

## Leitfaden

Machbarkeitsstudien zur  
Spurenstoffelimination auf  
kommunalen Kläranlagen



# Kompetenzzentrum Spurenstoffe/KomS Baden-Württemberg

Das KomS ist eine **Kooperation** zwischen drei unabhängigen Partnern: Die **Universität Stuttgart** und die **Hochschule Biberach** bringen ihre wissenschaftliche Kompetenz und ihr technologisches Wissen in die Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik sowie in die Dokumentation und Auswertung von Messergebnissen ein.

Der **DWA-Landesverband Baden-Württemberg** übernimmt das breite Spektrum der Kommunikation, Fachveranstaltungen und -exkursionen sowie Fortbildungen in den Nachbarschaften.

Das KomS wird gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

## WAS BIETET DAS KOMS?

Das KomS versteht sich als **Plattform zum Wissens- und Technologietransfer und zum Erfahrungsaustausch** rund um das Thema ›Spurenstoffe im Abwasser und Möglichkeiten zu deren Elimination‹. Es sieht sich selbst als Anlaufstelle und **Ansprechpartner auf allen Ebenen**: Mit den **Behörden** und der **Industrie** steht es ebenso im Kontakt wie mit **Ingenieurbüros** oder dem **Fachpersonal in den Klärbetrieben**. **Kommunen und Abwasserverbände** als Anlagenbetreiber **unterstützt das KomS mit folgenden Dienstleistungen**:

- I Beratung vor Ort**
- I verfahrenstechnische & wissenschaftliche Hilfestellung**
- I Schulung des Fach- und Betriebspersonals**
- I Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit**

Aus der Arbeit des KomS nicht wegzudenken ist die **Nachbarschaftsidee**, die auf Erfahrungsaustausch, Vernetzung und gemeinschaftliches Handeln abzielt.



## Impressum

### Bearbeitung

**Dr.-Ing. Eva Fenrich** // Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg

**Dr.-Ing. Steffen Metzger** // Weber-Ingenieure GmbH

**Dr.-Ing. Tobias Morck** // Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG)

**Dr.-Ing. Marie Launay** // Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg

### Herausgeber

**Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg**

c/o Universität Stuttgart

Bandtäle 2 · 70569 Stuttgart

Fon: 0711. 685-65420 · Fax: 0711. 685-63729

Mail: info@koms-bw.de · www.koms-bw.de

Gedruckt auf Papier aus nachhaltiger Holzwirtschaft.

© 2020 KomS, alle Rechte vorbehalten / Stand 09/2020

### FOTOGRAFIE

Billion Photos/shutterstock.com, ESB Professional/shutterstock.com, Kite\_rin/shutterstock.com, Lotus\_studio/shutterstock.com, lovelyday12/shutterstock.com, Narin Nonthamand/shutterstock.com, Only background/shutterstock.com, People Image Studio/shutterstock.com

## Vorwort

Aus Vorsorgegründen werden in Baden-Württemberg schon seit einigen Jahren Anlagen zur Spurenstoffelimination an kommunalen Kläranlagen gefördert. Mittlerweile sind bereits 17 Kläranlagen mit einem Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination in Betrieb. 20 weitere Anlagen befinden sich in der Planungs- bzw. in der Bauphase.

Im Arbeitspapier »Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg« vom 20.11.2018 des Umweltministeriums Baden-Württemberg wurden die fachlichen Kriterien für einen Ausbau von Kläranlagen konkretisiert. Auf dieser Basis ist in den nächsten Jahren der Ausbau weiterer Kläranlagen um ein Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination zu erwarten. Unter die engeren Kriterien dieses Arbeitspapiers fallen in Baden-Württemberg ca. 125 kommunale Kläranlagen, die vorrangig für einen Ausbau in Betracht kommen.

Eine Machbarkeitsstudie ist ein erster Schritt bei der Planung einer Anlage zur Spurenstoffelimination. In den Jahren 2015 bis heute wurden bereits über 30 Machbarkeitsstudien erstellt. Geht man also von ca. 125 Anlagen aus, die die Kriterien zum Ausbau erfüllen, ist damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren etliche weitere Machbarkeitsstudien beauftragt werden.

Zur Unterstützung der Beteiligten in diesem Prozess hat das KomS BW daher in Abstimmung mit dem Umweltministerium Baden-Württemberg sowie mit den Regierungspräsidien Anforderungen an die inhaltliche Ausarbeitung zukünftiger Machbarkeitsstudien erarbeitet. Mit diesem Leitfaden wird auch eine bessere Vergleichbarkeit der Machbarkeitsstudien untereinander gewährleistet sowie ein Mindeststandard für deren Erarbeitung garantiert.

September 2020



**Dr.-Ing. Marie Launay**

Leiterin des Kompetenzzentrums Spurenstoffe Baden-Württemberg

## Verweisungen

Der Leitfaden nimmt insbesondere Bezug auf das Arbeitspapier »Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg« des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 20. November 2018 [1] und die Handlungsempfehlungen für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination (2018) des Kompetenzzentrums Spurenstoffe Baden-Württemberg [2].



## 1. Einführung

In den Oberflächengewässern sind heute zahlreiche Spurenstoffe in Konzentrationen nachzuweisen, die ökotoxikologische Auswirkungen haben können. Der Zusammenhang mit dem Abwasseranteil aus Kläranlagen ist für viele Stoffe unbestritten. Mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur gezielten Spurenstoffelimination kann ein breites Spektrum dieser Stoffe erheblich reduziert und so die konstante Belastung für die Gewässerlebewesen vermindert werden.

Bislang existieren in Deutschland keine gesetzlichen Vorgaben zur Etablierung eines Verfahrens zur gezielten Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen. Aus Vorsorgegründen wird in Baden-Württemberg schon seit einigen Jahren der Ausbau von Kläranlagen zur Spurenstoffelimination gefördert. Dies ist auch im Einklang mit dem ›Orientierungsrahmen für den Ausbau von kommunalen Kläranlagen‹, der im Rahmen des Stakeholderdialogs zur Spurenstoffstrategie des Bundes erstellt wurde.

Um einheitliche und nachvollziehbare Rahmenbedingungen für den Ausbau von Kläranlagen zur Spurenstoffelimination in Baden-Württemberg herzustellen, hat das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg auf Basis der Erfahrungen mit umgesetzten Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination, Anforderungen an die Reinigungsleistung festgelegt [1]. Diese werden anhand der Elimination mehrerer definierter Substanzen beschrieben. Im selben Zuge wurden die Kriterien zur Festlegung der Auslegungswassermenge definiert [1].

Die Erweiterung von Kläranlagen um ein Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination soll in den nächsten Jahren auf der Grundlage und im Rahmen der Kriterien des Arbeitspapiers ›Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg‹ in der Fassung vom 20.11.2018 des Umweltministeriums Baden-Württemberg [1] priorisiert werden.

Die Erstellung von Machbarkeitsstudien für Kläranlagen kann nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2015 des Umweltministeriums Baden-Württemberg mit einem Zuschuss von 50 Prozent gefördert werden. Der Zuschuss ist nicht vom Ergebnis der Prüfung abhängig und wird auch gewährt, wenn aus der Prüfung hervorgeht, dass keine Kriterien des Arbeitspapiers für eine Spurenstoffelimination gegeben sind.

Um zukünftig eine bessere Vergleichbarkeit der Machbarkeitsstudien zu gewährleisten und einen Mindeststandard für deren Erarbeitung zu garantieren, werden im Folgenden die Anforderungen an die inhaltliche Ausarbeitung von Machbarkeitsstudien für die gezielte Elimination von Spurenstoffen beschrieben und erläutert.



## 2. Anforderungen an die Bearbeitung von Machbarkeitsstudien

### 2.1. DARLEGUNG DER VERANLASSUNG

Die Veranlassung zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Spurenstoffelimination ist darzulegen.

Unabhängig von der konkreten Veranlassung im Einzelfall ist in jedem Fall zu prüfen und darzustellen, inwieweit die Kriterien entsprechend dem Arbeitspapier des Umweltministeriums zutreffend sind. Die Vorgehensweise zur Überprüfung ist in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

Vorgehensweise zur Überprüfung der Kriterien für eine gezielte Spurenstoffelimination entsprechend dem Arbeitspapier des Umweltministeriums

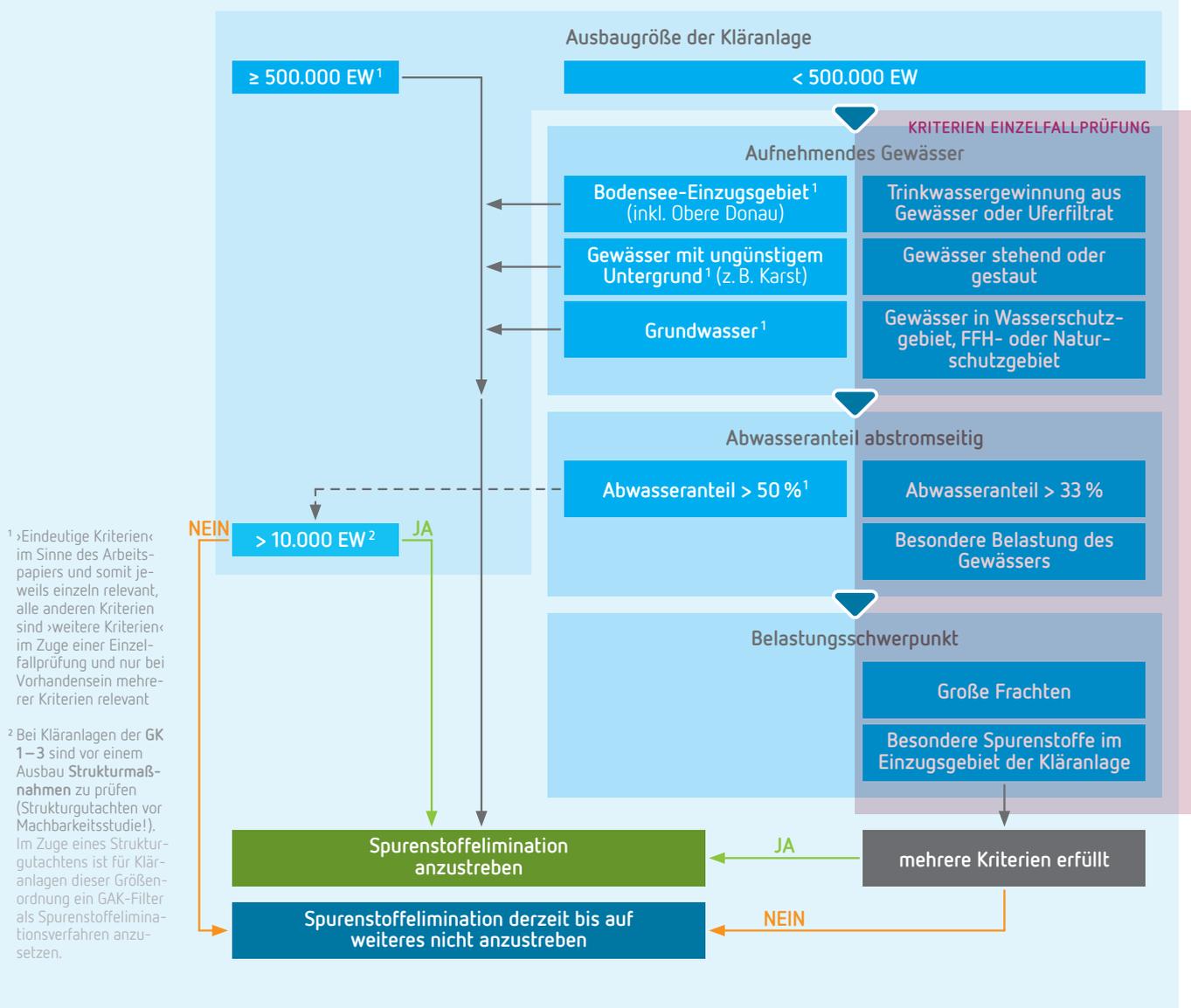


Abbildung 1: Vorgehensweise zur Überprüfung der Kriterien für eine gezielte Spurenstoffelimination entsprechend dem Arbeitspapier des Umweltministeriums [1]



Im folgenden Text sind mit \* markierte Kriterien »eindeutige Kriterien« im Sinne des Arbeitspapiers und somit jeweils einzeln relevant, alle anderen Kriterien sind »weitere Kriterien« im Zuge einer Einzelfallprüfung und nur bei Vorhandensein mehrerer Kriterien relevant:

### 2.1.1. AUSBAUGRÖSSE DER KLÄRANLAGE

Anlagen der Größenklasse 5 mit **einer Ausbaugröße von  $\geq 500.000$  EW\*** fallen unter die eindeutigen Kriterien für eine Erweiterung der Kläranlage um eine Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination.

Für Anlagen der Größenklasse 5 mit einer **Ausbaugröße  $< 500.000$  EW kann eine Einzelfallprüfung erfolgen.**

### 2.1.2. LAGE, ART ODER NUTZUNG DES AUFNEHMENDEN GEWÄSSERS

Bei einer Einleitung **in den Bodensee bzw. in das Bodenseeeinzugsgebiet\*** sowie in die **Obere Donau vor der Versickerungsstelle\*** ist ein eindeutiges Kriterium erfüllt.

Bei **Gewässern mit Versickerung\*** (z. B. im Karst) oder direkter Infiltration ins **Grundwasser\*** ist ebenfalls ein eindeutiges Kriterium für eine Erweiterung der Anlage um Maßnahmen zur Spurenstoffelimination erfüllt.

Wird **aus einem Gewässer direkt oder aus Uferfiltrat Trinkwasser gewonnen**, erfüllen Kläranlagen, die in dieses Gewässer einleiten, in Kombination mit anderen Kriterien die Voraussetzungen des Arbeitspapiers. Eine Spurenstoffelimination auf der Kläranlage soll dazu dienen, dass Spurenstoffe nicht erst in der Trinkwassergewinnung eliminiert werden müssen. Hierdurch kann auch verhindert werden, dass sich Spurenstoffe im Gewässer oder ufernahen Grundwasserleitern anreichern.

Auch die Einleitung in ein **stehendes oder gestautes Gewässer** sowie in **Gewässer in Wasserschutzgebieten, FFH- oder Naturschutzgebieten** kann ein Kriterium für eine Spurenstoffelimination sein.

### 2.1.3. ABWASSERANTEIL ABSTROMSEITIG

#### Verdünnungsfaktor Abwasser/Gewässer

Ist ein Gewässer vom Kläranlagenabfluss dominiert, d. h. erfolgt die Einleitung in ein Gewässer mit einem **Abwasseranteil im Abstrom bei MNQ  $> 50$  % des Gesamtabflusses\***, ist ein eindeutiges Kriterium erfüllt. Eine Ausnahme hierfür sind Kläranlagen  $\leq 10.000$  EW, für die eine Spurenstoffelimination derzeit bis auf weiteres aus Effizienzkriterien nicht anzustreben ist. Für diese Anlagen sollen zunächst Anschluss- oder Zusammenschlussmöglichkeit an bzw. mit anderen Kläranlagen geprüft werden.

Ein **Abwasseranteil im Abstrom bei MNQ  $> 33$  % des Gesamtabflusses** ist ein wichtiger Faktor im Zusammenwirken mit weiteren Kriterien des Arbeitspapiers.

Der Abwasseranteil ist wie folgt zu ermitteln:

**JAM/MNQ unterhalb der Einleitungsstelle der Kläranlage**





Angaben zum mittleren Niedrigwasserabfluss des Gewässers und zum Abwasseranteil der Kläranlage können über den Link:

[www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/abwasser](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/abwasser)

und dort unter Punkt »2. Beseitigung von Spurenstoffen (Spurenstoffelimination)« bezogen werden.

### Besondere Belastung des Gewässers

Die **Vorbelastung der Gewässer** spielt eine entscheidende Rolle für die Resilienz des Gewässers gegenüber weiteren Belastungen. An Gewässern, die durch mehrere Einleiter (kommunale Kläranlagen, industrielle Direkt-einleiter, Mischwasserentlastungen) in Summe besonders belastet werden, kann der Ausbau einer Kläranlage auch dann in Frage kommen, wenn kein eindeutiges Kriterium erfüllt ist. Das Einzugsgebiet oberhalb und unterhalb sollte in diesen Fällen mitberücksichtigt werden. Hierzu können gesonderte gutachterliche Betrachtungen außerhalb der Machbarkeitsstudie erforderlich sein.

## 2.1.4. BELASTUNGSSCHWERPUNKTE

### Große Frachten

Infrastruktureinrichtungen oder Industrie- oder Gewerbegebiete, die zu besonders **großen Frachten** an Spurenstoffen auf der Kläranlage bzw. im Gewässer führen, können ebenfalls ein Kriterium sein.

### Besondere Spurenstoffe im Einzugsgebiet der Kläranlage

Indirekteinleiter im Einzugsgebiet der Kläranlage, deren Abwasser eine besondere Belastung mit Spurenstoffen enthält, können ein weiterer wichtiger Grund für eine Erweiterung einer Kläranlage um ein Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination sein. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn z. B. mehrere Indirekteinleiter eine besondere Belastung mit Spurenstoffen verursachen. Wichtige zu betrachtende Indirekteinleiter können z. B. medizinische Einrichtungen, Chemieunternehmen, metallverarbeitende Betriebe oder auch Textilveredelungsbetriebe sein.

## 2.2. MITBETRACHTUNG WEITERER REINIGUNGSZIELE

Im Zuge der Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie gilt es zu eruieren, ob für eine Kläranlage neben der Spurenstoffelimination in naher Zukunft weitere Maßnahmen geplant sind oder anstehen. So ist es unerlässlich, diese im Gesamtkontext zu betrachten, um Synergieeffekte sinnvoll zu nutzen.

Wichtige Aspekte hierbei können beispielsweise eine Ertüchtigung oder ein geplanter Ausbau zur Kapazitätserweiterung der Kläranlage sein. Strukturelle Maßnahmen, also die Zusammenlegung von Kläranlagen sind vor allem bei kleineren Anlagen mit einer Ausbaugröße  $\leq 10.000$  EW (s. o.) vorrangig zu prüfen.

Insbesondere eine Verbesserung der Phosphatelimination sollte zusammen mit der Spurenstoffelimination betrachtet werden. Bei den Konzepten und Planungen vor Ort zur weitergehenden Phosphorelimination ist zu prüfen, ob eine Spurenstoffelimination in Betracht kommt, denn fast alle aktuellen verfahrenstechnischen Lösungen zur Spurenstoffelimination beinhalten eine Abwasserfiltration. Eine weitgehende Entnahme der Feststoffe ist damit sichergestellt und der Anteil von partikulärem Phosphor im Ablauf daher gering.



Werden für einen Standort Maßnahmen zur Keimreduktion in Betracht gezogen, so ist es ebenfalls sinnvoll, diese zusammen mit der Spurenstoffentnahme zu betrachten.

Bei Ertüchtigungen oder Kapazitätserweiterungen können beispielsweise vorhandene Bauwerke zur Implementierung eines Verfahrens zur Spurenstoffelimination umgenutzt werden.

### 2.3. DARSTELLUNG DES HANDLUNGSRAHMENS

---

Um der Leserin/dem Leser die Möglichkeit für eine informierte Entscheidung zu geben, sollen die rechtlichen und technischen Randbedingungen zur Spurenstoffelimination kurz dargestellt werden.

So ist z. B. ein Überblick über die derzeit von der Fachwelt als anerkannt geltenden Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination zu geben. Neben aktuell schon an verschiedenen Standorten umgesetzten Verfahren, zu denen schon Betriebserfahrungen vorhanden sind, können darüber hinaus auch neuere Verfahren oder Verfahrenskombinationen beschrieben werden.

Daneben können bei der Entscheidungsfindung für ein Verfahren auch energetische oder ökobilanztechnische Aspekte eine Rolle spielen. Es sollte daher eine Einschätzung diesbezüglich gegeben werden.

### 2.4. VORUNTERSUCHUNGEN UND DATENAUSWERTUNG

---

In einer Machbarkeitsstudie sind die Ergebnisse so darzustellen, dass die daraus entwickelten Verfahrensvarianten von Leserinnen und Lesern nachvollzogen werden können und zwar nicht nur von Fachleuten, sondern auch von Beschäftigten in der Verwaltung oder Gemeinderätinnen und Gemeinderäten.

#### 2.4.1. BETRIEBSDATENAUSWERTUNG

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ist eine Betriebsdatenauswertung der letzten drei Jahre der bestehenden Anlage durchzuführen [2].

#### 2.4.2. PRÜFUNG DER KAPAZITÄT DER BIOLOGISCHEN REINIGUNGSSTUFE

Da einige der Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination einen Einfluss auf die Kapazität der biologischen Reinigungsstufe sowie auf die Schlammbehandlung haben, gilt es, diese zu bewerten.





### 2.4.3. ABWASSERINHALTSSTOFFE

Zusätzlich zu den Betriebsdaten ist die Kenntnis zum Vorliegen weiterer Abwasserinhaltsstoffe für die Verfahrenswahl zur Spurenstoffelimination notwendig:

#### Spurenstoffscreening

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ist mindestens ein Spurenstoffscreening gemäß Spurenstoffliste A der KomS-Handlungsempfehlungen durchzuführen, um einerseits den Handlungsbedarf für die Spurenstoffelimination darzulegen und um andererseits auch Besonderheiten der Zusammensetzung der Spurenstoffe frühzeitig festzustellen. Das Spurenstoffscreening soll gemäß den Untersuchungen für die Vergleichskontrolle durchgeführt werden [2]. Dies ist auch insofern vorteilhaft, da im Falle einer Realisierung des Ausbaus Ergebnisse einer Messkampagne »vor Ausbau« damit bereits vorliegen.

Im Einzelfall kann für die Machbarkeitsstudie ein Spurenstoffscreening gemäß Spurenstoffliste B der KomS-Handlungsempfehlungen ausreichend sein [2]. Dies ist jedoch vorab mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen. Im Falle einer Realisierung des Ausbaus sind die Untersuchungen »vor Ausbau« (Spurenstoffliste A) dann nachzuholen.

#### Bestimmung des Bromidgehalts im Ablauf der Nachklärung

Der Bromidgehalt im Ablauf der Nachklärung ist für die Eignung einer Ozonung von großer Bedeutung, da daraus als Oxidationsnebenprodukt toxisches Bromat gebildet wird. Daher ist es bei der Betrachtung einer Ozonung als mögliches Verfahren der Wahl unabdingbar, den Bromidgehalt im Kläranlagenablauf in Erfahrung zu bringen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn im Einzugsgebiet Indirekteinleiter ansässig sind, von denen bekannt ist, dass in deren Abwasser erhöhte Bromidfrachten zu erwarten sind. Beispiele hierfür sind Betriebe der chemischen Industrie, Deponien sowie (Sonder-)Müllverbrennungsanlagen.

Für eine erste Bestandsaufnahme im Rahmen der Erstellung einer Machbarkeitsstudie genügt es, Wochenmischproben vom Ablauf der Nachklärung auf Bromid zu untersuchen.

#### Abwasserrelevante Einleiter im Einzugsgebiet

Vorhandene Informationen zu wichtigen Einleitern im Einzugsgebiet wie beispielsweise medizinische Einrichtungen, metallverarbeitende Betriebe, Chemieunternehmen oder Textilveredelungsbetriebe sollen bei der Erstellung von Machbarkeitsstudien dargelegt werden. Hierzu können bspw. die Daten aus dem Indirekteinleiter-Kataster herangezogen werden. Relevante Daten sind hier die Art der Gewerbe sowie soweit bekannt außergewöhnliche Abwasserinhaltsstoffe. Die Art der Indirekteinleiter kann eine Einschätzung über die Eignung des Abwassers für bestimmte Verfahren der gezielten Spurenstoffelimination unterstützen. So sind beispielsweise metallverarbeitende Betriebe wegen eventueller Chromat- oder Bromid-Belastung für die Einschätzung von Verfahren mit Ozon relevant. Ebenfalls sollte auf bekannte Nitrosamin-Vorläufersubstanzen (z. B. Chloramin, Dimethylamin) aus Betrieben im Einzugsgebiet geachtet werden. Quellen können beispielsweise Röstprozesse, Herstellung von Gummi, Farben, Detergenzien sowie Gerbereien sein [3].



### Bewertung der Spurenstoffsituation im Ablauf der Kläranlage

Es soll eine Einschätzung der Spurenstoffsituation dahingehend erfolgen, ob Besonderheiten vorliegen, die eine Einzelfallentscheidung im Sinne des Arbeitspapiers oder die Auswahl des Verfahrens entscheidend beeinflussen.

Um Besonderheiten in der Zusammensetzung der Spurenstoffe zu identifizieren, ist es sinnvoll, Ergebnisse des Spurenstoffscreenings mit der Bandbreite der Werte anderer kommunaler Kläranlagen in Baden-Württemberg zu vergleichen. Um den Vergleich zu erleichtern, wurden die Messergebnisse der Bestandsaufnahme der Spurenstoffsituation auf vierzig Kläranlagen in Baden-Württemberg [4] sowie der Durchführung von Vergleichsmessungen zur Spurenstoffelimination beim Ausbau von Kläranlagen um eine 4. Reinigungsstufe [5] in einer Excel-Datei zusammengefasst.

Diese Datei kann über folgenden Link heruntergeladen werden:

[www.koms-bw.de/publikationen/koms/leitfaeden-broschueren/](http://www.koms-bw.de/publikationen/koms/leitfaeden-broschueren/)

Liegen Besonderheiten vor, ist bei der Variantenprüfung bzw. der Verfahrensauswahl zu berücksichtigen und darzulegen, ob das gewählte Verfahren geeignet ist, den Besonderheiten zu genügen.

#### 2.4.4. ABWASSERMENGE

Für Kläranlagen, deren Einzugsgebiete vorwiegend aus **Mischsystemen** bestehen, kann das Verfahren zur Spurenstoffelimination als Teilstrombehandlung ausgelegt werden. Die Auslegungswassermenge für die Spurenstoffelimination ist hierbei so zu wählen, dass mindestens der maximale Trockenwetterabfluss ( $Q_{T,max}$ ) und mindestens 70 % der Jahresabwassermenge gezielt behandelt wird. Falls eine Auslegung auf den maximalen Trockenwetterabfluss dazu führen würde, dass mehr als 90 % der Jahresabwassermenge zu behandeln wäre, so kann die Auslegungswassermenge auf einen Wert verringert werden, der etwa 90 % der Jahresabwassermenge entspricht.

Zur Festlegung der Auslegungswassermenge  $Q_{Spur,max}$  sind Abflusswerte der letzten drei Jahre in einer Intervallbreite von  $\geq 15$  min bis  $\leq 60$  min erforderlich. Die Vorgehensweise zur Festlegung ist im Arbeitspapier des Umweltministeriums BW ausführlich beschrieben [1]. Es gilt zu prüfen und gegebenenfalls behördlich abzustimmen, ob  $Q_{Spur,max}$  für die weitergehende Phosphorelimination ausreicht.

Für Kläranlagen, deren Einzugsgebiete vorwiegend aus **Trennsystemen** bestehen, ist die Spurenstoffelimination als Vollstrombehandlung auszulegen.

## 2.5. ÖRTLICHE RANDBEDINGUNGEN

### 2.5.1. VORHANDENE FLÄCHEN

Verschiedene Verfahren der Spurenstoffelimination haben einen unterschiedlichen Flächenbedarf. Daher sind je nach örtlichen Begebenheiten nur bestimmte Verfahren räumlich möglich oder die jeweiligen Baukosten hängen entscheidend von den nutzbaren Flächen ab. Verfügbare Flächen sind daher im Lageplan kenntlich zu machen.

### 2.5.2. BAULICHE MÖGLICHKEITEN DER ANLAGE

Die Machbarkeit unterschiedlicher Varianten zur Spurenstoffelimination hängt entscheidend von den Bedingungen vor Ort ab. Daher ist es unabdingbar, die baulichen Gegebenheiten und deren Zustand zu berücksichtigen.

### 2.5.3. ANGABEN ZUR HYDRAULISCHEN EINBINDUNG DER NEUEN REINIGUNGSSTUFE

Hydraulische Angaben werden benötigt, um die Einbindung verschiedener Verfahren in den Gesamtkontext bewerten zu können. Beispielsweise gilt es zu prüfen, ob ein zusätzliches Pumpwerk zur Einbindung der neuen Reinigungsstufe benötigt wird. Zugleich sollte die Hochwassersicherheit der neuen Reinigungsstufe bewertet werden. Wünschenswert wäre eine schematische Darstellung der relevanten hydraulischen Eckpunkte zur Einbindung der neuen Reinigungsstufe.

## 2.6. AUSARBEITUNG TECHNISCHER VARIANTEN UND VERFAHRENSWAHL

### 2.6.1. BEGRÜNDUNG DER VORAUSWAHL DER VERFAHREN

Die Vorauswahl der verschiedenen Verfahren, die in der Machbarkeitsstudie genauer untersucht werden, soll begründet werden. Werden Verfahren, die nach dem Stand der Technik auf Kläranlagen ähnlicher Ausbaugröße mit ähnlicher Verfahrenstechnik verwendet werden, nicht mit untersucht, so ist dies zu begründen.

### 2.6.2. DARSTELLUNGEN IM LAGEPLAN ZUR ANBINDUNG AN DEN BESTAND

Die untersuchten Varianten sollen im Lageplan dargestellt werden. Dies hilft die Ausnutzung vorhandener Flächen sowie die betrieblichen Gegebenheiten besser einzuschätzen.

### 2.6.3. TECHNISCHE UMSETZUNG DER VERFAHREN

Die jeweilige Auslegung auf Grundlage der ermittelten Abwassermenge ist nachvollziehbar darzulegen.

Für die Abschätzung von Betriebs- und Verbrauchsdaten der neuen Reinigungsstufe ist eine Reinigungsleistung nach dem Arbeitspapier des Umweltministeriums und die Betriebsdokumentation anzusetzen.

Es soll klar erläutert werden, wie die vorgeschlagenen Verfahren technisch umgesetzt werden können. Hierbei ist sowohl die bauliche und verfahrenstechnische Einbindung zu betrachten. Bei Teilstromanlagen sind die Betriebsweisen an Tagen mit Abflüssen von maximal und größer als  $Q_{\text{Spur,max}}$  zu beschreiben. Im Weiteren soll die Einbindung in den Betrieb der Kläranlage dargelegt werden. Technische und personelle Gegebenheiten sind hier mit einzuschließen.





#### 2.6.4. INVESTITIONSKOSTEN

Unterschiedliche Verfahren benötigen einen unterschiedlichen Investitionsaufwand. Entscheidend kann dabei sein, ob vorhandene Bauwerke mitgenutzt werden können. Die Investitionen sollen für einen ersten Kostenrahmen auf Basis einer Kosteneinschätzung ermittelt werden. Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus Bautechnik, Maschinentechnik, EMSR-Technik sowie Nebenkosten. Eine Aufschlüsselung nach Gewerken soll die Nachvollziehbarkeit unterstützen. Weitere Kosten für Grunderwerb und ggf. Ausgleichsmaßnahmen sind zu berücksichtigen.

#### 2.6.5. BETRIEBSKOSTEN

Die zu erwartenden Betriebskosten für die verschiedenen Verfahren oder deren Varianten für die geforderte Spurenstoffeliminationsleistung nach dem Arbeitspapier des Umweltministeriums BW sind nachvollziehbar darzustellen.

Zu den Betriebskosten zählen neben den Betriebsstoffen (wie Aktivkohle, Sauerstoff, Fällmittel, Flockungsmittel, Strom) auch die Personalkosten, Kosten für Analytik und Wartung, sowie die Entsorgung der Betriebsmittel und entfernten Stoffe.

#### 2.6.6. ENERGIEVERBRAUCH

Unterschiedliche Verfahren verursachen einen unterschiedlichen Energieverbrauch. Um einen besseren Vergleich zu ermöglichen sowie Optimierungsmöglichkeiten diskutieren zu können, ist der Energieverbrauch zu ermitteln. Des Weiteren sind die relevanten Hauptverbraucher zu benennen sowie deren Anteil am Energieverbrauch darzulegen.

### 2.7. VARIANTENVERGLEICH UND VERFAHRENSEMPFEHLUNG

---

#### 2.7.1. DYNAMISCHE KOSTENVERGLEICHSRECHNUNG NACH KVR-LEITLINIEN

Für einen Variantenvergleich sind die Kosten der verschiedenen Verfahren gegenüberzustellen. Der Vergleich kann anhand der Kostenbarwerte oder der Jahreskosten vorgenommen werden. Basis für die Ermittlung der Kostenvergleichswerte bildet die Kostenvergleichsrechnung nach KVR-Leitlinien [6]. Die Kostenangaben sind in Bezug zur Abwassermenge zu setzen (z. B. behandelte  $JAM_{spur}$ , Gesamtjahresabwassermenge, gebührenfähige Abwassermenge). Der Einfluss von Kostensteigerungen bei Betriebsmitteln könnte beispielsweise mittels einer Sensitivitätsanalyse untersucht werden.

#### 2.7.2. NUTZWERTANALYSE

Soweit wichtige nichtmonetäre Kriterien vorhanden sind, die in der KVR nicht berücksichtigt werden können, wird eine vergleichende Bewertung der Verfahren mittels einer Nutzwertanalyse empfohlen.

Da die Gewichtung unterschiedlicher Kriterien die Auswahlentscheidung stark beeinflussen kann, ist es nötig darzulegen, wie die Anforderungen gewichtet wurden und wie diese Gewichtung begründet wird.

Die zuständige Wasserbehörde soll bei der Erstellung der Nutzwertanalyse unbedingt miteinbezogen werden.



### 2.7.3 VERFAHRENSEMPFEHLUNG

Als Ergebnis der Machbarkeitsstudie wird eine Empfehlung abgegeben. Werden verschiedene Verfahrensvarianten als gleichwertig bewertet, so ist darzulegen, welche weiteren Voruntersuchungen anzustellen sind, um in einem nächsten Schritt zu einer klaren Entscheidung zu gelangen. Die endgültige Festlegung über die Vorzugsvariante erfolgt unter Einbeziehung weiterer fachlicher Beteiligter (wie Genehmigungsbehörde) im Rahmen der Planung.

Zur Vollständigkeit ist eine Mustergliederung zu Inhalt und Umfang einer Machbarkeitsstudie zur gezielten Spurenstoffelimination in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Inhalt und Umfang einer Machbarkeitsstudie zur gezielten Spurenstoffelimination – Mustergliederung

## 3. Literaturverzeichnis



- [1] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2018): Arbeitspapier ›Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg‹, 20. November 2018, 16 S.  
[www.koms-bw.de/cms/content/media/2018-11-20%20Arbeitspapier%20Spurenstoffe.pdf](http://www.koms-bw.de/cms/content/media/2018-11-20%20Arbeitspapier%20Spurenstoffe.pdf)
- [2] Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (2018): Handlungsempfehlungen für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination, 32 S.  
[www.koms-bw.de/cms/content/media/KomS\\_Handlungsempfehlung\\_Stand\\_07.2018\\_korrigiert.pdf](http://www.koms-bw.de/cms/content/media/KomS_Handlungsempfehlung_Stand_07.2018_korrigiert.pdf)
- [3] Krauss, M, Longree, P. und Hollender, J. (2009): Nitrosamine – eine Gefahr für das Trinkwasser?, EAWAG News 66d
- [4] Rau, W. und Metzger, S. (2017): Bestandsaufnahme der Spurenstoffsituation von Kläranlagen in Baden-Württemberg, Untersuchungsbericht, 51 S.  
[www.koms-bw.de/cms/content/media/BAn\\_Bericht-Teil1\\_veroeffentl\\_final.pdf](http://www.koms-bw.de/cms/content/media/BAn_Bericht-Teil1_veroeffentl_final.pdf)
- [5] Rößler, A. und Launay, M. (2019): Durchführung von Vergleichsmessungen zur Spurenstoffelimination beim Ausbau von Kläranlagen um eine 4. Reinigungsstufe, Abschlussbericht, 48 S.  
[www.koms-bw.de/cms/content/media/2019\\_07\\_Abschlussbericht%20KomS\\_Vergleichsmessungen%20zur%20Spurenstoffelimination.pdf](http://www.koms-bw.de/cms/content/media/2019_07_Abschlussbericht%20KomS_Vergleichsmessungen%20zur%20Spurenstoffelimination.pdf)
- [6] DWA und DVWG (2012): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, ISBN 978-3-941897-55-7



## Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung	Einheit
EW	Einwohnerwert (Ausbaugröße)	-
JAM <sub>Spur</sub>	Jahresabwassermenge zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage	m <sup>3</sup> /a
KVR	Kostenvergleichsrechnung	-
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss des Gewässers	m <sup>3</sup> /s
JAM	Jahresabwassermenge der Kläranlage, Mittelwert aus den vergangenen 5 Jahren	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>Spur, max</sub>	Maximal zu behandelnde Wassermenge für die Spurenstoffelimination auf der Kläranlage	l/s
Q <sub>T, max</sub>	Maximaler Trockenwetterabfluss auf der Kläranlage	l/s

