



Kläranlage Gescher-Harwick

Ergänzungen zur Machbarkeitsstudie über die weitergehende Spurenstoff- elimination

September 2016 | 1. Ausfertigung
Projektnummer 0270 030





Kläranlage Gescher-Harwick

Ergänzungen zur Machbarkeitsstudie über die weitergehende Spurenstoff- elimination

September 2016 | 1. Ausfertigung
Projektnummer 0270 030

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

Aufgestellt:
Bochum, im September 2016
bie-uru

Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf

Auftraggeber:

Stadt Gescher
Marktplatz 1
48712 Gescher

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

Projektleiter:

Herr Stegemann

Telefon: 02542 60 330
stegemann@gescher.de

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	Allgemein physikalisch-chemische Parameter	5
3.1	Allgemeines.....	5
3.2	Zustand der Berkel	6
3.3	Messwerte im Kläranlagenablauf und im Gewässer	7
3.4	Beurteilung des ökologischen Zustandes	8
3.5	Auswirkungen auf das Gewässer	8
3.5.1	Beeinflussung des Gewässers anhand einer Frachtbetrachtung	9
4	Zusammenfassung.....	11

Bildverzeichnis

Bild 1:	Bewertung des chemischen Zustandes (Quelle: ELWAS-Web).....	6
Bild 2:	Bewertung des ökologischen Zustandes (Quelle: ELWAS-Web).....	7
Bild 3:	GÜS-Messstellen ober- und unterhalb der Einleitungsstelle (Quelle: ELWAS-Web)	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Gegenüberstellung der Mess- und Orientierungswerte.....	8
Tabelle 2:	Frachten im Ablauf der Kläranlage	9
Tabelle 3:	Ermittlung des CSB/TOC-Verhältnswertes	10
Tabelle 4:	Frachtbilanz für ACP um die Einleitungsstelle	11
Tabelle 5:	Zu erwartende Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle	11

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 ist nun die Studie zu ergänzen. Ziel der Behörde ist, mit der Ergänzung der Machbarkeitsstudie die Entscheidungsgrundlage zu liefern, ob eine weitergehende Spurenstoffelimination am Kläranlagenstandort zur Erreichung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials im Wasserkörper beitragen kann.

Unter Zugrundelegung der durch die Wasserrahmenrichtlinie zukünftig zu erwartenden, strengeren Überwachungswerte zeigt die Berkel nach Aussage der Bezirksregierung Münster Auffälligkeiten bei den allgemeinen chemischen Parametern TOC und Phosphor. Für diese Parameter ist aufzuzeigen, in wie weit die Kläranlage mit einer gezielten, weitergehenden Spurenstoffelimination zu einer Verbesserung des Gewässers beisteuern 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,
- „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.

3 Allgemein physikalisch-chemische Parameter

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.

Der gute ökologische Zustand eines Oberflächengewässers wird erreicht, wenn:

- alle biologische Qualitätskomponenten mindestens mit gut bewertet werden,
- alle Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe eingehalten werden und
- die Werte für die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten in einem Bereich liegen, der die Funktionsfähigkeit des Ökosystems gewährleistet.

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter (ACP) werden bei der Beurteilung der biologischen Befunde unterstützend herangezogen. Eine Beurteilung ist anhand von Orientierungswerten aus dem Anhang D 5 des Leitfaden-Monitorings für Oberflächengewässer des LANUV möglich. Nach Aussagen der Bezirksregierung Münster zeigt die Berkel Auffälligkeiten bei den Parametern TOC und Phosphor. Für diese Parameter wurde anhand einer Frachtbetrachtung untersucht, in wie weit die Kläranlage durch die Errichtung einer weitergehenden Spurenstoffelimination zu einer Verbesserung des Gewässers beitragen kann.

3.2 Zustand der Berkel

Das gereinigte Abwasser der Kläranlage Gescher-Harwick wird in die Berkel eingeleitet. Aus den Abbildungen **Bild 1** und **Bild 2** geht hervor, dass sich der betrachtete Gewässerabschnitt in einem nicht guten chemischen Zustand und in einem unbefriedigenden ökologischen Zustand befindet bzw. ein unbefriedigendes ökologisches Potential aufweist.



Bild 1: Bewertung des chemischen Zustandes (Quelle: ELWAS-Web)

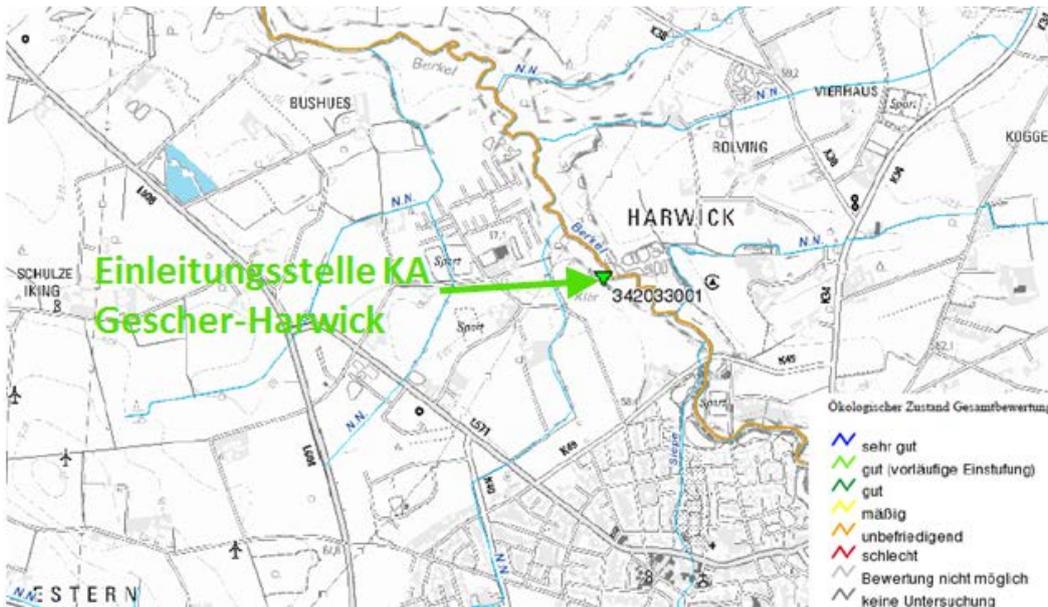


Bild 2: Bewertung des ökologischen Zustandes (Quelle: ELWAS-Web)

3.3 Messwerte im Kläranlagenablauf und im Gewässer

Die Messwerte für Phosphor, TOC und CSB im Kläranlagenablauf wurden aus den Betriebstagebüchern im Zeitraum von 01.01.2011 bis 31.12.2015 entnommen.

Die Messwerte ober- und unterhalb der Einleitungsstelle wurden der Datenbank ELWAS-Web an den GÜS-Messstellen 806857 (oberhalb) und 800776 (unterhalb) für den Zeitraum April 2009 bis Februar 2011 entnommen. **Bild 3** zeigt die Lage der oben genannten Messstellen.

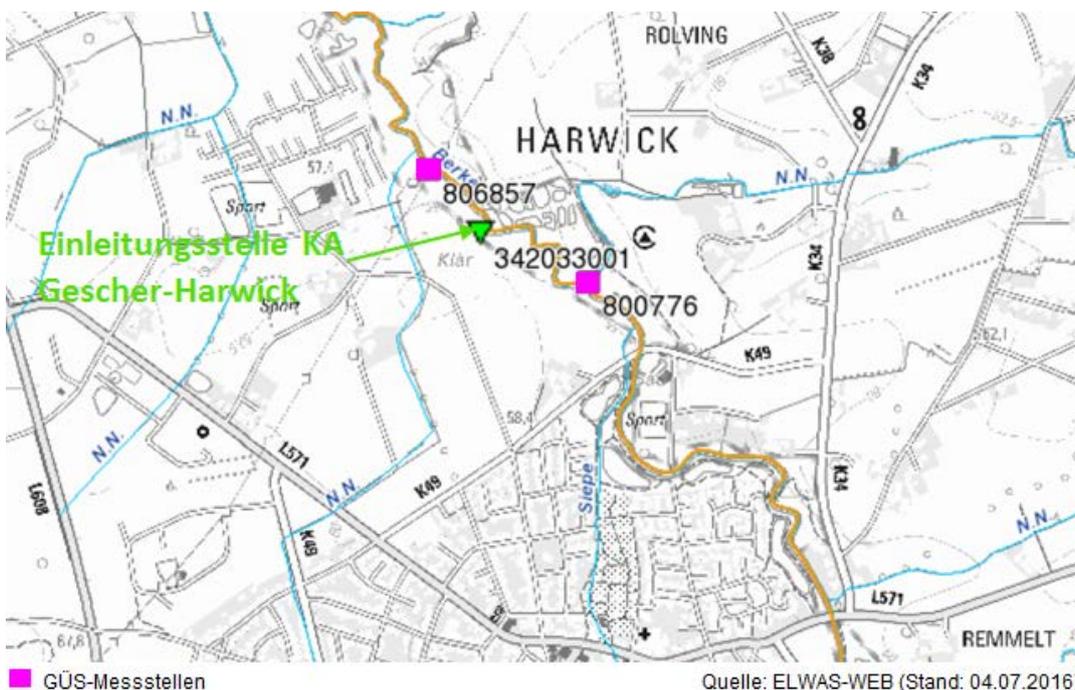


Bild 3: GÜS-Messstellen ober- und unterhalb der Einleitungsstelle (Quelle: ELWAS-Web)

3.4 Beurteilung des ökologischen Zustandes

Für die Parameter TOC und Gesamt-Phosphor (P_{ges}) werden in der Anlage D5 folgende Orientierungswerte definiert:

Stoff-Nr.	Parameter	Statistische Kenngröße	Hintergrundwert [mg/l]	Orientierungswert [mg/l]
1263	P_{ges}	MW	0,05	0,1
1526	TOC*	MW	5	7

* Summenparameter (werden hier mit aufgeführt, obwohl originär nach WRRL kein ACP)

sehr guter ökologischer Zustand

guter ökologischer Zustand

Um den guten ökologischen Zustand zu erreichen, sind mindestens die Orientierungswerte (grüne Spalte) einzuhalten.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Mess- und Orientierungswerte

					Beurteilung
Parameter	Einheit	Ablauf KA Gescher-Harwick (Mittelwert)	Gewässer oberhalb KA (Mittelwert)	Gewässer unterhalb KA (Mittelwert)	OW D5
Anzahl von Messwerten P_{ges}		n = 323	n = 13	n = 23	
Anzahl von Messwerten TOC		n = 58	n = 13	n = 23	
Allgemein physikalisch-chemische Parameter					
P_{ges}	mg/l	0,27	0,27	0,26	0,1
TOC	mg/l	9,66	7,42	7,60	7

Beide Orientierungswerte werden sowohl im Kläranlagenablauf als auch im Vorfluter überschritten. Dies bestätigt die Aussage der Bezirksregierung hinsichtlich der bereits festgestellten Auffälligkeiten bei den Parametern Phosphor und TOC.

3.5 Auswirkungen auf das Gewässer

Anhand einer Frachtbetrachtung wurde abgeschätzt, welche Auswirkungen eine weitergehende gezielte Spurenstoffelimination auf die ACP im Gewässer haben könnte. Dazu wurden Erfahrungswerte aus bereits realisierten Anlagen herangezogen.

In Sindelfingen wurden mittels PAK-Dosierung mit Rücklaufkohleführung für die Parameter P_{ges} und CSB folgende zusätzlichen Reduzierungen erzielt:

zusätzliche P_{ges} Reduktion Sindelfingen: ca. 74 %

zusätzliche CSB Reduktion Sindelfingen: ca. 54 %

Diese Werte sind von der Betriebsweise und Auslastung der Kläranlage stark abhängig. In Sindelfingen handelt es sich um eine Vollstrombehandlung in der Filtrationsstufe.

Da für die Kläranlage Gescher eine Teilstrombehandlung vorgeschlagen wurde, sind niedrigere Reinigungsleistungen zu erwarten:

zusätzliche P_{ges} Reduktion Gescher: ca. 30 % (Annahme)

zusätzliche CSB Reduktion Gescher: ca. 20 % (Annahme)

Es wird darüber hinaus angenommen, dass sich die prozentuale Reduzierung von CSB auf den Parameter TOC übertragen lässt:

zusätzliche TOC Reduktion Gescher: ca. 20 % (Annahme)

3.5.1 Beeinflussung des Gewässers anhand einer Frachtbetrachtung

Die Frachtbilanz um die Einleitungsstelle lässt sich folgendermaßen darstellen:

$$\text{Fracht Gewässer unterhalb KA} = \text{Fracht Gewässer oberhalb KA} + \text{Fracht Ablauf KA} + \text{Differenz}$$

Die **Frachtermittlung oberhalb der Einleitungsstelle** erfolgte auf Grundlage des mittleren Abflusses (MQ) und der mittleren Konzentrationen an der GÜS-Messstelle.

Der mittlere Abfluss wurde für den Kläranlagenstandort von der Bezirksregierung Münster zur Verfügung gestellt.

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

Die **Frachten im Ablauf der Kläranlage** Gescher-Harwick wurden auf Grundlage der mittleren Jahresfrachten aus den Betriebstagebüchern im Betrachtungszeitraum (2011-2015) berechnet.

Da TOC nur stichprobenartig gemessen wird, konnte nicht direkt aus den vorhandenen Daten eine Fracht berechnet werden. In Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgte stattdessen eine Berechnung über die mittlere CSB-Jahresfracht und einen anlagenspezifischen CSB/TOC-Verhältniswert.

Tabelle 2: Frachten im Ablauf der Kläranlage

Betriebsjahr	CSB [kg/a]	P_{ges} [kg/a]
2011	54.849	700
2012	54.101	801
2013	58.876	594
2014	57.564	510
2015	67.147	685
Mittelwert	58.507	658

Tabelle 3: Ermittlung des CSB/TOC-Verhältniswertes

Betriebsjahr	CSB [mg/l]	P _{ges} [mg/l]	TOC [mg/l]	CSB/TOC [-]
Art der Proben	24h-Mischprobe	24h-Mischprobe	Stichprobe	
Anzahl	274	323	58	
2011	26,80	0,31	10,20	2,63
2012	23,90	0,31	9,50	2,52
2013	27,40	0,26	10,10	2,71
2014	28,20	0,24	9,30	3,03
2015	26,20	0,25	9,20	2,85
Mittelwert	26,5	0,27	9,66	2,75

Die maßgebliche TOC-Fracht im Ablauf der KA errechnet sich aus der mittleren CSB-Fracht und dem mittleren Verhältniswertes CSB/TOC von 2,75.

$$\text{TOC-Fracht} = 58.507 \text{ kg CSB/a} / 2,75 = 21.275 \text{ kg TOC/a}$$

Zur Ermittlung der **Frachten unterhalb der Einleitungsstelle** wurde zunächst der mittlere Abfluss unterhalb der Einleitungsstelle geschätzt.

Die mittlere Jahresabwassermenge im Ablauf der Kläranlage beträgt nach Auswertung der Betriebstagebücher im Zeitraum von 2011 bis 2015:

$$Q_a \text{ Ablauf KA Gescher-Harwick} = 2.261.175 \text{ m}^3/\text{a} \quad \triangleq \quad 0,072 \text{ m}^3/\text{s}$$

Somit ergibt sich der mittlere Abfluss unterhalb der Einleitung zu:

$$\text{MQ Berkel unterhalb der Einleitung} = \text{MQ Berkel oberhalb der Einleitung} + Q_a \text{ Ablauf KA}$$

$$\begin{aligned} \text{MQ Berkel unterhalb der Einleitung} &= (2,05 + 0,072) \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 2,122 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Die Frachten unterhalb der Einleitungsstelle wurden anhand des Abflusses unterhalb der Einleitungsstelle und der mittleren Konzentrationen an der GÜS-Messstelle berechnet.

Die Qualität der Ergebnisse aus der Frachtbilanz hängt insbesondere von der vorhandenen Datengrundlage ab. Es wird eine umfangreichere Beprobung im Kläranlagenablauf sowie im Gewässer dringend empfohlen, um belastbare Daten zu erhalten.

In diesem vereinfachten Modell ergeben sich Differenzen aufgrund der Annahme von mittleren Belastungsdaten. Die Abweichungen zu den tatsächlich gemessenen Konzentrationen wurden über eine Korrektur-Fracht kompensiert.

Tabelle 4: Frachtbilanz für ACP um die Einleitungsstelle

Parameter	Fracht Ablauf KA Gescher-Harwick	GÜS-Messstellen		berechnet	Korrektur
		Fracht Gewässer oberhalb KA	Fracht Gewässer unterhalb KA	Fracht Gewässer unterhalb KA	
	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Allgemein physikalisch-chemische Parameter					
P _{ges}	658	17.356,76	17.455,79	18.014,76	-558,97
TOC	21.275	479.424,60	508.254,48	500.699,60	7.554,88

Weitergehende Spurenstoffelimination

Unter Berücksichtigung der oben genannten Randbedingungen ergeben sich bei Umsetzung einer weitergehenden Spurenstoffelimination folgende zu erwartende Konzentrationen für die Parameter Gesamt-Phosphor und TOC unterhalb der Kläranlage:

Tabelle 5: Zu erwartende Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle

Parameter	Elimination	Fracht Ablauf KA Gescher-Harwick	Fracht Gewässer oberhalb KA	Korrektur	Fracht Gewässer unterhalb KA	Konzentration Gewässer unterhalb KA	OW D5
	%	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[mg/l]	[mg/l]
Allgemein physikalisch-chemische Parameter							
P _{ges}	30	433,69	17.356,76	-558,97	17.231,49	0,26	0,10
TOC	20	17.474,36	479.424,60	7.554,88	504.453,84	7,54	7,00

Aus **Tabelle 5** ist ersichtlich, dass der Frachtanteil aus der Kläranlage im Verhältnis zur Gewässerfracht sehr gering ist. Trotz 20- bzw. 30%-iger Frachtreduzierung im Kläranlagenablauf sind die abgeschätzten Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle größer als die Orientierungswerte.

Folgende Frachtreduzierungen ergaben sich unterhalb der Einleitungsstelle im Vorfluter:

P_{ges} Reduktion: ca. 1,3 %
 TOC Reduktion: ca. 0,7 %

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:

- Der betrachtete Gewässerabschnitt befindet sich in einem nicht guten chemischen Zustand und in einem unbefriedigenden ökologischen Zustand bzw. weist ein unbefriedigendes ökologisches Potential auf.

- Aus Referenzanlagen ist es bekannt, dass Adsorptionsverfahren zur Spurenstoffelimination eine zusätzliche Reduktion der Standardparameter hervorrufen. Für die Parameter Phosphor und TOC wurden Reduktionen von bis zu 20 bzw. 30% angenommen. Die tatsächlichen erreichbaren Reduktionen können von den oben genannten abweichen, da es bisher weder Referenzen noch Erfahrungswerte für eine solche Verfahrenskombination gibt.
- Eine Frachtbilanzierung um den Ablauf der Kläranlage zeigte allerdings, dass eine Reduzierung der Parameter Phosphor und TOC im Kläranlagenablauf keinen wesentlichen Einfluss auf die Konzentrationen im Gewässer hat. Ein Grund dafür ist, dass die Einträge aus dem Kläranlagenablauf im Vergleich zur Gewässerfracht nur einen kleinen Anteil ausmachen.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Punkte wird die Errichtung einer weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Gescher-Harwick derzeit aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht empfohlen.