



Gemeinde Heiden

Ergänzung zur Machbarkeitsstudie

# Mögliche Auswirkungen auf das Gewässer Dorfbach durch eine Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufe auf der Kläranlage Heiden

 **Ingenieurbüro  
Rummler + Hartmann  
GmbH**

Havixbeck, im Juli 2016

**Auftraggeber:** Gemeinde Heiden  
Rathausplatz 1  
46355 Heiden

.....  
Unterschrift

**Aufgestellt durch:** Ingenieurbüro Rummler + Hartmann GmbH  
Hohenholter Straße 14 a  
48329 Havixbeck

**Bearbeitung:** Kai Harmjanßen B.Eng.



.....  
Dipl.-Ing. Manfred Rummler

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Abbildungsverzeichnis**

### **Tabellenverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Darstellung der Gewässersituation des Dorfbachs.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Prognostizierte Auswirkungen der Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufe auf die Gewässersituation.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>12</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Verlauf des Gewässers Dorfbach (verändert und ergänzt nach [2]) ..... 2

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Auflistung aller bekannten Ablaufparameter der Kläranlage Heiden, sowie aller bekannten Parameter im Gewässer Dorfbach..... 4

Tabelle 2: Eliminationsleistungen von Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufen ..... 8

## 1 Einleitung

Für die Kläranlage Heiden wurde eine Machbarkeitsstudie durch das Ingenieurbüro Rummler + Hartmann GmbH angefertigt, die sich mit dem Thema der Mikroschadstoffelimination auseinandersetzt und Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Heiden aufzeigt.

Im Rahmen der Studie wurde eine Mikroschadstoffanalyse am Ablauf der Kläranlage Heiden vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Mikroschadstoffanalyse zeigten, dass einige der gemessenen Stoffe in auffällig hohen Konzentrationen wiederzufinden waren.

Die zur Mikroschadstoffelimination vorgeschlagenen Varianten wurden auf einer Teilfläche des Regenrückhaltebeckens 1 vorgesehen. Eine Ozonung wurde nicht vorgeschlagen, da im Ablauf der Kläranlage Heiden das Halogenid Bromid nachgewiesen wurde, welches in einer Ozonung zum potenziell kanzerogenen wirksamen Stoff Bromat oxidiert.

Insgesamt wurden vier Reinigungsverfahren vorgeschlagen, welche allesamt in den Kläranlagenbetrieb integrierbar sind. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Varianten:

- Variante 1.1: **PAK-Adsorption** und Sedimentation im umgebauten Nachklärbecken 1 mit anschließender DynaSand-Filtration und Rezirkulation in die Belebungsbecken
- Variante 1.2: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender DynaSand-Filtration und Rezirkulation in die Belebungsbecken
- Variante 1.3: **PAK-Adsorption** im Belebungsbecken mit anschließender Tuchfiltration
- Variante 2: **GAK-Adsorption** im DynaCarbon-Filter mit vorgeschalteter DynaSand-Filtration

Da durch die Umbaumaßnahmen bei Variante 1.1 eine Vollstrombehandlung möglich ist und vergleichbare Anlagen in der Vergangenheit zu guten Ergebnissen hinsichtlich ihrer Eliminationsleistung auf Mikroschadstoffe geführt haben, wurde die **Variante 1.1** letztlich als Vorzugsvariante benannt.

Wird ein Umbau des Nachklärbeckens 1 nicht gewünscht, wurde **Variante 1.2** als zweite Vorzugsvariante benannt. Auf ein Neu- oder Umbau eines Sedimentationsbeckens wird hierbei verzichtet. Auch wenn eine solche Anlage im großtechnischen Maßstab noch nicht existiert, so weisen alle im Laufe der Machbarkeitsstudie aufgeführten Erkenntnisse darauf hin, dass die Umsetzung der Variante 1.2 ein sinnvolles Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen ist.

Auf Anweisung des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) wurde jüngst entschieden, dass neben den Ergebnissen aus der Machbarkeitsstudie nun „eine Aussage darüber zu treffen ist, z. B. ob die Errichtung einer 4. Reinigungsstufe zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes oder des guten ökologischen Potentials im Wasserkörper beitragen kann“ [1].

Diese Ergänzung der Machbarkeitsstudie befasst sich mit der Gewässersituation des an der Kläranlage Heiden anliegenden Dorfbachs. Im Rahmen dieser Ergänzung wird eingeschätzt, wie weit die benannten Vorzugsvarianten dazu im Stande sind, eine Verbesserung der Gewässersituation hervorzurufen, um den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie näher zu kommen.

## 2 Darstellung der Gewässersituation des Dorfbachs

Das Gewässer Dorfbach beginnt mit dem Ablauf der Kläranlage Heiden. Der Dorfbach hat eine Länge von 2.976 m und fließt in das Gewässer Engelradingbach. Der Verlauf des Dorfbachs ist in Abbildung 1 dargestellt.



**Abbildung 1:** Verlauf des Gewässers Dorfbach (verändert und ergänzt nach [2])

Die Probenahme für die Analysen der unterschiedlichen Parameter im Dorfbach erfolgte laut Analyselabor etwa 1 km nach dem Kläranlagenablauf, genauer zu sehen in Abbildung 1.

Das Luftbild aus Abbildung 1 lässt vermuten, dass der Dorfbach infolge der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächennutzung durch die Einleitung von Düngemittelinhaltsstoffen beeinträchtigt wird. Häufig sind Stickstoff- und Phosphatverbindungen in Düngemitteln enthalten, wie beispielsweise Ammoniumnitrat und Ammoniumphosphat. Diese können ins Gewässer eingetragen werden und die Gewässergüte verändern. Ebenso können bei der Verwendung von organischen Düngern (gemeint ist Gülle, Mist und Jauche) Tierarzneimittelwirkstoffe über die Landwirtschaft ins Gewässer gelangen. Inwiefern die Düngemittelinhaltsstoffe den Zustand des Dorfbachs verschlechtern, ist schwer abzuschätzen.

Alle bekannten Analysen vom Ablauf der Kläranlage Heiden und vom Gewässer Dorfbach wurden zusammengetragen und sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Tabelle 1 ist in Zeile 1 in drei Spalten unterteilt. Spalte 1 beschreibt alle Daten und Parameter, welche im Ablauf der Kläranlage Heiden erfasst wurden. Spalte 2 beschreibt alle Daten und Parameter, welche etwa 1 km unterhalb der Kläranlage Heiden im Gewässer Dorfbach erfasst wurden. Die dritte Spalte beschreibt alle Parameter, die zur Erreichung des „guten Zustands“ der Gewässer in Nordrhein-Westfalen angestrebt werden.

Die Daten und Parameter der Spalte 1 sind wie folgt unterteilt:

- Die ersten beiden Unterspalten zeigen die Ergebnisse aus den Analysen im Rahmen der Machbarkeitsstudie.
- Die dritte und vierte Unterspalte zeigt die Ergebnisse im Rahmen der Einleiterüberwachung durch die Bezirksregierung Münster.
- Die letzten beiden Unterspalten führen die Ergebnisse auf, welche auf Grundlage der betriebsinternen Kläranlagenablaufwerte ermittelt wurden.

Die Daten und Parameter der Spalte 2 sind wie folgt unterteilt:

- Die erste Unterspalte zeigt die Maximalwerte des ersten Monitoringzyklus Nordrhein-Westfalen (2005 bis 2008). Im Rahmen dieses Zyklus wurden für die aufgeführten Parameter vier Messungen durchgeführt.
- Die zwei weiteren Unterspalten zeigen die im Rahmen gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchung (inkl. Mikroschadstoffe) analysierten Ergebnisse des zuständigen Analyselabors.

Die Daten und Parameter der Spalte 3 sind wie folgt unterteilt:

- In den ersten beiden Unterspalten sind die Parameter aufgeführt, die zur Erreichung des guten ökologischen Zustand oder des guten ökologischen Potenzials (1. Unterspalte) bzw. für den sehr guten ökologischen Zustand oder das höchste Potenzial (zweite Unterspalte) in dem aktuellen Entwurf der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom April 2015 aufgeführt sind. Es wird darauf hingewiesen, dass die Schwellenwerte der 1. Unterspalte maßgebend sind und nur diese laut Wasserrahmenrichtlinie in allen Mitgliedsstaaten mindestens erreicht werden sollen.
- Die dritte Unterspalte beschreibt die Parameter, die der sogenannten D4-Liste (Stand April 2014) zur Bewertung der Oberflächengewässer für den zweiten Monitoringzyklus 2009 bis 2011 in Nordrhein-Westfalen zugrunde gelegt wurden. Bei den aufgeführten Schwellenwerten handelt es sich nicht um Umweltqualitätsnormen, sondern um Orientierungs- und Präventive Vorsorgewerte. Diese Werte werden unterstützend zur Beurteilung des ökologischen Zustandes herangezogen.

**Tabelle 1:** Auflistung aller bekannten Ablaufparameter der Kläranlage Heiden, sowie aller bekannten Parameter im Gewässer Dorfbach

Datum / Beschreibung		Ablaufwerte Kläranlage Heiden						Werte unterhalb der Kläranlage Heiden im Dorfbach			Werte für den „guten Zustand“ im Dorfbach		
		18.- 21.11.14	19.- 22.01.15	13.03. 2015	11.05. 2015	2008- 2013	2012- 2013	2005- 2008	19.01.2015	06.07.2015	Ökologischer Zustand und Potenzial (laut Entwurf der OGewV 12.2015)		D4- Liste
Parameter	Quelle/ Notiz Einheit	Mach- barkeits- studie	Mach- barkeits- studie	BezReg MS	BezReg MS	85Per- zentil Ablauf KA	85Per- zentil Ablauf KA	Maxi- mum	Vorge- schriebene Untersu- chung	Vorge- schriebene Untersu- chung	Guter Zustand und gutes Potenzial	Sehr guter Zu- stand und höch- stes Potenzial	
Vor-Ort-Parameter													
Lufttemperatur	°C			6,2	18,8			24	0	28			
Wasser- temperatur	°C							19,9	4	20,9			
Farbe	-								sehr schwach gelblich	schwach gelblich			
Trübung	-								fast klar	fast klar			
Geruch	-								ohne	ohne			
pH-Wert	-			7,6	7,2			7,9	7,43	7,74			
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm			1170	960			1100	798	1000			
Sauerstoffgehalt	mg/l			6	5				8,59	3,55			
Laborparameter (Allgemeine physikalisch-chemische Parameter)													
Chlorid	mg/l							163	73	120	≤ 200	≤ 50	
Nitrat	mg/l			2,27	0,774	2,05	1,927	6,5	7,23	2,26			
Nitrit	mg/l			0,088	< 0,02	0,132	0,127	0,11	0,027	0,043	≤ 30 / ≤ 50	≤ 10	
Ammonium	mg/l			0,41	0,12	0,61	0,544	0,41	0,15	0,17	≤ 0,1 / ≤ 0,2	≤ 0,04	
Gesamtposphor	mg/l			0,4	0,51	0,74	0,66	0,51	0,31	0,6	≤ 0,1	≤ 0,05	
Orthophosphat	mg/l			0,244	0,34				< 0,04	0,3	≤ 0,07	≤ 0,02	



		Ablaufwerte Kläranlage Heiden						Werte unterhalb der Kläranlage Heiden im Dorfbach			Werte für den „guten Zustand“ im Dorfbach		
Datum / Beschreibung		18.-21.11.14	19.-22.01.15	13.03.2015	11.05.2015	2008-2013	2012-2013	2005-2008	19.01.2015	06.07.2015	Ökologischer Zustand und Potenzial (laut Entwurf der OGewV 12.2015)		
Parameter	Quelle / Notiz	Machbarkeitsstudie	Machbarkeitsstudie	BezReg MS	BezReg MS	85Perzentil Ablauf KA	85Perzentil Ablauf KA	Maximum	Vorgeschriebene Untersuchung	Vorgeschriebene Untersuchung	Guter Zustand und gutes Potenzial	Sehr guter Zustand und höchstes Potenzial	D4-Liste
	Einheit												
TOC	mg/l			8,9	6,1			9,3	8,7	9,7	< 7	< 7	
BSB5	mg/l								2,74	1,2	< 4	< 4	
Laborparameter (Mikroschadstoffe)													
Benzotriazol	µg/l	4,8	3						1,5	2,2			0,1
Carbamazepin	µg/l	0,29	0,82	0,78	0,75				0,13	0,56			0,5
Clarithromycin	µg/l	0,11	0,19	0,35	< 0,1				0,081	< 0,1			0,02
Diclofenac	µg/l	1,4	2,2	2,5	2				0,83	0,76			0,1
Metoprolol	µg/l	1,5	0,79	1,5	1,2				0,7	0,56			7,3
Sotalol	µg/l	0,4	0,34	0,52	0,39				0,19	0,33			0,1
Sulfamethoxazol	µg/l	0,4	0,43	0,24	0,29				0,28	< 0,1			0,15
Bemerkung		72h-Mischprobe		Qualifizierte Stichprobe					Stichprobe gemäß DIN 38402-A15				
Legende													
		Erhöhter Wert bezugnehmend auf den Schwellenwert für den sehr guten ökologischen Zustand bzw. das höchste ökologische Potenzial											
		Erhöhter Wert bezugnehmend auf den Schwellenwert für den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial											
		Erhöhter Wert bezugnehmend auf den Schwellenwert für den guten ökologischen Zustand, abgeleitet aus der D4-Liste NRW											

In Tabelle 1 wurden die Parameter farblich markiert, die im Vergleich zu den Werten für den guten ökologischen Zustand/das gute ökologische Potenzial und den Werten für den sehr guten ökologischen Zustand/das höchste Potenzial und über dem Schwellenwerten lagen.

Wird angestrebt, einen sehr guten ökologischen Zustand bzw. das höchste ökologische Potenzial im Dorfbach zu erreichen, müsste die Chlorid-Konzentration im Dorfbach reduziert werden. Diese lag bei allen drei Messergebnissen über dem Schwellenwert für den sehr guten ökologischen Zustand/das höchste ökologische Potenzial. Der gute ökologische Zustand/das gute ökologische Potenzial ist im Hinblick auf die genannten Chlorid-Messergebnisse gegeben.

Im Hinblick auf den guten ökologischen Zustand/das gute ökologische Potenzial lagen im Gewässer Dorfbach folgende Werte über dem Schwellenwert:

- Ammonium
- Gesamtphosphor
- Orthophosphat
- Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)

Werden die Werte dieser Parameter mit den Werten am Kläranlagenablauf verglichen, fällt auf, dass es zu keinen ausgeprägten Reduktionen im Gewässerverlauf des Dorfbachs kommt. Lediglich die Ammonium-Konzentration ist im Mittel niedriger im Gewässer Dorfbach, als im Ablauf der Kläranlage Heiden.

Im Hinblick auf den ökologischen Zustand des Gewässers Dorfbach lagen folgende Werte über dem unterstützend hergeleiteten Schwellenwert der D4-Liste:

- Benzotriazol
- Carbamazepin
- Clarithromycin
- Diclofenac
- Sotalol
- Sulfamethoxazol

Werden die Werte dieser Parameter mit den Werten am Kläranlagenablauf verglichen, ist zu erkennen, dass die Konzentrationen aller Parameter im Gewässer Dorfbach in geringeren Konzentrationen vorlagen. Letztlich ist jedoch festzuhalten, dass bei sechs der sieben analysierten Mikroschadstoffe unterhalb des Kläranlagenablaufs im Dorfbach erhöhte Konzentrationen nachgewiesen wurden. Der Schwellenwert für den guten ökologischen Zustand ist lediglich bei dem Betablocker Metoprolol in beiden Proben unterschritten worden.

Ein landwirtschaftlicher Einfluss auf die Parameter im Dorfbach ist auf Grundlage der Informationen aus Tabelle 1 schwer abzuschätzen. Lediglich beim Nitrat wurden im Gewässer durchweg höhere Konzentrationen nachgewiesen, als im Kläranlagenablauf. Auch beim

Phosphat und Phosphor kann vermutet werden, dass die Düngemittelnutzung hier zu temporär höheren Werten im Gewässer führt (im Vergleich zum Kläranlagenablauf).

Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grundlage der Tabelle 1 ein direkter Zusammenhang zwischen den Parametern im Kläranlagenablauf und im Gewässer nicht getroffen werden kann. Bis auf die Stichprobe vom 19.01.2015 (13:15 bis 13:40 Uhr) und die Mischprobe vom 19.01.2015 (13:00 Uhr) bis 22.01.2015 (13:00 Uhr) wurden alle weiteren Proben in unterschiedlichen Zeiträumen gezogen und bewertet.

Zusammenfassend verdeutlichen die Ergebnisse der Tabelle 1, dass die stoffliche Belastung im Dorfbach nicht getrennt von der Einleitung der Kläranlage Heiden betrachtet werden kann. Trotz unterschiedlicher Probenahmezeiträume ist ein Zusammenhang zwischen Ablaufparametern der Kläranlage und den Parametern im Gewässer zu erkennen.

### **3 Prognostizierte Auswirkungen der Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufe auf die Gewässersituation**

Wie eine PAK-Adsorptionsstufe auf der Kläranlage Heiden die Parameter im Gewässer Dorfbach beeinträchtigen wird, kann nicht genau vorhergesagt werden. An dieser Stelle wird lediglich eine Prognose auf Grundlage der Eliminationsraten vorhandener PAK-Adsorptionsstufen angegeben.

Es wird angemerkt, dass es zahlreiche unterschiedliche Möglichkeiten gibt, eine PAK-Adsorptionsstufe zu realisieren. Eine exakt vergleichbare Adsorptionsstufe, wie sie in der Machbarkeitsstudie für die Kläranlage Heiden vorgeschlagen wurde, gibt es nicht. Die Adsorptionsstufen der in Tabelle 2 aufgeführten Quellen wurden alle unterschiedlich betrieben.

Die Recherche der Eliminationsraten von PAK-Adsorptionsstufen ergab, dass die Eliminationsraten der in Tabelle 2 aufgeführten Vor-Ort-Parameter kaum bis gar nicht bemessen wurden. Lediglich die Eliminationsrate des Gesamtphosphor- und TOC-Gehalts wurde in jeweils zwei Quellen aufgeführt.

Die Eliminationsraten der Laborparameter aus Tabelle 2 wurden häufiger untersucht. Beim Sotalol wurden keine Eliminationsraten gefunden. Beim Clarithromycin führte lediglich eine Quelle die Eliminationsrate auf.

Bei den zitierten Quellen der Tabelle 2 handelt es sich um die Ergebnisse aus Artikeln mehrerer Fachzeitschriften und um Ergebnisse aus unterschiedlichen Studien, welche infolge des Betriebs von großtechnischen Anlagen und Pilotanlagen ermittelt wurden. Die Eliminationsraten in Tabelle 2 wurden teilweise aus Grafiken abgelesen, weshalb sie minimal abweichen können und aus diesem Grund mit „ca.“ beschrieben sind.

**Tabelle 2:** Eliminationsleistungen von Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufen

Quelle		Eliminationsleistung							
		[3]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
Parameter	Notiz Einheit	10 mgPAK/l	20 mgPAK/l	10 mgPAK/l	5 bis 28 mgPAK/l	15 mgPAK/l	20 mgPAK/l	20 bis 80 mgPAK/l	10,5 bis 23,7 mgPAK/l
Laborparameter (Allgemeine physikalisch-chemische Parameter)									
Chlorid	mg/l								
Nitrat	mg/l								
Nitrit	mg/l								
Ammonium	mg/l								
Gesamtphosphor	mg/l					74%	ca. 70%		
Orthophosphat	mg/l								
TOC	mg/l	Im Mittel 28%					ca. 38%		
BSB5	mg/l								
Laborparameter (Mikroschadstoffe)									
Benzotriazol	µg/l	ca. 73-88%	ca. 92-98%	ca. 78-92%	ca. 80-96%	min. 34%	ca. 69%		ca. 87%
Carbamazepin	µg/l	ca. 73-87%	ca. 87-96%	ca. 80-92%	ca. 83-92%	ca. 82%	ca. 82%	84-98%	81-89%
Clarithromycin	µg/l					min. 21%			
Diclofenac	µg/l	ca. 46-64%	ca. 82-93%	ca. 77-98%	ca. 81-98%	ca. 86%	ca. 78%	65-93%	76-77%
Metoprolol	µg/l			ca. 90-98%	ca. 93-98%	bis 100%	ca. 82%		
Sotalol	µg/l								
Sulfamethoxazol	µg/l	ca. 21-38%	ca. 40-83%	ca. 17-64%	ca. 12-88%	ca. 79%	ca. 42%	24-70%	19-41%

Die in Tabelle 2 aufgeführten Eliminationsraten unterschiedlicher PAK-Adsorptionsstufen deuten darauf hin, dass einige Parameter mäßig bis sehr gut durch eine PAK-Adsorptionsstufe auf der Kläranlage Heiden eliminiert werden können.

Auf die Parameter, für die eine Eliminationsrate infolge einer PAK-Adsorption nachgewiesen wurde, wird im Folgenden eingegangen:

- Für den **Gesamtphosphor** scheint eine gute Eliminationsrate durch einen Kläranlagenausbau möglich. Die recherchierten Raten lagen zwischen 70 und 74%. Wird von einer 70%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte der Kläranlage von 0,12 bis 0,222 mg/l möglich.
- Beim **TOC** werden weniger gute Eliminationsraten prognostiziert. Diese lagen zwischen 28 und 38%. Wird von einer 30%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 4,27 bis 6,23 mg/l möglich, womit der sehr gute ökologische Zustand und das höchste Potenzial für den TOC im Ablauf der Kläranlage erreicht wäre.
- Das **Benzotriazol** scheint gut eliminierbar zu sein. Die minimale Eliminationsrate wurde bei einer Quelle mit 34% angegeben. Bei den restlichen sechs Quellen lagen die Raten zwischen 69 und 98%. Wird von einer 75%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,75 bis 1,2 µg/l möglich.
- Eliminationsraten von **Carbamazepin** wurden in allen Quellen aufgeführt. Diese lagen zwischen 73 und 96%. Wird von einer 75%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,0725 bis 0,205 µg/l möglich, womit der unterstützend hergeleitete Schwellenwert für den guten ökologischen Zustands laut D4-Liste für Carbamazepin unterschritten wäre.
- Beim **Clarithromycin** wird lediglich eine Quelle mit einer Eliminationsrate von 21% aufgeführt. Wird hier von einer 20%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,088 bis 0,28 µg/l möglich.
- Auch beim **Diclofenac** wurden in allen Quellen Eliminationsraten aufgeführt. Diese lagen zwischen 46 und 98%. Wird von einer 75%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,35 bis 0,625 µg/l möglich.
- Die Elimination von **Metoprolol** wurde in vier Quellen untersucht. Die Eliminationsraten hierbei lagen zwischen 82 und 100%. Wird von einer 90%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,079 bis 0,15 µg/l möglich.
- Beim **Sulfamethoxazol** wird eine mäßige Eliminationsrate prognostiziert. In den Quellen lag diese zwischen 12 und 88%. Wird von einer 45%-igen Elimination ausgegangen, so sind im Bezug auf Tabelle 1 Ablaufwerte von 0,132 bis 0,2365 µg/l möglich.

Wie erwähnt, ist es unmöglich eine verlässliche Prognose über den Zustand des Dorfbachs nach einer Erweiterung der Kläranlage Heiden um eine PAK-Adsorptionsstufe abzugeben. Es kann lediglich festgehalten werden, dass die Ablaufwerte der Kläranlage durch eine PAK-Adsorptionsstufe teilweise sehr deutlich verbessert werden können. Eine Verbesserung dieser Werte im Gewässer ist eine denkbare Folge hieraus. Ob der gute Zustand im Gewässer Dorfbach letztlich durch die Errichtung einer PAK-Adsorptionsstufe erreicht werden kann, kann jedoch nicht gewährleistet werden. Die Erreichung des guten Zustands erscheint wahrscheinlicher, wenn neben einer Kläranlagenerweiterung auch die durch landwirtschaftliche Einflüsse hervorgerufenen Auswirkungen auf den Dorfbach analysiert und somit flächendeckend Maßnahmen gegen die Verschlechterung des Gewässerzustands ergriffen werden.

Wie sich die Gewässersituation eines Fließgewässers nach dem Ausbau einer PAK-Adsorptionsstufe verändern kann, zeigt ein Projekt am Bodensee namens *SchussenAktivplus*. Im Rahmen dieses Projektes wurden die Auswirkungen des Gewässers Schussen nach dem Ausbau der Kläranlage Langwiese vor und hinter dem Kläranlagenablauf bewertet und mit dem nahe gelegenen Referenzgewässer Argen verglichen. Neben den üblichen Wasserparametern, wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt sowie Phosphor-, Nitrat- und Ammonium-Konzentration standen Mikroschadstoffe im Visier des Forschungsprojektes. Insgesamt wurden im Rahmen von *SchussenAktivplus* über 100 Mikroschadstoffe untersucht. Es gab Hinweise darauf, dass diese Stoffe auch in geringen Konzentrationen auf die Umwelt wirken. Aber weder die Wirkung der einzelnen Stoffe selbst, noch das Zusammenwirken dieses „Schadstoffcocktails“ waren bisher ausreichend erforscht [10].

Als Ergebnis des Forschungsprojektes wurden deutliche Vorteile für das Ökosystem hinter dem Kläranlagenablauf nach dem Ausbau der Kläranlage erkannt. So wurden Mikroschadstoffe und deren Wirkungen um 80 bis 90% reduziert. Auch konnte die Anzahl resistenter und nicht resistenter Bakterien drastisch gesenkt werden. Maximal 15 Monate nach Inbetriebnahme der PAK-Adsorptionsstufe zeigten Forellen unterhalb der Kläranlage Langwiese weniger Schäden. Ebenso verbesserte sich die Lebensgemeinschaft der am Gewässerboden lebenden Organismen. Es kamen insgesamt mehr und auch für Umwelteinflüsse empfindliche Arten vor. Auch verbesserte sich die Fortpflanzung der Fische [11].

Neben den genannten Vorteilen deuteten sich weitere Vorteile nach dem Kläranlagenausbau unterhalb des Kläranlagenablaufs im Gewässer Schussen an, welche im Folgenden kurz dargestellt werden [12]:

- Verbesserter Gesundheitszustand frei lebender Fische
- Reduzierte Embryotoxizität
- Reduzierte Genotoxizität
- Gesünderer Zustand der Fischpopulation
- Natürlichere Reproduktion von Bachforellen (alle Altersklassen vertreten)
- Vollständige Elimination der Dioxin-ähnlichen Aktivität im Ablauf der Kläranlage sowie im Oberflächengewässer

- Gesundere Invertebraten-Gemeinschaften

Inwieweit die Untersuchungsergebnisse des SchussenAktiv*plus*-Projektes sich auf das Gewässer Dorfbach übertragen lassen, ist schwer einzuschätzen. Sie lassen lediglich eine Tendenz erahnen, wie weit die Gewässersituation im Dorfbach durch den Ausbau einer PAK-Adsorptionsstufe auf der Kläranlage Heiden verbessert werden kann.

#### **4 Zusammenfassung**

Diese Ergänzung der Machbarkeitsstudie befasst sich mit den möglichen Auswirkungen auf das Gewässer Dorfbach durch eine Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufe auf der Kläranlage Heiden.

Der Zustand des Dorfbachs entspricht nicht dem eines vergleichbaren naturbelassenen Gewässers. Dies wird einerseits durch das Vorhandensein synthetisch hergestellter anthropogener Stoffe im Wasser deutlich. Aber auch die erhöhten Konzentrationen organischer Stoffe lassen den Entschluss zu, dass der Zustand des Dorfbachs durch äußere Einflüsse beeinträchtigt wird. Einer der Gründe, warum der Dorfbach nicht einem naturbelassenen Gewässer entspricht, ist der Ablauf der Kläranlage Heiden.

Im Rahmen dieser Ergänzung wurde zunächst die Gewässersituation des abflussschwachen und etwa 2.976m langen Dorfbachs dargestellt. Es wurden die Ablaufwerte der Kläranlage mit den Werten, etwa 1 km unterhalb des Kläranlagenablaufs verglichen. Zwar konnten die zur Verfügung stehenden Werte nicht unmittelbar miteinander in Zusammenhang gebracht werden, jedoch wiesen sie darauf hin, dass die Ablaufkonzentrationen der Kläranlage nicht getrennt von den Konzentrationen im Dorfbach betrachtet werden können. Ein Zusammenhang ist zu erkennen.

Es wurde dargestellt, wie weit eine Pulveraktivkohle-Adsorptionsstufe die Konzentrationen der betrachteten Parameter reduzieren kann. Auf Grundlage recherchierter Eliminationsraten einiger Gewässereinhaltsstoffe wurden die Erkenntnisse auf den Kläranlagenablauf und den Gewässerzustand des Dorfbachs übertragen. Abschließend wurde ein Forschungsprojekt vorgestellt, das die Vorteile im Gewässer Schussen infolge einer Erweiterung der Kläranlage Langwiese durch eine PAK-Adsorptionsstufe aufzeigt.

Letztlich kann festgehalten werden, dass eine Verbesserung des Gewässerzustandes des Dorfbachs infolge eines Ausbaus der Kläranlage Heiden um eine PAK-Adsorptionsstufe wahrscheinlich ist. Es kann jedoch nicht gewährleistet werden, dass hierdurch der gute Zustand erreicht wird.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] **Schreiber, C. (2015)** Machbarkeitsstudie zur Elimination von Mikroschadstoffen der Kläranlage Heiden der Gemeinde Heiden. Anschreiben vom 27.11.2015
- [2] **ELWAS-WEB (2015)** Elektronisches Wasserwirtschaftliches Verbundsystem. <http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>, besucht im Dezember 2015
- [3] **Bastian, D., Malms, S., Pinnekamp, J. (2015)** Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser durch Pulveraktivkohle in Kombination mit einem mikrosandunterstützten Flockungs- und Sedimentationsverfahren (Actiflo Carb). Korrespondenz Abwasser – Abfall (62), Nr. 10, S. 893-900
- [4] **Metzger, S., Imee, O. T., Rößler, A., Schwentner, G., Rölle, R. (2014)** Kosten der Pulveraktivkohleanwendung zur Spurenstoffelimination am Beispiel ausgeführter und in Bau befindlicher Anlagen. Korrespondenz Abwasser – Abfall (61), Nr. 11, S. 1029-1037
- [5] **Rößler, A., Metzger, S. (2014)** Spurenstoffvorkommen und -entnahme in Kläranlagen mit Aktivkohleanwendung in Baden-Württemberg. Korrespondenz Abwasser – Abfall (61), Nr. 5, S. 427-435
- [6] **Zwickenpflug, B., Böhler, M., Sterkele, B., Joss, A., Siegrist, H., Traber, J., Gujer, W., Behl, M., Dorusch, F., Hollender, J. (2010)** Einsatz von Pulveraktivkohle zur Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf
- [7] **Pinnekamp, J. et al. (2012)** Projekt 5: Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen, insbesondere kommunaler Flockungsfiltrationsanlagen durch den Einsatz von Aktivkohle. Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Aachen
- [8] **Fahlenkamp, H., Nöthe, T., Nowotny, N., Launer, M. (2008)** Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen Phase 3. Technische Universität Dortmund, Dortmund
- [9] **Löwenberg, J., Zenker, A., Wientges, T. (2013)** Optimierte Verfahrenskombination von Pulverkohle und Membranfiltration zur Entfernung von Mikroverunreinigungen. Fachhochschule Nordwestschweiz, Olten
- [10] **SchussenAktivplus (2016)** <http://schussenaktivplus.de/de/auf-einen-blick/was-wird-untersucht>, besucht im Januar 2016



[11] **SchussenAktivplus (2016)**

[<http://schussenaktivplus.de/de/aktuelles/pressemitteilungen/forschungsprojekt-schussenaktivplus-bringt-ergebnisse>, besucht im Januar 2016

[12] **Thellmann, P., Triebkorn, R. (2015)** Weiterführende Abwasserbehandlung und ihr Beitrag zur Verbesserung des Ökosystems: Langzeit- und Kurzzeit-Effekte einer Pulveraktivkohlestufe in abwasserbeeinträchtigten Oberflächengewässern. Symposium Mikroschadstoffe, 11.11.2015 in Düsseldorf