

# DWA-Themen

## **Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung – Verfahrensvarianten, Reinigungsleistung und betriebliche Aspekte –**

Mai 2019 · T1/2019





# DWA-Themen

**Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur  
Spurenstoffentfernung  
– Verfahrensvarianten, Reinigungsleistung und  
betriebliche Aspekte –**

Mai 2019 · T1/2019



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz:**

Christiane Krieg, Hennef

**Druck:**

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

**ISBN:**

978-3-88721-797-6 (Print)

978-3-88721-798-3 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2019

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Der hier vorgestellte Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6 „Aktivkohle“ im DWA-Fachausschuss KA-8 „Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ erstellt.

In der Fachwelt wird derzeit für kommunale Kläranlagen sowohl die Anwendung von Aktivkohle als auch der Einsatz von Ozon bzw. eine kombinierte Anwendung beider Betriebsmittel als Möglichkeit angesehen, um gelöste organische Spurenstoffe gezielt aus dem Abwasser zu eliminieren.

Das Ziel des Themenbandes ist es, einen Überblick über den gegenwärtigen Wissensstand zum Aktivkohleeinsatz auf Kläranlagen zur gezielten Spurenstoffelimination zu geben. Hierzu sind im Themenband verschiedene Teilaspekte zur Aktivkohleanwendung dargelegt. Insbesondere werden die Ausführung und Spurenstoffeliminationsleistung von geeigneten Aktivkohleverfahren beschrieben, Hinweise zu betrieblich relevanten Aspekten gegeben, wirtschaftliche Gesichtspunkte der Aktivkohleanwendung auf Kläranlagen aufgeführt und Entscheidungs- und Bewertungskriterien zur Findung eines geeigneten Aktivkohleverfahrens aufgezeigt.

Der Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit des Wissens zum Aktivkohleeinsatz auf Kläranlagen. Sollten nicht erwähnte weitere Anregungen und Hinweise offenbar werden, so bittet die Arbeitsgruppe um Mitteilung dieser Punkte. Die Arbeitsgruppe wird diese sammeln und zu gegebener Zeit in weitere Dokumente der Arbeitsgruppe einfließen lassen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die aufgeführten Auslegungsgrößen der auf den Kläranlagen bereits in Betrieb befindlichen Aktivkohleanlagen nicht als allgemeingültige Bemessungsvorgaben zu verstehen sind. Jedoch ist nach den bisherigen Erfahrungen bei Einhaltung dieser Angaben ein stabiler Anlagenbetrieb gegeben.

### Verfasser

Der Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6 „Aktivkohle“ im DWA-Fachausschuss KA-8 „Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

METZGER, Steffen	Dr.-Ing., Pforzheim (Sprecher)
ALT, Klaus	Dipl.-Ing., Düsseldorf
BENSTÖM, Frank	Dr.-Ing., Aachen
BIEBERSDORF, Norbert	Dipl.-Ing., Bochum
BÖHLER, Marc	Dipl.-Ing., Dübendorf, Schweiz
BORNEMANN, Catrin	Dipl.-Biol., Wuppertal
HILLER, Christian	Dipl.-Ing., Neu-Ulm
JEDELE, Klaus	Dr.-Ing., Stuttgart
JEKEL, Martin	Prof. em. Dr.-Ing., Berlin
LYKO, Sven	Dr.-Ing., Essen
NAHRSTEDT, Andreas	Dr.-Ing., Mülheim an der Ruhr
WINTGENS, Thomas	Prof. Dr.-Ing., Muttenz, Schweiz

Als Gäste haben mitgewirkt:

KRAHNSTÖVER, Therese	M.Sc., Muttenz, Schweiz
MÄTZIG, Helmut	Dipl.-Ing., Mönchengladbach
REMY, Christian	Dr.-Ing., Berlin
RÖBLER, Annette	Dipl.-Ing., Mühlacker
ZIETZSCHMANN, Frederik	Dr.-Ing., Delft, Niederlande

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

WILHELM, Christian	Dr.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------------	--

## **Inhalt**

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b> .....	<b>4</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Begriffe und Abkürzungen</b> .....	<b>11</b>
2.1 Begriffe .....	11
2.2 Abkürzungen und Symbole.....	12
<b>3 Aktivkohle</b> .....	<b>15</b>
3.1 Definition von Aktivkohle .....	15
3.2 Typische Einsatzzwecke von Aktivkohle.....	15
3.3 Wirkungsweise.....	15
3.4 Rohstoffe und Herstellung .....	17
3.5 Formen und Größen von Aktivkohle .....	18
3.6 Weitere Eigenschaften von Aktivkohle .....	21
3.7 Beurteilung von Aktivkohlen .....	22
3.8 Reaktivierung von Aktivkohle .....	22
3.9 Energiebilanz Aktivkohle .....	24
3.10 Marktsituation und Ersatzrohstoffe .....	26
<b>4 Verfahren mit Pulveraktivkohle</b> .....	<b>27</b>
4.1 Grundsätzliches zur Anwendung von Pulveraktivkohle.....	27
4.1.1 Verfahrenstechnische Grundsätze .....	27
4.1.2 Rückhalt von Pulveraktivkohle .....	29
4.1.3 Mehrschlammanfall .....	29
4.1.4 Einfluss auf das Schlammalter in der biologischen Stufe.....	29
4.1.5 Einfluss auf die Eigenschaften des belebten Schlamms .....	29
4.1.6 Einfluss auf den Faulprozess .....	31
4.1.7 Entsorgung von Pulveraktivkohle.....	31
4.2 Verfahrensoptionen mit Pulveraktivkohle.....	31
4.2.1 Verfahrensoption 1: Simultandosierung von Pulveraktivkohle .....	31
4.2.2 Verfahrensoption 2: Dosierung vor einen Filter.....	32
4.2.3 Verfahrensoption 3: Adsorptive Stufe mit Anreicherung der Pulveraktivkohle im Reaktionsraum .....	33
<b>5 Verfahren mit granulierter Aktivkohle</b> .....	<b>35</b>
5.1 Grundsätzliches zur Anwendung von granulierter Aktivkohle .....	35
5.1.1 Durchbruchverhalten von GAK-Filtern.....	35
5.1.2 Prozessparameter zur Beschreibung von GAK-Filtern .....	36
5.1.3 Parallelschaltung von GAK-Filtern .....	37
5.1.4 Biologisch aktive GAK-Filter (BAK) ohne oder mit einer vorherigen Ozonung.....	38
5.2 Ausbildung/Verfahrensoptionen.....	41

## Aktivkohleinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung

5.2.1	GAK-Filtration, abwärts durchströmt, gravitationsgetrieben.....	41
5.2.2	GAK-Filtration, aufwärts durchströmt .....	44
5.2.3	Kontinuierlich betriebene Filter .....	45
5.2.4	Weitere Verfahren mit GAK .....	46
<b>6</b>	<b>Spurenstoffentfernung</b> .....	<b>48</b>
6.1	Adsorbierbarkeit von Substanzen .....	48
6.2	Pulveraktivkohle .....	52
6.2.1	Gesamtelimination von PAK-Verfahren .....	52
6.2.2	Wirkung des Gegenstromprinzips bei zweistufiger PAK-Anwendung.....	53
6.3	Granulierte Aktivkohle.....	56
6.3.1	Diskontinuierlich gespültes Festbettverfahren .....	56
6.4	Kontinuierlich gespültes Wanderbettverfahren.....	57
6.5	Fazit.....	
<b>7</b>	<b>Fallstudien</b> .....	<b>60</b>
7.1	Aktueller Stand zur Umsetzung von Spurenstoffeliminationsverfahren.....	60
7.2	Anwendung von Pulveraktivkohle .....	60
7.2.1	Nachgeschaltete PAK-Anwendung: Adsorptive Stufe mit Anreicherung der Pulveraktivkohle im Reaktionsraum.....	60
7.2.2	Nachgeschaltete PAK-Anwendung: Dosierung von Pulveraktivkohle vor einen Filter.....	62
7.2.3	PAK-Simultandosierung.....	64
7.3	Anwendung von granulierter Aktivkohle.....	65
7.3.1	Fallbeispiel: GAK-Festbettfiltration .....	66
7.3.2	Fallbeispiel: Kontinuierlich betriebener GAK-Filter .....	68
7.4	Kombinationsverfahren mit Aktivkohle.....	70
7.4.1	Einsatz der Verfahrenskombinationen.....	70
7.4.2	Verfahrenskombination Ozon und GAK .....	70
7.4.3	Verfahrenskombination Ozon und PAK .....	77
<b>8</b>	<b>Betriebliche Hinweise</b> .....	<b>78</b>
8.1	Vorgehen zur Auswahl einer Aktivkohle zur Spurenstoffentfernung .....	78
8.2	Hinweise zur Ausschreibung von Aktivkohle .....	79
8.3	Bauliche und betriebliche Hinweise zum Einsatz von Pulveraktivkohle .....	81
8.3.1	Bevorratung von Pulveraktivkohle .....	81
8.3.2	Anlieferung und Silobefüllung.....	83
8.3.3	Dosiereinrichtung .....	83
8.3.4	Einsatz von Rührwerken bei der Dosierung in den Filterüberstau .....	84
8.3.5	Kohleschlammindex beim „Ulmer Verfahren“ .....	84
8.3.6	Nachweis bzw. Überwachung „aktivkohlefreier Ablauf“ .....	85
8.3.7	Sicherheitsaspekte .....	86
8.4	Bauliche und betriebliche Hinweise zum Einsatz von granulierter Aktivkohle.....	87
8.4.1	Filterdüsen.....	87
8.4.2	Befüllung des GAK-Filters.....	87
8.4.3	GAK-Filterbetthöhe.....	88
8.4.4	Filterentleerung.....	88

## Aktivkohleinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung

8.4.5	Vorbereitung der ersten Filterspülung nach Befüllung mit GAK .....	88
8.4.6	Filterspülung .....	89
8.4.7	Hinweise Filterbetrieb .....	91
8.4.8	Überwachung Reinigungsleistung .....	91
8.4.9	Reaktivierung – Reaktivat.....	91
8.5	Messtechnik.....	92
8.6	Betriebserfahrungen .....	94
<b>9</b>	<b>Wirtschaftliche Aspekte .....</b>	<b>96</b>
<b>10</b>	<b>Verfahrensfindung.....</b>	<b>98</b>
	<b>Quellen und Literaturverzeichnis.....</b>	<b>100</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Porentextur von Aktivkohle .....	15
Bild 2:	Exemplarische Isotherme mit experimentellen Datenpunkten und modellierter Darstellung mittels Freundlich-Modell für einen Einzelstoff .....	16
Bild 3:	Verfahrensschritte zur Herstellung/Reaktivierung von Aktivkohle.....	18
Bild 4:	Exemplarische Siebkurve einer GAK der Körnung 8 × 30 Mesh .....	19
Bild 5:	Äußere Form von Aktivkohle: GAK, PAK, Formkohle.....	19
Bild 6:	Summenverteilung der Partikelmassenanteile ( $Q_3$ mit Index 3 = Masse) von Partikeln der Größe (x) in verschiedenen PAK-Produkten.....	20
Bild 7:	Summenverteilung der Partikelmassenanteile ( $Q_3$ mit Index 3 = Masse) von Partikeln der Größe (x) in zwei PAK-Produkten (Typ A und B), die speziell für die Dosierung vor Membranverfahren konzipiert wurden .....	20
Bild 8:	Kumulierter Energieverbrauch (fossil) für eine Großkläranlage und eine nachgeschaltete Stufe mit Pulveraktivkohle und granulierter Aktivkohle.....	24
Bild 9:	Treibhauspotenzial für eine Großkläranlage und eine nachgeschaltete Stufe mit Pulveraktivkohle und granulierter Aktivkohle .....	25
Bild 10:	Funktionaler Aufbau einer Stufe zur Pulveraktivkohleanwendung .....	27
Bild 11:	Varianten zur Anreicherung von Pulveraktivkohle innerhalb einer adsorptiven Stufe .....	28
Bild 12:	Zweistufige Anwendung von Pulveraktivkohle durch Führung des Adsorbens im Gegenstromprinzip .....	28
Bild 13:	Schlammindex des belebten Schlammes ohne und mit Zugabe von Pulveraktivkohle .....	30
Bild 14:	Verfahrensprinzip zur Simultandosierung von Pulveraktivkohle .....	32
Bild 15:	Verfahrensprinzip zur Dosierung von Pulveraktivkohle vor einen Filter mit gleichzeitiger Führung des Adsorbens im Gegenstromprinzip.....	32
Bild 16:	Verfahren für eine adsorptive Stufe mit interner Anreicherung der Pulveraktivkohle in suspendierter Form und deren Einbindung in die Kläranlage ..	34
Bild 17:	Schematisierte Beladung eines GAK-Filters und resultierende Durchbruchskurve mit zwei Austauschungen der beladenen GAK für ein Einstoffsystem.....	35
Bild 18:	Zusammenhang zwischen den Parametern Filtrationsgeschwindigkeit, GAK-Betthöhe und Kontaktzeit EBCT .....	36
Bild 19:	Zusammenhang zwischen den Parametern Netto-Betriebszeit $t_F$ , Bettvolumina und Kontaktzeit EBCT .....	37

## Aktivkohleinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung

Bild 20:	Ausnutzung des zeitlichen Eliminationstrends von GAK-Filtern bzw. GAK-Filterzellen bei der Parallelschaltung von einzelnen Filtern bzw. Filterzellen ...	38
Bild 21:	Adsorptive und biologische DOC-Entfernung von ozoniertem Wasser nach einer Modellvorstellung in Anlehnung an SIMPSON .....	40
Bild 22:	Aus der Abwassermatrix entstehen durch die Behandlung mit Ozon stabile und labile Oxidationsnebenprodukte und aus den Spurenstoffen Transformationsprodukte. ....	41
Bild 23:	GAK-Filtration, abwärts durchströmt .....	42
Bild 24:	Beispiel für den Ersatz eines konventionellen Filtermaterials durch GAK bei einem abwärts durchströmten Filter .....	42
Bild 25:	Zweistufige Filtration mit GAK-Filter .....	43
Bild 26:	GAK-Filtration im Druckfilter .....	44
Bild 27:	GAK-Filtration, aufwärts durchströmt .....	44
Bild 28:	Schema kontinuierlich betriebener GAK-Filter .....	46
Bild 29:	GAK-Anwendung im Wirbelbett.....	47
Bild 30:	Zusammenhang zwischen der Carbamazepin-Entfernung und des SAK <sub>254</sub> -Rückgangs für 18 verschiedene Pulveraktivkohle-Produkte bei Dosen von 20 mg/L und 30 mg/L und einer Kontaktzeit von 0,5 h im Kläranlagenablauf....	51
Bild 31:	Zusammenhang zwischen der Sulfamethoxazol-Entfernung und des SAK <sub>254</sub> -Rückgangs in verschiedenen Kläranlagenabläufen .....	51
Bild 32:	Bestandteile der Gesamtelimination einer Kläranlage bei Einsatz von PAK .....	52
Bild 33:	Spurenstoffeliminationsleistung verschiedener PAK-Verfahren .....	53
Bild 34:	Auswirkung der PAK-Rückführung in die biologische Stufe auf die Gesamtelimination der Kläranlage .....	54
Bild 35:	Prozentualer Umfang und Zusammensetzung der adsorptiven Gesamtelimination zweistufiger PAK-Verfahren .....	55
Bild 36:	Abnahme der Eliminationsgrade für Diclofenac und Carbamazepin in Abhängigkeit der durch fünf großtechnischen Anlagen durchgesetzten BV von GAK-Filtern mit individuellen Parametern .....	57
Bild 37:	Abnahme der Eliminationsgrade für Diclofenac und Carbamazepin in Abhängigkeit der durch einen quasi-kontinuierlich gespülten Filter durchgesetzten BV im Vergleich zu einem diskontinuierlich, d. h. periodisch gespülten Filter .....	58
Bild 38:	Fließbild der ARA Ergolz 1 mit PAK-Stufe und Raumfiltration im Groß- und Pilotmaßstab.....	63
Bild 39:	Einbau von PAK in belebten Schlamm .....	65
Bild 40:	Prinzipskizze der drei untersuchten AK-Verfahren.....	67
Bild 41:	Entnahmelistung im GAK-Filter für ausgewählte Spurenstoffe über einen Zeitraum von 1,5 Jahren.....	68
Bild 42:	Entnahmewirkung im kontinuierlich betriebenen GAK-Filter für ausgewählte Spurenstoffe über einen Zeitraum von 4,5 Jahren.....	69
Bild 43:	Schematische Einbindung Verfahrenskombination Ozon & GAK .....	70
Bild 44:	Verfahrensprinzip Pilotanlage KA Detmold .....	72
Bild 45:	Eliminationsgrade des Kombiprozesses aus Ozonung (bei geringem Ozoneintrag von 2 mg/L; z <sub>spez.</sub> = 0,16 g bis 0,31 g O <sub>3</sub> /g DOC) plus nachgeschalteter BAK im Vergleich mit einer GAK ohne Vorozonung für 6 NRW-Leitparameter .....	72
Bild 46:	Vergleich der real gemessenen Eliminationsgrade für die Verfahrensvarianten mit einer theoretisch berechneten Reihenschaltung (Prognose) der Prozesse Ozonung plus GAK 3.1 für 6 NRW-Leitparameter in Abhängigkeit der Beladungszunahme der Aktivkohlen an Spurenstoffen .....	73

## Aktivkohleinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung

Bild 47:	Verfahrensfließbild der volltechnischen Pilotierung auf der ARA Bülach .....	74
Bild 48:	Korrelation der Kontaktzeit mit der Elimination der Spurenstoffe als Mittelwert der zwölf Schweizer Leitsubstanzen der Überwachung aus der Projektphase 1 ohne Ozonung .....	75
Bild 49:	Elimination der 12 Schweizer Leitsubstanzen bei unterschiedlichen Ozoneinträgen und das Mittel der Elimination aller 12 Leitsubstanzen .....	76
Bild 50:	Elimination der 12 Schweizer Leitsubstanzen bei unterschiedlichen Ozoneinträgen und in Kombination mit der GAK-Filtration sowie das Mittel der Elimination aller 12 Leitsubstanzen nach Ozonung und GAK-Filtration .....	76
Bild 51:	Schematische Einbindung Verfahrenskombination Ozon & PAK.....	77
Bild 52:	Geplantes Verfahrensschema der 4. Reinigungsstufe auf der ARA Basel .....	78
Bild 53:	Silos zur Bevorratung von Pulveraktivkohle .....	81
Bild 54:	Wechselcontainersysteme, im Zusammenspiel mit einer mobilen Dosieranlage, Dauereinsatz auf einer Kläranlage .....	82
Bild 55:	ISV des Aktivkohleschlamms .....	84
Bild 56:	PAK-Konzentrationen in Ablaufströmen verschiedener Kläranlagen, bestimmt mittels TGA .....	85

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Adsorbierbarkeit von Substanzen unterschiedlicher Anwendungsgebiete an Aktivkohle .....	48
Tabelle 2:	Betriebsbedingungen von 6 GAK-Filter auf 5 Kläranlagen .....	57
Tabelle 3:	Betriebsbedingungen eines kontinuierlich gespülten GAK-Filters im Vergleich zu einem diskontinuierlich gespülten .....	59
Tabelle 4:	Umsetzung der nachgeschalteten PAK-Anwendung in Form des „Ulmer Verfahrens“, Stand 2017 .....	61
Tabelle 5:	Übersicht über großtechnische Versuche zum Verfahren „PAK-Dosierung vor einen Filter“ .....	63
Tabelle 6:	Untersuchungen zur PAK-Simultandosierung .....	64
Tabelle 7:	Kläranlagen mit dauerhaftem Betrieb eines GAK-Filters.....	65
Tabelle 8:	Kläranlagen mit großtechnischen Versuchen zur GAK-Filtration .....	66
Tabelle 9:	Beispielhafte sicherheitstechnische Kenngrößen für Pulveraktivkohle.....	86
Tabelle 10:	Online-Messtechnik für das Monitoring bei PAK-Verfahren.....	92
Tabelle 11:	Online-Messtechnik für das Monitoring bei GAK-Filtern .....	93
Tabelle 12:	Teilnehmende Kläranlagen an der Befragung des Betriebspersonals .....	94
Tabelle 13:	Exemplarische Bewertungsmatrix zur Verfahrensauswahl .....	99

# 1 Einleitung

Als ein bedeutender Eintragspfad für viele gelöste organische Spurenstoffe in die Gewässer werden kommunale Kläranlagen angesehen. Diese sind aufgrund der geschichtlichen Entwicklung der Abwasserreinigung technisch primär für den Rückhalt von Feststoffen, den biologischen Abbau von organischen Stoffen sowie die Elimination von Nährstoffen ausgelegt. Ein wesentlicher Anteil an gelösten organischen Spurenstoffen wird jedoch mit diesen Reinigungsverfahren, auch wenn sie dem Stand der Technik entsprechen, nur in geringem Umfang oder gar nicht eliminiert.

Ab der letzten Jahrtausendwende hat man daher damit begonnen zu untersuchen, welche Verfahren sich, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten, zur Anwendung auf kommunalen Kläranlagen eignen, um die nach der biologischen Reinigung in der gelösten Phase des Abwassers enthaltenen organischen Spurenstoffe gezielt zu eliminieren. Als mögliche Technologien haben sich hierfür bislang sowohl die Ozonung als auch die Aktivkohleadsorption ergeben (ABEGGLEN & SIEGRIST 2012). Anfangs waren es bei der Aktivkohleanwendung ausschließlich Verfahren mit Pulveraktivkohle, die für diesen Zweck als umsetzbar galten. Mittlerweile wird jedoch auch die Filtration über granulierten Aktivkohle als ein geeignetes Verfahren für die gezielte Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen erachtet (METZGER et al. 2015, KOM-M.NRW, 2018).

Der Umfang der Spurenstoffeliminationsleistung bei Aktivkohleverfahren wird primär von der im Prozess verfügbaren, noch nicht beladenen Aktivkohle bestimmt. So ist es zwar theoretisch möglich, mit Aktivkohle die meisten gelösten organischen Spurenstoffe aus dem Abwasser zu entfernen, praktisch jedoch bedarf es hierzu pro Volumeneinheit sehr großer Aktivkohlemengen, was nicht zuletzt unwirtschaftlich ist. Daher wird mit Aktivkohleverfahren im Praxisbetrieb, ebenso wie mit der Ozonung auf Kläranlagen, immer nur ein Teil der im Abwasser vorhandenen Spurenstoffe entfernt werden können. Mit wirkungsbezogener Analytik (öko- und humantoxikologische Tests) konnte der Nachweis geführt werden, dass durch die Aktivkohleadsorption die Abwasserqualität deutlich verbessert wird (BÖHLER et al. 2017, RÖBLER & KAPP 2012, TRIEBSKORN 2017).

Im Jahr 2010 wurde erstmals im Klärwerk Mannheim ein Pulveraktivkohleverfahren als Pilotbetrieb für die Behandlung von einem Fünftel des Trockenwetterzuflusses eingerichtet (ALT & MAURITZ 2010). Bereits im Jahr darauf wurde in drei weiteren Kläranlagen in Baden-Württemberg ein dauerhaft installiertes Pulveraktivkohleverfahren zur gezielten Spurenstoffelimination in Betrieb genommen. Parallel dazu wurden auf weiteren Kläranlagen, insbesondere in Nordrhein-Westfalen und der Schweiz, weitere Pilotversuche zur Aktivkohleanwendung auf Kläranlagen im großtechnischen Maßstab eingerichtet. Ende des Jahres 2017 zählte man im deutschsprachigen Raum rund 20 Kläranlagen, auf denen Aktivkohle dauerhaft zur Abwasserreinigung eingesetzt wird, von mehr als 15 weiteren Kläranlagen ist bereits bekannt, dass sie in den nächsten fünf Jahren um ein Aktivkohleverfahren zur gezielten Spurenstoffelimination erweitert werden.

Mitte des Jahres 2018 lagen noch nicht für alle als geeignet geltenden Aktivkohleverfahren Erfahrungen aus mehreren Kläranlagen zum Dauerbetrieb vor.

Neben dem Betrieb eines einzelnen Aktivkohleverfahrens wird bereits auf mehreren Kläranlagen die Möglichkeit der kombinierten Anwendung von Ozonung und Aktivkohleadsorption untersucht.