



Kläranlage Gescher-Harwick

Ergänzungen zur Machbarkeitsstudie über die weitergehende Spurenstoff- elimination

März 2017 | 1. Ausfertigung
Projektnummer 0270 031





Kläranlage Gescher-Harwick

Ergänzungen zur Machbarkeitsstudie über die weitergehende Spurenstoff- elimination

März 2017 | 1. Ausfertigung
Projektnummer 0270 031

Bearbeitet durch:
Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf
M.Sc. Fernando Urueta

Aufgestellt:
Bochum, im März 2017
bie-uru

Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf

Auftraggeber:

Stadt Gescher
Marktplatz 1
48712 Gescher

Telefon: 02542 60-0
Telefax: 02542 60-123

Bearbeitung durch:

TUTTAHS & MEYER Ingenieurgesellschaft mbH
Universitätsstraße 74
44789 Bochum

Telefon: 0234 33305-0
Telefax: 0234 33305-11
info@tum-bochum.de

Herr Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf

Telefon: 0234 33305-54
n.biebersdorf@tum-bochum.de

Herr M.Sc. Fernando Urueta

Telefon: 0234 33305-64
f.urueta@tum-bochum.de

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Zugrunde liegende Unterlagen	5
3	Mikroschadstoffe.....	6
3.1	Allgemeines.....	6
3.2	Kläranlagenablauf	6
3.3	Gewässer	7
3.4	Bewertung der Messwerte	7
3.4.1	Beeinflussung des Gewässers anhand einer ökotoxikologischen Betrachtung	9
4	Zusammenfassung.....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auswertung der Ergebnisse im Ablauf der KA Gescher-Harwick.....	6
Tabelle 2:	Auswertung der Spurenstoffmesswerte ober- und unterhalb der Einleitungsstelle	7
Tabelle 3:	Gegenüberstellung Spurenstoffmesswerte und Beurteilungsgrundlagen.....	9
Tabelle 4:	Abschätzung der PEC/PNEC-Verhältnisse.....	10
Tabelle 5:	Abschätzung der PEC/PNEC-Werte für Clarithromycin und Diclofenac bei Errichtung einer Verfahrensstufe zur weitergehenden Spurenstoffelimination	10

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Gescher-Harwick wurden bereits verschiedene Konzepte zur Elimination von Mikroschadstoffen technisch und wirtschaftlich untersucht. Auf Nachfrage der Bezirksregierung Münster wurde die Studie im September 2016 um einen weiteren Punkt ergänzt. In dieser Ergänzung erfolgte eine Auswertung der Parameter TOC und P_{ges} im Gewässer und Ablauf der Kläranlage. Für diese Parameter wurde die Frage beantwortet, in wie weit die Kläranlage mit einer gezielten, weitergehenden Spurenstoffelimination zu einer Verbesserung des Gewässers beisteuern kann.

Nun wurde seitens der Behörde eine weitere Ergänzung angefordert, um die oben genannte Frage aus Sicht der Mikroschadstoffe beantworten zu können. Es ist zu beachten, dass zum Zeitpunkt der letzten Ergänzung keine Messwerte für Mikroschadstoffe im Gewässer (ober- und unterhalb der Einleitungsstelle) vorlagen und somit die Beantwortung dieser Frage nicht möglich war.

Die vorliegende Untersuchung umfasst folgende Punkte:

- Auswertung der im Ablauf der Kläranlage sowie ober- und unterhalb der Kläranlageneinleitung im Gewässer enthaltenen Mikroschadstoffe.
- Bewertung der wasserwirtschaftlichen Relevanz der weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Gescher-Harwick. Es soll die Frage beantwortet werden, ob die Errichtung einer Verfahrensstufe zur Spurenstoffelimination zur Erreichung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials im Wasserkörper beitragen kann.

2 Zugrunde liegende Unterlagen

Die Grundlage der vorliegenden Untersuchung bilden im Wesentlichen die folgenden Unterlagen:

- „DWA-Position: Anthropogene Spurenstoffe im Gewässer“, Dezember 2010,
- „Erfahrungen aus Bau- und Betrieb einer Aktivkohleadsorptionsanlage“, TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH u. Zweckverband Kläranlage Böblingen-Sindelfingen, 15. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, Oktober 2014,
- „Kläranlage Gescher-Harwick – 4. Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroschadstoffen – Machbarkeitsstudie“, TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH, Dezember 2014,
- „Kläranlage Gescher-Harwick - Ergänzungen zur Machbarkeitsstudie über die weitergehende Spurenstoffelimination, TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH, September 2016,
- „Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern – vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge“, Umweltbundesamt, März 2015,
- „Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in NRW“, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Dezember 2012,

- Betriebstagebücher im XLS-Format, 2011-2015,
- Analysenergebnisse Mikroschadstoffe 16.03.2015 – 10.10.2016 (8 Proben), Hygiene-Institut des Ruhrgebiets.

3 Mikroschadstoffe

3.1 Allgemeines

Ob Maßnahmen zur Spurenstoffelimination notwendig sind, hängt in erster Linie vom Vorkommen relevanter Spurenstoffe im Gewässer bzw. im Rohwasser sowie von deren toxikologischen oder ökotoxikologischen Relevanz ab. Notwendige Maßnahmen können entweder beim Produzenten, dem Direkt- oder Indirekteinleiter oder der Kläranlage ansetzen. Nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist die effizienteste, kostengünstigste Kombination zu wählen. Wenn Vermeidungs- oder Verminderungsstrategien keine Wirkung zeigen, kann eine Reduzierung bestimmter Mikroschadstoffe durch den Neubau einer zusätzlichen Verfahrensstufe zur Spurenstoffelimination erreicht werden.

Im Rahmen der Studie zur Ertüchtigung und Erweiterung der Kläranlage Gescher-Harwick in Bezug auf die Elimination von anthropogenen Spurenstoffen im Jahr 2014 wurden verschiedene Verfahrenskombinationen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht untersucht. Besonderer Wert wird mittlerweile jedoch darauf gelegt, dass der Bezug zum Gewässer in den Machbarkeitsstudien mit dargestellt wird. Im Rahmen der Erweiterung der Selbstüberwachung auf der Kläranlage Gescher-Harwick wurden im Zeitraum vom 16.03.2015 – 10.10.2016 der Ablauf der Kläranlage sowie das Gewässer unter- und oberhalb der Einleitungsstelle insgesamt 8 Mal beprobt. Die Auswertung der Analysenergebnisse erfolgt im nächsten Abschnitt.

3.2 Kläranlagenablauf

Die Untersuchung von Wasserproben im Kläranlagenablauf auf ausgewählte Spurenstoffe wurde vom Hygiene-Institut des Ruhrgebiets durchgeführt. Es wurden insgesamt sieben qualifizierte Stichproben und eine 24h-Mischprobe analysiert. Die Messwerte sowie die daraus ermittelten Mittelwerte sind in der **Tabelle 1** dargestellt.

Tabelle 1: Auswertung der Ergebnisse im Ablauf der KA Gescher-Harwick

Probenahme	Bezafibrat	Bisoprolol	Clarithromycin	Diclofenac	Iopamidol	Sotalol	Sulfamethoxazol
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
16.03.2015	0,29	0,24	0,35	1,60	4,80	0,56	0,57
08.06.2015	0,26	0,20	0,23	2,20	2,90	0,42	0,64
04.09.2015	0,15	0,26	0,30	1,10	13,00	0,17	0,22
09.12.2015	0,15	0,23	2,10	1,10	3,30	0,15	0,31
04.02.2016	0,19	0,21	0,97	1,10	5,60	0,14	0,25
14.04.2016 *	0,39	0,21	0,08	1,90	3,30	0,22	0,11
28.07.2016	0,14	0,06	0,23	1,60	9,30	0,22	0,30
10.10.2016	0,34	0,39	0,16	2,70	0,69	0,34	0,58
Mittelwert	0,24	0,23	0,55	1,66	5,36	0,28	0,37

Legende

* 24-Mischprobe, mengenproportional

3.3 Gewässer

Die Spurenstoffmesswerte ober- und unterhalb der Einleitungsstelle wurden ebenfalls vom Hygiene-Institut des Ruhrgebiets bestimmt. Es handelte sich um Stichproben gemäß DIN 38 402 – A15. Eine Zusammenstellung der ermittelten Konzentrationen ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Auswertung der Spurenstoffmesswerte ober- und unterhalb der Einleitungsstelle

Oberhalb der Einleitungsstelle

Probenahme	Bezafibrat	Bisoprolol	Clarithromycin	Diclofenac	Iopamidol	Sotalol	Sulfamethoxazol
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
16.03.2015	0,016	0,033	0,026	0,220	9,000	0,040	0,047
08.06.2015	0,014	0,032	0,017	0,150	11,000	0,037	0,067
04.09.2015	0,010	0,019	0,010	0,095	1,500	0,016	0,015
09.12.2015	0,012	0,025	0,260	0,085	2,600	0,011	0,026
04.02.2016	0,012	0,014	0,095	0,064	1,400	0,010	0,020
14.04.2016	0,042	0,024	0,010	0,160	5,700	0,023	0,051
28.07.2016	0,010	0,010	0,010	0,110	2,200	0,018	0,044
10.10.2016	0,019	0,035	0,010	0,230	7,100	0,031	0,098
Mittelwert	0,017	0,024	0,055	0,139	5,063	0,023	0,046

Unterhalb der Einleitungsstelle

Probenahme	Bezafibrat	Bisoprolol	Clarithromycin	Diclofenac	Iopamidol	Sotalol	Sulfamethoxazol
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
16.03.2015	0,029	0,041	0,037	0,310	8,500	0,064	0,074
08.06.2015	0,022	0,033	0,023	0,250	11,000	0,046	0,088
04.09.2015	0,020	0,022	0,023	0,140	2,300	0,024	0,019
09.12.2015	0,012	0,030	0,300	0,130	2,800	0,017	0,040
04.02.2016	0,014	0,019	0,110	0,100	1,500	0,011	0,027
14.04.2016	0,075	0,038	0,010	0,310	6,100	0,041	0,063
28.07.2016	0,015	0,010	0,011	0,160	2,500	0,029	0,068
10.10.2016	0,042	0,063	0,019	0,360	7,600	0,054	0,140
Mittelwert	0,029	0,032	0,067	0,220	5,288	0,036	0,065

Legende

Messwert liegt unter der Bestimmungsgrenze. Für die Auswertung wird die Bestimmungsgrenze als Messwert angenommen (Worst-Case-Betrachtung).

3.4 Bewertung der Messwerte

Derzeit bestehen weder auf europäischer Ebene noch in Deutschland für eine überwiegende Mehrheit von Spurenstoffen gesetzliche Anforderungen bzw. Grenzwerte hinsichtlich der zu erzielenden Ablaufqualität von Kläranlagen oder für eine tolerierbare Gewässerbelastung, die den Betrieb einer weitergehenden Spurenstoffelimination zwingend erfordern. Eine rechtliche Bewertung der Monitoring-Ergebnisse wird hierdurch erschwert. Zur Beurteilung der ermittelten Untersuchungsergebnisse wurden verschiedene Beurteilungsgrundlagen berücksichtigt.

Beurteilung anhand von Orientierungswerten

Zur Ermittlung des Handlungsbedarfes können die fachlich abgeleiteten Orientierungswerte der sogenannten „D4-Liste“ aus dem Monitoring-Leitfaden des LANUV (April 2014) zur Beurteilung herangezogen werden.

Beurteilung anhand der Trinkwasserrelevanz

Ein weiterer Bewertungsmaßstab kann z. B. anhand der Trinkwasserrelevanz erfolgen. Hiernach finden die vorgegebenen Stoffe eine Bewertung anhand des vom Umweltbundesamt empfohlenen allgemeinen Vorsorgewertes (VWa). Dieser kann für Humanarzneimittel mit 100 ng/l, für sonstige Spurenstoffe und Industriechemikalien mit 10.000 ng/l angenommen werden. Dieser Wert soll sicherstellen, dass der Umfang der Trinkwasseraufbereitung zur Entfernung der Spurenstoffe gering gehalten bzw. ganz auf Aufbereitungsmaßnahmen für die vorgenannten Stoffe verzichtet werden kann.

Stoffe ohne vollständige humantoxikologische Bewertung werden auf Basis der vorhandenen Daten unter dem Gesichtspunkt der gesundheitlichen Vorsorge bewertet. Dabei wird der „gesundheitliche Orientierungswert (GOW)“ abgeleitet. Abhängig vom Wirkmechanismus wird der Wert in einem Bereich von 0,01 bis 3,0 µg/l festgelegt. Der GOW wird so niedrig angesetzt, dass auch bei lebenslanger Aufnahme der betreffenden Substanz kein Anlass zur gesundheitlichen Besorgnis besteht.

Beurteilung anhand der Gewässerrelevanz

Die Beurteilung der Gewässerrelevanz kann anhand der PNEC-Wasser-Werte (Predicted-No-Effect-Concentration) erfolgen, unterhalb derer nach derzeitigem Kenntnisstand keine Schadefekte auf das aquatische Ökosystem zu erwarten sind.

Für kontinuierliche Einträge von Mikroverunreinigungen durch gereinigtes Abwasser ist nach Angabe des Schweizerischen Zentrums für Ökotoxikologie besonders das chronische Qualitätskriterium AA-EQS (zulässige durchschnittliche Jahreskonzentration) relevant (Oekotoxzentrum, 2015). Werden diese Qualitätskriterien unterschritten, sind die Gewässerorganismen vor den Folgen von Langzeitbelastungen geschützt. Hierbei lässt sich analog zu den PNEC-Werten für die gleichen Spurenstoffe ein ähnlicher Handlungsbedarf ableiten.

Beurteilung anhand aktueller Rechtsprechung

Bisher existieren lediglich für die untersuchten Pflanzenschutzmittel Terbutryn und Diuron festgelegte Umweltqualitätsnormen und damit gesetzlich verbindliche Vorgaben.

Nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht der ermittelten Messwerte und der oben beschriebenen Beurteilungsgrundlagen (Referenzwerte).

Tabelle 3: Gegenüberstellung Spurenstoffmesswerte und Beurteilungsgrundlagen

Parameter	Einheit	Ablauf KA (Mittelwerte)	Gewässer oberhalb KA (Mittelwerte)	Gewässer unterhalb KA (Mittelwerte)	Beurteilungsgrundlagen					
					OW D4	Vwa	GOW	PNEC	AA-EQS	UQN
Anzahl von Messwerten		n = 8	n = 8	n = 8						
Bezafibrat	ng/l	238,8	16,9	28,6	n.a.	100	n.a.	1.200	460	n.a.
Bisoprolol	ng/l	225,3	24,0	32,0	100	100	n.a.	700	n.a.	n.a.
Clarithromycin	ng/l	553,0	54,8	66,6	20	100	n.a.	150	60	n.a.
Diclofenac	ng/l	1.662,5	139,3	220,0	100	100	300	100	50	n.a.
Iopamidol	ng/l	5.361,3	5.062,5	5.287,5	100	n.a.	1.000	n.a.	n.a.	n.a.
Sotalol	ng/l	277,5	23,3	35,8	n.a.	100	n.a.	1.200	n.a.	n.a.
Sulfamethoxazol	ng/l	372,5	46,0	64,9	150	100	n.a.	150	600	n.a.

n.a.: nicht angegeben

3.4.1 Beeinflussung des Gewässers anhand einer ökotoxikologischen Betrachtung

Eine Abschätzung ökotoxikologischer Auswirkungen auf das Gewässer durch die Kläranlageneinleitung kann über das Verhältnis der PEC- und PNEC-Werte ermittelt werden, welches das Risiko einer Substanz für die Umwelt charakterisiert. Gemäß Umweltbundesamt kann bei einem PEC/PNEC-Wert < 1 davon ausgegangen werden, dass von der betreffenden Substanz nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand kein Risiko für die Umwelt ausgeht. Bei einem Verhältnis > 1 werden hingegen Maßnahmen zur Risikovermeidung und Risikominderung erforderlich. Der PEC-Wert (predicted environmental concentration) stellt dabei die vorausgesagte wahrscheinliche Konzentration eines bedenklichen Stoffes in der Umwelt dar. Der PEC kann anhand der Mobilität, der Persistenz, der Bioakkumulation einer Substanz unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften und der biologischen Abbaubarkeit bestimmt werden.

Im Rahmen dieser Untersuchung erfolgt jedoch ausschließlich eine pauschale Abschätzung des PEC-Wertes über die Berechnung:

$$PEC = \frac{\text{Fracht Ablauf KA} + \text{Fracht Gewässer oberhalb KA}}{MNQ}$$

Die Frachtermittlung des Gewässers erfolgte auf Grundlage des mittleren Abflusses (MQ). Dieser wurde für den Kläranlagenstandort von der Bezirksregierung Münster zur Verfügung gestellt.

MQ Berkel oberhalb der Einleitung: 2,05 m³/s

Die Frachtberechnung für den Kläranlagenablauf erfolgte auf Basis der ebenfalls von der Bezirksregierung Münster angegebenen Jahresabwassermenge von 2.660.120 m³/a für das Jahr 2014.

Q_a Ablauf KA Gescher-Harwick: 2.660.120 m³/a \triangleq 0,084 m³/s

Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) wurde von der Bezirksregierung mit 0,386 m³/s angegeben.

Ist-Zustand

Mit Ausnahme von Iopamidol, dessen PNEC-Wert nicht angegeben ist, wurde für jeden Parameter das PEC/PNEC-Verhältnis abgeschätzt (siehe **Tabelle 4**).

Tabelle 4: Abschätzung der PEC/PNEC-Verhältnisse

Parameter	Einheit	Fracht Ablauf KA Gescher	Fracht Gewässer oberhalb KA	PEC	PNEC	PEC/PNEC
		[kg/a]	[kg/a]	[ng/l]	[ng/l]	[-]
Bezafibrat	kg/a	0,64	1,09	141,79	1.200	0,12
Bisoprolol	kg/a	0,60	1,55	176,68	700	0,25
Clarithromycin	kg/a	1,47	3,54	411,62	150	2,74
Diclofenac	kg/a	4,42	9,00	1.102,84	100	11,03
Sotalol	kg/a	0,74	1,50	184,12	1.200	0,15
Sulfamethoxazol	kg/a	0,99	2,97	325,70	150	0,27

Aus der oben stehenden Tabelle geht hervor, dass für Clarithromycin und insbesondere für Diclofenac ein mögliches toxikologisches Risiko vorliegt. Die anderen Stoffe stellen nach dem PEC/PNEC-Kriterium kein Risiko für die Umwelt dar. Beim Iopamidol ist anzumerken, dass die Konzentrationen im Ablauf und im Gewässer deutlich höher sind als der angegebene GOW. Eine ökotoxikologische Beurteilung ist dennoch aufgrund des fehlenden PNEC-Wertes nicht möglich.

Weitergehende Spurenstoffelimination

Es wird angenommen, dass in einer nachgeschalteten Verfahrensstufe zur Spurenstoffelimination (z.B. PAK-Anlage) ein Eliminationsgrad von 80 % bezüglich der Spurenstoffe erreicht werden kann. In der Realität ist die Elimination vom ausgewählten Verfahren und von der Abwasserbeschaffenheit abhängig, und kann für die oben genannte Spurenstoffe unterschiedliche Werte annehmen.

Da in der bestehenden Anlage bereits eine Elimination erfolgt (i.d.R. 25 %), wird von einem zusätzlichen Eliminationsgrad von etwa 74 % bezogen auf den Kläranlagenablauf ausgegangen. Somit ergeben sich gemäß **Tabelle 5** neue PEC/PNEC-Verhältnisse.

Tabelle 5: Abschätzung der PEC/PNEC-Werte für Clarithromycin und Diclofenac bei Errichtung einer Verfahrensstufe zur weitergehenden Spurenstoffelimination

Parameter	Elimination	Einheit	Fracht Ablauf KA Gescher	Fracht Gewässer oberhalb KA	PEC	PNEC	PEC/PNEC
	%		[kg/a]	[kg/a]	[ng/l]	[ng/l]	[-]
Clarithromycin	74	kg/a	0,38	3,54	322,19	150,00	2,15
Diclofenac	74	kg/a	1,15	9,00	834,00	100,00	8,34

Für alle Stoffe wurde Folgendes festgestellt:

- Trotz einer signifikanten Reduzierung der Frachten im Ablauf der Kläranlage, ist der PEC/PNEC-Wert für beide Stoffe größer als 1. Dies liegt insbesondere an den hohen Kon-

zentrationen oberhalb der Kläranlageneinleitung. Eine weitergehende Spurenstoffelimination würde zwar zu einer deutlichen Frachtreduzierung führen, aber das ökotoxikologische Risiko würde weiterhin bestehen.

4 Zusammenfassung

In Rahmen der vorliegenden Untersuchung für die Kläranlage Gescher-Harwick wurde der Einfluss einer weitergehenden Spurenstoffelimination auf den ökologischen Zustand der Berkel abgeschätzt und bewertet.

Folgendes wurde festgestellt:

- Eine weitergehende Spurenstoffelimination kann zu einer signifikanten Frachtreduzierung kritischer Spurenstoffe im Kläranlagenablauf führen. Dennoch ist eine Verminderung des ökotoxikologischen Risikos nicht zu erwarten, da das Gewässer bereits vor der Einleitung des gereinigten Abwassers hoch belastet ist.