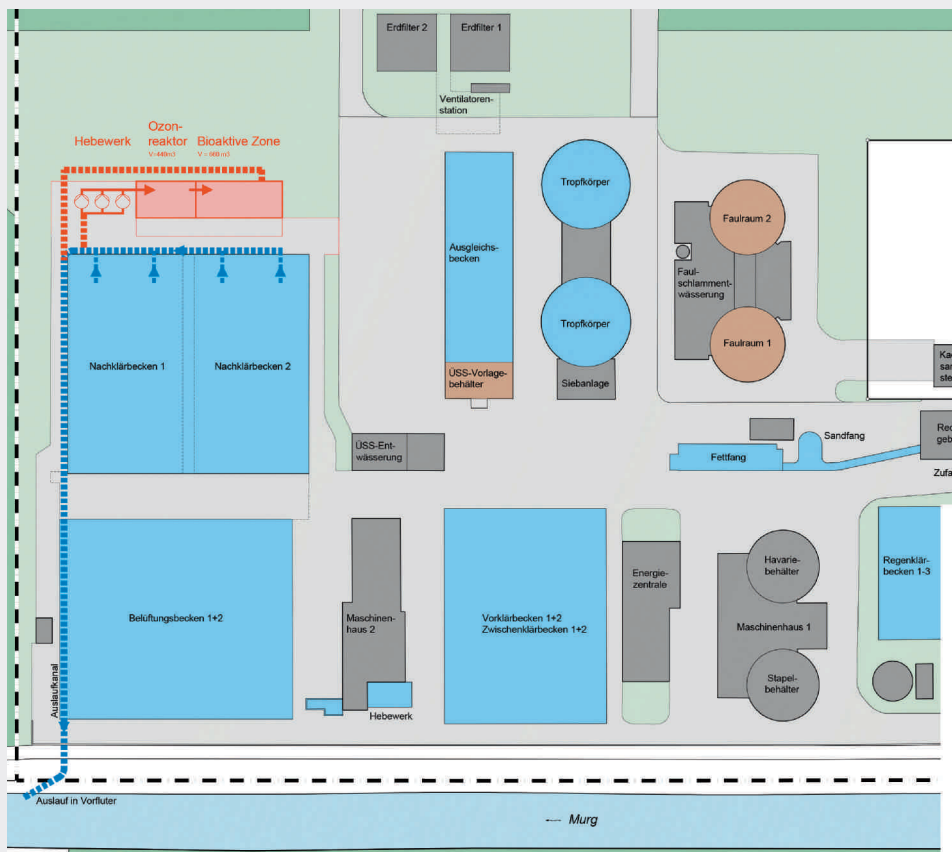


Fig. 3 Beispiel für einen ARA-Situationsplan mit EMV-Stufe

Exemple d'un plan de situation de STEP avec étape d'élimination des MP

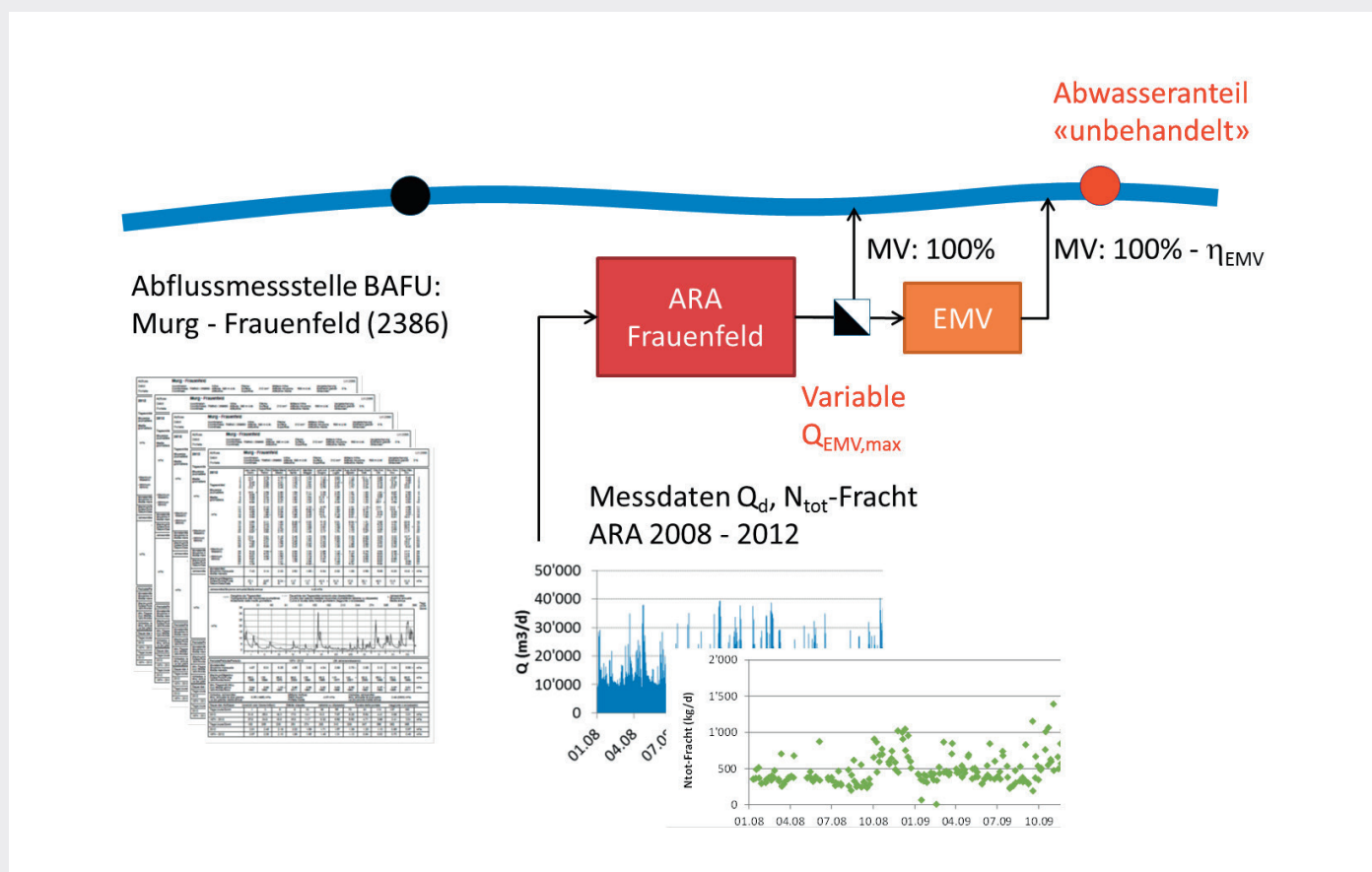


Fig. 4 Darstellung der Modellrechnungen am Beispiel ARA Frauenfeld

Représentation des calculs sur modèle d'après l'exemple de la STEP Frauenfeld



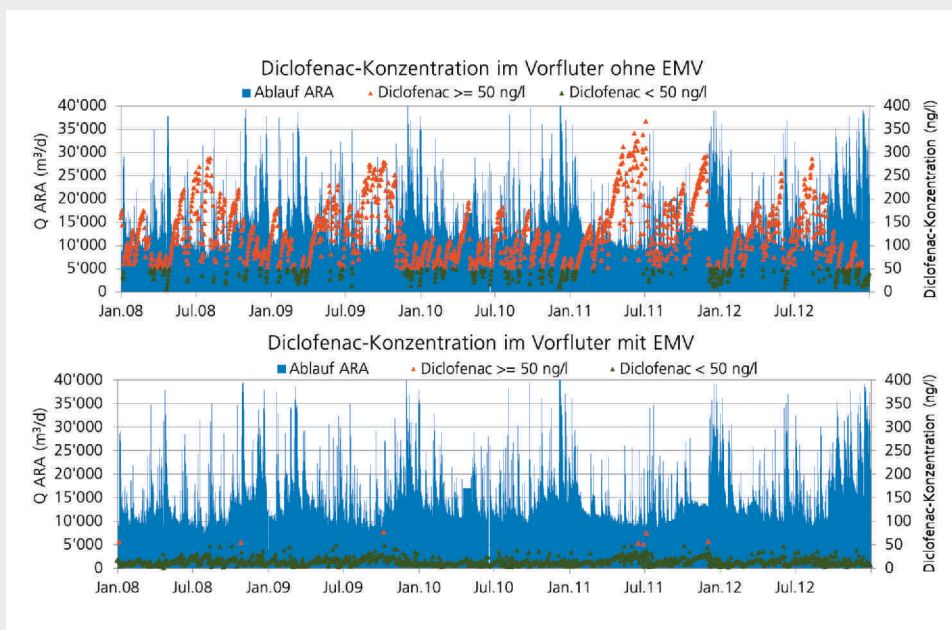


Fig. 5 Modellrechnung der Diclofenac-Konzentrationen im Gewässer. (Murg unterhalb ARA Frauenfeld).

Die maximal durch die EMV-Stufe behandelte Abwassermenge beträgt ca.  $1,5 Q_{TW,16h}$ . CQK = Chronisches Qualitätskriterium, 50 ng/l gemäss [10]

Modélisation des concentrations de diclofénac dans le cours d'eau. (La Murg en aval de la STEP de Frauenfeld).

La quantité maximale d'eaux usées traitée par l'étape d'élimination des MP s'élève à environ  $1,5 Q_{TW,16h}$ . CQK = critère de qualité chronique, 50 ng/l selon [10]

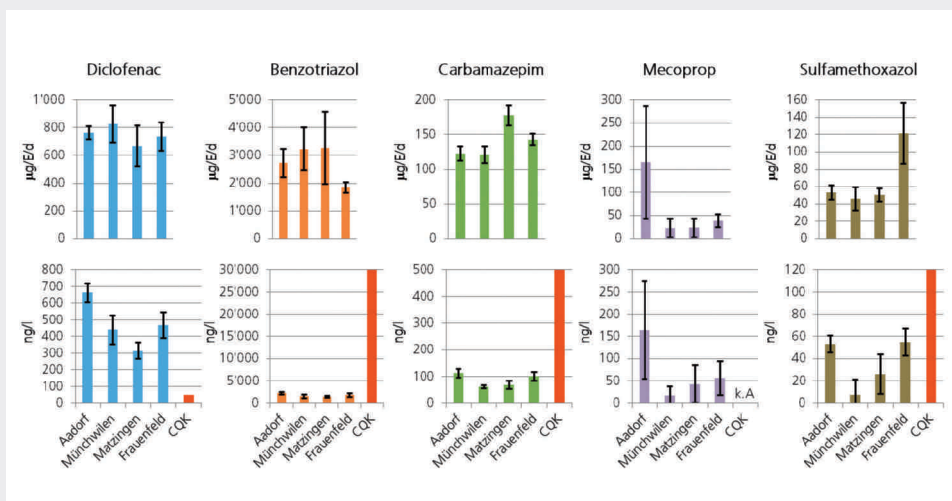


Fig. 6 Spezifische Frachten (obere Reihe) und berechnete Konzentrationen im Gewässer beim Abfluss  $Q_{347}$  (untere Reihe) für fünf Indikatorstoffe. Die Fehlerindikatoren bezeichnen die Standardabweichung der vier Analysewerte. CQK = Chronisches Qualitätskriterium aus [10]

Charges spécifiques (rang supérieur) et concentrations calculées dans le cours d'eau lors de l'écoulement  $Q_{347}$  (rang inférieur) pour cinq substances indicatrices. Les indicateurs d'erreur correspondent à l'écart standard des quatre valeurs d'analyse. CQK = critère de qualité chronique de [10]

- Eliminationsleistung basierend auf dem Ammoniumansatz [10]: Für Spurenstoffe wird bezogen auf das Rohabwasser eine Eliminationsleistung von 80% gefordert [4].
- Anteil Tage mit einem bezüglich Spurenstoffen unbehandelten Abwasseranteil im Gewässer > 10%: Dies gibt einen Hinweis, wie häufig das Qualitätsziel Verdünnung (Abwasseranteil < 10%)

nicht eingehalten werden kann. Dabei spielt allerdings die Höhe des Fremdwasseranteils eine wesentliche Rolle.

- Anteil Tage mit einer Diclofenac-Konzentration im Gewässer > 50 ng/l: Diclofenac ist ein weit verbreitetes Schmerzmittel. Der Vorschlag für das chronische Qualitätskriterium (CQK) liegt in der Schweiz bei 50 ng/l (EU: 100 ng/l) [10].

Figur 5 zeigt, dass gemäss Modellrechnungen mit der Massnahme EMV das CQK für Diclofenac weitgehend eingehalten werden kann.

## 5. SCHRITT: MESSKAMPAGNE

In vier Wochensammelproben (Februar bis März 2014) wurden in den Gewässern sowie den ARA-Abläufen Spurenstoffe analysiert. Die Auswertung ergibt bei allen vier ARA im Grossen und Ganzen ein ähnliches Bild. Auffallend ist die deutliche Überschreitung des CQK bei Diclofenac (Fig. 6). Dies war auch während der Messkampagne der Fall, während der der Abfluss über  $Q_{347}$  und der Abwasseranteil unter 10% lagen (Fig. 7).

## SYNTHESE

### AUSSAGEKRAFT DER STUDIE

Die Berechnungen und Modellierungen sowie die Messungen in den Gewässern und ARA-Abläufen erlauben es, das System «Einzugsgebiet Lützelalm und Murg» bezüglich Spurenstoffe qualitativ zu beurteilen. Die verschiedenen Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität konnten aufgezeigt und anhand einfacher Kriterien beurteilt werden.

Die Bestimmung des Abwasseranteils im Gewässer ist mit Unsicherheiten behaftet (ungenügende Datengrundlage zur Berechnung  $Q_{347}$ , nur Schätzung des Fremdwasseranteils). Zudem ist bei der kumulativen Betrachtung zu entscheiden, ob auch nach einem Ausbau der oberliegenden ARA die allerdings deutlich reduzierte Vorbelastung des Gewässers berücksichtigt wird. Bei den ARA Frauenfeld, Aadorf und Münchwilen spielen diese Unterscheidungen keine Rolle, bei der ARA Matzingen allerdings schon. Sie stellt bezüglich des Abwasseranteils einen Grenzfall dar.

### MASSNAHMEN

ARA-Zusammenschlüsse können aus Kostengründen in keinem der betrachteten Fälle als zweckmässig beurteilt werden. Mit einer Ableitung des Ablaufs der ARA Frauenfeld in die Thur könnte ein günstigeres Verdünnungsverhältnis erreicht, aber die Oberliegerverantwortung des Kantons nicht wahrgenommen werden. Eine zusätzliche Stufe zur Elimination von Spurenstoffen kann aus verfahrenstechnischer Sicht auf jeder der vier ARA realisiert werden.

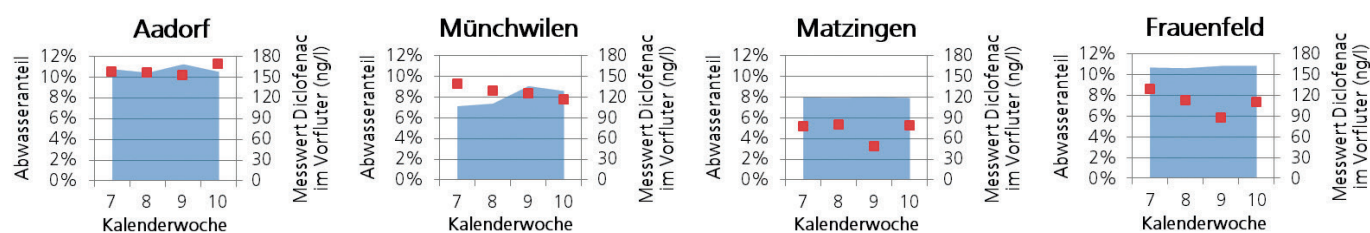


Fig. 7 Gemessene Diclofenac-Konzentrationen unterhalb der ARA-Einleitstellen in Relation zum (kumulierten) Abwasseranteil  
Concentrations de diclofénac mesurées en aval des points de déversement de la STEP par rapport au volume d'eaux usées (cumulé)

Priorität	ARA	Gründe für Priorisierung	Inv. <sup>4)</sup>
1	Frauenfeld <sup>1)</sup>	Oberliegerverantwortung Kanton Thurgau	2,3
2	Aadorf <sup>2)</sup>	Gewässer ist durch ARA stark belastet	1,5
3	Münchwilen <sup>2)</sup>	längste aufgewertete Gewässerstrecke infolge EMV	1,5
4	Matzingen <sup>3)</sup>	Grenzfall (Abwasseranteil, Kosten-Nutzen-Verhältnis)	0,0

<sup>1)</sup> grösste ARA im Einzugsgebiet (mit Kantonsspital);

unterhalb der Einleitstelle liegen eine Trinkwasserfassung sowie ein Badeplatz

<sup>2)</sup> ARA befinden sich an der Kapazitätsgrenze, eine Studie soll zweckmässiges Vorgehen aufzeigen (biologische Stufe und EMV: Gesamtausbau oder Etappierung)

<sup>3)</sup> Neubeurteilung erfolgt nach dem Ausbau der drei anderen ARA

<sup>4)</sup> Budgetierung EMV: ¼ der Investitionskosten (Ozonung) in Mio. Franken, sehr grobe Schätzung [9, 10]

Tab. 3 Priorisierung der Massnahmen / Priorisation des mesures

## WEITERES VORGEHEN

Die Studie hat gezeigt, dass die drei ARA Frauenfeld, Aadorf und Münchwilen mit einer EMV-Stufe ausgerüstet werden müssen. Mit der Verfahrenswahl Ozonung könnte neben der Elimination von Spurenstoffen eine deutliche hygienische Verbesserung der Wasserqualität unterhalb der ARA erreicht werden. Unterhalb der ARA Frauenfeld befindet sich z.B. ein beliebter Badeplatz. Das definitive Verfahren und auch die Dimensionierungswassermenge sowie die Einbindung in die bestehende ARA (und deren Erweiterung) müssen im Rahmen von Studien resp. Projektierungen evaluiert werden.

Aus Kostenüberlegungen ist ein rascher Ausbau der Anlagen nicht vorteilhaft, da die Abgabe deutlich tiefer ist als die Betriebs- und Werterhaltungskosten für die neue Stufe. Zudem kann von den Erfahrungen anderer Schweizer ARA mit EMV-Stufen profitiert werden. Aus Sicht des Gewässerschutzes und in der Wahr-

nehmung der Oberliegerverantwortung ist es aber angezeigt, die Ausbauten in den nächsten Jahren zu planen und danach zu realisieren (Tab. 3). Der Zeitraum für die Umsetzung ist um 2020 bis 2025 vorgesehen. 2020 sollten zumindest ausgearbeitete Projekte vorliegen. Die Umsetzung wird auch von ausserkantonalen Entwicklungen abhängen. Die Berechnungen und Messungen lassen den Schluss zu, dass durch die aufgezeigten Massnahmen die Gewässer Lützelerm, Murg und Thur bezüglich Spurenstoffe deutlich entlastet werden können.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Abegglen, C.; Siegrist, H. (2012): Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 210 S
- [2] BAFU (in Bearbeitung): Aktueller Entwurf der geänderten Gewässerschutzverordnung
- [3] BAFU (2013): Botschaft zur Änderung des Gewässerschutzgesetzes, 13.059, Bern, 2013

[4] BAFU (in Bearbeitung): Aktueller Entwurf des geänderten Gewässerschutzgesetzes

[5] Staatskanzlei Kanton Thurgau, Dienststelle Statistik (2012): Bevölkerungsszenarien, Bevölkerungsentwicklung 2010–2030 im Kanton Thurgau, Statistische Mitteilungen – Nr. 9/2012, Thurgau, 2012

[6] VSA/KI (2006): Definition und Standardisierung von Kennzahlen für die Abwasserentsorgung

[7] Eawag (2010): Einsatz von Pulveraktivkohle zur Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser, Abschlussbericht, im Auftrag des BAFU

[8] Eawag (2009): Ozonung von gereinigtem Abwasser, Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf, im Auftrag des BAFU und des AWEL

[9] BG (2012): Kosten der Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser, im Auftrag des BAFU, Bern, 2012

[10] Holinger/Hunziker (in Bearbeitung): Dimensionierung, Redundanzen, Anforderungen, im Auftrag des VSA

## > SUITE DU RÉSUMÉ

est impossible en raison de la responsabilité en amont. Les calculs et les analyses montrent que les mesures proposées permettent d'éliminer une bonne partie des micropolluants dans les eaux de la Lützelerm, la Murg et la Thur.