

Den Stoffen auf der Spur



SPURENSTOFFE IM ABWASSER

EINE HANDLUNGSEMPFEHLUNG FÜR KOMMUNEN



Impressum

HERAUSGEBER

Kompetenzzentrum Spurenstoffe
(KomS) 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

REDAKTION

Dr. Klaus Zintz
Verantwortlich im Sinne des Presserechts:
Dr.-Ing. Marie Launay, KomS
André Hildebrand, KomS c/o DWA BW

Alle genannten Web-Adressen in dieser
Broschüre waren zur Zeit der Publikation aktiv.
Die angegebenen Links können sich mit der
Zeit jedoch ändern oder deaktiviert werden.

GESTALTUNG UND REALISATION

Schröter Werbeagentur GmbH
Mülheim an der Ruhr

FOTOGRAFIE

Titel: lotus_studio/Adobe Stock, Only background/shutterstock.com, Dmitri Ma/shutterstock.com, joekingstock/
Adobe Stock, ESB Professional/shutterstock.com, Viktoriya/shutterstock.com; Impressum/S. 01: Roman Babakin/
shutterstock.com, Evgeny Karandaev/shutterstock.com; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM)
BW; S. 02/03: KomS, BMU, Juergen Wackenhut/shutterstock.com, Africa Studio/shutterstock.com, Bepaliy/shutter-
stock.com, Aliya Salsabila/shutterstock.com, Africa Studio/shutterstock.com, Andrei Kuzmik/shutterstock.com,
belkos/shutterstock.com, Rostislav Stefanek/shutterstock.com, Pressmaster/shutterstock.com; S. 04/05: Archiv
Seespiegel, KomS, UM BW, UM BW, KomS, New Africa/shutterstock.com; S. 06/07: DWA BW, EBS Pforzheim/Weber-
Ingenieure GmbH, Stadt Karlsruhe/Weber-Ingenieure GmbH, KomS, esfera/shutterstock.com; S. 08/09: KomS,
DWA BW, KomS, KomS, DWA BW; S. 10/11: Rolf Mugele, KomS (2x), KomS/Marie Launay, KomS, LRA Bodenseekreis,
KomS, KA Böblingen-Sindelfingen, Azat Valeev/Adobe Stock; S. 12/13: ZV Gruppenklärwerk Wendlingen a. N., KomS
(3x), Weber-Ingenieure GmbH (2x), 1989studio/shutterstock.com; S. 14/15: KomS, Kläranlage Stockacher Aach, KomS,
EBS Mannheim²/Kay Sommer, EBS Mannheim², KomS, Kläranlage Stockacher Aach; S. 16/17: Klaus Zintz, ARA Neugut,
KomS/Marie Launay, LRA Bodenseekreis, ARA Neugut, Weber-Ingenieure GmbH; S. 18/19: UM BW, lightpoet/shutter-
stock.com, Alex_Traksel/shutterstock.com, Mr_Mrs_Marcha/shutterstock.com, aleks333/shutterstock.com, image-
hub/shutterstock.com, Fotaro1965/shutterstock.com; S. 20/21: KomS, DWA BW, KomS (2x), lovelyday12/shutterstock.
com, UnderhillStudio/shutterstock.com; S. 22/23: SES/Michael Fuchs Fotografie, UM BW, DWA BW/Christina Cott,
Conny Pokorny/shutterstock.com, Hekla/shutterstock.com; S. 24/25: Only background/shutterstock.com, Valentyn
Volkov/shutterstock.com, People Image Studio/shutterstock.com; Rückseite: Roman Babakin/shutterstock.com,
Viktoriya/shutterstock.com

Diese Broschüre wurde gefördert durch das **Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg**.
Gedruckt auf Papier aus nachhaltiger Holzwirtschaft.

© KomS, 1. Auflage Oktober 2020. Alle Rechte vorbehalten.



Ich wünsche mir, dass die Broschüre dazu beiträgt, Ihnen die positiven Aspekte der Spurenstoffelimination auf Kläranlagen aufzuzeigen und bei gegebenem Anlass die Zustimmung für den Bau einer solchen Anlage zu erleichtern.«

FRANZ UNTERSTELLER MDL | MINISTER FÜR UMWELT UND ENERGIEWIRTSCHAFT
DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

Baden-Württemberg hat in der Abwasserreinigung bereits sehr viel erreicht. Das gilt für den Anschlussgrad von über 99 Prozent ebenso wie für den technischen Standard der Anlagen. Das Land nimmt hier eine Spitzenposition ein. Gleichwohl gibt es neue Herausforderungen. Wir wissen, dass täglich Chemikalien und Arzneimittel mit dem häuslichen Abwasser in die Kläranlagen gelangen. Trotz des hohen Ausbaustandards können dort mit den herkömmlichen Verfahren nicht alle Stoffe ausreichend entfernt werden. Die Folge: Spurenstoffe gelangen in unsere Gewässer. In nahezu allen Oberflächengewässern finden wir inzwischen Arzneimittelwirkstoffe, Röntgenkontrastmittel, Duftstoffe aus Körperpflege- und Reinigungsmitteln, Biozide, Flammenschutzmittel, perfluorierte Chemikalien (PFC) sowie Stoffe mit hormonähnlichen Wirkungen. Manche dieser Stoffe können schon in sehr geringen Konzentrationen nachteilige Wirkungen für empfindliche Gewässerorganismen wie Fische, Muscheln oder Schnecken haben – und diese Stoffe sollen auch nicht ins Grundwasser gelangen, weil wir gerade in Baden-Württemberg unser Trinkwasser überwiegend aus Grundwasser gewinnen.

In Baden-Württemberg haben wir unter dem Gesichtspunkt der Vorsorge bereits vor einigen Jahren damit begonnen, Kläranlagen an besonders empfindlichen Gewässern oder an Belastungsschwerpunkten mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination auszurüsten. Unser Konzept verfolgt dabei einen vorsorge- und konsensorientierten Ansatz mit den Betreibern – wobei sich dieses Konzept zunehmend auch auf nationaler und internationaler Ebene durchsetzt. Dabei dürfen zusätzliche Reinigungsmaßnahmen an kommunalen Kläranlagen nicht dazu führen, dass dezentrale Maßnahmen wie etwa die Vorbehandlung industrieller Abwässer sowie Maßnahmen an der Quelle vernachlässigt werden.

Ich wünsche mir, dass die Broschüre dazu beiträgt, Ihnen als informierte Bürgerinnen und Bürger sowie als Entscheidungsträger die positiven Aspekte der Spurenstoffelimination auf Kläranlagen aufzuzeigen und bei gegebenem Anlass die Zustimmung für den Bau einer solchen Anlage zu erleichtern. Dafür steht auch das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg KomS, das mit seinen Kompetenzen und Leistungen den Betreibern bei der Aufrüstung ihrer Kläranlagen als verlässlicher Ansprechpartner zur Verfügung steht.

Franz Untersteller MdL

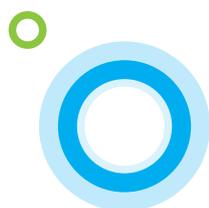
Minister für Umwelt und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg



Kläranlage Böblingen-Sindelfingen,
Adsorptionsstufe mit Pulveraktivkohle



Fluss Murg in Gernsbach, Baden-Württemberg



SPURENSTOFFE SIND ALLGEGENWÄRTIG



Wirkstoffe in Medikamenten, Pflanzenschutzmitteln, Kosmetika, Reinigungsmitteln, Industriechemikalien und anderen Produkten: eine Vielzahl von Substanzen im Abwasser gelangt trotz flächendeckend gut ausgebauter Kläranlagen in die Gewässer, wo sie schädliche Wirkungen auf das Ökosystem entfalten können. Mit einer sogenannten 4. Reinigungsstufe können diese Spurenstoffe in der Kläranlage jedoch weitgehend beseitigt werden. So lassen sich zu einem überschaubaren Preis die Gewässer erheblich besser schützen als mit der bisherigen Technik, die bei den Spurenstoffen an ihre Grenzen kommt.

Was sind Spurenstoffe in der Umwelt?

Wem der Kopf dröhnt, freut sich, dass die Schmerztablette rasche Linderung bringt. Wer von Mücken geplagt wird, greift gerne zum Insektenschutzmittel. Doch deren Inhaltsstoffe entfalten nicht nur im und am Körper ihre Wirkung, sondern sie haben einen weitaus größeren Einflussbereich: Wirkstoffe und ihre Abbauprodukte gelangen über die häusliche und industrielle Wasserversorgung ins Abwasser. Und weil sie sich nur unzureichend in der Kläranlage entfernen lassen, finden sie sich in Bächen, Flüssen und Seen wieder. Dort können solche chemischen Verbindungen, die in den Produkten des täglichen Lebens enthalten sind, unter Umständen Wirkungen entfalten, die für Kleinlebewesen und Tiere unnatürliche und unerwünschte Folgen haben. Das gilt nicht nur für pharmazeutische Wirkstoffe, sondern auch für zahlreiche weitere Spurenstoffe, etwa Röntgenkon-

trastmittel, synthetische Süßstoffe, Duftstoffe, Pflanzenschutzmittel, Industriechemikalien und Flammenschutzmittel. Die Situation in Baden-Württemberg wurde von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) im »Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg« (2014) dargestellt.

Im »Policy Paper« zur Spurenstoffstrategie des Bundes werden die Spurenstoffe als Stoffe definiert, »die in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben können und/oder die Gewinnung von Trinkwasser aus dem Rohwasser negativ beeinflussen können.« In den vergangenen Jahrzehnten sind solche Stoffe zunehmend zu einem Problem geworden. Nicht zuletzt aus Vorsorgegründen ist es deshalb geboten, dort, wo es besonders sinnvoll und lohnend ist, aktiv gegen die Verunreinigung der Gewässer mit diesen Spurenstoffen vorzugehen.





Spurenstoffe können in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben und/oder die Gewinnung von Trinkwasser aus dem Rohwasser negativ beeinflussen.«

POLICY PAPER DES BUNDES | 2017

www.dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffe-wAssets/docs/PolicyPapier_FINAL.pdf



Wie Spurenstoffe wirken

Spurenstoffe sind, wie der Name besagt, nur in äußerst geringen Konzentrationen in der Umwelt vorhanden: im Mikrogramm-Bereich, also Millionstel Gramm pro Liter ($\mu\text{g/L}$), nicht selten sogar im Bereich von Milliardstel Gramm, also Nanogramm (ng) pro Liter. Doch auf Gewässerlebewesen wirken manche Substanzen selbst in diesen geringen Konzentrationen. Eine ähnliche Wirkung wie Hormone haben zum Beispiel nicht nur die Wirkstoffe der Antibabypille, sondern auch Bisphenol A, das unter anderem in der Kunststoffindustrie eingesetzt wird. Oder Flammschutzmittel, die Brom enthalten. Diese und noch eine ganze Reihe weiterer Spurenstoffe werden daher im Fachjargon als endokrine Disruptoren bezeichnet. Als Umwelthormone können sie den Hormonhaushalt der im Gewässer lebenden Organismen stören und damit langfristige Schäden hervorrufen. Ein Beispiel sind männliche Fische, die unter dem Einfluss solcher Verbindungen verweiblichen.

Der schmerzstillende und entzündungshemmende Wirkstoff Diclofenac wiederum kann bei Fischen zu Schäden an den Kiemen, aber auch an Leber und Nieren führen. Ein hoher Verbrauch und eine relativ hohe Stabilität in der Umwelt führen dazu, dass dieser Wirkstoff auch in den Gewässern weit verbreitet ist. Persistente, also in der Umwelt besonders stabile Spurenstoffe können sich zudem in der Nahrungskette anreichern, so etwa die langlebigen per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC), die wegen ihrer wasser- und schmutzabweisenden

Eigenschaften zum Beispiel in Outdoor-Kleidung enthalten sind. Durch die mögliche Anreicherung in Tieren werden die Spurenstoffe auch für den Menschen von Bedeutung, weil er sie mit der Nahrung aufnehmen kann.

Gewässer schützen

Oberstes Prinzip muss es daher sein, solche Verbindungen erst gar nicht in die Gewässer gelangen zu lassen. Bei alten Arzneimitteln, die noch in der Verpackung sind, ist dies recht einfach – man muss sie nur korrekt in der Abfalltonne und nicht unsachgemäß in der Toilette entsorgen. Doch medizinische Wirkstoffe und ihre Abbauprodukte gelangen eben auch mit den menschlichen Ausscheidungen in das Abwasser. Biozide aus Häuserfassaden oder Pflanzenschutzmittel werden bei Regenwetter diffus in den Abwasserpfad eingetragen. Und dann müssen die Spurenstoffe in der Kläranlage wieder herausgeholt werden, um ihre Auswirkungen auf die Umwelt so gering wie möglich zu halten. Das aber geht mit den bisherigen Kläranlagen-Techniken – also der mechanischen und biologischen Reinigung – in der Regel nur begrenzt. Mit einer weitergehenden Reinigungsstufe jedoch lässt sich ein breites Spektrum an Spurenstoffen gezielt aus dem Abwasser entfernen. Daher werden in Baden-Württemberg in den letzten Jahren immer mehr Anlagen mit der sogenannten 4. Reinigungsstufe zur weitergehenden Elimination von Spurenstoffen ausgerüstet.





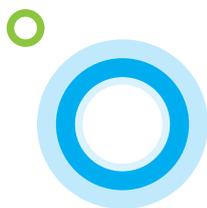
Kläranlage Kressbronn am Bodensee mit einer Reinigungsstufe zur gezielten Spurenstoffelimination



3. Kongress »Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt« in Heidelberg



Aufklärung über die richtige Entsorgung von alten Arzneimitteln



WAS IST ZU TUN?

Das eine tun und das andere nicht lassen: Das ist in Baden-Württemberg die Strategie, den negativen Einfluss von Spurenstoffen auf die Umwelt zu verringern. Dies bedeutet zum einen, Einträge ins Abwasser so weit wie möglich zu verringern. Und zum anderen, die dennoch ins Abwasser gelangten Stoffe bestmöglich zu beseitigen und Kläranlagen in besonders relevanten Fällen mit einer weitergehenden Reinigungsstufe auszurüsten.

Strategien gegen Spurenstoffe

»Baden-Württemberg verfolgt bei den Spurenstoffen eine Zwei-Säulen-Strategie: Quellen- und anwenderbezogene Maßnahmen sowie die Förderung des Ausbaus von Kläranlagen zur Spurenstoffelimination in begründeten Fällen«, erläutert Dr. Ursula Maier vom Umweltministerium des Landes. Dies ist unter anderem auch deshalb so wichtig, weil in den vergangenen Jahren der Arzneimittelverbrauch drastisch gestiegen ist. Und er wird wohl weiter steigen, weil die Bevölkerung immer älter wird. Dies bedeutet, dass auch steigende Mengen medizinischer Wirkstoffe in den Wasserkreislauf eingetragen werden, wie das Beispiel Metformin zeigt. Dieser Wirkstoff wird bei Diabetes Typ 2 eingesetzt und gehört zu den meistverbrauchteten Arzneimitteln. Auch wenn Metformin in Kläranlagen gut abgebaut wird, so ist dieser Spurenstoff in den Gewässern aufgrund der hohen Eintragsmengen doch weit verbreitet vorhanden – und zwar nicht nur als Metformin selbst, sondern auch in Form seines Abbauprodukts Guanylarnstoff.

1. Säule: Vermeidung steht an oberster Stelle

Nicht die größte, aber eine leicht vermeidbare Quelle für Spurenstoffe in Gewässern sind nicht mehr benötigte Arzneimittel, die einfach die Toilette hinuntergespült werden. Diese betragen nach Schätzungen etwa 10 bis 20 Prozent der Arzneimittelrückstände im Gewässer. Um die Menschen für die Folgen einer falschen Entsorgung zu sensibilisieren, hat das baden-württembergische Umweltministerium die Broschüre »Alles klar? Gewässer schützen, alte Arzneimittel richtig entsorgen« veröffentlicht. Darüber hinaus ist es das erklärte Ziel der Landesregierung wie auch der Spurenstoffstrategie des Bundes, quellenbezogene und dezentrale Maßnahmen voran zu bringen, durch die weniger Spurenstoffe in die Umwelt gelangen. So können etwa in Kliniken und ambulanten Praxen, in denen verstärkt Röntgenkontrastmittel anfallen, die Abwässer separat gesammelt und behandelt beziehungsweise entsorgt werden. »Es muss eine Sensibilisierung aller gesellschaftlich relevanten Akteure für die Reinhaltung unserer Gewässer erfolgen«, fordert Dr. Ursula Maier.





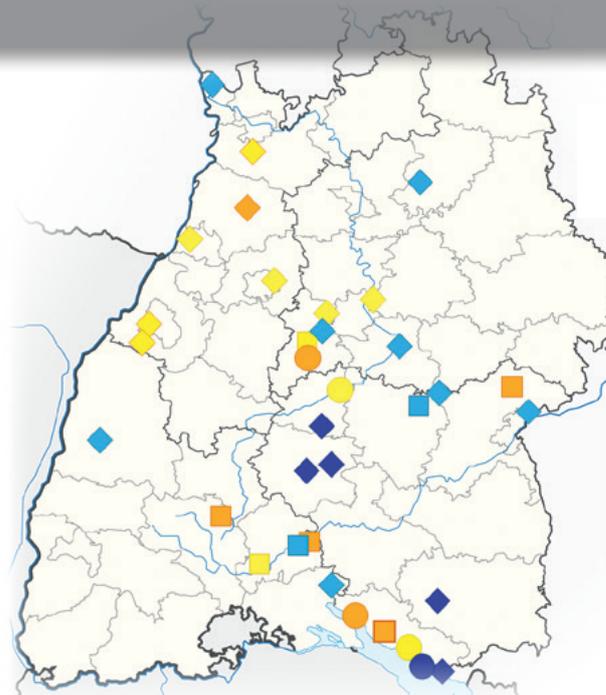
Baden-Württemberg verfolgt bei den Spurenstoffen eine Zwei-Säulen-Strategie: Quellen- und anwenderbezogene Maßnahmen sowie die Förderung des Ausbaus von Kläranlagen zur Spurenstoffelimination an empfindlichen Gewässern und Belastungsschwerpunkten.«

DR. URSULA MAIER | UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG



2. Säule: Der Ausbau von Kläranlagen zur Spurenstoff-elimination

Doch selbst die beste Vorsorge und Aufklärung über die Wirkung von Spurenstoffen reicht nicht, um die Gewässer so gut wie möglich vor Spurenstoffen zu schützen. Ein Beispiel ist der Arzneimittelwirkstoff Diclofenac. In einer konventionellen Kläranlage wird er nur zu etwa 25 Prozent abgebaut. Einer Studie des baden-württembergischen Kompetenzzentrums Spurenstoffe (KomS) an 40 Kläranlagen zufolge beträgt der Median im Ablauf kommunaler Kläranlagen 1,9 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/L}$). Andererseits liegt für Diclofenac ein auf wissenschaftlicher Basis abgeleiteter Vorschlag für eine Umweltqualitätsnorm (bezogen auf das Gewässer) von gerade einmal $0,05 \mu\text{g/L}$ vor. Eine Verdünnung des Kläranlagenablaufs im Gewässer von 1:10 reicht nicht aus, um diesen Wert im Gewässer zu unterschreiten. Für zahlreiche andere chemische Verbindungen, die in Gewässern gefunden werden, und deren Abbauprodukte sowie dem Zusammenwirken verschiedener Substanzen liegen keine ausreichenden Erkenntnisse über die Umweltauswirkungen vor. Deshalb hat Baden-Württemberg bereits



Kläranlagen mit weitergehender Reinigungsstufe in Baden-Württemberg

- Verfahren:**
- granuliert Aktivkohle (GAK)
 - Pulveraktivkohle (PAK)
 - Ozon
- In Betrieb:**
- Vollstrom
 - Teilstrom
- In Planung oder Bau:**
- in Planung
 - in Bau

vor einigen Jahren damit begonnen, aus Vorsorgegründen Kläranlagen im Land dort mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination auszurüsten, wo empfindliche gewässerökologische Bedingungen herrschen, die Abwasserbelastung des Gewässers besonders hoch ist oder Trinkwasser gewonnen wird.



www.schussenaktivplus.de

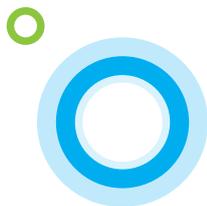
Die positiven Auswirkungen dieser weitergehenden Reinigungsstufe für die Gewässerlebewesen wurden in einem umfangreichen Untersuchungsprojekt an der Schussen im Zusammenhang mit dem Ausbau der Kläranlage Mariatal in Ravensburg untersucht und dokumentiert (Projekt SchussenAktivplus im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme »Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf«).





»Baden-Württemberg hat bei der Elimination von Spurenstoffen auf Kläranlagen bundesweit eine führende Rolle.«

ANDRÉ HILDEBRAND
DWA-LANDESVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG



EINE INVESTITION IN DIE ZUKUNFT

Schon seit vielen Jahren ist die Elimination von Spurenstoffen ein wichtiges Thema in Baden-Württemberg – bundesweit steht hier das Land an der Spitze der technologischen Entwicklung. Dies wird als wichtige Investition in die Zukunft gesehen, weil sich so die Gewässer noch wirkungsvoller schützen lassen. Strategien gegen Spurenstoffe in Gewässern werden auch vom Bund und der Europäischen Union verfolgt.

Baden-Württemberg als bundesweiter Vorreiter

Die wissenschaftlichen Grundlagen für die gezielte Eliminierung von Spurenstoffen wurden in der für Ulm zuständigen Kläranlage geschaffen. Mit Unterstützung des Umweltministeriums wurde dort bereits 2003 von der Hochschule Biberach in Zusammenarbeit mit dem Kläranlagenbetreiber auf der Kläranlage Steinhäule (Ulm/Neu-Ulm) im Rahmen eines Pilotprojekts eine halbtechnische Anlage entwickelt und getestet. Die Wirkung beruht auf der Adsorption von Spurenstoffen an Pulveraktivkohle. 2010 wurde dann in Mannheim die erste Anlage in großtechnischem Maßstab zur gezielten Spurenstoffelimination in Betrieb genommen. Mittlerweile werden auch andere Verfahren großtechnisch eingesetzt: granuliert Aktivkohle, um Spurenstoffe zu adsorbieren, oder die Behandlung von Abwasser mit Ozon.

»Baden-Württemberg hat bei der Elimination von Spurenstoffen auf kommunalen Kläranlagen bundesweit eine führende Rolle«, konstatiert denn auch André Hildebrand, der Geschäftsführer des baden-württembergi-

schen DWA-Landesverbandes. Der Verband betreibt zusammen mit der Universität Stuttgart und der Hochschule Biberach das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS), das als Plattform für den Wissenstransfer die neue Technik der Spurenstoffelimination auf Kläranlagen wissenschaftlich begleitet und die Betreiber bei der Erweiterung ihrer Anlagen unterstützt.

Anfang 2020 waren im Land 16 kommunale Kläranlagen mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination in Betrieb. Somit lässt sich eine Abwassermenge von bis zu 2,3 Millionen Einwohnerwerten deutlich besser reinigen als bisher. 18 weitere Anlagen sind im Bau oder in Planung. Auch wenn die Technik zur weitergehenden Entfernung von Spurenstoffen bei manchen Substanzen wie etwa bei Röntgenkontrastmitteln an ihre Grenzen stößt, so lässt sich doch an trockenen Tagen eine Eliminationsrate von mindestens 80 Prozent erreichen – und diese Rate müssen die solchermäßen aufgerüsteten baden-württembergischen Kläranlagen im Alltagsbetrieb auch nachweisen.





Kläranlage Pforzheim,
4. Reinigungsstufe



Kläranlage Karlsruhe,
4. Reinigungsstufe im Bau



Klärwerk Steinhäule,
neues Sedimentationsbecken der
4. Reinigungsstufe im Bau

Die Strategie des Bundes

Inzwischen ist auch der Bund beim Thema Spurenstoffe aktiv geworden. In dem 2016 bis 2019 durchgeführten bundesweiten Dialogprozess wurde in der 1. Phase ein sogenanntes Policy Paper erarbeitet. Es enthält insgesamt 14 Empfehlungen für eine Spurenstoffstrategie des Bundes. In der zweiten Phase des Projekts wurde dann mit der Konkretisierung der Empfehlungen ein Fahrplan für die Zukunft entworfen. Ein wichtiger Baustein ist der ›Orientierungsrahmen für den Ausbau von Kläranlagen‹, der Hinweise für die Prüfung einer weitergehenden Abwasserbehandlung zur Spurenstoffreduktion gibt. Weitere Schritte zur Verankerung der Empfehlungen aus dem Spurenstoffdialog sind seitens des Bundes geplant. Eine Novellierung des Abwasserabgabengesetzes mit dem Ziel, Einträge von Verunreinigungen in Gewässern zu reduzieren, ist in Diskussion.

Auch Europa wird aktiv

Die EU-Kommission hat im März 2019 ihre Strategie veröffentlicht, wie künftig europaweit mit ›Arzneimitteln in der Umwelt‹ umgegangen werden soll. Auch bei der EU umfasst die 1. Säule der Spurenstoffstrategie die Vorbeugung: So soll beispielsweise die Entwicklung weniger umweltschädlicher Arzneimittel unterstützt werden. Als 2. Säule kommen nachgeschaltete Maßnahmen in Betracht, zum Beispiel soll dann die Einführung einer zusätzlichen Reinigungsstufe im Rahmen einer Revision

der Kommunalabwasserrichtlinie geprüft werden. Somit könnte künftig der Ausbau von Kläranlagen auch europaweit zur Pflicht werden.

Ein Blick auf den Nachbarn Schweiz

Die Schweiz hat die Eliminierung von Spurenstoffen aus dem Abwasser zu einer vorrangigen Aufgabe erklärt. Laut Gewässerschutzgesetz sollen bis zum Jahr 2040 rund 100 von über 700 Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe ausgerüstet werden. Im März 2014 ging die erste derartige großtechnische Anlage mit einer Stufe zur Ozonung des Abwassers in Dübendorf in Betrieb. Anfang 2020 waren dann insgesamt zehn Anlagen mit einer Stufe zur Spurenstoffeliminierung ausgerüstet und 29 in Planung oder Bau. Für den weiteren Ausbau der Kläranlagen wird eine Abgabe von neun Schweizer Franken erhoben – und zwar von allen Einwohnern, deren Abwasser in der Schweiz behandelt wird.



www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/ergebnispapier_stakeholder_dialog_phase2_bf.pdf



KomS-Informationsstand beim Tag der offenen Tür auf dem Klärwerk Mannheim



9. KomS-Technologieforum in Wernau



KomS-Versuchsanlage zum Einsatz auf Kläranlagen



KOMPETENZEN BÜNDELN – BETREIBER UNTERSTÜTZEN

Die gezielte Elimination von Spurenstoffen erfordert Techniken, die über die Leistungen eines traditionellen Klärwerks hinausgehen. Hierzu müssen technische Innovationen etabliert werden. Seit 2012 unterstützt das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS) Planer, Betreiber und Behörden bei der Einführung der neuen Technik und ist zudem an der weiteren Entwicklung der Spurenstoffeliminierung beteiligt.



KomS Baden-Württemberg: Das Kompetenzzentrum des Landes

Das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS) wurde im April 2012 als gemeinsam getragene Einrichtung von der Universität Stuttgart, der Hochschule Biberach sowie dem Landesverband Baden-Württemberg der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) gegründet. Das Umweltministerium Baden-Württemberg fördert die Einrichtung, deren Aufgabe vor allem darin besteht, Planer und Betreiber bei der Erweiterung der Kläranlage um eine Spurenstoffeliminierungsstufe und beim Einfahren bis zum zuverlässigen Betrieb zu unterstützen. Ein wichtiges Aufgabenfeld ist es, die Erkenntnisse und Erfahrungen mit der neuen Technologie zu bündeln, auszuwerten und für andere Nutzer bereit zu stellen. Somit dient das Kompetenzzentrum auch als Plattform für den Wissenstransfer, um die neue Technik wissenschaftlich zu begleiten und weiter zu entwickeln.

Studien und Fachveranstaltungen

Das KomS hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Möglichkeiten der Spurenstoffeliminierung weiter zu erforschen und sie damit zu verbessern, also verfahrenstechnische Schritte zu optimieren. Auch andere Aspekte wie etwa Kostenfragen und Betriebserfahrungen werden im Rahmen von Studien bearbeitet, an denen das Kompetenzzentrum beteiligt ist. Außerdem sollen neuen Entwicklungen eine Chance gegeben werden – hier wird die Erforschung neuer Verfahren und gegebenenfalls ihre technologische Umsetzung gefördert. Um die Ergebnisse solcher Studien der Fachwelt zu präsentieren, ist ein funktionierender Wissens- und Technologietransfer unerlässlich, verbunden mit einem Erfahrungsaustausch und der Diskussion neuer technischer Ansätze. Hierzu werden regelmäßig KomS-Technologieforen durchgeführt, die sich an alle Beteiligten im Bereich der kommunalen Abwasserbehandlung richten: Kläranlagenbetreiber, Behörden, Ingenieurbüros, wissenschaftliche Einrichtungen, Industrie und Fachverbände.





Wir unterstützen die Kläranlagenbetreiber und stehen für alle Fragen zum Thema Spurenstoffe im Abwasser und deren Elimination zur Verfügung.«

DR.-ING. MARIE LAUNAY | LEITERIN DES KOMS BADEN-WÜRTTEMBERG



Handlungsempfehlungen und Unterstützung vor Ort

Eine gute Planung und ein optimaler Betrieb der Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination sind für einen effizienten Umweltschutz essenziell. Für die richtige Auslegung der Anlage und Überprüfung der Reinigungsleistung hat das KomS einen Standard ausgearbeitet. Diese Grundsätze sind in den »Handlungsempfehlungen für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination« zusammengestellt. Weiterhin stehen zum Beispiel Formblätter zur Verfügung, etwa zur Protokollierung der erforderlichen Messkampagnen. Das KomS sieht sich als Ansprechpartner sowohl für die Betreiber und das Fachpersonal auf den Kläranlagen als auch für Ingenieurbüros und Betriebe, die mit der technischen Erweiterung der Klärwerke beauftragt werden. Mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern steht das KomS für individuelle Beratungen vor Ort sowie die Schulung des Fach- und Betriebspersonals bereit.

Betrieblicher Erfahrungsaustausch

In Baden-Württemberg wurde eine Sonder-Nachbarschaft Spurenstoffe ins Leben gerufen. Wie bei den traditionellen Kläranlagen-Nachbarschaften der DWA handelt es sich auch dabei um freiwillige Zusammenschlüsse von Kläranlagenbetreibern mit dem Ziel, den Gewässerschutz sowie die Sicherheit des Anlagenbetriebs zu fördern und zu optimieren. Im Vordergrund stehen in dieser Sonder-Nachbarschaft die Information über aktuelle Entwicklungen zur Spurenstoffelimination, die Vernetzung des Wissens und der Erfahrungsaustausch zu dieser neuen Verfahrenstechnik.



Fortbildungstag der Sondernachbarschaft Spurenstoffe in Kressbronn



SPURENSTOFFE
IN DER
AQUATISCHEN
UMWELT



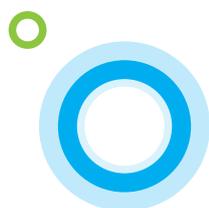
www.koms-bw.de/cms/content/media/KomS_Handlungsempfehlung_2018.pdf



Kläranlage Öhringen mit Einsatz von Pulveraktivkohle



Kläranlage Lehr, Einbau des neuen Tuchfilters



WEGWEISENDE VERFAHREN

Bisher haben sich vor allem zwei Betriebsmittel bewährt, um Spurenstoffe erfolgreich aus dem Abwasser zu eliminieren: Aktivkohle und Ozon. In Baden-Württemberg ist das Verfahren, Spurenstoffe durch Adsorption an pulverisierte Aktivkohle zu entfernen, derzeit am weitesten verbreitet. Aber auch mit der hoch reaktiven Sauerstoffverbindung Ozon lassen sich unerwünschte Stoffe beseitigen. Zudem werden derzeit verschiedene Kombinationsverfahren erforscht.

Ein Ziel, zwei Wege: Aktivkohle und Ozon

Entwickelt wurde das sogenannte Pulveraktivkohlead-sorptionsverfahren zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Steinhäule in Ulm/Neu-Ulm. Dort wird mit Aktivkohle gearbeitet, was die ungewöhnliche Farbe des Wassers im Kontaktbecken erklärt, nämlich schwarz. An dieser Stelle wird nach der 3. Reinigungsstufe Pulveraktivkohle (PAK) zugegeben. Nach der Vermischung mit dem bereits weitgehend gereinigten Abwasser entwickelt die PAK ihre Wirkung: Da sie porös ist, kann sie an ihrer riesigen inneren Oberfläche viele Spurenstoffe binden. Anschließend wird sie mitsamt den adsorbierten Spurenstoffen im Sedimentationsbecken wieder vom Abwasser abgetrennt, wobei dieser Prozess mit Fällmitteln und Polymeren unterstützt wird. Im Zuge der Filtration verliert das Abwasser auch die schwarze Farbe wieder und kann in das Gewässer eingeleitet werden. Die Aktivkohle wird der biologischen Stufe zugeführt, um schlussendlich zusammen mit dem Klärschlamm getrocknet und – zusammen mit den Spurenstoffen – verbrannt zu werden. Die meisten Anlagen mit einer wei-

tergehenden Reinigungsstufe in Baden-Württemberg arbeiten derzeit mit diesem PAK-Verfahren. Es gibt aber auch noch weitere Technologien, etwa die Eliminierung von Spurenstoffen mit granulierter Aktivkohle (GAK), wobei diese als Festbettfilter eingesetzt wird.

Bei der anderen, bereits etablierten Technik zur Spurenstoffeliminierung, der Ozonung, wird die große Reaktionsbereitschaft der hochaktiven Sauerstoffverbindung Ozon (O_3) ausgenutzt, um Verbindungen aller Art zu zerstören. Das hat sich bei der Aufbereitung von Trinkwasser genauso bewährt wie bei der Reinigung von Badewasser in Schwimmbädern und nun in der Abwasserbehandlung. Wird diese Technik als weitergehende Stufe in der Kläranlage eingesetzt, lassen sich auf diese Weise auch Spurenstoffe zerstören. Dabei entstehen teilweise unbekannte Transformationsprodukte. Deshalb muss das ozonierete Abwasser anschließend einem weiteren biologisch wirksamen Reinigungsschritt unterzogen werden, etwa einer Sandfiltration.



Pulveraktivkohleschlamm im Standzylinder





Kläranlage Wendlingen,
PAK-Dosiereinrichtung



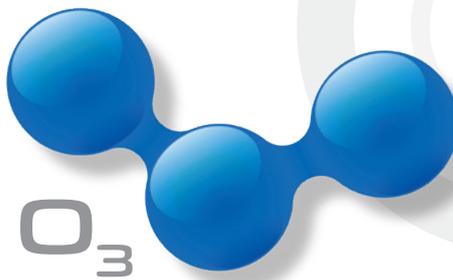
Kläranlage Kressbronn,
PAK-Dosiereinrichtung



Kläranlage Eriskirch,
Sauerstofftank für die Ozonanlage



Kläranlage Westerheim,
GAK-Filter



Was für Möglichkeiten gibt es noch?

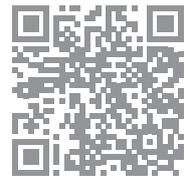
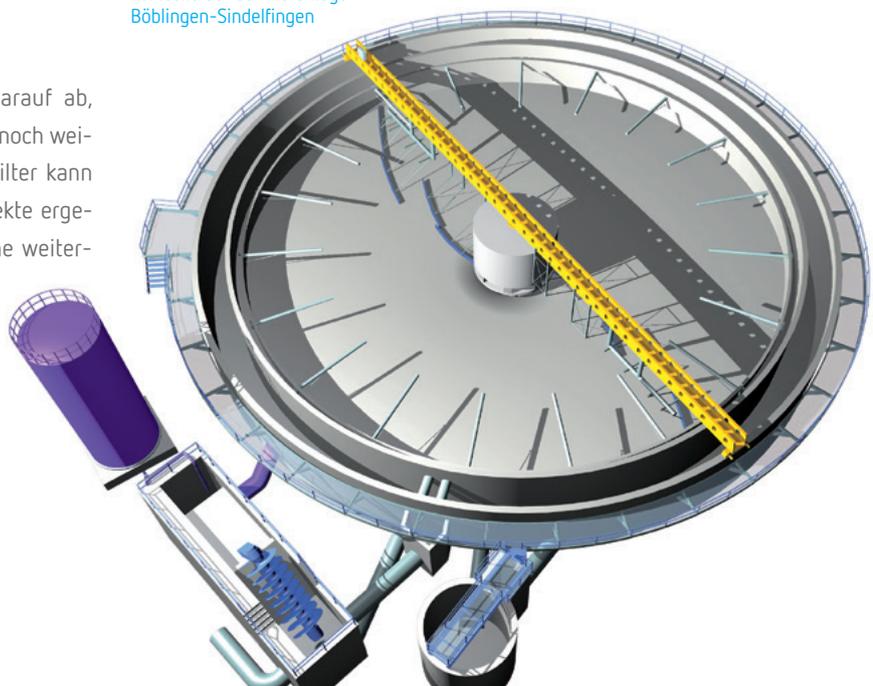
Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass es wichtig ist, die weitergehende Reinigung des Abwassers an die jeweiligen Gegebenheiten anzupassen. Ingenieure erproben daher noch weitere Ansätze, um mögliche Verbesserungspotenziale zu realisieren. Eine Möglichkeit ist, das Abwasser sowohl mit Ozon als auch mit Aktivkohle zu behandeln. Ein solches Kombinationsverfahren könnte die Gesamtreinigungsleistung verbessern, die Standzeiten von GAK-Filtern erhöhen und die Präsenz möglicherweise unerwünschter Transformationsprodukte im Kläranlagenablauf verhindern. Geforscht wird zudem auch an einer möglichen Kombination von Aktivkohle-Adsorption und Membranfiltration, womit sich mögliche Synergieeffekte erreichen lassen.

Willkommene Synergieeffekte

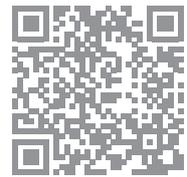
Die sogenannte 4. Reinigungsstufe zielt darauf ab, Spurenstoffe zu eliminieren – aber sie bietet noch weitere Vorteile. Durch den nachgeschalteten Filter kann auch Phosphor reduziert werden. Synergieeffekte ergeben sich daher für Kläranlagen, die auch eine weitergehende Elimination von Phosphor anstreben.

Ein aus Betreibersicht positiver Nebeneffekt ist außerdem, dass sich mit Hilfe der Aktivkohle gleichzeitig auch die organische Belastung im Abwasser weiter reduzieren lässt, gemessen als Chemischer Sauerstoffbedarf CSB. Im Durchschnitt kann auf denjenigen Kläranlagen, die mit Pulveraktivkohle arbeiten, eine Verringerung des CSB-Wertes um 30 Prozent festgestellt werden. Die Reduzierung der Keimbelastung ist ein zusätzlicher positiver Effekt der Ozonung. Hinsichtlich der Möglichkeit zur Reduzierung von multiresistenten Keimen wird derzeit noch intensiv geforscht.

Grafische Darstellung der Adsorptionsstufe mit Aktivkohlesilo auf der Kläranlage Böblingen-Sindelfingen



www.koms-bw.de/technologien/oxidative_verfahren/



www.koms-bw.de/technologien/adsorptive_verfahren/



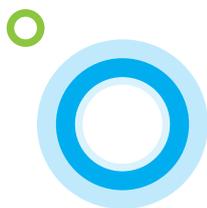
Kläranlage Wendlingen am Neckar nach Fertigstellung der Reinigungsstufe mit Pulveraktivkohle



Kläranlage Mannheim, Filter mit granulierter Aktivkohle



Kläranlage Laichingen mit Aktivkohle- und nachgeschaltetem Tuchfilter



WIRKUNGSVOLLE AKTIVKOHLE

Mit Aktivkohle lassen sich Spurenstoffe wirkungsvoll aus dem Abwasser herausholen. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, Aktivkohleverfahren in die Abwasserbehandlung zu integrieren und die spezifische Oberfläche der Kohle möglichst optimal zu nutzen. Außerdem lässt sich die Aktivkohle in unterschiedlichen Formen einsetzen: als Pulver in verschiedenen Verfahrensvarianten und als Granulat zu- meist in einem Festbettfilter.

Verfahren mit Pulveraktivkohle

Pulveraktivkohle (PAK) ist gemahlene Aktivkohle mit einer Korngröße, die normalerweise zwischen 10 und 50 Mikrometer (μm) liegt. Sie wird direkt in das Abwasser gegeben, um dort ihre adsorptive Wirkung zu entfalten. Dabei gilt: Je länger sie mit dem zu reinigenden Wasser in Kontakt ist, desto mehr Spurenstoffe kann sie aufnehmen – wobei meist nie lange genug Zeit ist, um sie vollständig zu »beladen«, also ein Adsorptionsgleichgewicht herzustellen.

Je nach Abwasser und technischen Gegebenheiten gibt es mehrere Möglichkeiten, die Prozesse zu optimieren. Variabel ist dabei vor allem der Ort, an dem die PAK zudosiert wird. Eine Möglichkeit besteht darin, eine separate Adsorptionsstufe einzurichten. Diese umfasst einen Kontaktreaktor – hier wird PAK zugegeben – und ein Sedimentationsbecken, wo sie mit Hilfe von Fällungsmitteln wieder vom Abwasser getrennt wird. Alternativ kann PAK vor dem Filter zugegeben werden. Hierbei wird der Überstauraum des Sandfilters gleichzeitig als Kontakt- raum für die Aktivkohle genutzt. Getrennt wird die PAK im nachfolgenden Filterbett. Als dritte Möglichkeit kann man die Aktivkohle direkt in das Belebungsbecken zudo- sieren, das dann auch als Kontakttraum dient. Die PAK wird in den Belebtschlamm eingebaut und zusammen mit dem Überschussschlamm aus der Reinigungsstufe entfernt.



KomS-Steckbrief: Spurenstoffentnahme auf der Kläranlage Langwiese



Aktivkohle





Die Pulveraktivkohleanwendung stellt eine sehr gut beherrschbare Technologie dar, die sich gut in den Betriebsalltag integrieren lässt.«

DR.-ING. STEFFEN METZGER
SPRECHER DER DWA-ARBEITSGRUPPE KA-8.6 »AKTIVKOHLE«



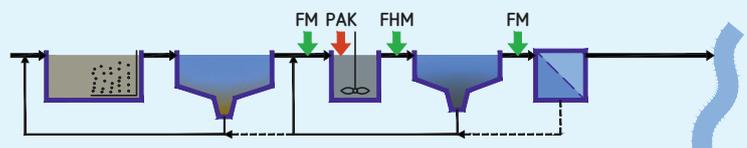
Granulierte Aktivkohle im Festbett

Mit einer Korngröße zwischen 0,5 und 4 Millimeter ist granulierte Aktivkohle (GAK) wesentlich gröber als PAK, weshalb sie in sogenannten Festbettadsorbern eingesetzt wird. Das Abwasser strömt dann durch die aufgeschüttete GAK, wobei die Spurenstoffe angelagert werden. Zudem findet in diesen Filtern auch ein biologischer Abbau statt. Da die GAK im Festbett verbleibt, ist danach keine zusätzliche Abtrennstufe wie beim PAK-Verfahren erforderlich. Andererseits hat die GAK nur eine begrenzte Adsorptionskapazität: Ist diese erschöpft, muss die Kornkohle entnommen, reaktiviert und anschließend wieder in das Festbett eingesetzt werden.

Der GAK-Filter, der immer der biologischen Reinigung nachgeschaltet wird, kann auf zwei unterschiedliche Arten realisiert werden. Zum einen kann man einen bereits existierenden Sandfilter zu einem GAK-Festbettfilter umrüsten, also das Filtermaterial durch GAK ersetzen. Alternativ kann man das GAK-Festbett hinter einen Filter für die abfiltrierbaren Stoffe anordnen, wodurch der Kornkohlefilter geschont wird. Der Filter selbst lässt sich unterschiedlich gestalten: als offener Filter, der von oben nach unten oder umgekehrt durchströmt wird, als Druckfilter oder als Filter, bei dem die Rückspülung parallel zum Filtrationsprozess abläuft.

Verfahrensvarianten mit Aktivkohle

PAK-Dosierung in separate Stufe



PAK-Dosierung vor Filter



PAK-Dosierung in die biologische Stufe



GAK-Filter (mit Vorfilter)



Worauf ist zu achten?

Das Verfahren erfordert Sorgfalt beim Betrieb, etwa bei der Auswahl, Qualitätssicherung und Dosierung der eingesetzten Aktivkohle. Da in Baden-Württemberg mehrere Aktivkohleadsorptionsanlagen bereits langjährig in Betrieb sind, liegt ein reichhaltiger Erfahrungsschatz vor. Insgesamt, so ergab eine Umfrage der Arbeitsgruppe beim Betriebspersonal von Kläranlagen mit Aktivkohleverfahren, stellen diese Verfahren »sehr gut beherrschbare Technologien dar, die sich gut in den Betriebsalltag integrieren lassen.«





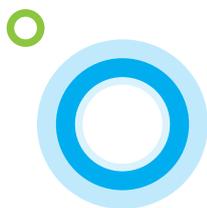
Kläranlage Westerheim



Kläranlage Stockacher Aach am Bodensee



Zweckverband Klärwerk Steinhäule, Neu-Ulm



PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Mit der Anwendung von PAK in einer separaten Adsorptionsstufe wurde in Baden-Württemberg eine Technik zur gezielten Elimination von Spurenstoffen entwickelt. In Mannheim wurden die Erkenntnisse aus dem Ulmer Pilotprojekt erstmals in einer großtechnischen Anlage erprobt und zur Serienreife gebracht. Aber auch in anderen Kläranlagen im Land wurde mit der Aktivkohle-Technik Pionierarbeit geleistet. Zudem wurden maßgebliche Begleitstudien durchgeführt.

Kläranlage Mannheim

In Baden-Württemberg gibt es seit langem Erfahrungen mit Pulveraktivkohle (PAK). Bereits in den 1990er Jahren wurde PAK auf kommunalen Kläranlagen eingesetzt, um beispielsweise Textilabwässer zu entfärben. Ein Verfahren zur Elimination von Spurenstoffen mit Hilfe von PAK wurde dann in den Jahren 2003 bis 2009 auf der Ulmer Kläranlage entwickelt, wobei die Erfahrungen mit den Textilabwässern die Grundlage bildeten. Anschließend wurde diese Technik dann auch in der Kläranlage in Mannheim eingebaut – europaweit erstmalig im großtechnischen Maßstab. Sie ging 2010 zunächst als Teilstromanlage in Betrieb. Eine Sandfilteranlage war bereits vorhanden, um die mit Spurenstoffen »beladene« Aktivkohle abzutrennen. Einer der Vorteile der Mannheimer Kläranlage war, dass dort vier Reinigungsstraßen parallel betrieben werden und somit die Einführung dieser neuen Technik und deren Auswirkungen mit umfangreichen Begleit- und Vergleichsuntersuchungen verfolgt werden konnte. Mittlerweile wurden auch die anderen



Kläranlage Mannheim am Rhein

Reinigungsstraßen ausgerüstet, so dass etwa 90 Prozent der Jahresabwassermenge gezielt mit PAK gereinigt werden.

Doch nun leistet man in der auf 725.000 Einwohnerwerte ausgelegten Kläranlage Mannheim erneut Pionierarbeit: Künftig soll das biologisch gereinigte Abwasser, das bei Regenereignissen zu einem Teil in einem Bypass an der PAK-Anlage vorbeigeführt wird, über granuliert Aktivkohle (GAK) gereinigt werden, um auch in diesem Abwasserteilstrom die Spurenstoffe zu eliminieren. Im Rahmen eines Großversuchs wurden deshalb drei Filterzellen mit GAK ausgerüstet. Der Erfolg ist vielversprechend, auch hier liegen die Eliminierungsraten bei mehr als 80 Prozent.





Mit dem Ausbau der 4. Reinigungsstufe ging die Reinigungsleistung der Kläranlage deutlich über die bestehenden Mindestanforderungen hinaus. Wir konnten zum ersten Mal in ganz Deutschland nachweisen, dass die gezielte Elimination von Spurenstoffen auch bei großen Kläranlagen in der Praxis funktioniert.«

UGUR CAKIR | ABTEILUNGSLEITER ABWASSER KLÄRWERK MANNHEIM



Kläranlage Stockacher Aach

Stockach liegt am westlichen Ende des Bodensees – und die Kläranlage reinigt das Abwasser von 69.000 Einwohnerwerten aus verschiedenen Gemeinden. Weil diese Kläranlage in den Bodensee entwässert und dieser als Trinkwasserreservoir besonders schützenswert ist, wurde sie bereits im Jahr 2011 mit einer PAK-Anlage zur Spurenstoffelimination ausgerüstet. Sie liegt zwischen der biologischen Behandlung und vor der Filtration – wobei auch hier der bereits existierende Sandfilter ein großer Vorteil war. Bedeutsam ist, dass der im Sedi- mentationsbecken abgesetzte ›Kohleschlamm‹ wieder als ›Rücklaufkohle‹ in den Kontaktreaktor zurückgeführt wird, wo auch neue PAK zudosiert wird. Insgesamt bleibt die Aktivkohle so mehrere Tage in der Adsorptionsstufe – was die Wirkung erhöht. Wie gut die Technik funktioniert, hat das Kompetenzzentrum Spurenstoffe (KomS) unter anderem hier intensiv untersucht. Maximal können mit der PAK-Stufe 21.600 Kubikmeter täglich behandelt werden, wobei im Schnitt knapp zehn Milligramm PAK pro Liter Abwasser zudosiert werden. Im Zuge einer einjäh- rigen gezielten Messkampagne wurde festgestellt, dass bei Trockenwetter Spurenstoffe zu etwas mehr als 90 Prozent eliminiert wurden. Dies liegt deutlich über der in Baden-Württemberg geforderten Mindestleistung von 80 Prozent.

Sedimentation auf der Kläranlage Stockacher Aach

Kläranlage Westerheim

Westerheim liegt auf der Schwäbischen Alb – und die dortige, auf 5.500 Einwohnerwerte ausgerichtete Klär- anlage kann ihr gereinigtes Abwasser nicht in ein Fließ- gewässer einleiten. Vielmehr versickert es im Karst und gelangt somit recht schnell in das Grundwasser. Daher hat man sich in Westerheim entschlossen, die dortige kleine Kläranlage mit einer Anlage zur Spurenstoffeli- mierung auszurüsten. Dabei fiel die Wahl auf granulierten Aktivkohle – womit Westerheim die erste Kläranlage in Baden-Württemberg ist, die dauerhaft mit dieser Technik arbeitet. Im Zuge der zusätzlichen Ausrüstung mit einer weitergehenden Reinigungsstufe wurde auch ein der GAK-Anlage vorgeschalteter Sandfilter gebaut – wobei beide Anlagenteile in einem eigenen Filtergebäude unter- gebracht sind. Maximal können in der Anlage 22 Liter Abwasser pro Sekunde gereinigt werden – womit etwa 90 Prozent der jährlich anfallenden Abwassermenge adsorptiv gereinigt und damit die Spurenstoffe weitestgehend entnommen werden können.



www.koms-bw.de/cms/content/media/KomS-Handlungsempfehlungen_Umsetzung%20am%20Bsp%20AZV%20Stockacher%20Aach_2020.pdf

Baggerbiss für das neue Filter- gebäude auf der Kläranlage Westerheim





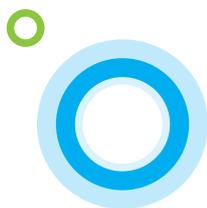
Bodensee-Strand bei Langenargen



Kläranlage Neugut (Schweiz) mit Ozonung



Kläranlage Eriskirch mit Ozonung



HOCHAKTIVES OZON

Das aus drei Sauerstoffatomen bestehende Gas Ozon ist sehr reaktionsfreudig. So greift es auch Spurenstoffe an und verändert sie chemisch. Dadurch verlieren sie ihre ursprünglichen Eigenschaften. Wichtig ist eine Nachbehandlung des ozonierten Abwassers, um unerwünschte Oxidationsprodukte zu entfernen – genauso wie das noch vorhandene restliche Ozon. Als weiterer Effekt werden Keime im Abwasser reduziert.

Was spricht für eine Ozonung?

Am Beispiel der Kläranlage von Eriskirch lässt sich gut aufzeigen, warum es sich lohnt, bei der Planung einer weitergehenden Reinigungsstufe intensiv die Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken abzuwägen. Dazu werden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie verschiedene Varianten untersucht und eine Vorzugslösung herausgearbeitet. In diesem Fall spielte die Lage der Kläranlage am Bodensee, die das Wasser von 50.000 Einwohnerwerten reinigt, eine wichtige Rolle. »Mit der Ozonung wollen wir die Keimbelastung der Strandbäder in Eriskirch und Langenargen so gering wie möglich halten«, erläutert Klaus Ruff vom Landratsamt Friedrichshafen einen der Gründe, die Ozontechnik als weitere Reinigungsstufe einzusetzen. Denn die sehr aggressive Sauerstoffverbindung Ozon knackt nicht nur Spurenstoffe, sondern kann auch Keime wie Bakterien und Viren unschädlich machen. Daneben ist die Eliminierung von Spurenstoffen insbesondere im Hinblick auf den Trinkwasserspeicher Bodensee von großer Bedeutung, in den die Kläranlage Eriskirch ihre gereinigten Abwässer einleitet.

Wichtig ist, dass vor einer Abwägung und Entscheidung alle notwendigen Fakten ermittelt werden. Dazu gehört auch die Untersuchung des Abwassers auf erhöhte Bromidgehalte, die durch Ozon zu schädlichen Verbindungen (Bromat) umgewandelt werden können. In diesen Fällen empfiehlt es sich, eine andere Technik für die Spurenstoffelimination zu wählen.

Die Situation vor Ort ist wichtig

Die Eriskircher Kläranlage war von 2012 bis 2015 bereits in das Forschungsprojekt Schussen AktivPlus eingebunden, das als Teil der BMBF-Fördermaßnahme »Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheits-erregern im Wasserkreislauf« durchgeführt wurde. Im Rahmen dieses Projekts im Einzugsgebiet der Schussen, die zwischen Eriskirch und Langenargen in den Bodensee mündet, war in Eriskirch eine Versuchsanlage mit Ozonung eingerichtet worden. Dabei wurden verschiedene Kombinationen aus Ozonbegasung und Filtration getestet. Das Fazit: Mit der Ozonung erreichte das Abwasser sogar annähernd Badewasserqualität.



Ozonleitungen





Die Betriebserfahrungen mit Ozon sind durchweg positiv. Der Betrieb ist stabil, robust und sicher, der Personalaufwand gering.«

MAX SCHACHTLER | LEITER DER KLÄRANLAGE NEUGUT/DÜBENDORF/SCHWEIZ



Im Falle der Kläranlage Eriskirch kam als weiteres Argument für die Ozontechnik hinzu, dass bereits ein Sandfilter vorhanden war. Damit lassen sich die durch das Ozon veränderten Transformationsprodukte der Spurenstoffe herausfiltern, um das Risikopotenzial für die Umwelt weiter zu reduzieren. Die weitergehende Reinigungsstufe wurde in Eriskirch nach rund 15-monatiger Bauzeit als erste baden-württembergische Ozonanlage Anfang Januar 2020 in Betrieb genommen. »Die Technik läuft stabil«, berichtet Klaus Ruff.

Ozon – Erfahrungen aus der Schweiz

Seit März 2014 entfernt die Kläranlage Neugut im schweizerischen Dübendorf Spurenstoffe mit einer stabilen Eliminationsrate von 82 Prozent – plus/minus zwei Prozent. Das berichtet der Kläranlagenchef Max Schachtler – und ergänzt: »Die Betriebserfahrungen der Kläranlage Neugut mit Ozon sind durchweg positiv. Der Betrieb ist stabil, robust und sicher, der Personalaufwand gering.« Bisher seien keine Störfälle aufgetreten.

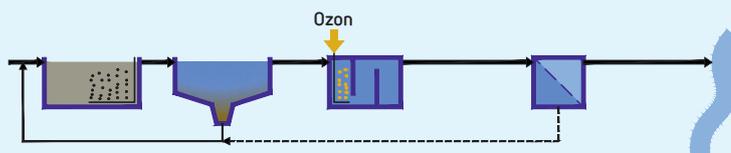
Das Ozon auf der Kläranlage Neugut wird in einem Ozongenerator erzeugt, der den aus einem Reinsauerstofftank stammenden Sauerstoff (O₂) in Ozon (O₃) umwandelt. Im Ozonreaktor, der sich an die Nachklärung anschließt, werden die Spurenstoffe durch das sehr reaktionsfreudige Ozongas angegriffen. Dabei habe sich der Eintrag von Ozon in mehreren Kammern als sehr

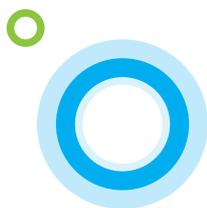
effizient erwiesen, erklärt Schachtler. Das Offgas der Ozonung, das fast vollständig aus reinem Sauerstoff besteht, wird über Injektordüsen in eines der Biologiebecken eingetragen – was die Wirtschaftlichkeit erhöht. Das restliche Ozon wird im Restozonvernichter (ROV) als Sauerstoff ins Freie entlassen. Im Zuge der Ozonierung werden auch der organische Kohlenstoffgehalt DOC um bis zu 20 Prozent und der Chemische Sauerstoffbedarf CSB um rund 30 Prozent reduziert. Schachtler betont auch, dass sich die Qualität der biologischen Reinigung direkt auf die Eliminationsleistung der Ozonung und den Ressourcenverbrauch auswirke. Seine Empfehlung: die Ozonanlage mit ausreichend Reserven zu planen, um im Betrieb flexibel auf unterschiedliche Anforderungen reagieren zu können.



www.koms-bw.de/cms/content/media/SchussenAktivplus%20Abwasserreinigung_20170404.pdf

Schema einer Kläranlage mit Ozonungsstufe





WAS GEHT – UND WO LIEGEN DIE GRENZEN?

Mit der weitergehenden Reinigungsstufe wird eine Vielzahl von Spurenstoffen aus dem Abwasser entnommen und so das Risikopotenzial für die aquatische Umwelt deutlich reduziert. Die Reinigungsleistung wird dabei anhand der Eliminationsrate bestimmter Indikatorstoffe gemessen. Aber auch die weitergehende Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination hat ihre Grenzen: Nicht alle Verbindungen lassen sich gleich gut eliminieren. Und der Aufwand hängt auch von der Beschaffenheit des zu behandelnden Abwassers ab.

Beeindruckende Leistungen

Die Gesamtleistung der Spurenstoffelimination einer Kläranlage mit einer weitergehenden Reinigungsstufe wird anhand der Eliminationsraten von sogenannten Indikatorsubstanzen gemessen. Diese Verbindungen sind in der Regel im Abwasser kommunaler Kläranlagen in solchen Mengen vorhanden, dass sich eine Eliminationsrate von 80 Prozent nachweisen lässt. Weitere Kriterien für die Auswahl von Indikatorsubstanzen waren eine gute Elimination sowohl mit Aktivkohle als auch Ozon sowie eine verlässliche und möglichst kostengünstige Analytik.

Das Vorgehen zum Nachweis der Eliminationsleistung ist in den »Handlungsempfehlungen« des Kompetenzzentrums Spurenstoffe (KomS) Baden-Württemberg ausführlich beschrieben. Pro Jahr sind mindestens sechs Proben im Zulauf und Ablauf der Kläranlage als mengenproportionale 48-Stunden-Mischproben zu nehmen, die dann in einem Speziallabor analysiert werden. Für einen

Kläranlagenbetreiber ist es kaum möglich, die Spurenstoffe im eigenen Betriebslabor zu messen – dazu ist die Analytik zu aufwendig. Eine kontinuierliche Überwachung vor Ort kann allerdings mit optischen Messsonden, die heutzutage bereits zur CSB-Bestimmung im Ablauf von Kläranlagen zum Einsatz kommen, realisiert werden. Inzwischen hat sich jedoch der spektrale Absorptionskoeffizient bei einer Wellenlänge von 254 Nanometer (SAK_{254}) als geeigneter Parameter zur Beurteilung der Spurenstoffelimination bei Verfahren mit Aktivkohle und Ozon herausgestellt. Der prozentuale Rückgang des SAK_{254} ist mit der prozentualen Verringerung einzelner Spurenstoffe verknüpft. Die Messung des SAK_{254} im Zu- und Ablauf der weitergehenden Reinigungsstufe kann entweder online oder im Labor erfolgen. In beiden Fällen werden spezielle Geräte eingesetzt, die im UV-Bereich messen können. Somit können die Kläranlagenbetreiber den Reinigungsprozess selbst überwachen und haben die Möglichkeit, zeitnah zu reagieren, sollte die Reinigungsleistung nicht optimal sein.



Diclofenac wird häufig als Schmerz- und Entzündungshemmer eingesetzt





In Baden-Württemberg liegt eine ausreichende Beseitigung von Spurenstoffen vor, wenn eine Eliminierungsrate von mindestens 80 Prozent erreicht wird – wobei die Voraussetzungen für die entsprechenden Messungen genau definiert sind.«

DR. URSULA MAIER | UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG



DIE SIEBEN REPRÄSENTATIVEN SPURENSTOFFE:

Carbamazepin – Arzneiwirkstoff, der unter anderem gegen Epilepsien eingesetzt wird

Diclofenac – Arzneiwirkstoff gegen Schmerzen und Entzündungen

Hydrochlorothiazid – Arzneiwirkstoff, u. a. gegen Bluthochdruck und Herzinsuffizienz

Irbesartan – Arzneiwirkstoff gegen Bluthochdruck

Metoprolol – Arzneiwirkstoff, wirkt als Betablocker, u. a. gegen Herzkrankheiten

Benzotriazol – Komplexbildner, der als Korrosionsschutzmittel und Silberschutzmittel wirkt

Σ **4- und 5-Methylbenzotriazol** – wie Benzotriazol, etwa als Frostschutzmittel

Mit der weitergehenden Reinigungsstufe werden aber nicht nur die Indikatorstoffe, sondern eine Vielzahl von Spurenstoffen aus dem Abwasser entnommen. So wird das Risikopotenzial für die aquatische Umwelt insgesamt deutlich reduziert. In der Gesamtschau der Kläranlagen, die in Baden-Württemberg bereits mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination ausgerüstet sind, zeigt sich, dass bei zahlreichen Spurenstoffen die Emissionsminderung bei rund 90 Prozent liegt.

Wo stößt die Technik an Grenzen?

Unter dem Begriff Spurenstoffe werden zahlreiche Substanzen mit unterschiedlichen chemischen Eigenschaften sowie aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen zusammengefasst. Untersuchungen haben gezeigt, dass zum Beispiel eine Vielzahl an Arzneimittelwirkstoffen oder Benzotriazolen in sehr konstanten Mengen im Abwasser enthalten sind und sehr gut mit der 4. Reinigungsstufe entfernt werden. Andere Spurenstoffe wie Biozide oder Röntgenkontrastmittel sind eher in schwankenden Mengen im kommunalen Abwasser enthalten. Da die genaue Zusammensetzung des Abwassers auch vom jeweiligen Einzugsgebiet abhängt, müssen die Dosieraten von Ozon beziehungsweise Aktivkohle für eine optimale Eliminationsleistung für jede Kläranlage individuell ermittelt werden.

Die Eliminationsrate einzelner Spurenstoffe hängt dabei womöglich nicht nur mit den Adsorptionsvorgängen an der Aktivkohle oder der Angreifbarkeit der Molekülstruktur des Stoffes durch Ozon zusammen, sondern auch mit der biologischen Entfernung der Spurenstoffe – schließlich können sich Mikroorganismen in der biologischen Reinigungsstufe ebenfalls wirkungsvoll am Abbau von Spurenstoffen beteiligen. Dabei spielen allerdings mehrere Faktoren eine Rolle, so die Art des biologischen Verfahrens, das Alter des Schlammes sowie die Temperatur.

Manche Stoffe können allerdings auch mit einer weitergehenden Reinigungsstufe nur schlecht oder gar nicht entfernt werden. Dazu gehört beispielsweise das Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure sowie die Industriechemikalie Melamin, die vielfältig verarbeitet wird, etwa zu bruchsicherem Geschirr. Auch wenn eine Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination vorhanden ist, dürfen daher Anstrengungen, bereits den Eintrag von Spurenstoffen in das kommunale Abwassernetz zu reduzieren, nicht vernachlässigt werden. Dazu gehört beispielsweise auch die Aufklärung der Bevölkerung über die richtige Entsorgung abgelaufener Arzneimittel.



www.koms-bw.de/cms/content/media/2019_07_Abschlussbericht%20Koms_Vergleichsmessungen%20zur%20Spurenstoffelimination.pdf





Die mehrjährige Kostenbetrachtung bestätigt, dass mit einem geringen Anteil an der aktuellen Gebührenbelastung der Bürger große positive Effekte für die Umwelt erreicht werden können.«

DR.-ING. MARIE LAUNAY | LEITERIN DES KOMS BADEN-WÜRTTEMBERG



WAS KOSTET ES?

Mit der 4. Reinigungsstufe lassen sich Spurenstoffe wirkungsvoll aus dem Abwasser entfernen – für die Gewässer ein großer Gewinn. Das ist unbestritten. Aber zu welchem Preis? Eine auf den bisherigen Erfahrungen aufbauende Kostenanalyse hat ergeben, dass sich die zusätzlichen Ausgaben für die Bürger in Grenzen halten: Sie liegen zwischen vier und zehn Prozent der jährlichen Gebühren.

Was beeinflusst die Kosten?

Mit Pulveraktivkohle lassen sich eine Vielzahl an Spurenstoffen weitestgehend aus dem Abwasser entfernen. Was das kostet, hat das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS) zusammen mit dem Hamburger Unternehmen Aquabench im Zuge einer Langzeitbetrachtung errechnet. Dazu wurden sechs Klärwerke ausgewählt, die bereits seit mehreren Jahren eine Anlage zur Spurenstoffelimination betreiben und ihre Betriebserfahrungen und Ausgaben in den letzten Jahren genau dokumentiert hatten. Bei der Analyse zeigte sich, dass die Kosten von mehreren Faktoren beeinflusst werden. So spielen Größenunterschiede im Hinblick auf die mit Pulveraktivkohle behandelte Abwassermenge eine entscheidende Rolle, insbesondere im Hinblick auf die spezifischen Kapitalkosten. Aber auch bei den Kosten für Personal und Instandhaltung haben die großen Anlagen Vorteile. Beim kostenträchtigen Umfang der Investitionen in die PAK-Stufe kommt es in erheblichem Maße darauf an, wie viel Abwasser dort gereinigt werden kann – also ob das gesamte Abwasser oder nur ein Teil des konventionell gereinigten Abwassers in die 4. Reinigungsstufe eingeschleust wird, es sich

mithin um eine Vollstrom- oder Teilstromanlage handelt. Deutliche Ersparnisse bringt weiterhin die Möglichkeit, vorhandene Anlagenteile, zum Beispiel einen Sandfilter, bei der Erweiterung um eine weitergehende Reinigungsstufe nutzen zu können. Und schließlich beeinflusst die Zusammensetzung des Abwassers die Menge an PAK oder Ozon, die zudosiert werden muss. Dabei können insbesondere höhere Anteile an Industrieabwässern die Kosten nach oben treiben.

Starke Schwankungen bei den einzelnen Kostenposten

Für Betreiber, die eine Anlage zur Spurenstoffelimination bauen wollen, ist eine Detailanalyse der zu erwartenden Kosten interessant. Vor allem die Kapitalkosten schwanken zwischen den Anlagen stark – was angesichts der verschiedenen Ausgangssituationen und Rahmenbedingungen verständlich ist. Für eine einheitliche Kostenbetrachtung konnten hier vier Anlagen herangezogen werden: die Ulmer Anlage Steinhäule, ferner die Kläranlagen in Mannheim, Böblingen-Sindelfingen und Lahr. In diesen vier Fällen liegen die Kapitalkosten zwischen 4,9 und 20,6 Cent je Kubikmeter Abwasser.





Hauptklärwerk Stuttgart-Mühlhausen



Klärwerk Breisgauer Bucht,
Rohrkeller der Filtrationsanlage



Kläranlage Lahr,
Aktivkohlesilo



Besonders bei kleineren Anlagen machen sich die Kapitalkosten überdimensional bemerkbar. Wesentlich einheitlicher sind dagegen die Betriebskosten. Bei deren Berechnung konnten neben den vier genannten Anlagen noch die Klärwerke Stockacher Aach und Kressbronn-Langenargen mit einbezogen werden. Ermittelt wurde ein Rahmen zwischen 5,7 und 13,5 Cent je Kubikmeter Abwasser. Darunter fallen sowohl Personalkosten als auch Betriebsmittel, etwa Aktivkohle und Flockungsmittel, ferner die Kosten für Strom, Entsorgung, Abwasseranalysen und Instandhaltung. Auch hier spielen individuelle Gegebenheiten eine wichtige Rolle. So müssen je nach Beschaffenheit des Abwassers zwischen 6 und 11 Gramm je Kubikmeter Aktivkohle zudosiert werden, wobei auch die Kosten für die Aktivkohle deutlich schwanken können. Wenn man die tatsächlich in der PAK-Stufe behandelte Abwassermenge zugrunde legt, bewegen sich die Kosten in einem noch engeren Rahmen (zwischen 3,9 und 7,0 Cent/m³).

Entscheidend für die Gebührenzahler allerdings ist das Fazit dieser Studie: Pro gebührenfähiger Abwassermenge ist mit einem Betrag zwischen 8,6 und 20,6 Cent/m³ zu rechnen. Pro Einwohnerwert und Jahr sind dies Beträge zwischen 2,90 und 7,80 Euro. Dies entspricht etwa vier bis zehn Prozent des jährlichen gesamten Gebührenaufkommens. Je nach Rahmenbedingungen können diese Beträge zukünftig höher sein. Mit diesem vergleichsweise geringen Anteil an der aktuellen Gebührenbelastung der Bürger lässt sich allerdings ein großer Beitrag

bei der Eliminierung von Spurenstoffen und damit ein Gewinn für die Umwelt erzielen: »Alle beteiligten Anlagen erreichen mit diesen Kosten eine durchschnittliche Eliminationsleistung der überwachten Substanzen von deutlich über den geforderten 80 Prozent«, lautet das Fazit der Studie.

Förderung: Zuschüsse helfen

Das baden-württembergische Umweltministerium fördert die Kosten für Machbarkeitsstudien und vergleichbare Vorstudien im Zusammenhang mit der Eliminierung zu 50 Prozent. Für Maßnahmen zur Spurenstoffelimination selbst gibt es einen Bonus von 20 Prozent, maximal jedoch 80 Prozent – wobei die Höhe der Förderung vom Wasserentgelt abhängig ist.



https://koms-bw.de/cms/content/media/Broschuere%20Langzeitbetrachtung%20Pulveraktivkohlebehandlung_Druck.pdf





Übergabe des Förderbescheids für den Bau einer 4. Reinigungsstufe auf dem Hauptklärwerk Stuttgart-Mühlhausen. V.l.n.r.: Fritz Kuhn (Oberbürgermeister der Stadt Stuttgart), Wolfgang Schanz (Stadtdirektor i.R.), Franz Untersteller MdL (Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg), Boris Diehm (Leiter Abteilung Klärwerke und Kanalbetrieb, SES)



WIE GEHT ES WEITER?

Baden-Württemberg hat es sich zum Ziel gesetzt, den Ausbau der Kläranlagen mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Elimination von Spurenstoffen weiter voranzubringen. Im Vordergrund steht dabei der Konsens, dass dies aus Vorsorgegründen geschieht. In enger Zusammenarbeit mit den Betreibern sollen Kläranlagen vor allem dort aufgerüstet werden, wo dies im Sinne des Gewässerschutzes besonders sinnvoll ist.

Blick in die Zukunft: Was plant Baden-Württemberg?

Aus Verantwortung gegenüber der Umwelt und nachfolgenden Generationen will Baden-Württemberg die Abwasserreinigung insbesondere an empfindlichen Gewässern und Belastungsschwerpunkten verbessern. Für einen gezielten Ausbau nach fachlichen Gesichtspunkten hat das Umweltministerium in Zusammenarbeit mit dem KomS und den Regierungspräsidien Kriterien für den Ausbau kommunaler Kläranlagen mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination definiert.

Der Kriterienkatalog berücksichtigt die spezifischen Verhältnisse in Baden-Württemberg und steht gleichzeitig im Einklang mit dem im Stakeholder Dialog des Bundes entwickelten ›Orientierungsrahmen für Kläranlagen‹. Mit diesem Konzept kann ein Ausbaugrad von 30 bis 50 Prozent der Abwassermenge des Landes erreicht werden.

Für welche Kläranlagen kommt ein Ausbau prioritär in Betracht?

Kläranlagen, die in folgende Gewässer einleiten:

- den Bodensee und seine Zuflüsse;
- das Grundwasser;
- ein Gewässer, das bei ungünstigen Untergrundverhältnissen wie etwa Karst zeitweise oder ganzjährig versickert;
- Gewässer mit einem Abwasseranteil bei mittlerem Niedrigwasser von mehr als 50 Prozent des Gesamtabflusses nach der Einleitung. Kleine Anlagen – die Größenklassen eins bis drei – sind in der Regel aus Effizienzgründen vorerst ausgenommen.

Unabhängig von der Region und den Einleitungsverhältnissen sollen künftig generell die großen und sehr großen Anlagen mit einer Reinigungsleistung von 500.000 Einwohnerwerten oder mehr aufgerüstet werden. So fiel etwa im Herbst 2019 der Startschuss für die Stuttgarter Großkläranlage, die nun eine Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination erhält.





Den Gewässern kommt als Lebensraum für eine Vielzahl aquatischer Organismen und für das ökologische Gleichgewicht eine große Bedeutung zu. Unter dem Vorsorgeaspekt haben wir in Baden-Württemberg Zielvorstellungen entwickelt, welche Kläranlagen zukünftig prioritär ausgebaut werden sollen.«

DR. ANDRE BAUMANN
EHMALIGER STAATSEKRETÄR IM UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG



Mit der Wasserbehörde sprechen

Nach derzeitigen, vorläufigen Erkenntnissen fallen rund 125 kommunale Kläranlagen unter die eindeutigen Kriterien für eine Aufrüstung mit einer Anlage zur Spurenstoffelimination. Weitere Kriterien können zur Einzelfallprüfung herangezogen werden.

Welche und wie viele Kläranlagen letztlich ausgebaut werden, hängt auch von weiteren Randbedingungen ab. Anstehende bauliche Änderungen an Kläranlagen können ein Anlass sein, auch die Möglichkeit einer Anlage zur Spurenstoffelimination zu prüfen beziehungsweise zu berücksichtigen. Bei kleineren Kläranlagen sind vorrangig Strukturmaßnahmen zu prüfen. Synergieeffekte können im Zuge von gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen zur weitergehenden Phosphor-Elimination erzielt werden. Wenn eine Kläranlage unter eines der Kriterien für den Ausbau zur Spurenstoffelimination fällt, ist es jedenfalls sinnvoll, das Gespräch mit den zuständigen Wasserbehörden zu suchen und die Zielvorstellungen gemeinsam zu klären. Die Förderanträge selbst können dann ebenfalls über die zuständigen Wasserbehörden eingereicht werden.

Als erster konkreter Schritt wird eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie werden verschiedene technische Varianten untersucht und der Kostenrahmen für den Umbau der Anlage definiert. Solche Studien werden zu 50 Prozent vom Land gefördert.

Als Hilfestellung für die Erstellung solcher Studien durch die Ingenieurbüros wurde vom Umweltministerium und KomS gemeinsam ein Leitfaden erarbeitet, der die Mindestanforderungen an solche Studien beschreibt.

Funktionskontrolle im Betrieb

Auch für die 4. Reinigungsstufe gilt, dass sich die Umwelt nachhaltig nur dann schützen lässt, wenn die Technik auch einwandfrei funktioniert. Daher ist die Förderung der Nachrüstung mit einer Erfolgskontrolle und dem Nachweis der vorgegebenen Eliminationsrate verbunden. Und auch im Regelbetrieb ist ein ordnungsgemäßer Betrieb der Spurenstoffelimination durch regelmäßige Eigenkontrollen sicherzustellen. In den Handlungsempfehlungen des KomS sind die Untersuchungen, die in diesem Rahmen durchzuführen sind, ausführlich beschrieben.



www.koms-bw.de/cms/content/media/2018-11-20%20Arbeitspapier%20Spurenstoffe.pdf



ELIMINATION VON SPURENSTOFFEN

WEGWEISER FÜR DIE ERWEITERUNG VON KLÄRANLAGEN

VORGEHEN KLÄRANLAGENERWEITERUNG

ANSPRECHPARTNER

WEITERFÜHRENDE
DOKUMENTE

1

INFORMATIONSVANSTALTUNGEN/ERFAHRUNGSAUSTAUSCH

SPURENSTOFFKONGRESS

KOMS TECHNOLOGIEFORUM

1.1 BERATUNG

- Allgemeine Auskünfte → KomS
- individuelle Beratung Kläranlagenausbau → Ingenieurbüro



2

2.1 VERANLASSUNG FESTSTELLEN

- Freiwillige Vorsorgemaßnahme
- Anzustreben aufgrund örtlicher Randbedingungen → KRITERIENKATALOG BW

2.2 ZUKUNFTSKONZEPT ABSTIMMEN → Wasserbehörde

- Zusätzliche Reinigungsanforderungen (z. B. weitergehende Phosphorelimination)
- Anschluss von weiteren Kläranlagen

2.3 MACHBARKEITSSTUDIE

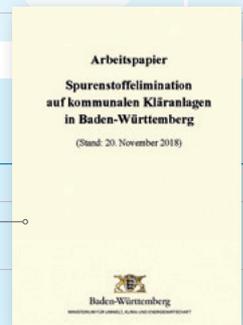
1. Angebotseinholung
2. Beantragung Förderung
3. Beauftragung Studie



Ergebnisse → Ingenieurbüro

- Darlegung der Veranlassung
- Spurenstoffvorkommen auf der Kläranlage und Vergleich mit Bestandsaufnahme
- Überprüfung der Realisierbarkeit geeigneter Verfahren
- Kostenabschätzung

HINWEISE VORGEHEN
SPURENSTOFFMESSUNGEN



50%



SPURENSTOFFE
IN DER
AQUATISCHEN
UMWELT

KOMS
KOMMUNALZENTRUM
SPURENSTOFFE BW



VORGEHEN KLÄRANLAGENERWEITERUNG

ANSPRECHPARTNER

WEITERFÜHRENDE DOKUMENTE

FÖRDERUNG NACH RICHTLINIEN WASSERWIRTSCHAFT 2015

3

INFORMATIONSVORLESUNGEN/ERFAHRUNGSAUSTAUSCH
 SPURENSTOFFKONGRESS
 KOMS TECHNOLOGIEFORUM
 SONDERNACHBARSCHAFT SPURENSTOFFE



3.1 PLANUNGSBESCHLUSS

3.2 VERGABE PLANUNGSLEISTUNG

1. Beauftragung eines Büros zur Abwicklung eines Verfahrens nach Vergabeverordnung (VgV)
2. Ausschreibung der Planungsleistung
3. Durchführung eines VgV-Verfahrens
4. Vergabe der Planungsleistung

3.3 PLANUNG LP 1 – 4

- Grundlagenermittlung
- Vorplanung
 - Verfahrensfestlegung
 - Kostenschätzung
- Entwurfsplanung
 - Kostenberechnung
- Genehmigungsplanung

Ingenieurbüro



3.4 FÖRDERANTRAG STELLEN

- Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2015:
Einreichung bis einschließlich 1. Oktober vor Beginn des Jahres, in dem mit dem Vorhaben begonnen werden soll

Wasserbehörde

Richtlinien des Umweltministeriums für die Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben

(Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2015 – FrWw 2015)

Vom 21.07.2015 – Az.: 5-8907.00/5

Förderung
20 %
 max. bis zu 80 %

3.5 ERHALT ZUWENDUNGSBESCHEID

Wasserbehörde

3.6 REALISIERUNG LP 5 – 8

- Ausführungsplanung
- Vorbereitung der Vergabe
- Mitwirkung bei der Vergabe
- Objektüberwachung

Ingenieurbüro



SPURENSTOFFMESSUNGEN VOR AUSBAU

KOMS

Kompetenzzentrum für Spurenstoffe

Handlungsempfehlungen
für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination

www.koms-trw.de

4

4.1 INBETRIEBNAHME

- Optimierungsphase
- Testphase »Normalbetrieb«

SPURENSTOFFMESSUNGEN BETRIEBSDOKUMENTATION



4.2 DAUERBETRIEB

