Umsetzung der Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen im Abwasser

Bundesamt für Umwelt

|  |  |
| --- | --- |
| Bestelladresse | Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) |
| Adresse de commande | Monbijoustrasse 45 |
| Indirizzo di ordinazione | 3003 Bern |
| Ordering address | Schweiz |
| Bestellnummer | 1.18261.810.00299.002 |
| Numéro de commande |  |
| Numero di ordinazione |  |
| Ordering number |  |
| Zusätzliche Informationen | www.efk.admin.ch |
| Complément d’informations | info@efk.admin.ch |
| Informazioni complementari | twitter: @EFK\_CDF\_SFAO |
| Additional information | + 41 58 463 11 11 |
| Abdruck | Gestattet (mit Quellenvermerk) |
| Reproduction | Autorisée (merci de mentionner la source) |
| Riproduzione | Autorizzata (indicare la fonte) |
| Reprint | Authorized (please mention source) |

Inhaltsverzeichnis

[Das Wesentliche in Kürze 4](#_Toc532189915)

[L’essentiel en bref 6](#_Toc532189916)

[L’essenziale in breve 7](#_Toc532189917)

[Key facts 8](#_Toc532189918)

[1 Auftrag und Vorgehen 10](#_Toc532189919)

[1.1 Ausgangslage 10](#_Toc532189920)

[1.2 Prüfungsziel und -fragen 10](#_Toc532189921)

[1.3 Prüfungsumfang und -grundsätze 10](#_Toc532189922)

[1.4 Unterlagen und Auskunftserteilung 11](#_Toc532189923)

[1.5 Schlussbesprechung 11](#_Toc532189924)

[2 Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen 12](#_Toc532189925)

[2.1 Zusammenarbeit aller drei Staatsebenen 12](#_Toc532189926)

[2.2 Die technische Verfahrenswahl basiert auf sachlichen Kriterien 14](#_Toc532189927)

[2.3 Die Nachrüstung erfolgt vorwiegend bei grossen ARA 14](#_Toc532189928)

[2.4 Erhebung der Bundesabgabe nach Massgabe der angeschlossenen Einwohner 16](#_Toc532189929)

[3 Finanzielle Prozesse beim Bund 18](#_Toc532189930)

[3.1 Schlanke Organisation und zweckmässige Vollzugshilfe 18](#_Toc532189931)

[3.2 Anspruchsvolle Finanzplanung und Transparenz über die Mittelverwendung 19](#_Toc532189932)

[3.3 Kostenneutralität für den Bund 20](#_Toc532189933)

[4 Fachliche Aufsicht (Effektivität der Massnahmen) 21](#_Toc532189934)

[4.1 Überwachung des Erfolgs der Massnahmen 21](#_Toc532189935)

[4.2 Laufende Qualitätsmessungen bei nachgerüsteten Anlagen 21](#_Toc532189936)

[Anhang 1: Rechtsgrundlagen 23](#_Toc532189937)

[Anhang 2: Abkürzungen 24](#_Toc532189938)

[Anhang 3: Bibliographie 25](#_Toc532189939)

[Anhang 4: Verfahren zur Gewährung von Abgeltungen 26](#_Toc532189940)

Umsetzung der Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen im Abwasser  
Bundesamt für Umwelt

Das Wesentliche in Kürze

Per Anfang 2016 sind Änderungen des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes[[1]](#footnote-1) in Kraft getreten, mit denen Vorschriften zur Reduktion von Mikroverunreinigungen im Abwasser erlassen werden. Bei den Verunreinigungen handelt es sich um eine Vielzahl von schädli­chen Spurenstoffen, die beispielsweise aus Me­di­kamenten oder Korrosionsschutzmitteln stammen. Diese konnten mit den bisherigen Reinigungs­ver­fahren der Kläranlagen nicht ge­nü­gend eliminiert werden. Zur Finanzierung der für die zusätzliche Reinigung notwendigen Investitionen von rund 1,4 Milliarden Franken wurde eine Bundesab­gabe eingeführt. Sie wird bei allen schweizerischen Abwasserreini­gungsan­lagen (ARA) erho­ben und als Subven­tion an die aus­zubauenden Anlagen zurück­erstattet. Von den anrechenbaren Ausbaukos­ten wer­den 75 % gedeckt.

Die Eidgenössische Finanzkontrolle (EFK) prüfte, ob die organisatorischen Massnahmen beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine effiziente Abwicklung der neuen Bundesabgabe und -subvention ermöglichen und ob das BAFU seiner Oberaufsicht zur Überwachung der Wirkung der Massnahmen angemessen nachkommt. Die EFK stellte insgesamt eine gute Umsetzung fest.

Schlanke Verwaltung und zweckmässige Vollzugshilfen

Das BAFU stellte per Anfang 2016 rechtzeitig die Vollzugshilfen bereit, um die Ab­gabe ge­setzeskonform zu erheben, die Massnahmenplanung voranzutreiben und die Sub­ventionen an diejenigen ARA auszurichten, welche den Ausbau abgeschlossen haben (Be­willigung des Kantons, Schlussabrechnung eingereicht). Die Abwicklung der Aufgabe setzt den Einbezug der drei Staatsebenen voraus. Diesbezüglich kommt dem Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) eine wich­tige Koordinationsfunktion zu. Darin sind die Fachleute von Gemeinden, Kantonen und Bund vertreten. Der Verein betreibt die gemein­same Wissensplattform für die Reduktion der Mikroverunreinigungen.

Die Genehmigung der Schlussabrechnung durch das BAFU führt zur Befreiung von der Ent­richtung der Bundesabgabe, an deren Stelle die effektiven Kosten für die neue Reinigungs­stufe treten.

Bis zum Prüfungszeitpunkt waren die kantonalen Planungen anhand der vom Bund vorge­gebenen Kriterien abgeschlossen und vom Bund angemessen begleitet und beaufsichtigt worden. Es stehen insgesamt 134 ARA auf dem Ausbauplan mit geplanten Kosten von 1,4 Milliarden Franken.

Anspruchsvolle Finanzplanung und Transparenz über die Mittelverwendung

Für die Abwicklung der Einnahmen und Subventionen wird beim Bund ein Spezialfinanzie­rungskonto im Fremdkapital sowie ein entsprechender Verpflichtungskredit geführt. In den ersten drei Jahren übertrafen die Einnahmen die Ausgaben deutlich, der Kontensaldo be­trug im Prüfungszeitpunkt 197 Millionen Franken. Für den Bund ist die Abwicklung der Bun­desabgabe und Subvention kostenneutral. Die Planung des BAFU ist auf eine Punktlandung auszurichten. Die Einnahmen müssen ausreichen, um bis zum Jahr 2040 alle ausbaupflich­tigen ARA nachzurüsten und sie dürfen nicht höher sein, als es für den Ausbau nötig ist.

Die Planung ist anspruchs­voll und die EFK empfiehlt, zum Zwecke der Transparenz für die ARA und die Gebührenzah­ler die Entwick­lung der Ausbauten und der Finanzmittel perio­disch in einer Art Geschäfts­bericht elektro­nisch zu publizieren.

Oberaufsicht über die Wirkung der Massnahmen ist im BAFU noch zu systematisieren

Für die Messung der Wirkung der neuen Reinigungsstufen wurden vom Bund in Zusammen­arbeit mit Spezialisten aus den Kantonen und der Wissenschaft zwölf Leitsubstanzen be­stimmt. Diese dienen als Re­präsentanten der Spurenstoffe zur Messung der effekti­ven Re­duktion mittels Wasserproben. Zusätzlich steht ein tech­nisches Messver­fahren zur Verfü­gung, das anhand der Durchlässigkeit von ultraviolettem Licht den Reinigungsgrad bei den zwölf Substanzen «online» wiedergeben kann und zur Steuerung der Reinigungsprozesse in den umgebauten ARA eingesetzt wird.

Die Überwachung der Einhaltung der Richtwerte erfolgt durch die kantonalen Vollzugs­instanzen. Diese sind für die Bewilligungen der Einläufe in die Gewässer und für allfällige Anord­nungen verantwortlich, falls die notwendigen Reinigungswirkungen nicht er­reicht wer­den.

Bis zum Prüfungszeitpunkt ist lediglich eine überschaubare Anzahl von ausgebauten ARA in Betrieb gegangen. Das BAFU vergewisserte sich dabei jeweils informell darüber, dass die verlangten Reinigungswerte erreicht wurden. Für die künftige Wahrnehmung der Oberauf­sicht über die Effektivität der Reduktion von Mikroverunreinigungen empfiehlt die EFK, ei­nen syste­matischen Controlling-Prozess zu etablieren.

Titre (Français)  
Objet

L’essentiel en bref

Text hier

Texte original en allemand

Titolo (Italiano)   
Oggetto

L’essenziale in breve

Text hier

Testo originale in tedesco

Titel (English)   
Object

Key facts

Text hier

Original text in German

Generelle Stellungnahme der Geprüften

Das Resultat der Prüfung der EFK unterstützt das Vorgehen des BAFU bei der Umsetzung der verursachergerechten Finanzierung der Elimination von Spurenstoffen im Abwasser. Die schweizerische Bundesversammlung beschloss mit der Änderung des GSchG vom 21. März 2014 die Schaffung dieser Finanzierung. Das BAFU strebt seit Beginn der Umsetzung einfache, transparente und pragmatische Abläufe an. Eine Vollzugshilfe und relevante Empfehlungen wurden frühzeitig zur Verfügung gestellt. Wir begrüssen die Beurteilung durch die EFK. Die Empfehlungen des Prüfberichtes führen aus Sicht des BAFU zu einer Verbesserung der Transparenz der Fondsentwicklung und der Wirkung der Massnahmen.

1. Auftrag und Vorgehen
   1. Ausgangslage

Vor einiger Zeit wurde erkannt, dass organische Spurenstoffe im Siedlungsabwasser, die in den bisherigen biologischen Reinigungsstufen der schweizerischen Abwasserreinigungsan­lagen (ARA) nur sehr beschränkt eliminiert wurden, die Gewässer zunehmend belasten und auch bereits zu vereinzelten, biologischen Beeinträchtigungen von Fischbeständen führten. Ab 2009 wurden die Arbeiten für eine Ge­setzesänderung aufgenommen. 2014 beschloss das Parlament eine Änderung des Gewässerschutzgesetzes, um den Anteil solcher Stoffe in den Gewässern gezielt redu­zieren zu können. Es geht dabei um eine Vielzahl von Schadstof­fen, beispielsweise um Wirkstoffe aus Medika­menten, Korrosionsschutzmittel oder hor­monaktive Stoffe. Die Fach­leute hatten zwischenzeitlich Metho­den entwickelt, mit denen solche Mikroverunreinigun­gen verläss­lich nachgewiesen werden konnten und es gab im nahen Ausland bereits einzelne, erfolg­reich funktionierende Reini­gungsanlagen dagegen. Die Gesetzesänderung ist per 1.1.2016 in Kraft getreten.

Die Massnahmen verlangen eine zusätzliche Reinigungsstufe bei ausgewählten ARA, über welche der wesentliche Teil der Spurenstoffe in die Gewässer gelangt (ursprüng­lich ge­schätzte 100 ARA, nach durchgeführter kantonaler Planung 134 Anlagen). Um die Finanzie­rungslast der ausbaupflichtigen ARA zu mildern, wurde eine gesamtschweizeri­sche Abgabe eingeführt, welche der Bund bei allen ARA erhebt und sie über einen Spezial­finanzierungs­fonds wiederum an die ARA zurückbezahlt, sobald diese den Ausbau durchge­führt haben. 75 % der notwendigen Investitionskosten werden aus der Abgabe ver­gütet. Zusätzlich wer­den die ARA nach dem genehmigten Ausbau und der Einreichung der Abrech­nung von der Abgabe befreit. Bis 2040 soll das Investitionsprogramm im Umfang von rund 1,4 Milliarden Franken (ursprüngliche Schätzung: 1,2 Milliarden) abgewickelt sein und der Bun­desfonds wieder geschlossen werden.

* 1. Prüfungsziel und -fragen

Die neuen Bestimmungen des Gewässerschutzgesetzes sind per Anfang 2016 in Kraft ge­treten. Das Ziel der Prüfung der EFK war die Beurteilung der Effizienz und Effektivität der Umsetzung der Gesetzesänderungen. Die Prüfungshandlungen orientierten sich an folgen­den Fragen:

* Ist das System für die Einnahmen, die Verwaltung und Verwendung der neuen Bun­desmittel gesetzes­konform, zweckmässig und effizient umgesetzt worden (Prüfung der mit dem neuen Fonds verbun­denen Organisation und der finanziellen Pro­zesse)?
* Werden die Planungen der Kantone angemessen beaufsichtigt und werden die ge­förderten Erweiterungen der Abwasserreinigungsanlagen vom BAFU hinsichtlich ih­rer Wirkungsweise sowie Einhaltung der angestreb­ten Reduktion der Schadstoffe adäquat überwacht?
  1. Prüfungsumfang und -grundsätze

Die Prüfung wurde von Dieter Lüthi (Revisionsleiter) und Hanspeter Steinmann im Septem­ber 2018 beim BAFU durchgeführt. Sie erfolgte unter der Federführung von Regula Durrer.

Zum Verständnis der Abläufe wurden zudem zwei ARA, die bereits Massnahmen zur Reduk­tion der Mikroverunreinigungen im Abwasser getroffen haben, besucht und die zusätzliche Reinigungsstufe besichtigt.

Die Ergeb­nisbesprechung hat am 28.11.2018 stattgefunden. Der vorliegende Bericht be­rücksichtigt nicht die weitere Entwicklung nach der Ergebnisbesprechung.

* 1. Unterlagen und Auskunftserteilung

Die notwendigen Auskünfte wurden der EFK vom BAFU und von den Vertreterinnen und Vertretern der besuchten ARA umfassend und zuvorkommend er­teilt. Die gewünschten Un­terlagen (sowie die benötigte Infrastruktur) standen dem Prüf­team vollumfänglich zur Ver­fügung.

* 1. Schlussbesprechung

Die Schlussbesprechung fand am 28. November 2018 statt. Teilgenommen haben:

vom BAFU: Stabschef und stellvertretender Abteilungschef, Abteilung Wasser

Sektionschef Gewässerschutz

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Sektion Gewässerschutz

von der EFK: Fachbereichsleiterin

Revisionsleiter

Die EFK dankt für die gewährte Unterstützung und erinnert daran, dass die Überwachung der Empfehlungsumsetzung den Amtsleitungen bzw. den Generalsekretariaten obliegt.

EIDGENÖSSISCHE FINANZKONTROLLE

Regula Durrer Dieter Lüthi

Fachbereichsleiterin Revisionsleiter

1. Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen
   1. Zusammenarbeit aller drei Staatsebenen

Der Betrieb von ARA ist in der Schweiz auf Stufe der Gemeinden angesiedelt. Zum Zwecke der effizienten Aufgabenerfüllung schliessen sich Gemeinden oft zu Ver­bänden zusammen oder betreiben gemeinsam eine selbständige Anstalt zur Abwasserrei­nigung. Die Finanzierung der Investitionen und des Betriebs erfolgt üblicherweise über Ge­meindegebühren, wobei die Kantone teilweise Ausgleichsfonds eingerichtet haben. Die Kantone üben die fachliche Aufsicht über die ARA aus. Der Bund beschränkt sich in der Re­gel auf den Erlass von Vorschriften und übt die Oberaufsicht aus.

Für die Massnahmen gegen die Mikroverunreinigungen wurde dem Bund per Gesetzeser­gänzung zudem der Vollzug der neuen Abgabe und eine aktive Begleitung der ARA bei der Umsetzung der Massnahmen übertragen. Die Planung und Überwachung der Umsetzung ist nach wie vor Sache der Kantone, diese sind auch Gesuchsteller für Beiträge aus dem neuen Abgabefonds des Bundes.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bund (BAFU) | Kantone (in der Regel ein Fachamt inner­halb des Bau-, Ener­gie- oder Umweltbereichs) | Gemeinden (ARA) |
| Inkasso der Abgabe direkt bei den ARA, Fonds­steue­rung und -verwaltung | Meldung der angeschlos­senen Einwohner an das BAFU | Ablieferung der Abgabe durch die ARA an das BAFU und Weiterverrechnung an die Gemeinden beziehungs­weise Gebührenzahler |
| Erlass von Vorgaben für den Ausbau, Krite­rien für die Verfahrens­wahl | Planung der Umsetzung, Kantonaler Ausbauplan | Konkrete Baugesuche, Finan­zierungssicherstellung |
| Prüfung der Beitragsgesu­che, Abklärungen mit Kan­ton, Zusicherung an Kanton, Begleitung der ARA. | Genehmigung Bauprojekte, Übermittlung der Beitrags­gesuche an Bund, Beratung der ARA | Bau, Umsetzung |
| Prüfung und Genehmigung der Bauabrechnung, nöti­genfalls Möglichkeit der Ver­fügung an Kanton. Bei­tragszah­lung an Kanton aus dem Fonds und Befreiung von der Abgabepflicht.  Gegebenenfalls Erlass von Auflagen (z.B. Überwa­chungskonzept) | Kanton ist Einreichungs­instanz für Bauabrech­nung. Prüfung der Abrech­nung, Einreichung beim Bund.  Weiterleitung des Beitrags an ARA | Erstellung Bauabrechnung, lokale Prüfung  Erstellung des Kostenteilers für die angeschlossenen Ge­meinden |
| Mindestvorschriften zur Messung der Wasserquali­tät, Oberaufsicht über die Umsetzung der Massnah­men | Fachliche Aufsicht der ARA | Betrieb, Laufende Messun­gen, Einreichung von Proben |

Im Anhang 4 findet sich eine ausführliche Darstellung des Verfahrens zur Gewährung von Abgeltungen.

**Koordinationsfunktion des VSA**

Eine wichtige Drehscheibe für den Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Akteuren bildet der Verband der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfach­leute. Es handelt sich um einen privatrechtlichen Verein, der in der Gewässerschutzgesetz­gebung nicht erwähnt ist. Darin sind die Spezialisten der drei Staatsebenen sowie der eid­genössische Forschungsanstalt Eawag vertreten. Auch private Personen oder Un­terneh­mungen sind im Verein tätig, hauptsächlich spezialisierte Ingenieure und Firmen.

Zu den Tätigkeiten des Vereins gehören zum Beispiel Aus- und Weiterbildungsaufgaben als Berufsverband sowie die Koordination der drei Staatsebenen bei der Umsetzung des Gewässerschutzgesetzes, die Entwicklung von technischen Umsetzungshilfen, die Erarbei­tung von Empfeh­lungen, der Erfahrungsaustausch und die Unterstützung von For­schungsprojekten.[[2]](#footnote-2) Der Verein betreibt Kompetenzzentren und Plattformen, insbe­sondere die Platt­form [«Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»](https://www.vsa.ch/de/fachbereiche-cc/abwasserreinigung/plattform-verfahrenstechnik-mikroverunreinigungen/), welche für die Umset­zung der Mass­nahmen relevant ist und vom BAFU unterstützt wird. Die Zahlungen des Bun­des an den VSA in Höhe von insgesamt rund 2 Millionen Franken für den Aufbau der Plattform (2013 bis 2019) sind als Subventionen ausgestattet und in einer Leistungsverein­barung geregelt.[[3]](#footnote-3)

Beurteilung

Aus Sicht der EFK sind solche Zusammenarbeitsformen für die Aufgabenerfüllung in einem föderalistischen Staat zweckmässig, um gemeinsame Lösungen zu ent­wickeln, die breit ak­zeptiert werden sowie unkompliziert umgesetzt werden können. Eine gemeinsame Wis­sensplattform und ein runder Tisch, an dem die Fachleute der verschiedenen Stufen vertre­ten sind, bieten auch einen geeigneten Rahmen für die Entwicklung von Empfehlungen in einem stark von der Wissenschaft und Technik geprägten Aufgabengebiet.

Eingrenzend weist die EFK darauf hin, dass die Zwischenschaltung von privatrechtlichen Or­ganisa­tionen nicht dazu verwendet werden dürfte, um öffentliche Vorschriften zu umge­hen, ins­besondere nicht das Beschaffungsrecht. Der Verband hat in seinen internen Regle­menten Beschaffungsrichtlinien festgelegt, welche dem öffentlich-rechtlichen Beschaf­fungsrecht ähnlich sind. Aufgabe des BAFU als Subventionsgeberin ist es, deren Ein­haltung zu überwa­chen. Zudem muss für die Sicherstellung der staatlichen Unabhängigkeit in der Überwa­chung jederzeit das Verwaltungsverfahrensgesetz eingehalten werden.[[4]](#footnote-4)

* 1. Die technische Verfahrenswahl basiert auf sachlichen Kriterien

Im Prüfungszeitpunkt stehen zwei unterschiedliche Verfahren zur Verfügung.

Bei der sogenannten **Ozonung** werden die schädlichen Spurenstoffe in einer neuen Behand­lungsstufe durch beigefügte, kleine Ozonmengen aufgespalten. Die Stoffe bleiben im Ab­wasser und werden durch «Zertrümmerung» unschädlich gemacht. Das Rest-Ozon wird zu­rückbehalten und entweder weiterverwendet oder chemisch so gebunden, dass es für die Umwelt unschädlich ist und wieder an diese abgegeben werden kann.

Bei der Behandlung mit **Aktivkohle** werden die schädlichen Spurenstoffe in einem neuen Reinigungsgang aus dem Wasser herausgefiltert, das heisst, in der Kohle eingefangen, und diese anschliessend über die Kehrichtverbrennung entsorgt.

Beide Verfahren gelten nach dem Wissensstand im Prüfungszeitpunkt als gleichwertig («state of the art»). Es sind auch Kombinationen beider Verfahren denkbar und die Technik entwickelt sich schnell. Bei praktisch jeder neuen Anlage kann wieder von den Erfahrungen bereits umgerüsteter Anlagen profitiert werden. Die ARA betreiben untereinander und mit ähnlichen Anlagen im grenznahen Ausland einen Erfahrungsaustausch.

Auch wenn beide Verfahren mit Bezug auf die Unschädlichmachung der Spurenstoffe als gleichwertig gelten, haben sie jeweils ihre spezifischen Vor- und Nachteile beziehungsweise Nebenwirkungen. Sie unterscheiden sich auch in den Investitionen und Betriebskosten. Die ARA sind nicht frei bei der Wahl des Verfahrens, das BAFU hat zusammen mit den Kan­tonen Kriterien entwickelt, welche für die Wahl des Verfahrens jeweils zu erfüllen sind. Je nach spezifischen Gegebenheiten kann es vorkommen, dass sich das eine oder andere Ver­fahren für bestimmte Standorte nicht eignet oder dass besondere Auflagen nötig wer­den. Der VSA hat in Zusammenarbeit mit der Eawag und dem BAFU eine Empfehlung publi­ziert, welche die besonderen Abklärungen für die Verfahrenswahl Ozonung[[5]](#footnote-5) umschreiben.

* 1. Die Nachrüstung erfolgt vorwiegend bei grossen ARA

Die Nachrüstungen erfol­gen nicht flächendeckend bei den rund 700 Anlagen der Schweiz. Im Fokus der Mas­snahmen stehen diejenigen Gewässer, die einen hohen Anteil von gereinigtem Sied­lungswasser enthalten. Um mit verhältnismässigen Mitteln eine möglichst grosse Wirkung zu erreichen, müssen die gros­sen ARA nachgerüstet werden (ab 80 000 EW) sowie mittel­grosse ARA (ab 24 000 EW), wel­che in kleine Gewässer oder Seen entwässern. Im Rahmen der Vorbereitung des Gesetzes wurde mit rund 100 ARA gerechnet, im Laufe der Planungs­durchführung durch die Kantone erhöhte sich die Anzahl der für die Nachrüs­tung vorgese­henen ARA auf 134. Grund für die Zunahme war eine Ausnahmebestimmung in der Gewäs­serschutzverordnung (GSchV), wonach unter bestimmten Bedingungen auch kleine ARA nachrüsten können.

Nachstehende Abbildung zeigt die Anzahl der auszubauenden, abgeltungsberechtigten ARA welche die Anforderungen der gesetzlichen Vorgaben[[6]](#footnote-6) erfüllen müssen sowie die voraus­sichtlichen Gesamtkosten und Abgeltungen nach den Schätzungen des BAFU per Ende Juli 2018:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Ausbaukriterium | Anzahl  Anlagen | Gesamtkosten  Mio. CHF | Abgeltungen  Mio. CHF |
| 1 | Anlagen ab 80 000 EW | 21 | 475.94 | 354.55 |
| 2 | Anlagen ab 24 000 EW im Einzugsgebiet von Seen | 40 | 398.46 | 298.85 |
| 3 | Anlagen ab 8000 EW, die >10 % ungereinigtes Abwasser mit organischen Spurenstoffen in Fliessgewässer einleiten | 72 | 511.39 | 368.92 |
| 4 | Andere Anlagen ab 8000 EW, wenn Reinigung aufgrund besonderer hydrologischer Verhältnisse notwendig | 1 | 9.50 | 7.13 |
|  |  | 134 | 1395.29 | 1029.45 |

Quelle: BAFU, Sektion Gewässerschutz

Im Prüfungszeitpunkt waren die Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen bei 3 Anlagen abgeschlossen. Bei einer grösseren ARA wurde die zusätzliche Rei­nigungsstufe während der Prüfung in Betrieb genommen. Für sechs weitere Anlagen ist die Beitragszusicherung erfolgt und bei einer Reihe von Projekten ist die Anhörung abgeschlos­sen.

Anhand von Stichproben aus der Kläranlagedatenbank des BAFU informierte sich die EFK über den Stand der Massnahmenplanung und konnte feststellen, dass die Projekte in den kantonalen Planungen enthalten und Vorprojekte teilweise vorhanden oder in Bearbeitung sind. Für den Grossteil der ausbaupflichtigen ARA liegen im Prüfungszeitpunkt noch keine Beitragsgesuche vor. Zahlreiche ausbaupflichtige ARA befinden sich im Status der Projek­tierung. Das BAFU koordiniert die Massnahmenplanung mit den kantonalen Behörden.

Für die neue eidgenössische Abwasserabgabe führt das BAFU über die EFV eine Spezialfi­nanzierung im Fremdkapital. Die Verbuchung der Einnahmen aus der Abgabe und der Aus­gaben für die Finanzierung der Massnahmen erfolgt beim BAFU über die Erfolgs- und Inves­titionsrechnung. Die Ausgaben zur Finanzierung der Massnahmen zur Spurenelimination werden über einen Verpflichtungskredit gesteuert, da sie unter das Subventionsgesetz fal­len und auch der Schuldenbremse unterstehen. Das Finanzvolumen entwickelte sich ab Errichtung der Spezialfinanzierung (1.1.2016) bis zum Zeitpunkt der Prüfung wie folgt:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2016  Mio. CHF | 2017  Mio. CHF | 2018 bis Okt.  Mio. CHF |
| Einnahmen Abwasserabgabe | 74.3 | 74.6 | 75.3 |
| ./. Finanzierung der MV-Massnahmen | -10.0 | -16.0 | 0 |
| ./. Vollzugskosten Bund | -0.45 | -0.45 | 0 |
| Saldo Spezialfinanzierung | 63.85 | 58.15 | 75.30 |
| Total Kapital für Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen |  |  | 197.3 |

Die Einnahmen aus der Abwasserabgabe resultieren aus den Datenmeldungen der Kantone für rund 8,3 Mio. an ARA angeschlossene Einwohner. Diese Meldungen werden vom BAFU angemessen kontrolliert.

Beurteilung

Die Kantone haben ihre Planungen weitgehend abgeschlossen und das BAFU hat die Planungen und die ersten Schritte der Umsetzung zweckmässig koordiniert und überwacht. Dies beinhaltet insbesondere die Überprüfung der Vollständigkeit, die betroffenen ARA sind bekannt und in die Umsetzungsplanung bis auf wenige Ausnahmen einbezogen worden. Zum grössten Teil handelt es sich im Prü­fungszeitpunkt um eine Grobplanung, die konkre­ten Umsetzungen haben erst begonnen. Relativ unsicher ist der zeitliche Ablauf der Umsetzungen, weil die Kantone ihre Planungen vorerst auf fünf Jahre genau erstellten und über Spielraum verfügen.

* 1. Erhebung der Bundesabgabe nach Massgabe der angeschlossenen Einwohner

Gemäss Botschaft von 2013 zur Änderung des GSchG wurde aus Gründen der Machbarkeit davon abgesehen, die Verursacher von Mikroverunreinigungen zu eruieren und stattdessen eine einfache Lösung, die Erhebung der Bundesabgabe nach Massgabe der angeschlosse­nen Einwohner, vorgegeben. Im GSchG wurde ergänzt, dass die Inhaber der ARA, welche die Abgabe an den Bund entrichten, diese auf die Verursacher überwälzen sollen «Die In­haber der Anlagen überbinden die Abgabe auf die Verursacher».[[7]](#footnote-7) Diese Vorschrift ent­spricht der bisherigen kantonalen Regelung, wonach die ARA ihre Kosten den Verursachern zu überbinden haben.[[8]](#footnote-8)

Das BAFU hat dazu keine Vorschriften erlassen. Hingegen haben der VSA und die Organisa­tion Kommunale Infrastruktur des Städteverbandes (OKI), nach Rücksprache mit dem BAFU und dem eidgenössischen Preisüberwacher, gemeinsam eine Empfehlung an die ARA und Gemeinden verfasst, wonach diese Weiterbelastung in analo­ger Weise wie bei den übrigen Kosten der ARA an die «Verursacher» zu überbinden sind. Für Direkteinleiter gilt der bishe­rige Kostenteiler, und die Gemeinden können die neuen Kosten nach der bisherigen Praxis in ihre Grund- und Mengengebühren integrieren. Ein of­fener Ausweis der Bundesabgabe in den Gemeinderechnungen ist nicht vorgeschrieben. Damit kann es je nach Gebühren- und Finanzierungsstruktur der Gemeinden unterschiedli­che Lösungen geben. Die EFK hat in die­sem Bereich keine Prüfungen durchgeführt.

Beurteilung

Auf eine Eruierung der Verursacher von Mikroverunreinigungen wurde gemäss Botschaft zur Gesetzesänderung bewusst verzichtet. Die Empfehlung zur Weiterbelastung der Bun­desabgabe beziehungsweise der Kosten für die Umsetzung der Massnahmen durch die ARA steht in Übereinstimmung mit der bisherigen (kantonalen) Überbindung der Kosten für den Betrieb von ARA.

1. Finanzielle Prozesse beim Bund
   1. Schlanke Organisation und zweckmässige Vollzugshilfe

Das BAFU hat die finanzrelevanten Prozesse «Abgabeerhebung» und «Abgeltungen» mit einer Vollzugshilfe an die kantonalen Behörden konkretisiert. Diese dient ihnen und den ARA als praktischer Leitfaden für die Umsetzung der Massnahmen zur Reduktion der Mikro­verunreinigungen im Abwasser. Die Prozesse sind dokumentiert und die wichtigen Kon­trollpunkte festgelegt.

Das BAFU kontrolliert die von den Kantonen gemeldete Anzahl der angeschlossenen Ein­wohner. Es vergleicht sie mit dem Vorjahr und mit den Angaben über die ständige Wohn­bevölkerung des Bundesamtes für Statistik. Die EFK stellte fest, dass sämtlich Kantone ihre Datenmeldungen für das Jahr 2018 eingereicht haben und dass das BAFU die Plausibilitäts­kontrolle durchgeführt hat. Die Bemessungsgrundlagen für die Abgabefestsetzung wurden vom BAFU überprüft. Die Zahlungsfrist für die Abwasserabgabe beträgt gemäss Verordnung 60 Tage. Das Rechnungswesen-System mahnt automatisch bei Zahlungsverzug. Bis zum Prüfungszeitpunkt sind die Zahlungen ohne Probleme eingegan­gen.

Die EFK hat die in der Fondsauswertung aufgeführten, ausbaupflichtigen ARA mit der publi­zierten Adressliste aller Kläranlagen des BAFU verglichen. Die nach den Kriterien der Ver­ordnung ausbaupflichtigen ARA in der Fondsauswertung sind vollständig erfasst. Der Pro­zess «Abgeltungen» ist gemäss den stichprobenweise eingesehenen Dossiers unter Kon­trolle. Struktur und Umfang der Projektdossiers sind angemessen. Bei den Stichproben stellte die EFK fest, dass die Zusicherungen und Abgeltungsverfügungen vom Direktor und einer Zweitperson aus der Fachsektion unterzeichnet werden. Die Stichproben von Teil- und Schlusszahlungen zeigten, dass ausschliesslich 75 % der abgerechneten Kosten aus dem Abwasserfonds bezahlt werden. Massgebend sind die nachgewiesenen anrechenba­ren Kosten, welche in der Vollzugshilfe spezifiziert sind. Nicht anrechenbare Kosten wie bei­spielsweise solche für den Landerwerb werde nicht berücksichtigt.

Die Sektion Gewässerschutz kontrolliert den Stand der Projekte und die Entwicklung des Abwasserfonds mittels einer Excel-Datei, die laufend nachgeführt wird. Die Gesuche wer­den gemäss den Stichproben speditiv behandelt. Der Zahlungsentscheid erfolgt mit­tels Ab­gel­tungsverfügung und Rechtsmittelbelehrung. Die Dauer der Gesuchsbehandlung hängt von der Planung und Koordination mit den Kantonen ab.

Beurteilung

Die nötigen Prozesse für die Erhebung der neuen Abgabe und die Ausrichtung der Subven­tionen wur­den zeitgerecht eingeführt. Sie sind in der Vollzugshilfe des BAFU zweckmässig dokumen­tiert. Für die drei Jahre bis zum Prüfungszeitpunkt wurde die Abgabe plangemäss und in einem überwachten Prozess erhoben und die bereits in Betrieb genommenen Anla­gen konnten gesetzeskonform mit den Kantonen beziehungsweise ARA abgerechnet wer­den.

* 1. Anspruchsvolle Finanzplanung und Transparenz über die Mittelverwendung

Der Abwasserfonds des Bundes sollte spätestens im Jahr 2040 wieder geschlossen werden. Die Planung der Punktlandung, bei der sich Fondseinnahmen und -ausgaben bis 2040 aus­gleichen, ist anspruchsvoll. Wenn die Kantone die Massnahmen zu schnell umsetzen, dann kommt zu wenig Geld in den Fonds und es reicht nicht für alle Projekte. Wenn die Kantone zu langsam umsetzen, resultiert ein Geldabflussstau, sodass es unter Umständen gegen Schluss zu viel Geld im Fonds hat.

Die Planung und Umsetzung der Massnahmen ist Sache der Kantone, das BAFU hat die Oberaufsicht. Der Bund ist für die Finanzplanung in hohem Masse von den Informationen der Kantone abhängig. Für die Fondsplanung führt das BAFU eine Excel-Datei, auf welcher die kantonalen Projekte mit ihrem Umsetzungsstand und voraussichtlicher Finanzierung laufend nachgeführt werden. Die EFK konnte feststellen, dass das BAFU anhand der Krite­rien der GSchV die Vollständigkeit der auszubauenden ARA, wie sie von den Kantonen er­hoben wurde, überprüft hat. Vorbehältlich von Rechtsänderungen sollte es bei den 134 Projekten bleiben, welche im Prüfungszeitpunkt in der Planung erfasst sind. Das Gesetz ist seit bald drei Jahren in Kraft, und dementsprechend steht die Planung noch unter vielen Unsicherheiten. Beispielsweise hat ein Kanton für eine grössere Anlage keinen Massnahmeplan eingereicht, das BAFU ist der Meinung, dass es sich klar um eine ausbau­pflichtige Anlage handelt und hat diese ARA mit getroffenen Annahmen in die Planung auf­genommen. Bei einem anderen Kanton muss das geplante Verfahren für eine Grossanlage nochmals überarbeitet werden. Die Zeiträume des Ausbaus und die Kosten sind von den Kan­tonen erst als grobe Schätzung mitgeteilt und vom BAFU mit entsprechenden Plausibilisie­rungen in die Planung aufgenommen worden (Schätzungen auf fünf Jahre genau). Im Zuge von Vorprüfungen und Detailabklärungen durch Kantone und das BAFU wird es noch zu Veränderungen kommen. Erhärtete Angaben darüber, wie gut der Fonds auf Kurs ist und über die Angemessenheit der Abgabehöhe dürften erst in einigen Jahren vorhanden sein.

Beurteilung

Die EFK beurteilt die Planung des Fonds angesichts gegebener Unsicherheiten und föderaler Strukturen als anspruchsvolle Aufgabe und erachtet es als zweckdienlich, gegenüber den betroffenen ARA und Gebühren­zahlern möglichst transparent über die Entwicklung des Fonds zu informieren.

Empfehlung 1 (Priorität 2)

Die EFK empfiehlt dem BAFU, über die Fondsentwicklung periodisch eine Art Geschäftsbe­richt zu erstellen und diesen auf geeignete Weise zu publizieren, zum Beispiel auf der Webs­eite des BAFU oder des VSA.

Stellungnahme des Geprüften

Das BAFU setzt diese Empfehlung um. Der Gesetzgeber, die Kantone, Gemeinden und Inhaber der Abwasserreinigungsanlagen werden so z.B. alle vier Jahre informiert über die bisherige und voraussichtliche Entwicklung der Mittel im Fonds. Dies erhöht die Transparenz und erlaubt es allenfalls notwendige Massnahmen, wie z.B. eine Reduktion des Abgabesatzes einzuleiten.

* 1. Kostenneutralität für den Bund

Gemäss GSchG soll der Bund seine Vollzugskosten im Zusammenhang mit der Umsetzung der Gesetzesänderung dem neu eingerichteten Bundesfonds belasten.

Die Personalkostenanteile, welche dem Fonds belastet wurden, sind in vertretbarer Weise nachgewiesen und die belasteten Beträge entsprechen ungefähr dem, was in der Botschaft in Aussicht gestellt wurde, jedoch ohne die 200 000 Franken pro Jahr für Untersuchungen und Studien im Bereich Erfolgskontrolle und technische Entwicklung. Die Vollzugskosten werden vom BAFU eng aus­gelegt und bestehen in einem Kostenanteil für diejenigen Personen, welche sich mit dem Bezug und der Kontrolle der Abgabe, der Fondssteuerung, sowie der Prüfung und Geneh­migung von Projekten befassen. Weiteren Aufwand im Zusammenhang mit Mikroverunrei­nigungen buchte der Bund bisher auf eigene Rechnung. Das BAFU klärt mit der EFV ab, ob und welche Kostenanteile bis zum maximalen Betrag von 200 000 Franken dem Fonds belastet werden können.

Beurteilung

Für die Umsetzung belastete das BAFU die Kostenanteile für diejenigen Mitarbeitenden dem Fonds, welche sich mit dem Vollzug befassen. Eine Abklärung bezüglich der Belastung von weiteren Kostenanteilen ist im Revisionszeitpunkt noch pendent.

1. Fachliche Aufsicht (Effektivität der Massnahmen)
   1. Überwachung des Erfolgs der Massnahmen

Vorab ist festzuhalten, dass die eigentliche Wirkung, das heisst der positive Einfluss der Schadstoffreduktion auf die Wasserqualität von Gewässern, die Tiergesundheit, die Grund­wasserqualität und den Nahrungs- beziehungsweise Wasserkreislauf erst nach einigen Jah­ren festgestellt werden kann. Für vergleichbare Anlagen, wie sie jetzt in der Schweiz gebaut werden, gibt es aus dem Ausland bereits vereinzelte Studien, welche die positiven Auswirkungen belegen[[9]](#footnote-9), sodass auch unter Schweizer Fachleuten die Erwartungen hoch sind. Dies wird aber noch zu evaluieren sein.

Die aktuelle Erfolgsmessung stützt sich auf die Untersuchung des Wassers nach dem Durch­lauf der neuen Reinigungsstufe. Dazu hat das UVEK in einer separaten Verordnung Min­destvorschriften für die Kantone erlassen[[10]](#footnote-10). Für die Messung des Reinigungseffekts wurden zwölf Leitsub­stanzen definiert, welche die verschiedenen zu eliminierenden Spurenstoffe gut repräsentieren. Aus den definierten Substanzen müssen regelmässig sechs ausgewählt und anhand von Proben und Analysen die geforderten Reinigungseffekte nachgewiesen wer­den, wobei eine durchschnittliche Elimination der Schadstoffe von mindestens 80 % zu er­reichen ist. Die Überwachung der Probeentnahmen und Messungen erfolgt durch die Kan­tone.

* 1. Laufende Qualitätsmessungen bei nachgerüsteten Anlagen

Die EFK hat im Rahmen der vorliegenden Prüfung zwei der drei bereits umgebauten ARA besucht und sich zeigen lassen, wie die Wasserproben entnommen und zur Analyse einge­reicht werden. Gemäss eigener Aussagen und schriftlicher Dokumentation der besuchten ARA wurde der verlangte Wirkungsgrad von 80 % bei den zwölf Substanzen erreicht.

Unter Mitarbeit der Eawag und einer bereits umgebauten ARA, welche als Pilotanlage diente, konnte für die Überwachung zusätzlich eine UV-Lichtschranke entwickelt werden, mit deren Hilfe die UV-Lichtdurchlässigkeit des Was­sers ermittelt und anhand einer Korre­lation mit den zwölf Leitsubstanzen jederzeit die Verschmut­zung vor und nach dem zusätzli­chen Reinigungs­gang gemessen werden kann. Auf diese Weise kann die Reinigungswirkung des neuen Prozesses auch online stets überwacht und die Steuerung des Ozon- beziehungs­weise des Aktivkohleeinsatzes (Ressourceneinsatz) optimiert werden.[[11]](#footnote-11)

Die Überwachung der Effektivität der ARA liegt bei den kantonalen Vollzugsbehörden. Die Kantone erteilen die Einleitbewilligung für die ARA und überwachen die darin enthaltenen Anforderungen. Das BAFU hat diesbezüglich die Oberaufsicht. Eine systematische Kontrolle der durch den Ausbau erzielten Wirkung ist beim BAFU bis zum Prüfungszeitpunkt nicht etabliert worden. Anzumerken ist, dass erst wenige Anlagen in Betrieb genommen wurden und das BAFU diese Anlagen beim Ausbau begleitet und sich vor Ort ein Bild über die Effektivität gemacht hat.

Beurteilung

Die technischen Werte für die Messung des Erfolgs der Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen wurden erarbeitet und in der Verordnung des UVEK festgehalten. Für die bisher in Betrieb genommenen Anlagen erfolgte die Feststellung, ob die Werte er­reicht werden, informell durch persönliche Kontakte und Projektbegleitung. Für die künf­tige Überwachung der Wirkung der neuen Reinigungsstufen sollte das BAFU einen syste­matischen Prozess etablieren.

Empfehlung 2 (Priorität 2)

Die EFK empfiehlt dem BAFU, im Rahmen seiner Oberaufsicht die erreichten Wirkungsgrade pro ausgebaute ARA systematisch zu erheben und das eigene Controlling mit diesen Infor­mationen zu ergänzen.

Stellungnahme des Geprüften

Das BAFU begrüsst den konkreten und pragmatischen Vorschlag, das eigene Controlling zu ergänzen. Die Kontrolle des Betriebs der Abwasserreinigungsanlagen ist Aufgabe der Kantone. Inwiefern mit den geleisteten Abgeltungen die gesetzten Ziele erreicht werden, ist von zentralem Interesse für das BAFU als Oberaufsichts- wie auch Finanzierungsbehörde.

Anhang 1: Rechtsgrundlagen

|  |
| --- |
| **Rechtstexte** |
| Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzge­setz, GSchG), SR 814.20 |
| Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201 |
| Verordnung des UVEK vom 3. November 2016 zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen, SR 814.201.231 |
| Bundesgesetz über das Verwaltungsverfahrens (Verwaltungsverfahrensgesetz, VwVG), SR 172.021 |
| Interkantonale Vereinbarung über das öffentliche Beschaffungswesen (IVöB) |
| **Botschaften** |
| Botschaft zur Änderung des Gewässerschutzgesetzes (Verursachergerechte Finanzierung der Elimination von Spurenstoffen im Abwasser vom 26. Juni 2013, BBL 2013, 5549 bis 5567) |

Anhang 2: Abkürzungen

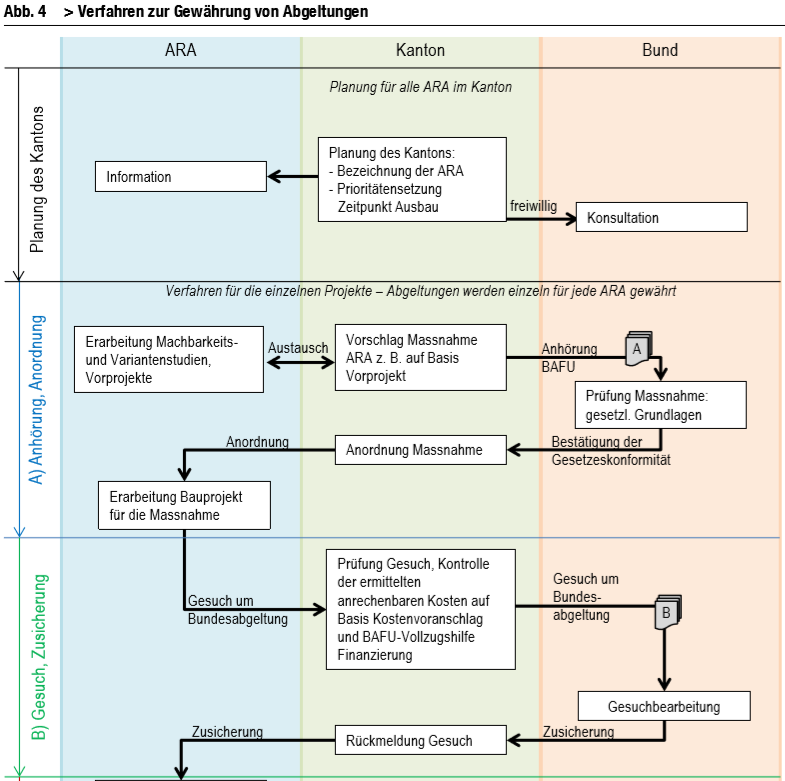
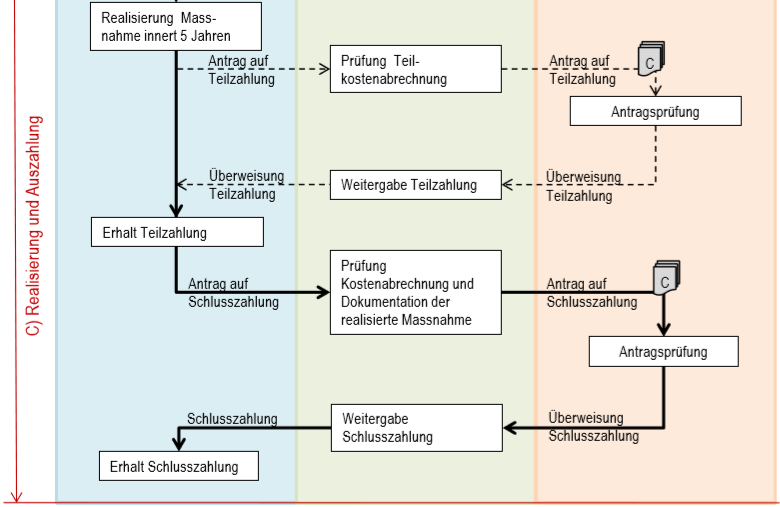
|  |  |
| --- | --- |
| ARA | Abwasserreinigungsanlage |
| BAFU | Bundesamt für Umwelt |
| DWA | Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall |
| Eawag | Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz |
| EFK | Eidgenössische Finanzkontrolle |
| EFV | Eidgenössische Finanzverwaltung |
| EW | Einwohner |
| OKI | Organisation Kommunale Infrastruktur, Fachorganisation des Schweizerischen Städteverbandes und des Schweizerischen Gemeindeverbandes |
| ÖWAV | Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband |
| UV | Ultraviolettes Licht |
| UVEK | [Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation](https://www.admin.ch/gov/de/start/departemente/departement-fuer-umwelt-verkehr-energie-kommunikation-uvek.html) |
| VSA | Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute |

Anhang 3: Bibliographie

|  |
| --- |
| Maier Diana, Biologische Erfolgskontrolle des Ausbaus der Kläranlage Langwiese an der Schussen: Histologische Diagnostik und Biotransformationsleistung bei Forellen, Döbeln und Schneidern, Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen 2016. |
| Eawag, Schlussbericht Ozonung ARA Neugut, Dübendorf - Grosstechnische Optimierung der Ozondosierung, Dübendorf 2015. |

|  |
| --- |
| **Priorisierung der Empfehlungen**  Die Eidg. Finanzkontrolle priorisiert die Empfehlungen nach den zugrundeliegenden Risi­ken (1 = hoch, 2 = mittel, 3 = klein). Als Risiken gelten beispielsweise unwirtschaftliche Vorhaben, Verstösse gegen die Recht- oder Ordnungsmässigkeit, Haftungsfälle oder Re­putationsschäden. Dabei werden die Auswirkungen und die Eintrittswahrscheinlichkeit beurteilt. Diese Bewertung bezieht sich auf den konkreten Prüf­gegenstand (relativ) und nicht auf die Relevanz für die Bundesverwaltung insgesamt (absolut). |

Anhang 4: Verfahren zur Gewährung von Abgeltungen

Quelle: Vollzugshilfe des BAFU, Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen, Bern 2016

1. Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzge­setz, GSchG), SR 814.20 [↑](#footnote-ref-1)
2. In Deutschland und Österreich gibt es analoge Vereinigungen (DWA, ÖWAV), mit denen die Schweizer Fachleute ebenfalls den Erfahrungsaustausch pflegen. [↑](#footnote-ref-2)
3. Als Subventionen unterstehen die Zahlungen des Bundes nicht der Ausschreibungspflicht. Hingegen entsteht eine Ausschreibungspflicht für Aufträge, welche der Verein vergibt (Art. 8 Abs. 2 IVöB). [↑](#footnote-ref-3)
4. Insbesondere Art. 10 VwVG, Ausstandspflicht. [↑](#footnote-ref-4)
5. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Abklärungen Verfahrenswahl Ozonung, Empfehlung, Glattbrugg 2017 [↑](#footnote-ref-5)
6. Art. 61a, Abs. 1 GSchG und Anhang 3.1, Nr. 8 der GSchV [↑](#footnote-ref-6)
7. GSchG, Art. 60b Abs. 5 [↑](#footnote-ref-7)
8. GSchG, Art. 60a Abs. 1 [↑](#footnote-ref-8)
9. Vgl. zum Beispiel Diana Maier, Biologische Erfolgskontrolle des Ausbaus der Kläranlage Langwiese an der Schussen: Histologische Diagnostik und Biotransformationsleistung bei Forellen, Döbeln und Schneidern, Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen 2016. [↑](#footnote-ref-9)
10. Verordnung des UVEK vom 3.11.2016 zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen. [↑](#footnote-ref-10)
11. Vgl. eawag, Schlussbericht Ozonung ARA Neugut, Dübendorf – Grosstechnische Optimierung der Ozondosierung, Dübendorf 2015. [↑](#footnote-ref-11)