



# **Kläranlage Geseke**

## **Aktualisierung der Machbarkeitsstudie zum Bau einer 4. Reinigungsstufe**

Februar 2021 | 1. Ausfertigung  
Projektnummer 1286 001





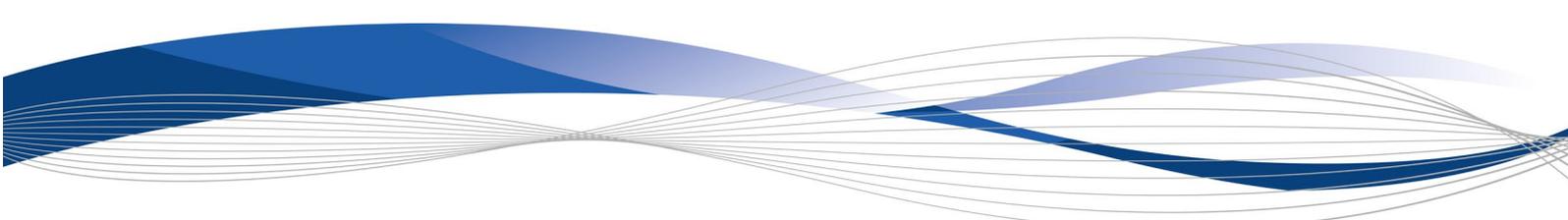
# **Kläranlage Geseke Aktualisierung der Machbarkeitsstudie zum Bau einer 4. Reinigungsstufe**

Februar 2021 | 1. Ausfertigung  
Projektnummer 1286 001

Bearbeitet durch:  
Dr.-Ing. Jan Mauriz Kaub  
Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf

Aufgestellt:  
Bochum, im Februar 2021  
bie-ka

Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf



## Gesamtinhaltsverzeichnis

### I Textteil

- Erläuterungsbericht
- Anlagen

**Auftraggeber:**

Stadt Geseke  
An der Abtei 1  
59590 Geseke

Telefon: 02942 500-0

**Projektleiter:**

Herr Peter Stephan

Telefon: 02942 500-64  
peter.stephan@geseke.de

Stadt Geseke  
Fachbereich III/5 – Bauverwaltung  
An der Abtei 1  
59590 Geseke

**Bearbeitung durch:**

TUTTAHS & MEYER Ingenieurgesellschaft mbH  
Universitätsstraße 74  
44789 Bochum

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

Herr Dr.-Ing. Jan Mauriz Kaub

Telefon: 0234 33305-36  
jm.kaub@tum-ingenieure.de

Herr Dipl.-Ing. Norbert Biebersdorf

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Zugrundeliegende Unterlagen</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Anlagenbestand</b> .....	<b>16</b>
3.1	Allgemein.....	16
3.2	Kurzbeschreibung Verfahrenstechnik .....	16
3.3	Vorfluter .....	16
3.4	Belastungsdaten Hydraulik .....	17
3.5	Reinigungsanforderungen.....	20
<b>4</b>	<b>Spurenstoffe im Wasserkreislauf</b> .....	<b>21</b>
4.1	Einleitung.....	21
4.2	Charakterisierung des Verhaltens von anthropogenen Spurenstoffen.....	21
<b>5</b>	<b>Betrachtung der Ergebnisse aus dem ergänzenden Messprogramm</b> .....	<b>23</b>
5.1	Einführung .....	23
5.2	Mikroschadstoffe in Zu- und Ablauf Kläranlage.....	24
5.3	Auswirkung der Einleitung auf den Vorfluter .....	25
5.3.1	Allgemeine chemisch –physikalische Parameter .....	25
5.3.1.1	Auswertungskriterien .....	25
5.3.1.2	Ergebnis .....	26
5.3.2	Mikroschadstoffe.....	27
5.3.2.1	Auswertungskriterien .....	27
5.3.2.2	Ergebnis der Auswertung für rechtlich geregelte Stoffe.....	29
5.3.2.3	Ergebnis der Auswertung für rechtlich nicht geregelte Stoffe .....	29
5.3.3	Beeinflussung des Gewässers anhand einer ökotoxikologischen Betrachtung .....	30
5.3.3.1	Allgemein.....	30
5.3.3.2	Ist-Zustand.....	31
5.3.3.3	Weitergehende Spurenstoffelimination .....	31
<b>6</b>	<b>Fortschreibung der Variantenbetrachtung</b> .....	<b>31</b>
6.1	Beschickungsvolumenstrom .....	31
6.2	Verfahrensfestlegung.....	33
6.3	Randbedingungen .....	34

6.4	Varianten .....	35
6.4.1	Variante 1.1: PAK-Dosierung in Belebungsbecken + kontinuierliche Filtration .....	35
6.4.1.1	Allgemein.....	35
6.4.1.2	Bewertung .....	36
6.4.2	Variante 1.2: PAK-Dosierung mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration .....	37
6.4.2.1	Allgemein.....	37
6.4.2.2	Bewertung .....	39
6.4.3	Variante 2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration .....	39
6.4.3.1	Allgemein.....	39
6.4.3.2	Bewertung .....	40
6.4.4	Variante 2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett.....	40
6.4.4.1	Allgemein.....	40
6.4.4.2	Bewertung .....	41
6.4.5	Variante 3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration.....	42
6.4.5.1	Allgemein.....	42
6.4.5.2	Bewertung .....	43
<b>7</b>	<b>Kosten .....</b>	<b>44</b>
7.1	Allgemein.....	44
7.2	Investitionskosten .....	44
7.3	Betriebskosten .....	45
7.4	Jahreskosten .....	46
<b>8</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck .....</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>Antibiotika resistente Krankheitserreger .....</b>	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>Vollstrom/Teilstrom .....</b>	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>Mikroplastik.....</b>	<b>50</b>
11.1	Definition .....	50
11.2	Siedlungswasserwirtschaft.....	50
11.3	Kläranlagen .....	51
11.4	4. Reinigungsstufe .....	51
<b>12</b>	<b>Bewertung und Empfehlung .....</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>52</b>

13.1	Auswertung Messprogramm .....	52
13.1.1	Allgemein chemische-physikalische Parameter .....	52
13.1.2	Mikroschadstoffe.....	52
13.2	Aktualisierung der Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2016 .....	53

## **Anlagen**

Anlage 1: Analyseprotokolle Messprogramm Kläranlage (OWL-Umweltanalytik GmbH)

Anlage 2: Analyseprotokolle Messprogramm Geseker Bach (OWL-Umweltanalytik GmbH)

Anlage 3: Ergebnisse Messprogramm Kläranlage

Anlage 4: Ergebnisse Messprogramm Geseker Bach

Anlage 5: Auswertung nach Oberflächengewässerverordnung Jahresdurchschnittswerte

Anlage 6: Auswertung nach Oberflächengewässerverordnung Zulässige Höchstkonzentration

Anlage 7: Auswertung nach „D4-Liste“, 3. Monitoringzyklus Jahresdurchschnittswerte

Anlage 8: Auswertung nach „D4-Liste“, 3. Monitoringzyklus Zulässige Höchstkonzentration

Anlage 9: Berechnung PEC/PNEC-Verhältnisse

Anlage 10: Synopse Beurteilungskriterien und PNEC-Werte

Anlage 11: Investitionskosten Varianten 1.1 bis 3.1

Anlage 12: Betriebs- und Jahreskosten Varianten 1.1 bis 3.1

Anlage 13: Zusammenstellung Jahreskosten Varianten 1.1 bis 3.1

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Überwachungswerte Kläranlage Geseke .....	20
Tabelle 2:	Auswertung der Ergebnisse im Zu- und Ablauf der KA Geseke .....	25
Tabelle 3:	Auswertung ACP ober- und unterhalb Einleitung KA (Messungen 2020) nach OGewV, Anlage 7 .....	26
Tabelle 4:	Auslegungswassermenge Studie 2016 [100] .....	32
Tabelle 5:	Auslegungswassermenge Daten 2017 - 2019.....	33
Tabelle 6:	Investitionskosten für die Varianten 1.1 bis 3.2 .....	45
Tabelle 7:	Betriebskosten für die Varianten 1.1 bis 3.1.....	46
Tabelle 8:	Jahreskosten für die Varianten 1.1 bis 3.1 .....	47
Tabelle 9:	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck für die Varianten 1.1 bis 3.1 .....	48
Tabelle 10:	Bewertungsmatrix für die Varianten 1.1 bis 3.1 .....	52

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Volumenstrom Ablauf KA Geseke (2017 bis 2019) .....	18
Abbildung 2: Summenhäufigkeit der Ablaufmengen KA Geseke (2017 bis 2019).....	19
Abbildung 3: Prüfung Einhaltung Beurteilungskriterium .....	28
Abbildung 4: Prüfung Einhaltung Beurteilungskriterium, in Abhängigkeit von Bestimmungsgrenze .....	28
Abbildung 5: Vorgehensweise zur Ermittlung der Auslegungswassermengen [205] .....	32
Abbildung 6: Luftbild KA Geseke, Erweiterungsfläche 4. RS, Bildquelle: googlemaps.....	34
Abbildung 7: Schema V1.1. PAK in BB + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	35
Abbildung 8: Lageplanausschnitt V1.1. PAK in BB + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	36
Abbildung 9: Schema kontinuierliche Filtration (DWA A 203 [209]).....	37
Abbildung 10: Schema V1.2. PAK mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	38
Abbildung 11: Lageplanausschnitt V1.2. PAK mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]).....	38
Abbildung 12: Schema V2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	39
Abbildung 13: Lageplanausschnitt V2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	40
Abbildung 14: Schema V2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett (IB Knollmann [100]) .....	41
Abbildung 15: Lageplanausschnitt V2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett (IB Knollmann [100]).....	41
Abbildung 16: Schema V3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	42
Abbildung 17: Lageplanausschnitt V3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100]) .....	42
Abbildung 18: Kläranlage Weißenburg, 4. Reinigungsstufe (Bildquelle TBA Weißenburg) .....	43
Abbildung 19: Anteile kapital-, betriebs-, energie- und verbrauchsgebundene Kosten an den Jahreskosten der Varianten .....	47

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Stadt Geseke hat sich im Rahmen einer Machbarkeitsstudie im Jahr 2016 mit den Möglichkeiten auseinandergesetzt, die Kläranlage Geseke im Hinblick auf die Elimination von Mikroschadstoffen zu ertüchtigen. Die Studie wurde durch die Ingenieurgesellschaft Knollmann mbH, Hannover erstellt und vom Land NRW gefördert.

Entsprechend der Beschlussfassung der politischen Gremien sollte die vorliegenden Machbarkeitsstudie aktualisiert werden. Weiterhin sollte auch der Einfluss der Kläranlage auf den Vorfluter Geseker Bach weiter betrachtet werden.

Hierzu wurde im Vorlauf zur Aktualisierung der Studie ein umfangreiches Messprogramm auf der Kläranlage sowie im Vorfluter Geseker Bach durchgeführt [101]. Beide Maßnahmen wurden durch das Land NRW gefördert.

Mit der Aktualisierung der Studie wurde die TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH beauftragt.

Folgende Aspekte werden in der Fortschreibung der Studie betrachtet:

- Abschätzung des Einflusses der Einleitung der KA Geseke auf den Vorfluter für die untersuchten Mikroschadstoffe anhand von Fracht- und Konzentrationsbetrachtungen sowie Abschätzung von PEC/PNEC-Verhältnissen für den IST-Zustand.
- Durchführung der zuvor genannten Abschätzung unter Annahme einer durchschnittlichen Eliminationsleistung der geplanten 4. Reinigungsstufe von 80%.
- Einordnung der Ergebnisse nach OGewV bzw. den in der „D4-Liste“ hinterlegten Orientierungs- und Präventivwerten.
- Abschätzung der Auswirkung der Einleitung der KA Geseke auf den Vorfluter für die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter (ACP).
- Aktualisierung des Standes der Forschung und Technik zur Mikroschadstoffelimination im Hinblick auf die untersuchten Varianten.
- Betrachtung, in welchem Maße multiresistente Keime und Mikroplastik in einer 4. Reinigungsstufe eliminiert werden können.
- Gegenüberstellung des Nutzens einer Vollstrom- zu Teilstrombehandlung.
- Anpassung der Invest- und Betriebskosten für die untersuchten Varianten auf das Bezugsjahr 2020.
- Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Footprintes für den Betrieb der untersuchten Varianten.
- Anpassung der Bewertungsmatrix.
- Abschließende Bewertung

Grundlage dieser Aktualisierung ist die Studie aus dem Jahr 2016 [100]. Die dort vorgestellten Verfahren und Kosten werden auf das Bezugsjahr 2020 angepasst. Es soll hier jedoch keine Neuplanung oder neue erweiterte Variantenauswahl erfolgen.

## 2 Zugrundeliegende Unterlagen

### Nachweise, Studien, Gutachten, Planungen

- [100] Ingenieurgesellschaft Dr. Knollmann mbH, Hannover  
Ertüchtigung der Kläranlage Geseke zur Elimination von Spurenstoffen,  
Machbarkeitsstudie, Dezember 2016.
- [101] OWL Umweltanalytik, Leopoldshöhe  
Untersuchungsbefunde, Messprogramm KA Geseke und Geseker Bach, April - September 2020 → **Anlage 1** und **Anlage 2**.
- [102] Wasserverband Obere Lippe  
Pegel Brandenbäumer Bach – Abflussdaten 2019, September 2020.
- [103] Ingenieurgesellschaft Dr. Knollmann mbH, Hannover  
Ertüchtigung der Kläranlage Geseke zur Elimination von Spurenstoffen,  
Machbarkeitsstudie, Dezember 2016.
- [104] Ingenieurbüro Wolfgang Sowa, Lippstadt  
Erweiterung Kläranlage Geseke, Entwurf, Oktober 2011.

### Richtlinie und Regelwerke

- [200] AbwV,  
Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer  
(Abwasserverordnung), März 1997.
- [201] WHG,  
Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz), Juli 2009.
- [202] LWG NW,  
Landeswassergesetz, Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen, Fassung vom 8.  
Juli 2016.
- [203] OGewV,  
Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- [204] Städte- und Gemeindebund NRW,  
Schnellbrief 228/2019, Einführung einer 4. Reinigungsstufe auf Kläranlagen, 29.08.2019.
- [205] Kompetenzzentrum-Mikroschadstoffe.NRW,  
Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination,  
Kompetenzzentrum-Mikroschadstoffe.NRW, 2016.
- [206] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198,  
Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, April 2003.

- [207] Arbeitsblatt DWA-A 131,  
Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Juni 2016.
- [208] Arbeitsblatt DWA-A 202,  
Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser, Mai 2011.
- [209] Arbeitsblatt DWA-A 203,  
Abwasserwasserfiltration durch Raumfiltration nach biologischer Reinigung, Februar 2019.
- [210] DVGW W 239 (A),  
Entfernung organischer Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung durch Adsorption an Aktivkohle, März 2011.
- [211] DWA 2008,  
Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Arzneistoffe. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 5/2008 (DWA-Themen).
- [212] DWA 2012,  
Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 07/2012, 8. überarbeitete Auflage.
- [213] MULNV NRW 2020,  
Bewirtschaftungsplan 2022-2027 - Entwurf - Steckbriefe der Planungseinheiten im Teileinzugsgebiet Rhein/Lippe.

## Literatur

- [300] DWA-Themen,  
Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung -  
Verfahrensvarianten, Reinigungsleistung und betriebliche Aspekte. Hennef, DWA, 2019.
- [301] Kompetenzzentrum Spurenstoffe-BW,  
Handlungsempfehlungen für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination, März 2018.
- [302] Kompetenzzentrum Wasser Berlin,  
43. Berliner Wasserwerkstatt – Kolloquium des Kompetenzzentrums Wasser Berlin -  
Einsatz von Ozon zur Entfernung von Spurenstoffen in der Abwasserbehandlung, Stand der  
Forschung und Herausforderungen für die technische Umsetzung, November 2017.
- [303] DWA-Arbeitsgruppe KA 8.6  
Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung – Arbeitsbericht;  
S. 1062-1067; Korrespondenz Abwasser, Abfall; Nr. 12, Jg. 63, 2016.
- [304] Soltermann, F.; Abegglen, C.; Götz, C.; Zimmermann-Steffens, S.; von Gunten, U.,  
Bromid im Abwasser – Bromatbildung bei der Ozonung – Einschätzung der zukünftigen Situation, Aqua & Gas N° 10, 2016.

- [305] Meier, A.; Remy, C.,  
Klimafreundlich Gewässer schützen, Aqua & Gas N° 2, 2020.
- [306] Worch, E.,  
Wasser- und Wasserinhaltsstoffe – eine Einführung in die Hydrochemie. Teubner-Verlag, Stuttgart-Leipzig, 205 S, 1997.
- [307] Abegglen, C.; Escher, B.; Hollender, J.; Koepke, S.; Ort, C.; Peter, A.; Siegrist, H.; von Gunten, U.; Zimmermann, S.; Koch, M.; Niederhauser, P.; Schärer, M.; Braun, C.; Gälli, R.; Junghans, M.; Brocker, S.; Moser, R.; Rensch, D.: Ozonung von gereinigtem Abwasser – Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf; Studie der Eawag im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (CH), 2009.
- [308] Bornemann, C.; Hachenberg, M.; Kazner, C; Herr, J.; Jagemann, P.; Lyko, S.; Benstöm, F.; Montag, D.; Platz, S; Wett, M.; Kaub, J. M.; Kolisch, G; Osthoff, T.; Rolfs, T.; Stepkes, H.: Teilprojekt 5: Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen, insbesondere kommunaler Flockungs-filtrationsanlagen durch den Einsatz von Aktivkohle. Abschlussbericht, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2012.
- [309] Breitbach, Marc; Bathen, Dieter: Adsorptionstechnik. 1. Auflage. Springer-Verlag, 2001.
- [310] Cooney, D. O.: Adsorption Design for Wastewater Treatment. 1. Auflage. CRC, 1998.
- [311] Grünebaum, T.; Herbst, H.; Keyzers, C.; Lyko, S.; Türk, J.: Mikroschadstoffelimination mit Ozon: Beispiele für Kläranlagen; Vortrag auf dem 2. Fachsymposium Mikroschadstoffe. NRW 2012; Elimination von Mikroschadstoffen, Keimen und Bakterien in kommunalen Kläranlagen am 21.06.2012 in Düsseldorf.
- [312] Gujer, Willi: Siedlungswasserwirtschaft. 1. Auflage. Springer-Verlag, 1999.
- [313] Herbst, H.; Kaufmann, M.; Türk, J.; Launer, M.: Abwasser ozonierung Kläranlage Duisburg-Vierlinden – Auslegung – Bau – erste Betriebsergebnisse. In Innovation und Flexibilität – Systemoptimierung und Systemerweiterung; Tagungsband der 25. Karlsruher Flockungstage 2011, Schriftenreihe SWW (Bd. 141), Verlag Siedlungswasserwirtschaft Karlsruhe.
- [314] Joss, Adriano; Keller, Elvira; Alder, Alfredo C.; Göbel, Anke; Mc Ardell, Christa S.; Ternes, Thomas; Siegrist, Hansruedi: Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological wastewater treatment. In: Water Res 39 (2005), Sep, Nr. 14, S. 3139–3152.
- [315] Kümmel, R.; Worch, E.: Adsorption aus wässrigen Lösungen. 1. Auflage. VEB Dt. Verl. für Grundstoffindustrie, 1990.
- [316] Meyer, Hermann: Abwasserreinigung - Qua vadis?, in GWF Wasser, Abwasser, 149, Nr. 4, 2008.

- [317] MUNLV NRW: Untersuchung zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen. 2004 – Forschungsbericht.
- [318] Nahrstedt, A.; Alt, K.; Barnscheidt, I.; Fritzsche, J.; Sürder, T.; Burbaum, H.; Klak, A.: CSB- und Spurenstoffelimination am Aktivkohlefestbettfilter. Abschlussbericht, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2011.
- [319] Palmowski, L.; Veltmann, K.; Mousel, D.; Mauer, C.; Simsheuser, C.; Schmitz, U.; Eckers, S.; Jagemann, P.; Thöle, D.; Riße, H.; Gredugk-Hoffmann: Energiebedarf von Verfahren zur Elimination von organischen Spurenstoffen – Phase I. Abschlussbericht, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2011.
- [320] Pinnekamp, Johannes; Keyers, Christoph; Montag, David; Veltmann, Karin: Elimination von Mikroschadstoffen – Stand der Wissenschaft. In: Gewässerschutz – Wasser – Abwasser (GWA) 220 (2010), S. 28/1 – 28/21.
- [321] Schaar, H., Kreuzinger, N., Ferk, F., Misik, M., Sommer, R., Schürhagl, R., Grillitsch, B., Altmann, D., Möstl, E. und Bartel, C. (2011). "KomOzon - Technische Umsetzung und Implementierung einer Ozonungsstufe für nach dem Stand der Technik gereinigtes kommunales Abwasser - Heranführung an den Stand der Technik, Endbericht."
- [322] Schröder, Karl-Heinz; Grömping, Markus: Einsatz von Aktivkohle auf der Kläranlage Gütersloh-Putzhagen, Vortrag auf dem DWA-Praxisseminar „Strategien zur Spurenstoffelimination auf Kläranlagen“ am 2. Juli 2013 in Gütersloh, Juli 2013.
- [323] Schwentner, G; Kremp, W.; Mauritz, A; Hein, A.; Metzger, S; Rössler, A.: Kosten in der weitergehenden Abwasserreinigung mit PAK – Teil 1, in Wasserwirtschaft – Wassertechnik (wwt), 63, Nr. 4, 2013.
- [324] Schwentner, G; Kremp, W.; Mauritz, A; Hein, A; Metzger, S; Rössler, A.: Kosten in der weitergehenden Abwasserreinigung mit PAK – Teil 2, in Wasserwirtschaft – Wassertechnik (wwt), 63, Nr. 5, 2013.
- [325] H.-R. Siegrist: Energieverbrauch für die weitergehende Spurenstoffelimination – Maßnahmen zur Reduktion, in: Schriftreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Band 65, 31. Bochumer Workshop, Klimaschutz und Energiewende – Welchen Beitrag liefert der Abwasserrektor, 2013.
- [326] Sontheimer, H.; Frick, B.; Fettig, J.; Hörner, G.; Hubele, C.; Zimmer, G.: Adsorptionsverfahren zur Wasserreinigung. DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe (TH), 1985.
- [327] Ternes, T. A.; Stüber, J.; Herrmann, N.; McDowell, D.; Ried, A.; Kampmann, M.; Teiser, B.: Ozonation: A tool for removal of pharmaceuticals contrast media and musk fragrances from wastewater?, Water Research, 37, 1976 – 1982, 2003.

- [328] Exner, M.; Schwartz, T.; Schmithausen, R.:  
HYREKA (Hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle Antibiotika-resistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern) – Synthese- und Abschlussbericht, 2020.
- [329] Bertling, J.; Bertling, R.; Hamann, L.:  
Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik – Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen Lösungsansätze, Empfehlungen – Kurzfassung der Konsortialstudie, Fraunhofer UMSICHT, 2018.

### **Online-Ressourcen, Datenbanken**

- [400] D4-Liste 3. Monitoringzyklus  
Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4  
<https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-7724>; Datei:  
[https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/anhang\\_d4\\_zyklus\\_3.xlsx](https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/anhang_d4_zyklus_3.xlsx)  
Zugriff am 29.10.2020.
- [401] D4-Liste 4. Monitoringzyklus  
Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4  
<https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-7724>; Datei:  
[https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/anhang\\_d4\\_zyklus\\_4.xlsx](https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/anhang_d4_zyklus_4.xlsx)  
Zugriff am 27.11.2020.
- [402] ELWAS-WEB [Online]  
<https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>.

### 3 Anlagenbestand

#### 3.1 Allgemein

Die Kläranlage Geseke wurde Mitte der achtziger Jahre errichtet und 1988 in Betrieb genommen.

Aufgrund steigender Schmutzfrachten und erhöhter Reinigungsanforderungen an die Stickstoffelimination wurde die Kläranlage umgebaut und die biologische Stufe bis 2015 erweitert. Die Ausbaugröße beträgt 28.327 Einwohnerwerte (EW) [104].

Die Kläranlage liegt nördlich der Stadt Geseke. Angeschlossen sind die Kernstadt, der Drivers Park-Geseke (Autohof) sowie die Ortsteile Bönninghausen, Mönninghausen, Ehringhausen, Störmede, Langeneicke, Ermsinghausen und Mittelhausen über das Pumpwerk Bönninghausen.

Die Entwässerung erfolgt für Teile der Stadt im Mischsystem.

Die Auslastung lag im Jahr 2019 bei 25.833 EW [402].

#### 3.2 Kurzbeschreibung Verfahrenstechnik

Die Kläranlage Geseke verfügt über mechanisch-biologisch arbeitende Abwasserreinigungsstufen mit chemischer Phosphorelimination sowie einer anaeroben Schlammstabilisierung

Folgende Verfahrensstufen sind auf der Kläranlage vorhanden [104]:

- Rechenanlage mit Umlaufgerinne: Feinrechen, Stababstand 10 mm (Fa. Huber), Waschpresse (Fa. Huber)
- Zulauf-Schneckenpumpwerk: Förderleistung  $Q_M = 500$  l/s, 3 Schneckenpumpen
- Sandfang: zweikammeriger, belüfteter Langsandfang, Fettfang
- Vorklärung: zweistraßiger Ausbau (je  $V = 628$  m<sup>3</sup>), Längsräume, Schwimmschlammschild, PSPW
- Belebungsbecken: vierstraßiger Ausbau, Längsbecken (je rd. 1.500 m<sup>3</sup>, gesamt:  $V_{\text{ges, BB}} = 6.149$  m<sup>3</sup>), intermittierende Belüftung, Gebläsestation, Membrandruckbelüftung, Rührwerke
- Simultane P-Fällung
- Nachklärung: dreistraßiger Ausbau, Rundbecken (je rd. 2.100 m<sup>3</sup>, Oberfläche: 605 m<sup>2</sup>), Räumbrücke, Bodenräumschild, Pumpwerk zur Rücklaufschlammförderung (4 Pumpen), ÜS-Pumpwerk (2 Pumpen)
- Faulbehälter (1.600 m<sup>3</sup>), Gasbehälter (150 m<sup>3</sup>)
- Schlammstapelbehälter (2 Becken, ges. ca. 2.700 m<sup>3</sup>)

#### 3.3 Vorfluter

Die Kläranlage Geseke leitet bei der Stationierung km 6,73 in den Geseker Bach [402]. Die Gesamtlänge des Baches liegt bei rund 9,9 km. Der Bach entspringt der Ortsmitte von Geseke.

Der Bach fließt später, nachdem er weitere Bäche aufgenommen hat, in den Brandenbäumer Bach, der wiederum in die Lippe mündet.

Die Einleitung der Kläranlage liegt im Oberflächen-Wasserkörper mit der Bezeichnung [402]:

DE\_NRW\_27838\_4425 / Geseker Bach

Der Geseker Bach (Oberflächenwasserkörper: DE\_NRW\_27838\_4425) wird gemäß LAWA-Fließgewässertypisierung der Klasse 18 (löss-lehmgeprägte Tieflandbäche) zugeordnet [402].

In den Steckbriefen zum 3. Bewirtschaftungsplan, die seit Dezember 2020 in Entwurf vorliegen, wird der Wasserkörper im 4. Monitoringzyklus bezüglich des ökologischen Zustands als „Mäßig“ und hinsichtlich des chemischen Zustandes als „Nicht gut“ eingestuft. Die ACP werden als „nicht eingehalten“ bewertet [213].

Der Abfluss des Vorfluters an der Einleitungsstelle kann nicht direkt ermittelt werden, da am Kläranlagenstandort direkt kein Pegel vorhanden ist. In einem Telefonat mit der Bezirksregierung Arnsberg wurde abgestimmt, dass der unterhalb gelegene Pegel „Brandenbäumer Bach“ des Wasserverbandes Obere Lippe genutzt wird. Für diesen Pegel liegen folgende Werte vor [102]:

MQ Kalenderjahre 2011-2019:	0,854 m <sup>3</sup> /s
→ 0,5 MQ:	0,427 m <sup>3</sup> /s
MNQ Kalenderjahre 2011-2019:	0,258 m <sup>3</sup> /s

### 3.4 Belastungsdaten Hydraulik

Die Bemessungswerte der Kläranlage Geseke sind im Folgenden aufgeführt [104]:

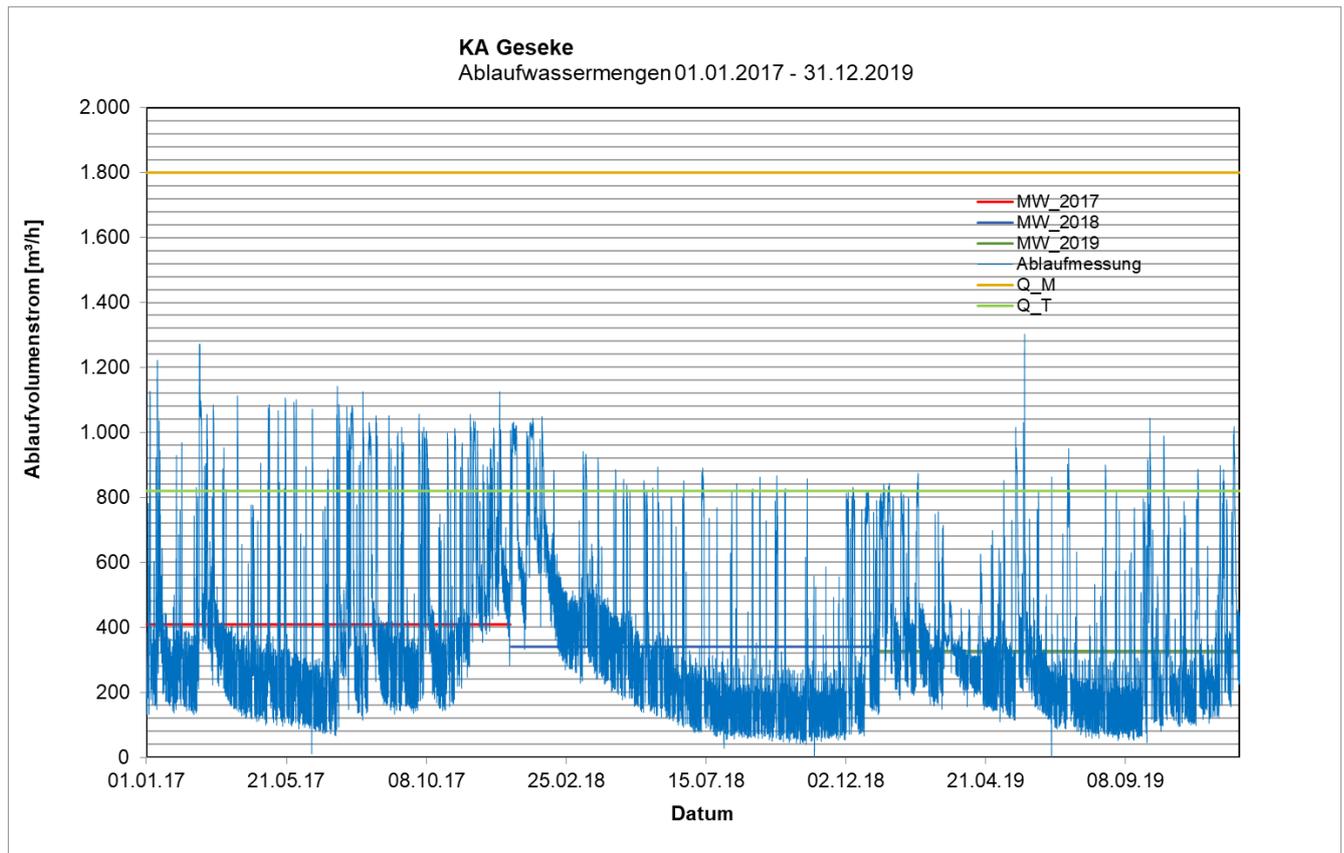
Trockenwetterzufluss	820 m <sup>3</sup> /h	228 l/s
Höchstwasserabfluss	1.800 m <sup>3</sup> /h	500 l/s

Die Jahresschmutzwassermenge gemäß dem Erlaubnisbescheid vom 10. Dezember 2015 beträgt:

Jahresschmutzwassermenge 2.500.000 m<sup>3</sup>/a

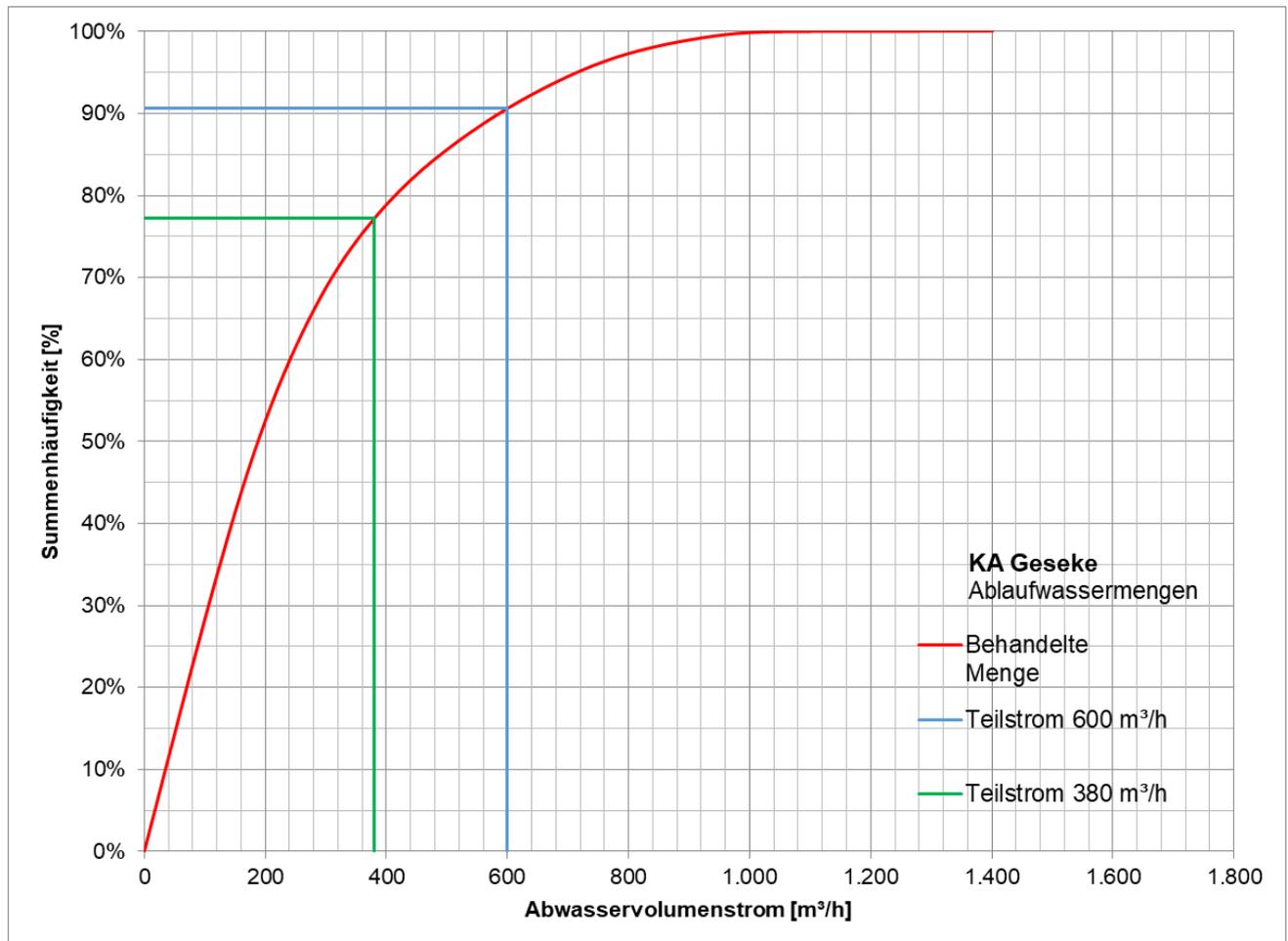
Für die Bemessung der vierten Reinigungsstufe sind die Ablaufmengen der Kläranlage entscheidend.

**Abbildung 1** stellt die Ganglinie der Abwassermengen im Ablauf der Nachklärung als Stundenwerte dar, die 15 min-Werten aggregiert wurde. Die mittlere Ablaufmenge über den Zeitraum 2017 bis 2019 beträgt 358 m<sup>3</sup>/h, wobei die Werte zwischen den Jahren z.B. aufgrund der Niederschlagsituation schwanken können (2017: 409 m<sup>3</sup>/h; 2018: 341 m<sup>3</sup>/h; 2019: 238 m<sup>3</sup>/h). Maximal wurden 1.293 m<sup>3</sup>/h im Betrachtungszeitraum abgeleitet.



**Abbildung 1: Volumenstrom Ablauf KA Geseke (2017 bis 2019)**

Die Summenhäufigkeit der Ablaufwassermengen zeigt **Abbildung 2**. Aus der Summenkurve ist zu erkennen, dass mit einer Teilstrommenge von 380 m³/h ca. 77 % der Jahresabwassermenge behandelt werden können. Bei 600 m³/h können ca. 90 % über die 4. Reinigungsstufe geführt werden.



**Abbildung 2: Summenhäufigkeit der Ablaufmengen KA Geseke (2017 bis 2019)**

### 3.5 Reinigungsanforderungen

Folgende Überwachungswerte für die Kläranlage Bottrop sind gemäß Erlaubnisbescheid der Bezirksregierung Arnsberg vom 10. Dezember 2015 einzuhalten.

**Tabelle 1: Überwachungswerte Kläranlage Geseke**

Parameter	Einheit	ÜW	Anmerkung
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	30	
Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 d (BSB <sub>5</sub> )	mg/l	12	
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	4	
Stickstoff, anorganisch (N <sub>ges,anorg</sub> )	mg/l	14	Summe NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N und NO <sub>3</sub> -N; ÜW gilt, wenn Abwassertemperatur ≥ 12° C.
Phosphor, gesamt (P <sub>ges</sub> )	mg/l	1	
Cadmium	mg/l	0,005	
Chrom	mg/l	0,050	
Kupfer	mg/l	0,100	
Quecksilber	mg/l	0,001	
Nickel	mg/l	0,050	
Blei	mg/l	0,050	
AOX	mg/l	0,100	

## **4 Spurenstoffe im Wasserkreislauf**

### **4.1 Einleitung**

Als Spurenstoffe werden Substanzen bezeichnet, die im Konzentrationsbereich von  $10^{-9}$  (ng/l) bis  $10^{-6}$  g/l ( $\mu\text{g/l}$ ) in der aquatischen Umwelt zu finden sind.

Nach der Definition der DWA sind anthropogene Spurenstoffe organische Schadstoffe, wie Humanpharmaka, Industriechemikalien, Körperpflegemittel, Waschmittelinhaltsstoffe, Nahrungsmittelzusatzstoffe, Additive in der Abwasser- und Klärschlammbehandlung, Veterinärpharmaka, Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel sowie Futterzusatzstoffe (DWA 2008) [211].

Andere Bezeichnungen für die genannten Substanzen sind z. B. Mikroverunreinigungen und Mikro-schadstoffe.

Die human- und ökotoxikologische Wirkung eines Teils dieser Stoffe ist nicht abschließend geklärt. Hierzu werden gegenwärtig Untersuchungen durchgeführt. Eine direkte Gefährdung für den Menschen besteht in der Regel nicht, jedoch wurden schon Wirkungen von einzelnen Spurenstoffen auf aquatische Lebewesen festgestellt. Daher wird sowohl in einzelnen Bundesländern als auch auf Bundesebene angestrebt, den Eintrag dieser Stoffe im Sinne des Vorsorge- und Minimierungsprinzips zu reduzieren.

Eine Hauptemissionsquelle für den Eintrag von Humanpharmaka als eine Teilgruppe stellen kommunale Kläranlagen dar.

Kommunale Kläranlagen sind derzeit ausgelegt für die Kohlenstoff- und, in Abhängigkeit von der Größe, auch für die Nährstoffelimination. Auf gut ausgebauten Anlagen werden organische Spurenstoffe teilweise erheblich eliminiert, wenn auch zumeist nicht vollständig, wie umfangreiche Studien belegen (MUNLV 2004 [317]; Joss 2005 [314]). Die unterschiedlichen Reinigungsleistungen lassen sich aus der chemischen Struktur der einzelnen Stoffe begründen.

Zur Verbesserung der Reinigungsleistung von Kläranlagen stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die teilweise momentan auch noch Gegenstand der Forschung sind.

In den letzten zehn Jahren sind in der Bundesrepublik Deutschland verschiedene Anlagen großtechnisch umgesetzt worden. Vorreiter ist hier Baden-Württemberg.

### **4.2 Charakterisierung des Verhaltens von anthropogenen Spurenstoffen**

Die anthropogenen Spurenstoffe lassen sich, bedingt durch ihre physiko-chemischen Eigenschaften, keiner Stoffgruppe zuordnen. Daraus folgt auch, dass sich – wie schon gesagt – Unterschiede hinsichtlich der Elimination bei verschiedenen Stoffen ergeben.

Folgende Eigenschaften der Stoffe sind zur Beurteilung ihres Eliminationsverhaltens von besonderer Wichtigkeit:

- Molekülaufbau und -struktur,
- Polarität/Hydrophobie,

- Sorptionsverhalten,
- Abbaubarkeit/Persistenz.

Der Molekülaufbau kennzeichnet entscheidend das Verhalten des Stoffes. Die Bindungsformen der Atome bzw. Molekülgruppen zueinander beispielsweise beeinflussen die Abbaubarkeit und die Reaktionseigenschaften des Stoffes.

Polarität bezeichnet in der Chemie unterschiedliche Ladungsschwerpunkte innerhalb eines Moleküls. Dieses ist somit gegenüber seiner Umgebung nicht mehr elektrisch neutral. Polare Stoffe weisen eine bessere Wasserlöslichkeit auf. Unpolare Stoffe sind schlechter wasserlöslich; sie werden auch als hydrophob bezeichnet. In wässrigen Lösungen liegen die Spurenstoffe mitunter in dissoziierter Form vor. Dies bedeutet, dass das Molekül eine Ladung angenommen hat. Zu beachten ist, dass diese Ladung pH-Wert-abhängig sein kann.

Unter Sorption werden als Sammelbegriff Wechselwirkungen an Grenzflächen zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Phasen verstanden, die zu einer Anreicherung eines Stoffes führen. Bei der Absorption erfolgt die Anreicherung des Stoffes innerhalb der Phase, wie z. B. bei der Lösung von Gasen in Flüssigkeiten. Mit Adsorption wird die Anreicherung eines Stoffes an der Grenze zwischen zwei Phasen (hier flüssig/fest) bezeichnet.

Persistenz bezeichnet die Beständigkeit von Stoffen gegenüber biologischen und chemischen Abbau- und Transformationsprozessen. Als persistent werden Substanzen eingestuft, die nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden (Worch 1997) [306].

Aufgrund ihres ursprünglichen Einsatzes sind Spurenstoffe relativ persistent in der aquatischen Umwelt. So soll z. B. Röntgenkontrastmittel im menschlichen Körper keine Reaktion eingehen. Diese Persistenz beeinflusst jedoch auch die Elimination der Stoffe in der Umwelt bzw. in technischen Reinigungsprozessen.

## 5 Betrachtung der Ergebnisse aus dem ergänzenden Messprogramm

### 5.1 Einführung

Im Vorlauf der Studie wurde ein intensives Messprogramm im Zu- und Ablauf der Kläranlage Geseke sowie ober- und unterhalb der der Einleitungsstelle in den Vorfluter Geseker Bach durchgeführt [101].

Der Umfang und Art der Beprobung sowie die Probenahmestellen wurde vorab zwischen der Stadt Geseke, der Bezirksregierung Arnsberg sowie der der Kommunalberatung NRW und dem ausführenden Labor gemeinsam abgestimmt. Hierbei wurden die Empfehlungen aus den Veröffentlichungen des Spurenstoff-Kompetenzzentrums in Nordrhein-Westfalen [205] berücksichtigt. Weiterhin wurden die Parameter entsprechend der Oberflächengewässerverordnung [203] zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials (**Anlage 6**) und zur Beurteilung des chemischen Zustands (**Anlage 8**) herangezogen.

Zusätzlich wurden ausgewählte allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (ACP) gemäß Anlage 7 der Oberflächengewässerverordnung [203] untersucht.

Folgende Gruppen an Parameter wurden untersucht. Die kursiv gedruckten Parameter wurden direkt mit der Bezirksregierung Arnsberg abgestimmt.

- **Allgemein chemisch-physikalische Parameter (ACP)**  
*P<sub>ges</sub>, N<sub>ges</sub>, Nitrit-N, Ammonium-N, CSB, Abfiltrierbare Stoffe, Wassertemperatur, pH-Wert*
- **Mikroschadstoffe**  
Untersuchung von 53 Mikroschadstoffen, 24 davon in allen Beprobungen. Als Beispiele sind hier genannt:
  - Humanpharmaka:  
*Carbamazepin* (Arzneimittel, Antiepileptikum)  
*Diclofenac* (Arzneimittel, Schmerzmittel)  
*Metoprolol* (Arzneimittel, Betablocker)  
*Clarithromycin* (Arzneimittel, Antibiotikum)  
*Sulfamethoxazol* (Arzneimittel, Antibiotikum)  
*Sotalol* (Arzneimittel, Betablocker)
  - Industriechemikalien:  
*1H-Benzotriazol* (Inhibitor/Komplexbilder),  
*Perfluorooctansulfonsäure* (PFOS) (Anlage 8 der OGewV)
  - Biozid und Konservierungsstoff in kosmetischen Präparaten und Desinfektionsmitteln:  
*Triclosan* (Anlage 6 der OGewV)
  - Pflanzenschutzmittel:  
*Imidacloprid* (Anlage 6 der OGewV)
  - Polycyclischen Kohlenwasserstoffe (PAK)  
*16 PAK nach EPA* als Marker für die in der OGewV Anlage 8

Unter der Bezeichnung „PAK nach EPA“ werden 16 polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) summiert, die von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde (EPA) in den 1980er Jahren als besonders relevant für die die Stoffgruppe eingestuft wurden. Unter diesen Stoffen ist auch Benzo(a)pyren.

Folgende Messstellen wurden im Zuge des Messprogramms beprobt:

- Kläranlage; Zulauf Biologie,
- Kläranlage; Ablauf Nachklärung,
- Geseker Bach, oberhalb (oh) Einleitung Kläranlage,
- Geseker Bach, oberhalb (uh) Einleitung Kläranlage.

Die Beprobungen in der Kläranlage bezüglich der Mikroschadstoffe wurden als 24-h-Mischproben bzw. als Stichprobe für die ACP durchgeführt. Im Gewässer wurden qualifizierte Stichproben genommen [101].

Die Beprobungen erfolgten immer am selben Tag.

An folgenden Tagen wurden die Beprobungen durchgeführt:

- 31.03.20 - 01.04.20
- 14.05.20 - 15.05.20
- 27.05.20 - 28.05.20
- 04.06.20 - 05.06.20 (nicht Zulauf KA)
- 16.06.20 - 17.06.20 (nicht Zulauf KA)
- 18.06.20 - 19.06.20 (nicht Zulauf KA)
- 21.07.20 - 22.07.20
- 11.08.20 - 12.08.20
- 08.09.20 - 09.09.20

Die Messprotokolle für die Analysen im Zu- und Ablauf der KA sind in **Anlage 1** aufgeführt. In **Anlage 3** sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst.

Die Protokolle der Beprobung im Vorfluter sind in **Anlage 2**. Die Tabelle in **Anlage 4** enthält die Ergebnisse.

## 5.2 Mikroschadstoffe in Zu- und Ablauf Kläranlage

Die Ergebnisse aus der Beprobung des Zu- und Ablaufs der Kläranlage Geseke sind in **Tabelle 2** dargestellt. Zu beachten ist, dass nur Stoffe dargestellt werden, wenn zumindest eine Messung oberhalb der Bestimmungsgrenze liegt. So lagen Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Imidacloprid und Triclosan unter der Bestimmungsgrenze im Zu- und Ablauf der Kläranlage.

**Tabelle 2: Auswertung der Ergebnisse im Zu- und Ablauf der KA Geseke**

Parameter	Einheit	Zulauf	Ablauf
		Biostufe, Mittelwert	NK, Mittelwert
		3	4
		Zulauf	Ablauf
		MW 2020	MW 2020
Fluoren	µg/l	0,05	
Phenanthren	µg/l	0,09	
PAK nach EPA	µg/l	0,15	
Clarithromycin	µg/l	0,48	0,20
Sulfamethoxazol	µg/l	0,30	0,19
Carbamazepin	µg/l	0,49	0,53
Metoprolol	µg/l	2,23	1,33
Sotalol	µg/l	0,48	0,34
Diclofenac	µg/l	1,91	1,42
Benzotriazol	µg/l	15,08	4,90
Perflourpentansäure	µg/l	0,12	0,12
Perflourhexansäure	µg/l	0,25	0,23
Summe PFT NRW-Liste	µg/l	0,37	0,35
Hydrochlorothiazid	µg/l	0,05	0,13
Irbesartan	µg/l	0,13	0,15
Sum 4- und 5-Methylbenzotriazol	µg/l	5,40	5,20

nur Werte größer BG

Unter der Bezeichnung „PAK nach EPA“ werden 16 polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) summiert, die von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde (EPA) in den 1980er Jahren als besonders relevant für die Stoffgruppe eingestuft wurden. Unter diesen Stoffen ist auch Benzo(a)pyren.

Die kompletten Daten sind in **Anlage 3** enthalten.

### 5.3 Auswirkung der Einleitung auf den Vorfluter

#### 5.3.1 Allgemeine chemisch –physikalische Parameter

##### 5.3.1.1 Auswertungskriterien

Die für das betreffende Gewässer geltenden Qualitätskomponenten sind spezifische für die Fließgewässertypen in Anlage 7 der OGewV hinterlegt [203].

Der Geseker Bach (Oberflächenwasserkörper: DE\_NRW\_27838\_4425) wird gemäß LAWA-Fließgewässertypisierung der Klasse 18 (löss-lehmgeprägte Tieflandbäche) zugeordnet [402].

Daraus ergeben sich für die untersuchten ACP im Gewässer folgende Kriterien:

- Ammonium-N: 0,2 mg/l als Jahresmittelwert
- Nitrit-N: 0,05 mg/l als Jahresmittelwert
- Phosphor, gesamt: 0,1 mg/l als Jahresmittelwert
- pH-Wert: 7,0...8,5 als Min/Max-Werte

Die Werte aus den neun Beprobungen wurden als Jahreswerte in die Auswertung einbezogen.

### 5.3.1.2 Ergebnis

Vergleicht man diese Kriterien mit den Mittelwerten bzw. Min/Max-Werten der neun Beprobungen im Geseker Bach ober- und unterhalb der Einleitung aus der KA Geseke, so ergibt sich die in **Tabelle 3** dargestellte Auswertung.

**Tabelle 3: Auswertung ACP ober- und unterhalb Einleitung KA (Messungen 2020) nach OGewV, Anlage 7**

Kriterium	NH4-N	NO2-N	Pgesamt	pH-Wert	
	JD	JD	JD	Min	Max
Messstelle	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[-]	[-]
oberhalb KA	0,34	0,12	0,15	7,6	7,9
Unterhalb KA	0,35	0,16	0,18	7,4	7,8
<b>Kriterium</b>	0,20	0,05	0,10	7,0	8,5

Farbe	Beurteilung	Kriterium
	sehr gut	$BW \leq 0,1 * OW$
	gut	$0,1 * OW < BW \leq OW$
	mäßig	$OW < BW \leq 2 * OW$
	unbefriedigen	$2 * OW < BW \leq 10 * OW$
	schlecht	$BW > 10 * OW$

BW	Beurteilungswert
MW	Messwert
JD	Jahresdurchschnitt

Die Beurteilungskriterien für den pH-Wert werden oberhalb und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Geseke eingehalten.

Bei den Stickstoffparametern ist der Einfluss der KA Geseke auf den Vorfluter erkennbar. Jedoch wird bei allen drei untersuchten Parametern schon oberhalb der Kläranlageneinleitung das Qualitätskriterium überschritten. Gleiches gilt auch für den Parameter Gesamt-Phosphor.

In den Steckbriefen zum 3. Bewirtschaftungsplan, die seit Dezember 2020 in Entwurf, vorliegen, wird der Wasserkörper im 4. Monitoringzyklus bezüglich der ACP als „nicht eingehalten“ eingestuft [213]. Dies bestätigen die obigen Aussagen.

## 5.3.2 Mikroschadstoffe

### 5.3.2.1 Auswertungskriterien

Für die Mikroschadstoffe gibt es keinen umfassenden rechtlichen Rahmen zur Bewertung. So sind nicht alle relevanten Mikroschadstoffe in der OGeWV [203] geregelt. Daher wurde folgendes abgestufte Vorgehen gewählt:

- Auswertung gemäß OGeWV 2016 für rechtlich geregelte Stoffe (Jahresdurchschnittswerte und zulässige Höchstkonzentration)
- Auswertung gemäß „D4-Liste“ des LANUV für rechtlich nicht geregelte Stoffe (Jahresdurchschnittswerte und zulässige Höchstkonzentration)

In der sogenannten D4-Liste (Anhang D4 zum Monitoring-Leitfaden Oberflächengewässer) sind Beurteilungskriterien für eine Vielzahl von Stoffen enthalten. Neben gesetzlich geregelten Stoffen (OGeWV) enthält sie auch aktuelle Orientierungs- und Präventivwerte. Orientierungswerte sind wissenschaftlich hergeleitet. Präventive Vorsorgewerte beruhen auf Annahmen, die aus der Anwendung der Stoffe rühren. Sie sind ökotoxikologisch nicht hergeleitet.

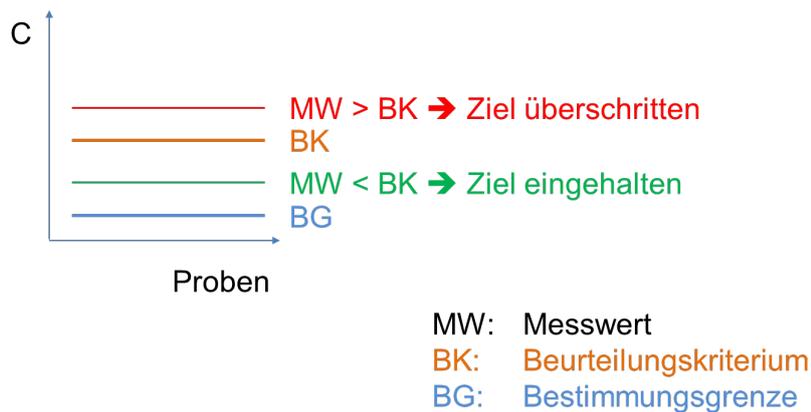
Die „D4-Liste“ wird vom LANUV gepflegt. In der nachstehenden Auswertung wird die Liste aus dem 3. Zyklus verwendet. Ende November 2020 wurde eine überarbeitete Liste auf der Homepage des LANUV veröffentlicht. Zu diesem Zeitpunkt war die Auswertung der hier vorgestellten Ergebnisse schon abgeschlossen [400].

Das Auswertungsregime folgt der Anlage 9 OGeWV (Auswertung wie für repräsentative Überwachungsstellen) in einem zweistufigen Verfahren:

1. Prüfung, ob Genauigkeit der Analysen für die Beurteilung ausreichend ist. Wenn nicht, dann kann der Stoffe nicht zur Beurteilung des Wasserkörpers herangezogen werden.
2. Prüfung, ob das jeweilige Beurteilungskriterium eingehalten wurde.

In den nachfolgenden Abbildungen ist das Vorgehen dargestellt.

In **Abbildung 3** ist der einfachere Fall dargestellt, im dem die Bestimmungsgrenze (BG) unterhalb des Beurteilungskriteriums (BK) liegt. Die Abszisse stellt den jeweiligen Stoff dar, die Ordinate die Konzentration  $c$  des Stoffes dar. Liegt der Messwert des Stoffes (MW) oberhalb des Beurteilungskriteriums (BK), so wird das Qualitätsziel überschritten ( $MW > BK$ ). Liegt der Messwert darunter ( $MW < BK$ ) so wurde das Ziel eingehalten.



**Abbildung 3: Prüfung Einhaltung Beurteilungskriterium**

Die Prüfung ist aufwendiger, wenn das Beurteilungskriterium (BK) unter der Bestimmungsgrenze (BG) liegt, wie **Abbildung 4** zeigt. In diesem Fall werden nur Stoffe in die Bewertung aufgenommen, wenn der Messwert oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Beurteilungskriteriums liegt (grüner Fall). In diesem Fall ist das Qualitätsziel nicht eingehalten. Liegt der Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze und die Bestimmungsgrenze oberhalb des Beurteilungskriteriums (roter Fall), so kann dieser Stoff nicht zur Bewertung herangezogen werden.



**Abbildung 4: Prüfung Einhaltung Beurteilungskriterium, in Abhängigkeit von Bestimmungsgrenze**

Dieses Verfahren wurde sowohl auf die Stoffe mit Kriterien auf Basis von Jahresdurchschnittswerte, wie auch mit zulässigen Höchstkonzentrationen angewendet.

Datenbasis waren wiederum die neun Beprobungen. Für die Jahresdurchschnittswerte wurde der Mittelwert aus den neun Analysen gebildet. Bei der Berechnung von Jahresdurchschnittswerten wurden Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze gemäß Anlage 9, Ziffer 3.1.1 angesetzt.

Im Zuge der Auswertung in Anlehnung an Anlage 9 OGeV kam Absatz 1 und hier insbesondere Satz 1.3, nachdem die Bestimmungsgrenze höchstens 30 % der Umweltqualitätsnorm (Beurteilungskriterium) betragen darf, nicht zur Anwendung.

### 5.3.2.2 Ergebnis der Auswertung für rechtlich geregelte Stoffe

Die Auswertung für rechtlich geregelte Stoffe mit einer Umweltqualitätsnorm nach OGewV erfolgte nach Jahresdurchschnittswerten für sieben Stoffe aus dem Messprogramm (**Anlage 5**).

- 4 Stoffe: Keine Berücksichtigung (Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Imidacloprid, Triclosan)
- 3 Stoffe: Jahresdurchschnittswerte werden an den Messstellen oh/uh der Einleitung KA eingehalten (Anthracen, Naphthalin, Phenanthren)

Neun Stoffe wurden hinsichtlich der zulässigen Höchstkonzentrationen nach OGewV bewertet (**Anlage 6**):

- 2 Stoffe: Keine Berücksichtigung (Benzo(ghi)perylen, Triclosan)
- 7 Stoffe: Höchstkonzentrationen werden oh/uh eingehalten (Anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Naphthalin, Imidacloprid)

Aus der oben dargestellten Auswertung folgt, dass die untersuchten und nach OGewV geregelten Stoffe der Anlage 6 und 8 ober- und unterhalb der Einleitung des Kläranlage Geseke in den Geseker Bach eingehalten wurden.

### 5.3.2.3 Ergebnis der Auswertung für rechtlich nicht geregelte Stoffe

Die Auswertung erfolgte nach der „D4-Liste“ des LANUV für den 3. Monitoringzyklus [400]. In der Liste werden für nicht gesetzlich geregelte Stoffe entweder Orientierungswerte, die ökotoxikologisch herleitbar sind oder Präventivwerte, die einen vorsorgenden Charakter besitzen, benannt.

Für 17 Stoffe aus dem Untersuchungsprogramm sind in der D4-Liste Jahresdurchschnittswerte hinterlegt (**Anlage 7**):

- 3 Stoffe: Keine Berücksichtigung
- 14 Stoffe: Jahresdurchschnittswerte werden oberhalb der Einleitstelle eingehalten
- 13 Stoffe: Jahresdurchschnittswerte werden unterhalb eingehalten  
Überschreitung des Orientierungswerte für Diclofenac

Für drei Stoffe waren zulässige Höchstkonzentrationen hinterlegt (**Anlage 8**):

- 3 Stoffe: Höchstkonzentrationen werden oh/uh eingehalten (Clarithromycin, Sulfamethoxazol und Carbamazepin)

Der Mittelwert für das Schmerzmittel Diclofenac lag in den neun Probenahmen im Geseker Bach an der Messstelle unterhalb der KA Geseke bei 0,38 µg/l. Der Orientierungswert in der „D4-Liste“ liegt bei 0,05 µg/l [400] als Jahresdurchschnittswert. Dieser Wert wurde auch in Fortschreibung der „D4-Liste“ für den 4. Monitoringzyklus, die Ende November 2020 veröffentlicht wurden, nicht verändert [401].

Diclofenac wird als Schmerzmittel und Antirheumatikum in der Humanmedizin eingesetzt. Die Verkaufsmengen in Deutschland betragen ca. 90 Mg/a.

Der Stoff ist gut an Aktivkohle adsorbierbar [300]. Auch durch Ozon ist er gut oxidierbar (spez. O<sub>3</sub>-Dosis ca. 0,6 mg O<sub>3</sub>/mg DOC) [305].

### 5.3.3 Beeinflussung des Gewässers anhand einer ökotoxikologischen Betrachtung

#### 5.3.3.1 Allgemein

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. Bei einem PEC/PNEC-Wert < 1 kann 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 folgende Formel:

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

Die Frachtermittlung des Gewässers erfolgte auf Grundlage der Hälfte des mittleren Abflusses (0,5 MQ). Da am Kläranlagenstandort direkt kein Pegel vorhanden ist, wurde in einem Telefonat mit der Bezirksregierung Arnsberg abgestimmt, dass der unterhalb gelegene Pegel „Brandenbäumer Bach“ des Wasserverbandes Obere Lippe genutzt wird. Für diesen Pegel liegen folgende Werte vor [102]:

MQ Kalenderjahre 2011-2019:	0,854 m <sup>3</sup> /s
→ 0,5 MQ:	0,427 m <sup>3</sup> /s
MNQ Kalenderjahre 2011-2019:	0,258 m <sup>3</sup> /s

Die Frachtberechnung für den Kläranlagenablauf erfolgte auf Basis der Jahresabwassermenge von 3.144.205 m<sup>3</sup>/a als Mittelwert für die Jahre 2017 bis 2019.

Ablauf KA Geseke Q<sub>a</sub>:                      3.144.205 m<sup>3</sup>/a                      ≙                      0,01 m<sup>3</sup>/s

Die PNEC-Werte wurden der Literatur entnommen und sind auch in **Anlage 10** dargestellt.

### 5.3.3.2 Ist-Zustand

Die Berechnung der der PEC-Werte für die untersuchten Mikroschadstoffe ist in **Anlage 9** dargestellt. Die Berechnung wurde unabhängig von der in Kapitel 5.3.2 beschriebenen Auswertung der für den Geseker Bach relevanten Mikroschadstoffe gemacht. So wurden Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze die Bestimmungsgrenze als Rechenwert genutzt. Dabei wurde ein PEC-Wert von 1 überschritten beim Arzneimittel Diclofenac (11,9), dem Insektizid Imidacloprid (18,5) und dem antibakteriell wirkenden Triclosan (8,9). Da die beiden letztgenannten Stoffe in den Beprobungen im Gewässer sowie auch im Zu- und Ablauf der Kläranlage unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, werden diese hier nicht weiter betrachtet. Gemäß Kapitel 5.3.2 werden sie auch nicht zur Beurteilung des Gewässers herangezogen.

Für das Arzneimittel Diclofenac kann aus dem berechneten PEC-Wert von 11,9 auf ein mögliches toxikologisches Risiko geschlossen werden. Dies deckt sich auch mit der Auswertung der gemessenen Konzentrationen im Gewässer ober- und unterhalb der KA Geseke, wie in Kapitel 5.3.2.3 beschrieben.

Von den anderen untersuchten Stoffen geht in dieser Betrachtung unter den gemachten Annahmen kein ökotoxikologisches Risiko aus, da die PEC/PNEC-Verhältnis unter 0,8 liegen.

### 5.3.3.3 Weitergehende Spurenstoffelimination

Im Folgenden wird der Einfluss einer 4. Reinigungsstufe betrachtet, die einen Eliminierungsgrad von 80 % auf die untersuchten Stoffe bezogen auf die Jahresfracht aufweist.

Für den relevanten Stoff Diclofenac wird das Verhältnis PEC/PNEC durch die angenommene 4. Reinigungsstufe von 11,9 auf 3,0 reduziert.

Damit ist trotz der signifikanten Frachtreduktion im Ablauf der Kläranlage Geseke der PEC/PNEC-Wert für Diclofenac weiter größer als 1. So liegt die prognostizierte Konzentration mit 0,08 µg/l schon deutlich unter dem 2020 im Mittel gemessen 0,38 µg/l, jedoch weiterhin oberhalb des Orientierungswertes von 0,05 µg/l. Demzufolge wurde ökotoxikologische Risiko deutlich gesenkt, bleibt jedoch weiterhin bestehen unter den getroffenen Annahmen.

Von den anderen untersuchten Stoffen lag, wie in Kapitel 5.3.3.2 beschrieben, das PEC/PNEC-Verhältnis unter 0,8, so dass auch ohne 4. Reinigungsstufe kein ökotoxikologische Risiko von diesen Stoffen ausging.

## 6 Fortschreibung der Variantenbetrachtung

### 6.1 Beschickungsvolumenstrom

Die Teilstrommenge wurde in der Studie aus dem Jahr 2016 [100] festgelegt auf 380 m<sup>3</sup>/h. Im Rahmen der Fortschreibung wird hier anhand neuerer Daten aus den Jahren 2017 bis 2019 diese Auslegung überprüft.

Die 4. Reinigungsstufe wurde hydraulisch unter Berücksichtigung der standortspezifischen Entwässerungscharakteristik und in Anlehnung an die „Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination“ vom Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW [205] bemessen.

Gemäß der Empfehlung vom Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW kann bei Kläranlagen, die im Mischsystem angeschlossen sind und einem emissionsbasierten Ansatz unterzogen werden, grundsätzlich eine Teilstrombehandlung in Betracht gezogen werden.

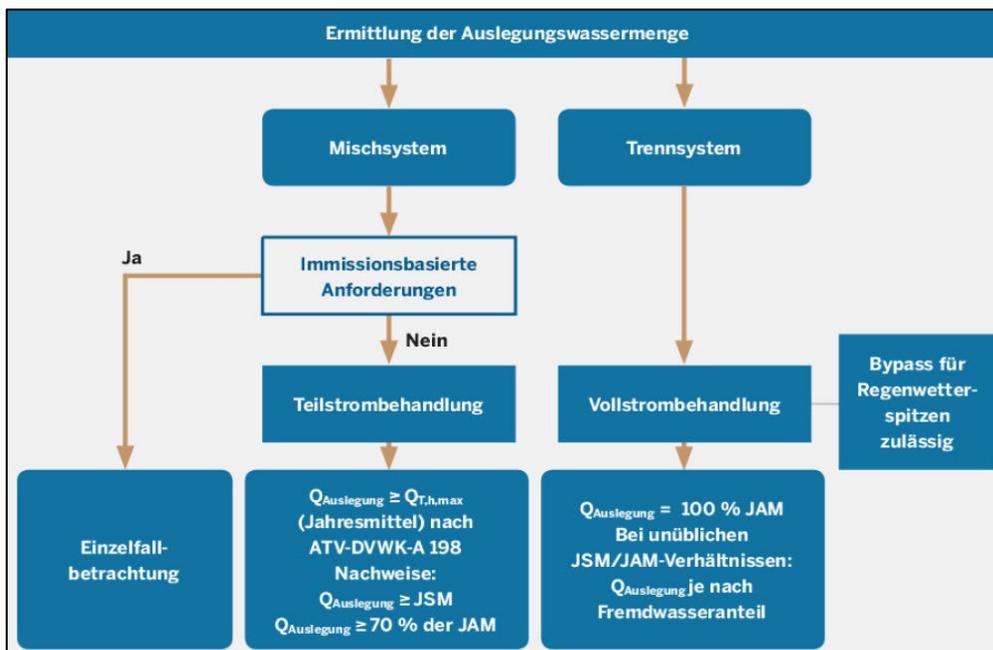


Abbildung 5: Vorgehensweise zur Ermittlung der Auslegungswassermengen [205]

In der Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2016 vom Ingenieurbüro Knollmann [100] wurden auf Basis der Daten aus den Jahren 2013 bis 2015 folgende Werte ermittelt:

Tabelle 4: Auslegungswassermenge Studie 2016 [100]

Q <sub>Auslegung</sub> [m <sup>3</sup> /a]	JAM [m <sup>3</sup> /a]	70% JAM [m <sup>3</sup> /a]	JSM [m <sup>3</sup> /a]
2.510.082	2.977.634	2.084.344	2.510.082
		≤ Q <sub>Auslegung</sub>	≤ Q <sub>Auslegung</sub>

Weiterhin ergaben sich folgende Volumenströme [100]:

Q<sub>Auslegung</sub> = 380 m<sup>3</sup>/h

Q<sub>T,h,max</sub> = 380 m<sup>3</sup>/h

Q<sub>T,mittel</sub> = 287 m<sup>3</sup>/h

Basierend auf den Daten von 2017 bis 2019 wurden die Werte überprüft.

Die Auslegungswassermenge für die 4. Reinigungsstufe muss mindestens dem maximalen stündlichen Trockenwetterabfluss  $Q_{T,h,max}$  nach ATV-DVWK-A 198 [206] im Jahresmittel entsprechen. Dieser Wert wurde anhand der Daten aus 2017 bis 2019 ermittelt.

- $Q_{T,h,max,MW} = 362 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{Auslegung} = 380 \text{ m}^3/\text{h} (\geq Q_{T,h,max,MW})$
- $Q_{T,mittel} = 265 \text{ m}^3/\text{h}$

Darüber hinaus sind gemäß [205] bei der Ermittlung der Auslegungswassermenge zwei Nachweise zu führen. Bei  $Q_{Auslegung}$  muss mindestens die Jahresschmutzwassermenge (JSM) behandelt werden, sofern diese über 70 % der Jahresabwassermenge (JAM) ausmacht (ansonsten mind. 70 % der JAM). Bei einer Teilstrommenge von  $380 \text{ m}^3/\text{h}$  würden laut Auswertung der Jahre 2017 bis 2019 ca.  $2.359.933 \text{ m}^3/\text{a}$  in der 4. Reinigungsstufe (rd. 77 % der Jahresabwassermenge) behandelt werden.

**Tabelle 5: Auslegungswassermenge Daten 2017 - 2019**

$Q_{Auslegung}$ [m <sup>3</sup> /a]	JAM [m <sup>3</sup> /a]	70% JAM [m <sup>3</sup> /a]	JSM [m <sup>3</sup> /a]
2.359.933	3.144.354	2.201.048	2.416.517
		$\leq Q_{Auslegung}$	$\geq Q_{Auslegung}$

Bei einer Teilstrommenge von  $380 \text{ m}^3/\text{h}$  würden nicht alle Nachweise erbracht. Die Bedingung zur Behandlung der kompletten JSM in der 4. Reinigungsstufe wird nicht ganz erreicht. Durch eine Erhöhung des Teilstroms auf  $410 \text{ m}^3/\text{h}$  könnte diese Bedingung erfüllt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass nicht nur die Behandlungswassermenge in die Betrachtung einbezogen werden sollte, sondern auch die Eliminierungsziele.

## 6.2 Verfahrensfestlegung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2016 wurden folgende fünf Verfahrenskombinationen untersucht [100]:

Variante 1.1 PAK-Dosierung in Belebungsbecken + kontinuierliche Filtration

Variante 1.2 PAK-Dosierung mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration

Variante 2.1 kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration-Filtration

Variante 2.2 kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett

Variante 3.1 Ozonung + kontinuierliche Filtration

Alle obengenannten Varianten aus der bestehenden Studie werden weiter betrachtet.

Sie entsprechen in ihrer Verfahrenstechnik und auch in der Verfahrenskombination dem gegenwärtigen Stand der Technik in diesem Bereich. Durch die Zunahme bereits realisierter großtechnischer Projekte steigt auch die Erfahrung mit diesen Verfahren.

Weitere Technologien wie z.B. Membranverfahren haben noch keinen umfassenden Eingang in realisierte Projekte gefunden. Sie werden aber in Hinblick auf ihre Anwendung im Rahmen von Forschungsprojekten in die Betrachtung einbezogen, wie auch in Kapitel 9.

Im Rahmen der Aktualisierung der Studie aus dem Jahr 2016 erfolgt keine Neuplanung der Varianten. Die damals beplanten Varianten werden reevaluiert und die Invest- und Betriebskosten neu berechnet und dem Preisstand 2020 angepasst.

### 6.3 Randbedingungen

Als Baufeld wurde die Erweiterungsfläche zwischen Schlammbehandlung und Geseker Bach gewählt. Dieser Standort ist gut gewählt, da hier auch ein direkter Zugang zum Ablauf aus der Nachklärung besteht. Zudem kann der behandelte Volumenstrom wieder in den bestehenden Ablauf der Kläranlage zurückgeführt werden.

In **Abbildung 6** ist Kläranlage im Luftbild dargestellt. Die mögliche Erweiterungsfläche für die 4. Reinigungsstufe ist schraffiert.



**Abbildung 6: Luftbild KA Geseke, Erweiterungsfläche 4. RS, Bildquelle: googlemaps**

## 6.4 Varianten

### 6.4.1 Variante 1.1: PAK-Dosierung in Belebungsbecken + kontinuierliche Filtration

#### 6.4.1.1 Allgemein

Eine weitergehende Beschreibung der Variante und Erläuterung der Planung ist der Studie des IB Knollmann [100] zu entnehmen. Die Schemata und Lagepläne, die nachfolgend vorgestellt werden, entstammen der genannten Studie. Hier werden nur die wichtigsten Eckpunkte des Verfahrens wiedergegeben.

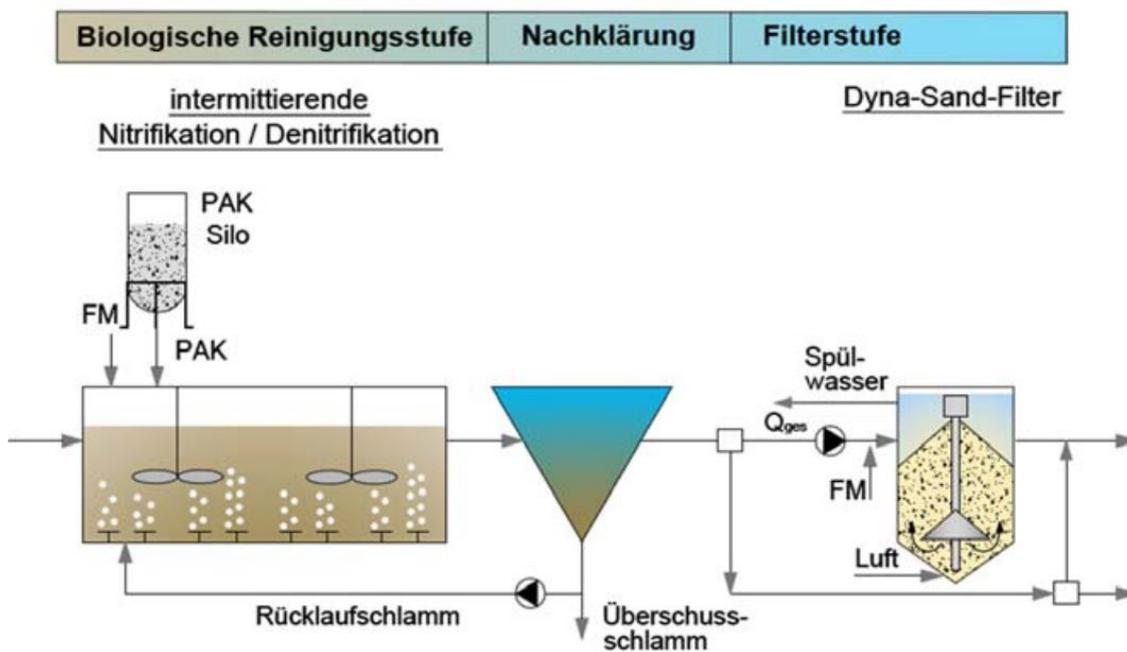
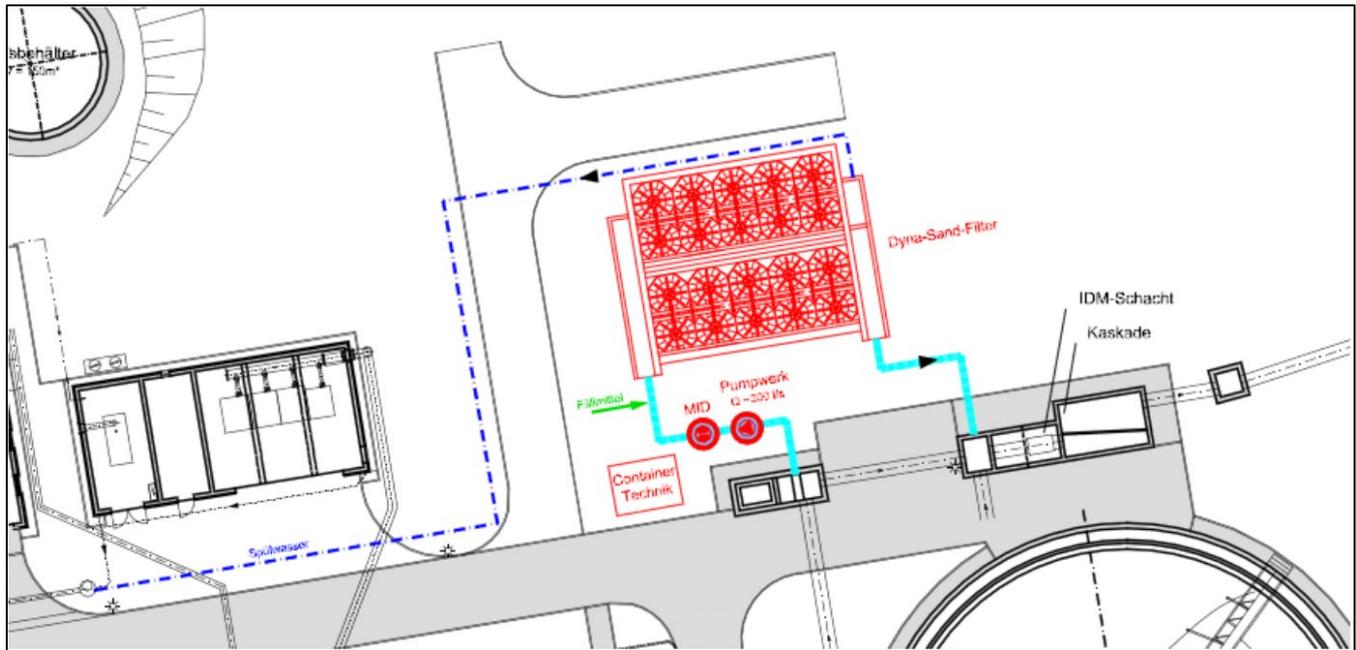


Abbildung 7: Schema V1.1. PAK in BB + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])



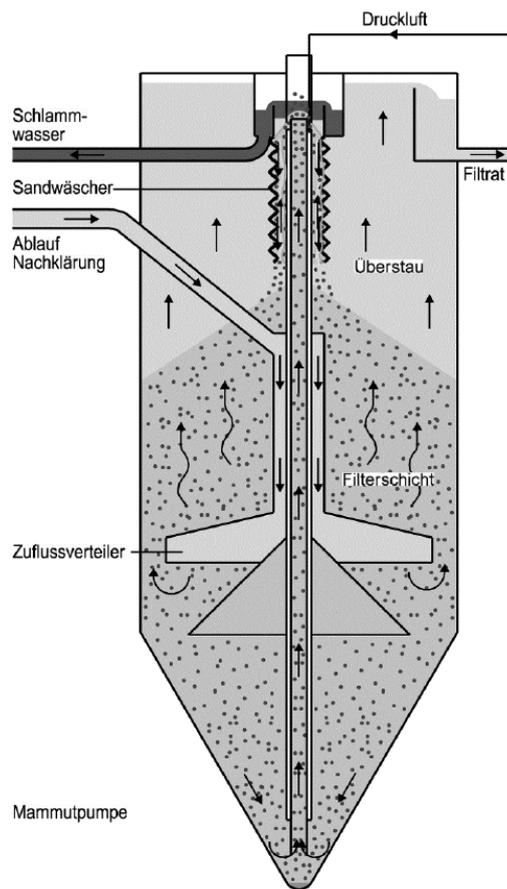
**Abbildung 8: Lageplanausschnitt V1.1. PAK in BB + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])**

#### 6.4.1.2 Bewertung

Dieses Pulveraktivkohle-Verfahren ist vergleichsweise einfach im Aufbau, da es weitgehend vorhandene Bauwerke nutzt. So erfolgt die Pulveraktivkohledosierung direkt in die Belebung. Die Abtrennung der Kohle aus dem Abwasser erfolgt dann über die vorhandene Nachklärung. Für die weitere Abtrennung von Suspensa wird als Feinreinigungsstufe eine kontinuierliche Sandfiltration nachgeschaltet. Die Sandfiltration wird mit Pumpwerk und Technik-Container auf dem Baufeld neu erstellt. Das neue Pulveraktivkohle-Silo wird mit zugehöriger Dosiertechnik im Bereich der Belebung angeordnet.

Dem Vorteil des einfachen Ausbaus steht ein erhöhte benötigte Dosiermenge an Pulveraktivkohle gegenüber, da aufgrund der Dosierung in die Belebung es zu Konkurrenzadsorption mit Stoffen kommen kann, die hier noch im Wasser vorhanden sind.

Die kontinuierliche Filtration, die auch unter dem Markennamen DynaSand bekannt ist, ist ein seit vielen Jahren in der Abwassertechnik eingesetztes Verfahren. Eine Bemessung über DWA-Regelwerk ist möglich [209]. Das nachfolgende Schema zeigt den Aufbau.



**Abbildung 9: Schema kontinuierliche Filtration (DWA A 203 [209])**

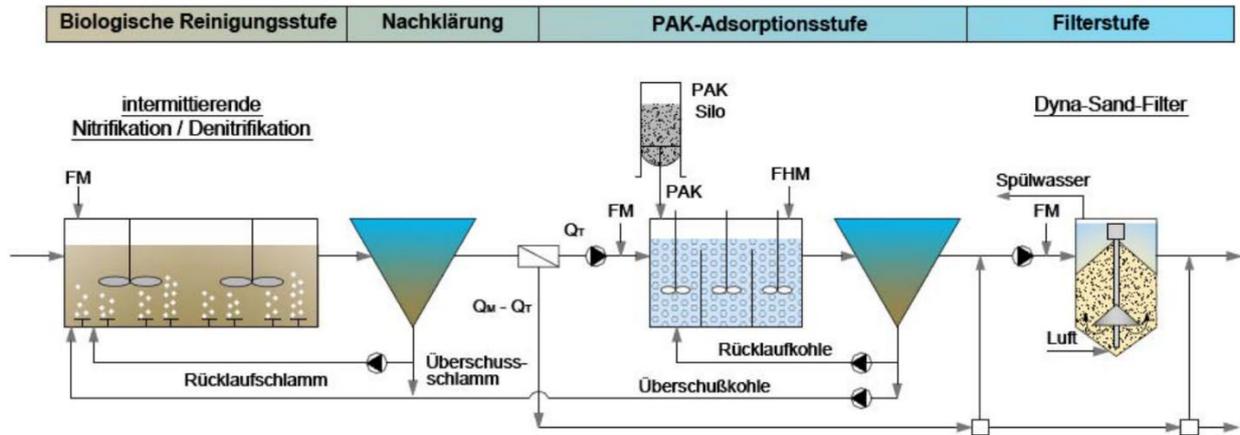
Im konkreten Fall ist die Filtration auf einen Volumenstrom von 1.080 m<sup>3</sup>/h ausgelegt [100]. Diese liegt über dem Teilstrom von 380 m<sup>3</sup>/h, jedoch unterhalb des maximalen Mischwasservolumenstroms von 1.800 m<sup>3</sup>/h. Durch die hydraulisch größer dimensionierte Filtration ergeben sich im Hinblick auf weitergehende Elimination von Phosphor und Feinsuspensa Vorteile. Die genaue Auslegung der Filtration auch im Hinblick auf das Arbeitsblatt DWA A 203 sollte in der weiteren Planung vertieft betrachtet werden.

In den Betriebskosten wurden mit einer spezifischen PAK-Dosierung von 20 mg/l gerechnet [100]. Diese Angabe deckt sich mit Literaturwerten [300].

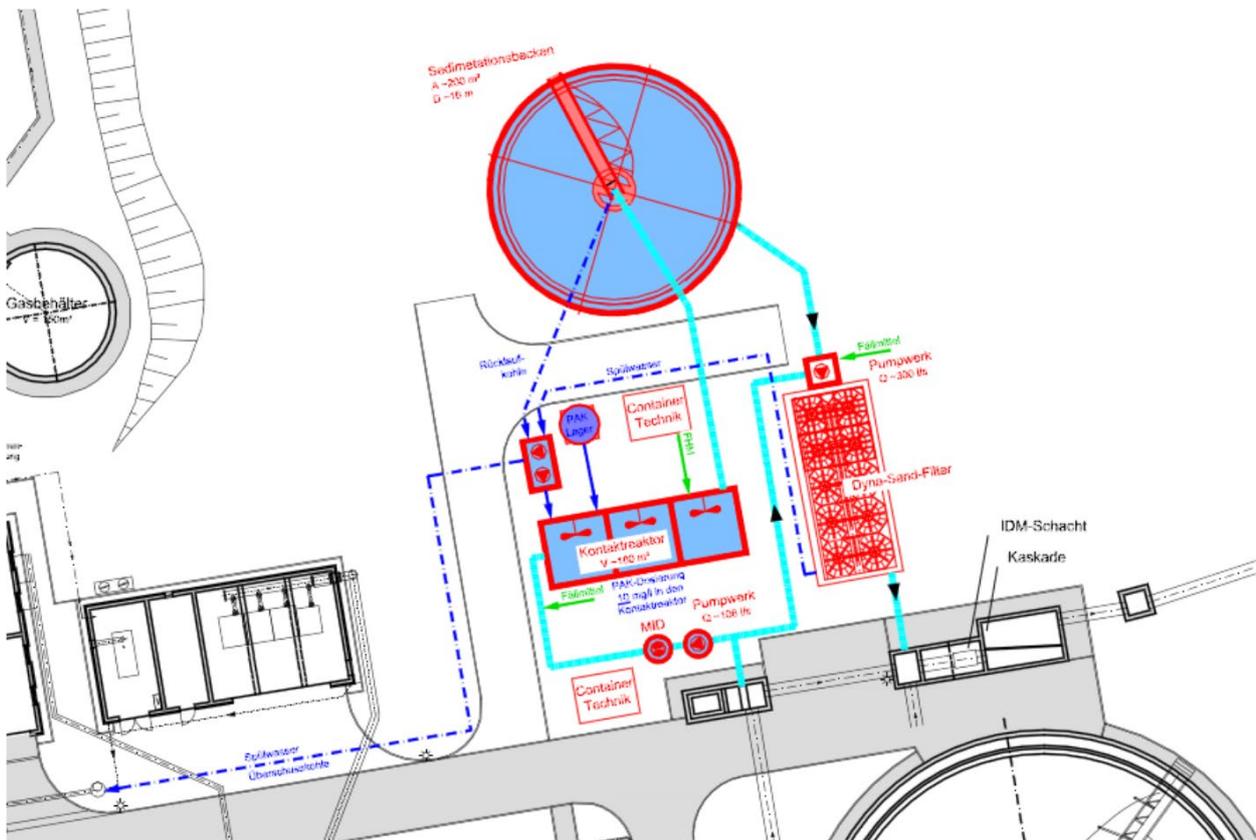
## 6.4.2 Variante 1.2: PAK-Dosierung mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration

### 6.4.2.1 Allgemein

Eine weitergehende Beschreibung der Variante und Erläuterung der Planung ist der Studie des IB Knollmann [100] zu entnehmen. Die Schemata und Lagepläne die nachfolgend vorgestellt werden, entstammen der genannten Studie. Hier werden nur die wichtigsten Eckpunkte des Verfahrens wiedergegeben.



**Abbildung 10:** Schema V1.2. PAK mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])



**Abbildung 11:** Lageplanausschnitt V1.2. PAK mit Rücklaufkohle + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])

### 6.4.2.2 Bewertung

Dieses Pulveraktivkohle-Verfahren ist durch die Rückführung der Pulveraktivkohle verfahrens- und bautechnisch deutlich aufwendiger gegenüber der in Kapitel 6.4.1 vorgestellten Variante.

Vorteil dieses Verfahrens ist ein deutlich reduzierter Einsatz von Aktivkohle. Jedoch ist der Betrieb aufwendiger.

Dieses Verfahren in Kombination mit Raumfiltern (Sand- und Mehrschichtfiltern) und auch Tuchfiltern ist seit ca. 10 a in Baden-Württemberg großtechnisch in verschiedenen Varianten und Größen umgesetzt worden. Hinsichtlich der realisierten Projekte dürfte es derzeit die größte Verbreitung in Deutschland haben.

Die kontinuierliche Filtration ist in dieser Variante nur auf den Teilstrom von 380 m³/h bemessen [100]. Durch das vorgeschaltete Absetzbecken wird auch hier eine sehr gute Reinigung im Hinblick auf P<sub>ges</sub> und Feinsuspensa erreicht. Gegenüber V1.1 jedoch nur für einen kleineren Teilstrom.

### 6.4.3 Variante 2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration

#### 6.4.3.1 Allgemein

Eine weitergehende Beschreibung der Variante und Erläuterung der Planung ist der Studie des IB Knollmann [100] zu entnehmen. Die Schemata und Lagepläne die nachfolgend vorgestellt werden, entstammen der genannten Studie. Hier werden nur die wichtigsten Eckpunkte des Verfahrens wiedergegeben.

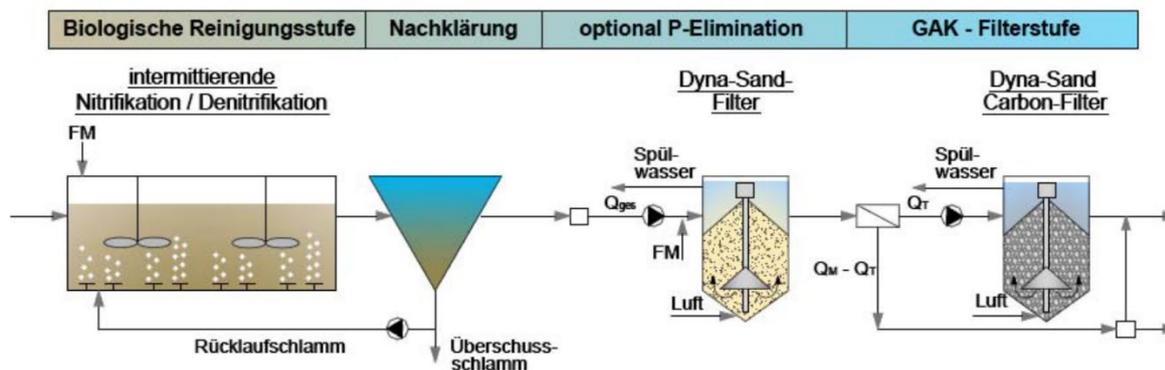
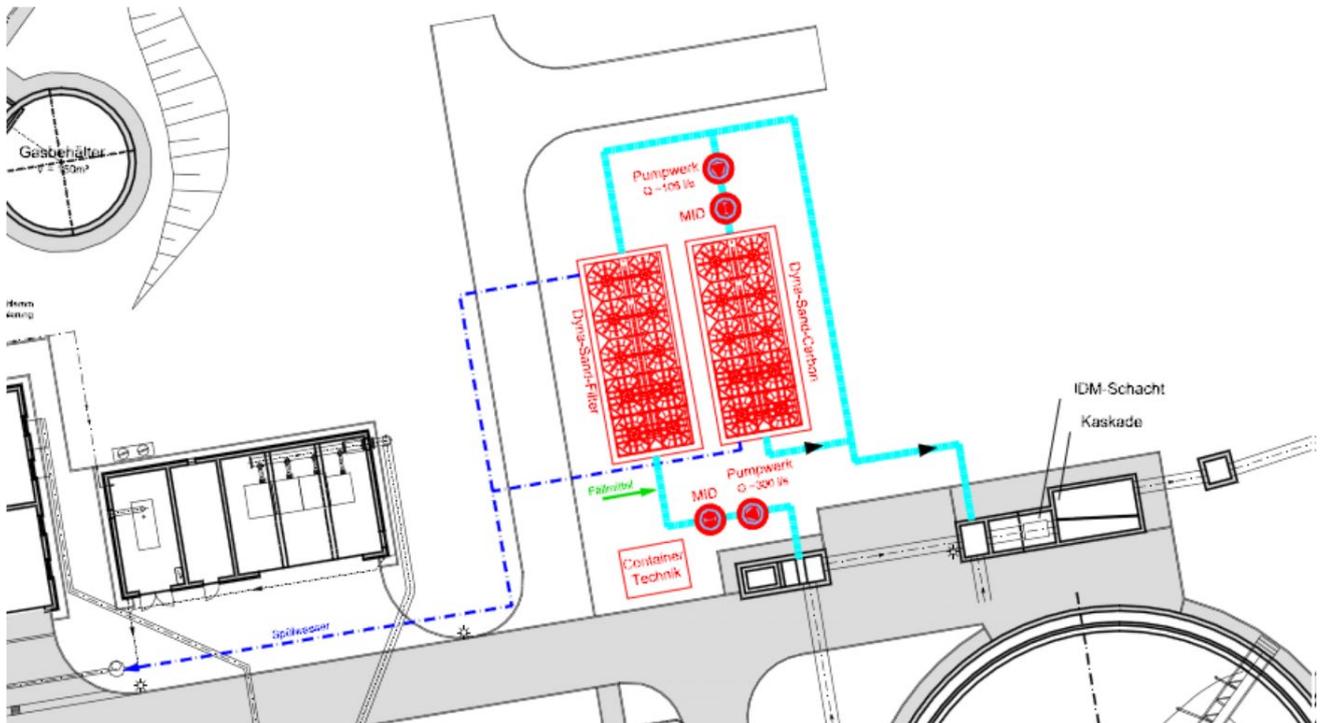


Abbildung 12: Schema V2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])



**Abbildung 13: Lageplanausschnitt V2.1: kontinuierliche Filtration + GAK als kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])**

### 6.4.3.2 Bewertung

Bei dieser Verfahrenskombination wird die Sandfiltration vor der Adsorptionsstufe angeordnet. So wird erreicht, dass die nachfolgende Kornkohlefiltration mit möglichst suspensaarmes Abwasser beaufschlagt wird. Sand- wie auch Aktivkohlefiltration sind hier als aufwärtsdurchströmte, kontinuierliche Filter geplant.

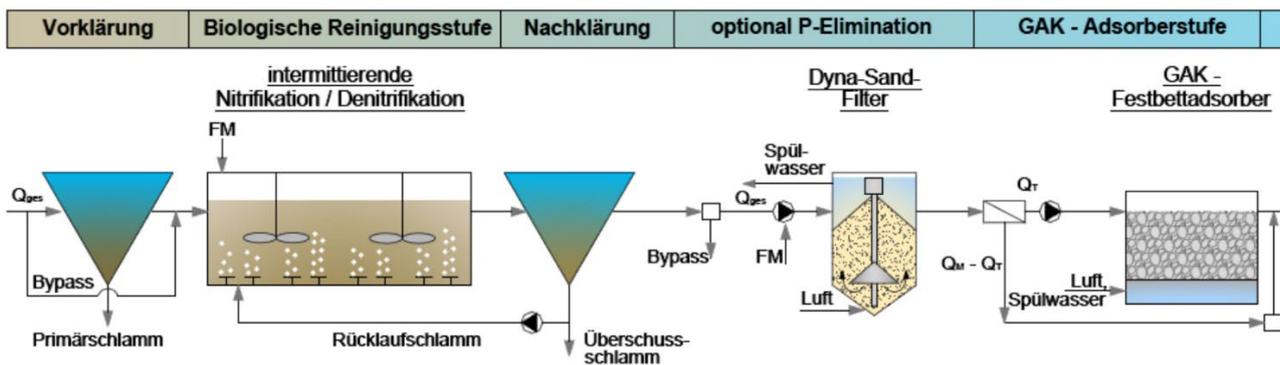
Vorteil dieses Verfahrens ist, dass beide Filtrationen nach dem gleichen Prinzip arbeiten. Zudem sind kontinuierliche Filtrationsanlagen gegenüber klassischen Filtern einfacher aufgebaut und damit besonders für kleinere bis mittlere Anlagen interessant. Bislang existieren hinsichtlich des Einsatzes von Aktivkohle in aufwärtsdurchströmten, kontinuierlichen Filtern nur wenige großtechnische Referenzen. In der weiteren Planung sollte dies weiter betrachtet und bewertet werden.

Die Standzeit der Aktivkohle wurde in der bestehenden Studie mit 10.000 Bettvolumina (BV) relativ konservativ angesetzt. Nach neueren Ergebnissen kann durchaus mit höheren Bettvolumina gerechnet werden. Für die Betriebskostenberechnung wurde ein Wert von 15.000 BV angesetzt.

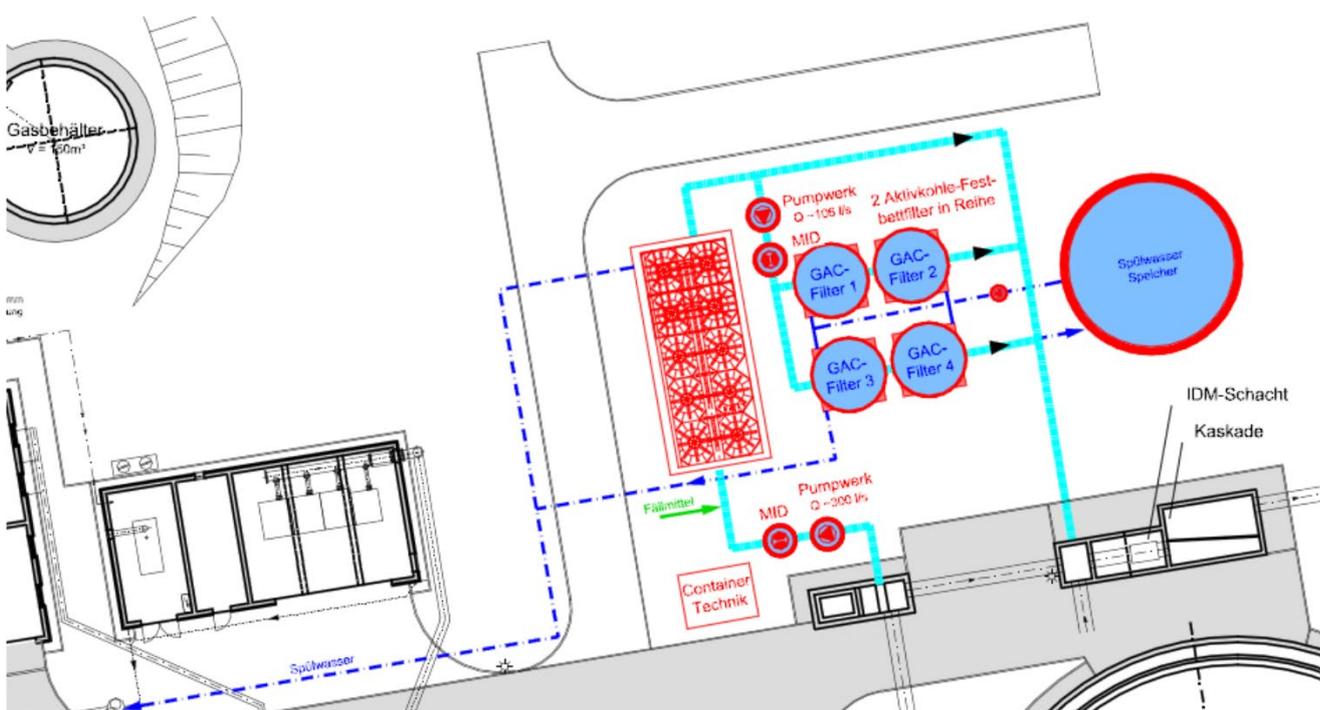
### 6.4.4 Variante 2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett

#### 6.4.4.1 Allgemein

Eine weitergehende Beschreibung der Variante und Erläuterung der Planung ist der Studie des IB Knollmann [100] zu entnehmen. Die Schemata und Lagepläne die nachfolgend vorgestellt werden, entstammen der genannten Studie. Hier werden nur die wichtigsten Eckpunkte des Verfahrens wiedergegeben.



**Abbildung 14: Schema V2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett (IB Knollmann [100])**



**Abbildung 15: Lageplanausschnitt V2.2: kontinuierliche Filtration + GAK-Filtration als Festbett (IB Knollmann [100])**

**6.4.4.2 Bewertung**

Diese Verfahrenskombination gleicht Variante 2.1, jedoch ist die Kornkohlefiltration hier als Festbett-Adsorption in geschlossenen Filterbehältern ausgeführt. Diese Art des Einsatzes von granulierter Aktivkohle ist in Trinkwasseraufbereitung seit Jahrzehnten verbreitet. Auch im Rahmen der 4. Reinigungsstufe werden derzeit einige Anlagen in Betrieb genommen (z.B. KA Harsewinkel). Gegenüber V2.1 ist der Aufbau der Adsorptionsstufe aufwendiger, da z.B. Aggregate und ein Spülwasserspeicher für die Rückspülung des Festbettfilters notwendig sind. Auch ist in der weiteren Planung zu prüfen, ob die Filter weiter in Freibauweise (ohne Einhausung) realisiert werden sollen.

Wie bei Variante 2.1 (Kapitel 6.4.3) wurde die Standzeit der Aktivkohle in der bestehenden Studie mit 10.000 Bettvolumina relativ konservativ angesetzt. Nach neueren Ergebnissen kann durchaus mit

höheren Bettvolumina gerechnet werden. Für die Betriebskostenberechnung wurde ein Wert von 15.000 BV angesetzt, analog zu Variante 2.1.

### 6.4.5 Variante 3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration

#### 6.4.5.1 Allgemein

Eine weitergehende Beschreibung der Variante und Erläuterung der Planung ist der Studie des IB Knollmann [100] zu entnehmen. Die Schemata und Lagepläne die nachfolgend vorgestellt werden, entstammen der genannten Studie. Hier werden nur die wichtigsten Eckpunkte des Verfahrens wiedergegeben.

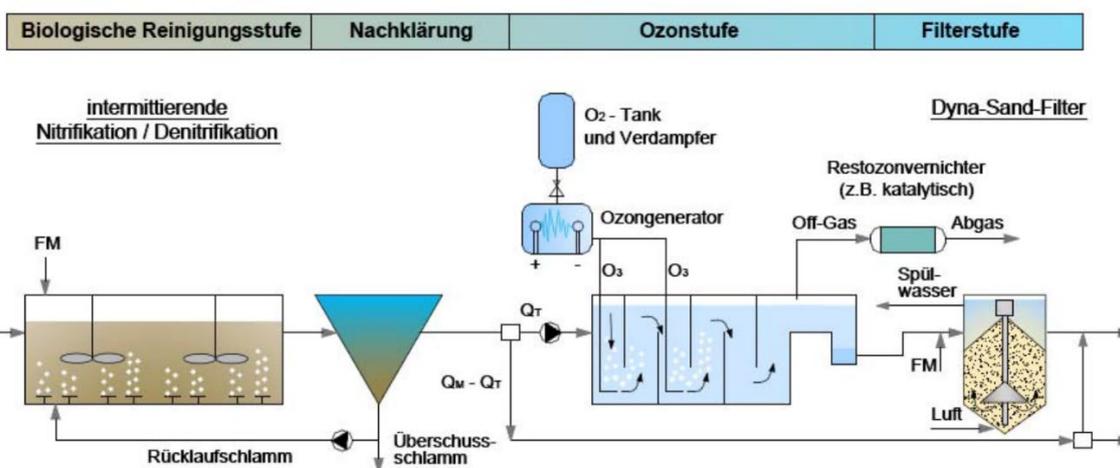


Abbildung 16: Schema V3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])



Abbildung 17: Lageplanausschnitt V3.1: Ozonung + kontinuierliche Filtration (IB Knollmann [100])

### 6.4.5.2 Bewertung

Neben der Entfernung der Mikroschadstoffe auf adsorptivem Wege ist die Oxidation der Stoffe eine andere Möglichkeit zur Elimination. Hier bietet sich der Einsatz von Ozon als starkes Oxidationsmittel an.

Zu berücksichtigen ist, dass durch den Einsatz von Ozon Oxidationsprodukte gebildet werden können, die toxisch sind. Daher wird empfohlen, eine biologisch arbeitende Stufe der Ozonung nachzuschalten. Dies kann eine Filtration sein, wie [305] in einem großtechnischen Versuch auf der ARA Regensdorf nachweisen konnte. Eine vergleichbare Anlage als Kombination aus Ozonung und nachgeschaltetem kontinuierlichen Filter ist auf der KA Weißenburg (**Abbildung 18**) errichtet worden.



**Abbildung 18:** Kläranlage Weißenburg, 4. Reinigungsstufe (Bildquelle TBA Weißenburg)

Im Filter erfolgt der Abbau eventuell toxikologisch bedenklicher Stoffe auf biologischem Wege. Dieses Vorgehen ist bei der Trinkwasseraufbereitung seit Jahren Standard (Beispiel: Düsseldorfer Verfahren). Die Ozonung wird daher vor der Filtration angeordnet.

Diese Variante setzt hohe Anforderungen an die Qualität des Abwassers im Zulauf zur Ozonung.

Im Zuge der weiteren Planung dieser Variante sollten weitere Parameter wie Bromid und Nitrit-Stickstoff im Ablauf der Nachklärung untersucht werden, da diese entscheidende Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Ozonung haben können. Wie **Anlage 3** zeigt, liegt die  $\text{NO}_2\text{-N}$ -Konzentration im Ablauf der Nachklärung bei 0,196 mg/l. Dieser Wert liegt knapp unter der Empfehlung von maximal 0,2 mg/l  $\text{NO}_2\text{-N}$  im Zulauf der Ozonstufe. Hintergrund ist, dass durch das Ozon das Nitrit vorrangig zu

Nitrat aufoxidiert wird. Dieses Ozon steht dann nicht mehr für die Mikroschadstoffelimination zur Verfügung. Zu hohe  $x_{TS}$ -Frachten im Zulauf der Ozonreaktoren können die Reinigungsleistung und die Betriebssicherheit der Anlage beeinträchtigen.

## **7 Kosten**

### **7.1 Allgemein**

Die Wirtschaftlichkeit der Varianten wurde anhand der Investitions- und Betriebskostenschätzung ermittelt. Basis war hier wiederum die Studie des IB Knollmann aus dem Jahr 2016 [100].

Im Zuge der Konzeptstudie ist von einer Kostengenauigkeit von +/- 40% auszugehen.

### **7.2 Investitionskosten**

Bei der Fortschreibung der Kosten aus der Studie [100] wurde folgendes Vorgehen angewendet:

- Anpassung Einheitspreise (2015-2020): 18 %
- Individuelle Anpassung jeder Position, ggf. Ergänzung von Positionen
- Keine Anpassung Nutzerbedarf bzw. Ausführungsstandard

Grundlage für die Fortschreibung der Investitionskosten für die fünf Varianten waren die Kostenanahmen aus der vorliegenden Studie aus dem Jahr 2016 [100].

Die Einheitspreise wurden gegenüber den Preisen aus der damaligen Studie (Annahme Bezugsjahr 2015) um 18 % angehoben, um das Preisniveau des Jahres 2020 abzubilden. Der Wert setzt sich zusammen aus der Steigerung des Baupreisindex von 2015 bis 2019 um 16 % sowie einer angenommenen Erhöhung um 2 % für das Jahr 2020.

Weiterhin wurde jede Position nochmals bewertet und ggf. die Einheitspreise individuell darüber hinaus angepasst. Zum Teil wurden auch Positionen ergänzt.

Es erfolgte keine Anpassung des Nutzerbedarfs oder auch des Ausführungsstandards gegenüber der vorliegenden Studie.

Als Baunebenkosten (Honorar, Gebühren, Gutachten, etc.) wurden 22 % der Netto-Herstellungskosten angesetzt. Darüber hinaus wurden die Investitionskosten für die E-MSR-Technik mit 30 bis 35 % der Netto-Herstellungskosten für die Maschinentchnik pauschal angenommen.

Es wurde hier konkret keine Förderung bei den Investitionskosten angenommen. Das Land Nordrhein-Westfalen fördert jedoch die Umrüstung von öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen mit innovativen Reinigungsverfahren. Auf der Basis der Förderrichtlinien „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung“ werden Maßnahmen zur Elimination von Mikroschadstoffen bis zu 50% gefördert.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Kosten zusammengestellt:

**Tabelle 6: Investitionskosten für die Varianten 1.1 bis 3.2**

Pos.-Nr	Text		Variante 1.1 PAK in BB	Variante 1.2 PAK ad. Stufe	Variante 2.1 GAK DS	Variante 2.2 GAK Festbett	Variante 3.1 Ozon + DS
1	Bautechnik	EUR	1.487.640,00	2.457.435,00	1.908.252,50	1.613.277,50	1.624.950,00
2	Maschinentechnik	EUR	1.401.253,90	1.616.004,50	1.387.825,00	1.685.600,00	1.627.550,00
3	EMSR-Technik	EUR	436.816,17	622.831,58	556.538,75	664.300,00	611.532,50
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>3.325.710,07</b>	<b>4.696.271,08</b>	<b>3.852.616,25</b>	<b>3.963.177,50</b>	<b>3.864.032,50</b>
Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.) [22 %]		EUR	731.656,22	1.033.179,64	847.575,58	871.899,05	850.087,15
<b>Summe Baukosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>4.057.366,29</b>	<b>5.729.450,71</b>	<b>4.700.191,83</b>	<b>4.835.076,55</b>	<b>4.714.119,65</b>
Mehrwertsteuer [19 %]		EUR	770.899,59	1.088.595,64	893.036,45	918.664,54	895.682,73
<b>Summe Baukosten, brutto</b>		<b>EUR</b>	<b>4.828.265,88</b>	<b>6.818.046,35</b>	<b>5.593.228,27</b>	<b>5.753.741,09</b>	<b>5.609.802,38</b>
<b>Anteil</b>			<b>100%</b>	<b>141%</b>	<b>116%</b>	<b>119%</b>	<b>116%</b>

Die Investitionskosten sind für Variante 1.1 (PAK in Belegung) deutlich am günstigsten. Gefolgt von den Varianten 2.1, 2.2. und 3.1, die auf einem Niveau liegen. Variante 1.2 (PAK mit Adsorptionsstufe) weist mit Abstand die höchsten Baukosten auf.

Die vollständigen Investitionskostentabellen befinden sich in der **Anlage 11**.

### 7.3 Betriebskosten

Für die Berechnung der Betriebskosten wurden folgende Werte mit der Stadt Geseke abgestimmt:

Strombezugskosten:	0,185	EUR/kWh, netto
Sauerstoff inkl. Tankmiete:	0,25	EUR/kg, netto
Thermische Schlammverwertung:	120	EUR/Mg OS, netto
Entwässerungsgrad Schlamm:	28 %	
Entwässerungskosten:	80	EUR/Mg TS, netto
Fäll-/Flockungsmittel (FeCl <sub>3</sub> )	150	EUR/Mg FM, netto
Personal:	67.150	EUR/(MA·a)
Pulveraktivkohle:	1.600	EUR/Mg, netto
Granulierte Aktivkohle (Frischkohle)	1.400	EUR/Mg, netto
Granulierte Aktivkohle (Reaktivat)	1.100	EUR/Mg, netto

Für alle verbrauchsgebundene Kosten wurden die mittleren Verbrauchsmengen aus der vorliegenden Studie [100] herangezogen. In Einzelfällen fand eine Anpassung statt. In **Anlage 12** ist die Zusammenstellung zu finden.

Für Wartung und Instandhaltung wurden folgende Prozentsätze der Netto-Herstellungskosten angesetzt:

Bautechnik:	1,0 % der Investitionskosten/a
Maschinentechnik:	3,0 % der Investitionskosten/a
E-MSR-Technik:	2,0 % der Investitionskosten/a

Die ermittelten Kosten sind in der **Tabelle 4** zusammengefasst. Die betriebsgebundenen Kosten beinhalten Personal- und Wartungs-/Instandhaltungskosten. Die verbrauchsgebundenen Kosten setzen sich aus den Energie-, den Chemikalien- und den Schlammentsorgungskosten zusammen.

**Tabelle 7: Betriebskosten für die Varianten 1.1 bis 3.1**

	Text	Variante 1.1 PAK in BB	Variante 1.2 PAK ad. Stufe	Variante 2.1 GAK DS	Variante 2.2 GAK Festbett	Variante 3.1 Ozon + DS
B	Betriebsgebundene Kosten EUR/a	82.437,84	102.298,62	84.606,55	94.759,78	94.094,15
C	Verbrauchsgebundene Kosten EUR/a	142.995,23	137.753,44	151.734,36	150.490,24	166.627,75
	<b>Summe Betriebskosten, netto</b> EUR/a	<b>225.433,07</b>	<b>240.052,06</b>	<b>236.340,91</b>	<b>245.250,02</b>	<b>260.721,90</b>
	Mehrwertsteuer: 19% EUR/a	42.832,28	45.609,89	44.904,77	46.597,50	49.537,16
	<b>Summe Betriebskosten, brutto</b> EUR/a	<b>268.265,36</b>	<b>285.661,95</b>	<b>281.245,69</b>	<b>291.847,52</b>	<b>310.259,06</b>
	<b>Anteil</b>	<b>100%</b>	<b>106%</b>	<b>105%</b>	<b>109%</b>	<b>116%</b>

Die niedrigsten Betriebskosten weist Variante 1.1 auf. Im Mittelfeld liegen die Varianten 2.1, 1.2 sowie 2.2. Variante 3.1 hat die höchsten Betriebskosten. Die Unterschiede in den Betriebskosten sind vergleichsweise gering.

Weitere Werte sind der Betriebskostenberechnung der **Anlage 12** zu entnehmen.

## 7.4 Jahreskosten

Die Jahreskosten wurden anhand folgender Annahmen berechnet:

Betrachtungszeitraum	30 a
Nutzungsdauer Bautechnik	30 a
Nutzungsdauer Maschinenteknik	15 a
Nutzungsdauer E-MSR-Technik	10 a
Realzinssatz	3 %

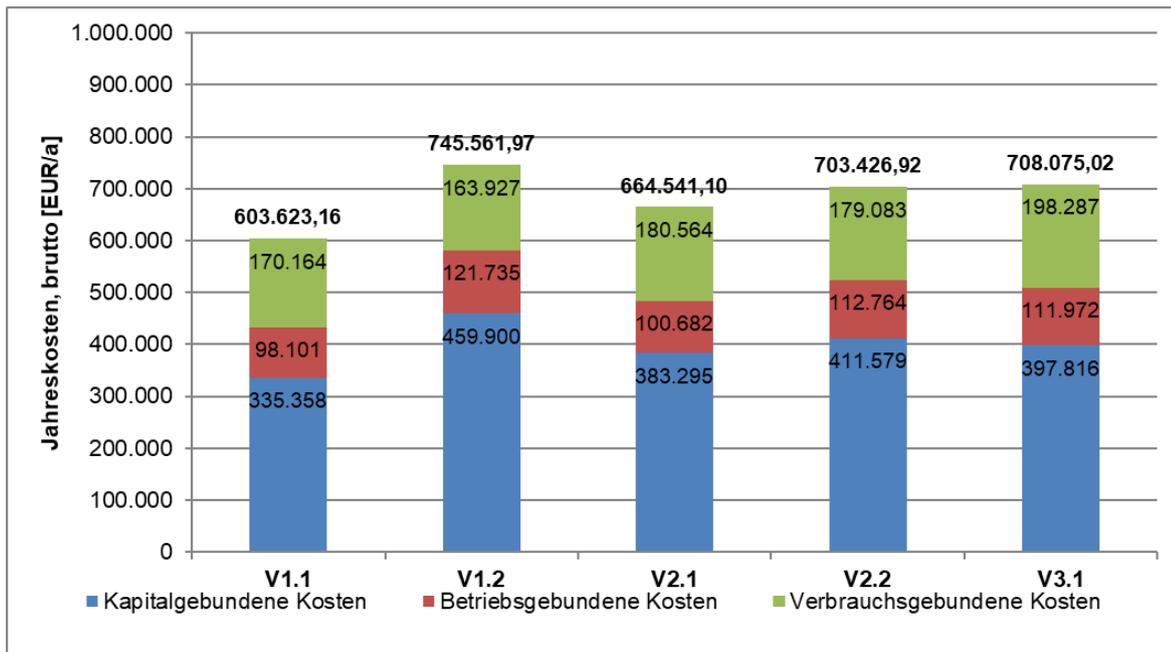
Die Nutzungsdauern lehnen sich an die Vorgaben der Landesarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) an. Der nominale Zinssatz von 3 % p. a. ist seit 1986 ein Standardwert, der sich auf einer Abstimmung des Bundes und der Länder zur Beurteilung von technischen Infrastrukturmaßnahmen gründet. Er kann auf Projekte in der Siedlungswasserwirtschaft übertragen werden [212].

**Tabelle 8: Jahreskosten für die Varianten 1.1 bis 3.1**

Netto			Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 3.1
Pos.-Nr	Text		PAK in BB	PAK ad. Stufe	GAK DS	GAK Festbett	Ozon + DS
A	Kapitalgebundene Kosten	EUR/a	281.813,28	386.470,61	322.096,98	345.865,04	334.299,12
B	Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	82.437,84	102.298,62	84.606,55	94.759,78	94.094,15
C	Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	142.995,23	137.753,44	151.734,36	150.490,24	166.627,75
<b>Summe Jahreskosten, netto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>507.246,35</b>	<b>626.522,67</b>	<b>558.437,90</b>	<b>591.115,06</b>	<b>595.021,02</b>
<b>Brutto</b>			Mehrwertsteuer 19%				
A	Kapitalgebundene Kosten	EUR/a	335.357,80	459.900,02	383.295,41	411.579,40	397.815,96
B	Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	98.101,03	121.735,35	100.681,79	112.764,13	111.972,04
C	Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	170.164,33	163.926,60	180.563,89	179.083,39	198.287,02
<b>Summe Jahreskosten, brutto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>603.623,16</b>	<b>745.561,97</b>	<b>664.541,10</b>	<b>703.426,92</b>	<b>708.075,02</b>

Die niedrigsten Jahreskosten weist Variante 1.1 auf, gefolgt von der Variante 2.1. Die Varianten 2.2 und 3.1 liegen auf einem Niveau. Am höchsten sind die Jahreskosten der Variante 1.2, die bei 746.000 EUR/a brutto liegen.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Anteile der verschiedenen Kostengruppen an den Jahreskosten der Varianten graphisch dargestellt.



**Abbildung 19: Anteile kapital-, betriebs-, energie- und verbrauchsgebundene Kosten an den Jahreskosten der Varianten**

Bezogen auf die abrechenbare Schmutzwassermenge von 852.112 m³/a ergeben sich spezifische Behandlungskosten von 0,71 bis 87 EUR, brutto/ m³ Schmutzwasser (**Anlage 13**).

## 8 CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für die Varianten 1.1 bis 3.1 wurde unter Berücksichtigung der Aspekte „Energie“ und „Chemikalienverbrauch“ für den Betrieb der Varianten ermittelt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der überschlägigen Bilanzierung.

**Tabelle 9: CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für die Varianten 1.1 bis 3.1**

Pos.	Bezeichnung			Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 3.1
				PAK in BB + KF	PAK in AS + KF	GAK KF + KFGAK	GAK KF + FB GAK	Ozon kont. Filter
<b>1.0</b>	<b>Energie</b>	<b>Mg CO<sub>2</sub>/a</b>		<b>49</b>	<b>98</b>	<b>93</b>	<b>89</b>	<b>199</b>
	Menge	kWh/a		105.246	209.022	198.721	190.078	425.542
	spez. Wert	kg CO <sub>2</sub> /kWh		0,468	0,468	0,468	0,468	0,468
	CO <sub>2</sub>	Mg CO <sub>2</sub> /a		49	98	93	89	199
<b>2.0</b>	<b>Chemikalien</b>	<b>Mg CO<sub>2</sub>/a</b>		<b>809</b>	<b>481</b>	<b>774</b>	<b>776</b>	<b>147</b>
2.1	Pulveraktivkohle	Menge	Mg PAK/a	50,20	25,10			
	spez. Wert		Mg CO <sub>2</sub> /Mg PAK	15,00	15,00			
	CO <sub>2</sub>		Mg CO <sub>2</sub> /a	753	377			
2.2	Fäll-/Flockungsmittel	Menge Fällung	Mg/a	49,06		49,06	49,06	49,06
		Menge PAK-St	Mg/a		90,95			
	spez. Wert		Mg CO <sub>2</sub> /Mg FM	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	CO <sub>2</sub>		Mg CO <sub>2</sub> /a	56	105	56	56	56
2.3	Sauerstoff	Menge	Mg O <sub>2</sub> /a					301,69
	spez. Wert		Mg CO <sub>2</sub> /Mg O <sub>2</sub>					0,30
	spez. Wert Transport							0,014
	CO <sub>2</sub>		Mg CO <sub>2</sub> /a					91
2.4	Granulierte Aktivkohle	Menge Kohle	Mg/a			82,0	82,3	
	Anteile Reaktivat					50%	50%	
	Menge Frischkohle		Mg/a			41,0	41,1	
	spez. Wert Steinkohle		Mg CO <sub>2</sub> /Mg			15,00	15,00	
	CO <sub>2</sub>		Mg CO <sub>2</sub> /a			615,0	617,1	
	Menge Reaktivat		Mg/a			41	41	
	spez. Wert Steinkohle		Mg CO <sub>2</sub> /Mg			2,50	2,50	
	CO <sub>2</sub>		Mg CO <sub>2</sub> /a			102	103	
<b>Gesamtjahressumme CO<sub>2</sub></b>			<b>Mg CO<sub>2</sub>/a</b>	<b>859</b>	<b>579</b>	<b>867</b>	<b>865</b>	<b>346</b>

Die Variante 3.1 (Ozon) liegt mit Abstand am niedrigsten, gefolgt von V1.2 (PAK in Adsorptionsstufe), V2.1 und 2.2 (GAK) liegen auf einem vergleichbaren Niveau, während Variante 1.1 aufgrund des deutlich höheren Einsatz von PAK schlechter abschneidet. Bei den GAK-Varianten (V2.x) wurde angesetzt, dass 50% des jährlichen GAK-Bedarfs aus regenerierter Kohle und zu 50% aus Neukohle gedeckt wird. Je höher der Anteil an regenerierter Kohle ist, desto stärker sinkt der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bei den GAK-Varianten. Bei sehr hohem Einsatz an Reaktivaten kann der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ggf. unter die V 1.2 (PAK in Adsorptionsstufe) gesenkt werden.

Diese Erkenntnisse finden in der Gesamtbewertung der Varianten Berücksichtigung.

Die spezifischen Werte wurden der Literatur entnommen [303], [305].

## 9 Antibiotika resistente Krankheitserreger

Im Projekt HyReKa (Hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle Antibiotika-resistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern), welches eine Förderung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung erhielt, wurde das Verhalten und die Eliminationsmöglichkeiten von resistenten Krankheitserregern untersucht [328].

Hinsichtlich des Rückhaltes in konventionellen kommunalen Kläranlagen ist zunächst zu unterscheiden in Antibiotikarückstände, Resistente Bakterien sowie Resistenzgene:

- Antibiotikarückstände: neg. Elimination bis 95% (stoffspezifisch)
- Res. Bakterien und Resistenzgenen: 2-3 log-Stufen (99-99,9 %)

Dennoch konnten hohe Konzentration in KA-Abläufen nachgewiesen werden [328]. Es zeigt aber auch, dass eine Eliminierung in den bestehenden Kläranlagen in der Regel schon erfolgt.

Die in dieser Studie beschriebenen Verfahren einer 4. Reinigungsstufe wirken auf Antibiotikarückstände, jedoch nicht oder nur eingeschränkt auf Gene und Bakterien. Als Verfahren hierzu werden laut Bericht vorgeschlagen [328]:

- Einsatz von Ozon (höhere Dosen),
- Membranfiltration,
- UV-Bestrahlung,
- ggf. auch in Kombination

Die beschriebenen Verfahren sind derzeit nicht Stand der Technik auf kommunalen Kläranlagen.

Im HyReKa-Abschlussbericht wird daher eine Empfehlung zur Priorisierung von Maßnahmen auf zentralen Kläranlagen vorgeschlagen [328]:

- Der Vorfluter der Kläranlage hat eine besondere Schutzbedürftigkeit, z. B. Verwendung als Badegewässer, Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung.
- Besonders große Kläranlagen (> 500.000 Einwohnerwerte).
- Abwasseranteil der Kläranlagen im Abstrom, der größer als 50 % des Gesamtabflusses des Vorfluters ist.
- Kläranlagen mit hohem Klinikeinfluss (oder ggf. Schlachtbetriebe), wenn keine dezentrale Behandlung vorhanden ist bzw. in Frage kommt. Ein Schwellenwert muss noch definiert werden.
- Wenn Maßnahmen zur 4. Reinigungsstufe (Spurenstoffelimination) geplant sind, sollten auch Antibiotikaresistenzen in der Planung mitberücksichtigt werden, um Synergieeffekte zu nutzen.

Aus den Aussagen folgt, dass die Kläranlage Geseke nicht direkt betroffen ist. So liegt der Abwasseranteil der KA am Abfluss des Brandenbäumer Baches bei rund 23 % (**Anlage 9**).

## 10 Vollstrom/Teilstrom

Anlagen der 4. Reinigungsstufe werden in der Regel auf eine Teilstrombehandlung ausgelegt. Ziel ist es dabei eine Jahresabwassermenge von 80...90 % zu behandeln. Bei Kläranlagen in Mischwasser-netzten muss üblicherweise dazu ein Teilstrom maximal behandelt werden, der etwa dem maximalen Trockenwettervolumenstrom entspricht. Das bedeutet, dass die 4. Reinigungsstufe hydraulisch auf ca. 50 % des maximalen Mischwasserzuflusses ausgelegt wird. Hintergrund ist, dass sehr hohe Volumenströme im Mischwasserfall nur an wenigen Tagen im Jahr anfallen und behandelt werden müssen.

Dadurch ergeben sich im Hinblick auf die Investitionskosten für eine Teilstromanlage deutliche Vorteile. Bei den hydraulisch ausgelegten Anlagenteilen können die Einsparungen in erster Näherung linear zum Verhältnis Teil- zu Vollstrom abgeschätzt werden.

Weiterhin reduziert sich das benötigte Baufeld. Gerade bei größeren Kläranlagen sind die Erweiterungsflächen häufig nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt vorhanden. In Geseke ist dies nicht der Fall.

Bei den verbrauchsgebundenen Kosten sind die Differenzen nicht sehr groß, da ja im Teilstrom auch schon 80...90 % der Jahresabwassermenge behandelt werden. So liegen hier die zusätzlichen Jahreskosten zwischen 11...25 % höher, da sie direkt von der behandelten Menge abhängig sind.

## 11 Mikroplastik

### 11.1 Definition

Nach der Konsortialstudie „Kunststoffe in der Umwelt“ [329] werden Kunststoffemissionen in die Umwelt, wie folgt definiert:

„Mikroplastik und „Makroplastik“ bezeichnen unter Standardbedingungen feste Objekte aus thermoplastischen, elastomeren oder duroplastischen Kunststoffen, die direkt oder indirekt durch menschliches Handeln in die Umwelt gelangen. Mikroplastik umfasst dabei Partikel und Fasern. Makroplastik bezeichnet größere Objekte.“

Die Gefährdung, die von Mikroplastik in der Umwelt, für Ökosysteme und Menschen ausgeht, ist noch nicht abschließend geklärt. Jedoch ist davon auszugehen, dass durch die ubiquitäre Verbreitung bis in Nahrungsketten, ein Risiko durch die Aufnahme und ggf. durch den Eintritt bis in den Blutkreislauf besteht.

Nach der obengenannten Studie ist einer der größten Mikroplastikemittenten in Deutschland z.B. der Reifenabrieb von PKW und LKW mit ca. 1.300 g/(Einwohner · a).

### 11.2 Siedlungswasserwirtschaft

Die Siedlungswasserwirtschaft kommt mit Mikroplastik vor allem im Bereich Straßenentwässerung in Kontakt. Wie schon gesagt, ist Reifenabrieb eine der Hauptquellen in Deutschland. Mikroplastik, wel-

ches direkt in Schmutz eingetragen werden kann, wie Faserabrieb bei Waschvorgängen von Textilien (76,8 g/(Einwohner · a)) und Mikroplastik in Kosmetika (19,0 g/(Einwohner · a)) liegen auf einem deutlichen niedrigeren Niveau. Daten siehe [329].

Aus den Mengen ist ersichtlich, dass der größte Eintragspfad von Mikroplastik der Bereich Straßenentwässerung ist, der besonders im Niederschlagsfällen nicht komplett über die Kläranlagen geführt wird. In diesen Pfad erfolgt auch eine Reduzierung, diese ist jedoch nicht geringer als in konventionell ausgebauten Kläranlagen. Nach der Studie ist der Rückhalt in Mischsystemen diesbezüglich höher als in Trennsystemen [329], da Mischwasserentlastungen i.d.R. mit einer besseren Vorbehandlung ausgerüstet sind.

### **11.3 Kläranlagen**

Kläranlagen in derzeitigem Ausbauzustand weisen eine massenbezogene Abscheideeffizienz für Mikroplastik von schätzungsweise 95 % und für Makroplastik von bis zu 100 % auf. Wobei eingeschränkt werden muss, dass sehr kleine Partikel und Mikrofasern sehr viel schlechter zurückgehalten werden.

Die zurückgehaltenen Plastikbestandteile werden im Schlamm gebunden und über die Schlammbehandlung als Bestandteil des Klärschlammes entsorgt.

Da zukünftig die landwirtschaftliche bzw. landschaftsbauliche Klärschlamm Entsorgung entfällt, können über diese Wege das Plastik nicht wieder in der Umwelt remobilisiert werden.

### **11.4 4. Reinigungsstufe**

Alle vier untersuchten fünf Varianten einer 4. Reinigungsstufe für die Kläranlage Geseke verfügen über eine Filtrationsstufe, die zum weiteren Rückhalt von Mikroplastik geeignet ist. Einschränkend ist anzumerken, dass diese Stufen nicht für den Vollstrom im Mischwasserfall ausgelegt sind. Bei Niederschlagsereignissen ist mit einem erhöhten Anfall von Mikroplastik zu rechnen, da vermehrt abgewaschene Partikel von Plätzen und Straßen über die Kanalisation der Kläranlage zufließend.

Wie die Studie [329] ausführt, ist der Haupteintragspfad von Mikroplastik über die Siedlungswasserwirtschaft in die Umwelt ja Wässer, die nicht auf Kläranlagen behandelt werden. Weiterhin erfolgt durch die Kläranlagen schon eine gute Reinigung. Vor diesem Hintergrund ist in die Betrachtung einzubeziehen, ob Maßnahmen im Bereich Niederschlagswassereinleitung bzw. Mischwasserentlastung zielführender sind.

## **12 Bewertung und Empfehlung**

Neben den Kosten und dem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck sind noch weitere Kriterien, wie z.B. Reinigungsleistung, Betriebssicherheit, Bildung von Nebenprodukten u.a. für die Bewertung der Varianten wichtig. In der nachfolgenden Bewertungsmatrix wurden diese Kriterien in Abstimmung mit der Stadt Geseke zusammengestellt und gewichtet. Die Bewertungsmatrix entspricht im Aufbau der Matrix aus der Vorgängerstudie [100]. Änderungen gegenüber der Studie aus dem Jahr 2016 sind hinterlegt.

Die Variante mit der jeweils höchsten Punktzahl ist als Vorzugsvariante anzusehen. Insbesondere beim Kriterium „CO<sub>2</sub>-Bilanz“ ergab sich eine neue Bewertung. Das Kriterium „Reinigungsleistung resistente Keime“ wurde neu aufgenommen, jedoch niedrig gewichtet.

**Tabelle 10: Bewertungsmatrix für die Varianten 1.1 bis 3.1**

Kriterium	Wichtung	Wertung									
		Variante 1.1 PAK in BB + KF		Variante 1.2 PAK in Ad. + KF		Variante 2.1 KF + KF GAK		Variante 2.2 KF + FB GAK		Variante 3.1 Ozonung + KF	
		Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet
Jahreskosten	0,30	4,0	1,2	3,2	0,96	3,6	1,08	3,4	1,02	3,4	1,02
Reinigungsleistung Spurenstoffe	0,15	3,0	0,45	5,0	0,75	4,0	0,6	4,0	0,6	5,0	0,75
Reinigungsleistung P, CSB (zusätz. Redu)	0,10	5,0	0,5	4,5	0,45	4,0	0,4	4,0	0,4	3,5	0,35
Bildung Nebenprodukte	0,04	5,0	0,2	5,0	0,2	5,0	0,2	5,0	0,2	4,0	0,16
Erfahrungen/Referenzen	0,06	2,5	0,15	5,0	0,3	4,0	0,24	4,0	0,24	4,0	0,24
Betriebs- und Wartungsaufwand	0,06	4,0	0,24	3,0	0,18	4,0	0,24	4,0	0,24	3,0	0,18
Betriebsicherheit	0,12	4,0	0,48	3,5	0,42	4,0	0,48	3,5	0,42	3,0	0,36
CO <sub>2</sub> -Bilanz	0,15	1,6	0,24	2,4	0,36	1,6	0,24	1,6	0,24	4,0	0,6
Reinigungsleistung resistente Keime	0,02	2,0	0,04	2,0	0,04	2,0	0,04	2,0	0,04	3,0	0,06
<b>Summe</b>	<b>1,00</b>	<b>31</b>	<b>3,50</b>	<b>34</b>	<b>3,66</b>	<b>32</b>	<b>3,52</b>	<b>32</b>	<b>3,40</b>	<b>33</b>	<b>3,72</b>

Wertung nach Punkten  
(steigende Punkte → bessere Wertung)

1 = ungenügend  
5 = sehr gut

Änderungen gegenüber Studie 2016

In der **Gesamtwertung** schneiden Variante 3.1 (Ozon + KF) und V 1.2 (PAK in Adsorptionsstufe) mit 3,72 und 3,66 Punkten am besten ab, gefolgt von der Variante 2.1 (GAK in konti. Filter) mit 3,52 sowie Variante 1.1 (PAK in BB) 3,50 Punkten. Die Variante V2.2 (GAK im Festbett) landet auf dem letzten Platz.

Insgesamt ist zu sagen, dass Unterschiede relativ gering sind.

## 13 Zusammenfassung

### 13.1 Auswertung Messprogramm

#### 13.1.1 Allgemein chemische-physikalische Parameter

Bei den untersuchten Nährstoffparametern ist der Einfluss der KA Geseke auf den Vorfluter erkennbar. Jedoch wird bei allen drei untersuchten Parametern (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, P<sub>ges</sub>) schon oberhalb der Kläranlageneinleitung das Qualitätskriterium überschritten (**Tabelle 3**).

#### 13.1.2 Mikroschadstoffe

Bei untersuchten Stoffen, die nach Anlage 6 und 8 der OGewV rechtlich geregelt sind, werden die zugehörigen Umweltqualitätsnormen ober- und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Geseke in den Geseker Bach eingehalten.

Bei den untersuchten Stoffen, die nicht rechtlich geregelt sind, ergab eine Auswertung nach der sogenannten „D4-Liste“, dass für den Arzneimittelwirkstoff Diclofenac der ökotoxikologisch begründete Orientierungswert von 0,05 µg/l im Jahresdurchschnitt unterhalb der KA Geseke im Geseker Bach mit 0,38 µg/l überschritten war. Im Rahmen einer PEC/PNEC-Betrachtung für den Vorfluter ergab sich ein Verhältnis von 11,9.

Durch die Ertüchtigung der KA Geseke mit einer 4. Reinigungsstufe und einer angenommenen Eliminierung von 80 % in gesamten Reinigungsprozess reduziert sich das PEC/PNEC-Verhältnis von 11,9 auf 3,0. Bei Werten größer 1 kann davon ausgegangen werden, dass eine Gefährdung für das Gewässer besteht.

Die prognostizierte Konzentration für Diclofenac im Gewässer unterhalb der Einleitstelle der Kläranlage liegt mit 0,08 µg/l bei einer angenommenen Eliminierung von 80 % in der Kläranlage mit 4. Reinigungsstufe weiterhin oberhalb des Orientierungswertes von 0,05 µg/l.

### **13.2 Aktualisierung der Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2016**

Die in der Studie aus dem Jahr 2016 betrachteten Verfahren sind weiterhin als zielführend zu betrachten und geben den gegenwärtigen Stand der Technik wieder. Hinsichtlich der konkreten Auslegung sollten in der weiteren Planung Spielräume der Bemessungshinweise und des Regelwerks geprüft und in die weitere Planung einbezogen werden.

Die komplette Kostenberechnung wurde für 5 Varianten überarbeitet und an das Preisniveau 2020/2021 angepasst.

Ergänzend wurde die Berechnung des CO<sub>2</sub>-Footprint für die Betriebsphase durchgeführt. Hier ergaben sich Vorteile für die Ozonung-Variante und den Einsatz von Pulveraktivkohle in einer Adsorptionsstufe. Dies wurde in die Bewertung eingearbeitet.

Die Bewertungsmatrix wurde aus der bestehenden Studie entnommen und angepasst. Auf den beiden ersten Plätzen liegen folgende beiden Varianten:

- V3.1 (Ozonung)
- V1.2 (PAK in Adsorptionsstufe)

Das Ergebnis und die Reihenfolge entsprechen dem der Studie 2016.

Die TUTTAHS & MEYER Ing.-GmbH empfiehlt aus heutiger Sicht und unter Berücksichtigung der derzeitigen Randbedingungen für weitere Untersuchungen auf der Kläranlage Geseke eine der beiden obengenannten Varianten weiter zu verfolgen, wenn eine 4. Reinigungsstufe umgesetzt werden soll.

## **Anlagen**

**Anlage 1:  
Analyseprotokolle  
Messprogramm Kläranlage  
(OWL-Umweltanalytik GmbH)**

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt

**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke

**Probenahmestelle:** (1) Zulauf Biostufe  
 Bestellnummer: 20BE000026  
 (2) Ablauf Nachklärung (PN)  
 Bestellnummer: 20BE000026

**Entnahme:** (1) 01.04.2020 Stichprobe: 09:30 Uhr 24h-Mischprobe: 08:30 Uhr-08:30 Uhr Laboreingang: 01.04.2020  
 (2) 01.04.2020 Stichprobe: 09:15 Uhr 24h-Mischprobe: 09:00 Uhr-09:00 Uhr Laboreingang: 01.04.2020

Analysennummer:		69685 238626	69826 238627	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,89	7,29	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Leitfähigkeit 25 °C	µS/cm	1060	928	DIN EN 27888 : 1993-11
Wassermenge in 24 Stunden	m³	9668	9668	
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	89	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	210	22	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	3,6	1,4	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,49 (va)	0,17	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	30 (mv)	7	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	3,37	0,32	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorbutansäure (PFBA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		69685 238626	69826 238627	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
Perfluorpentansäure (PFPeA)	µg/l	0,12	0,12	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	0,25	0,23	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfon	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
7H-Dodecanfluorheptansäure (HP)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorononansäure (PFNoA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
2H,2H-Perfluordecansäure (H2PF)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecansä	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
3,7-Dimethylperfluoroctansäure (3	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluordecansäure (PFDeA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluortridecansäure (PFTrDA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
PFUnA (Perfluorundecansäure)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluortetradecansäure (PFTeA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
H4-Perfluordecansulfonsäure (8:2	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
PFDoA (Perfluordodecansäure)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorbutansulfons. (gPFBS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorhexansulfons. (gPFHxS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
PFDS (Perfluordecansulfonsäure)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
PFOSA (Perfluoroctansulfonamid)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Summe PFT NRW-Liste	µg/l	0,37	0,35	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,072	0,093	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Sulfamethoxazol	µg/l	0,350	0,120	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Carbamazepin	µg/l	0,260	0,310	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Metoprolol	µg/l	1,10	1,10	LC-MS/MS (in Anl. an DI..
Hydrochlorothiazid	µg/l	0,052	0,130	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Irbesartan	µg/l	0,130	0,150	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Diclofenac	µg/l	0,370	0,400	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Benzotriazol	µg/l	9,50	7,00	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Summe 4- und 5-Methylbenzotria	µg/l	5,40	5,20	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Imidacloprid	µg/l	< 0,03	< 0,03	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Triclosan	µg/l	< 0,5	< 0,5	LC-MS/MS (in Anl. An DI..

Die Prüfungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

<i>Analysennummer:</i>		69685 238626	69826 238627	
<i>Parameter:</i>	<i>Einheit:</i>	(1)	(2)	Verfahren

(m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von IUTA Institut für Energie- und Umwelttechnik, Duisburg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Dipl.-Biologe Dr. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

### Messergebnisse und Auswertung Fracht

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
Anlage: Kläranlage Geseke  
Probenahmestelle: Zulauf Biostufe Auftrag: 69685  
Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN) Auftrag: 69826

Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	238626			238627	
Start	01.04.16 08:30		Indikator für Fracht	01.04.16 09:00	
Ende	02.04.16 08:30			02.04.16 09:00	
Wassermenge [m³]		9668			9668
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	72	0,70	ja	93	0,90
Sulfamethoxazol	350	3,38	ja	120	1,16
Carbamazepin	260	2,51	ja	310	3,00
Metoprolol	1100	10,63	ja	1100	10,63
Hydrochlorothiazid	52	0,50	ja	130	1,26
Irbesartan	130	1,26	nein	150	1,45
Diclofenac	370	3,58	ja	400	3,87
Benzotriazol	9500	91,85	ja	7000	67,68
Summe 4- und 5-Methylbenzotriazol	5400	52,21	nein	5200	50,27
Imidacloprid	< BG	-	nein	< BG	-
Triclosan	< BG	-	nein	< BG	-

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Summe aller Frachten in [g]	166,62		140,22
		reduziert um	15,8%
Summe der Indikatoren in [g]	113,15		88,49
		reduziert um	21,8%

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 69826

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	238627	
Start	01.04.16 09:00	
Ende	02.04.16 09:00	
Wassermenge [m³]	9668	
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	93	0,90
Sulfamethoxazol	120	1,16
Carbamazepin	310	3,00
Metoprolol	1100	10,63
Hydrochlorothiazid	130	1,26
Irbesartan	150	1,45
Diclofenac	400	3,87
Benzotriazol	7000	67,68
Summe 4- und 5-Methylbenzotriazol	5200	50,27
Imidacloprid	< BG	-
Triclosan	< BG	-

Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.  
 OWL Umweltanalytik GmbH

### Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik

Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	93	0,90	490	427	3000	325	640
Sulfamethoxazol	120	1,16	519	480	9100	455	890
Carbamazepin	310	3,00	519	494	5000	802	1500
Metoprolol	1100	10,63	516	498	12000	2081	4000
Hydrochlorothiazid	130	1,26	1	1	130	< 10 Mw.	< 10 Mw.
Irbesartan	150	1,45	1	1	150	< 10 Mw.	< 10 Mw.
Diclofenac	400	3,87	519	501	6800	2082	3400
Benzotriazol	7000	67,68	506	493	19000	5792	10000
Summe 4- und 5-Methylbenzotriazol	5200	50,27	1	1	5200	< 10 Mw.	< 10 Mw.
Imidacloprid	< BG	-	1	0	0	< 10 Mw.	< 10 Mw.
Triclosan	< BG	-	1	0	0	< 10 Mw.	< 10 Mw.

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02 - 92 332 0 fax - 92 332 20  
 www.owlumwelt.de

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Dr. R. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Leopoldshöhe, 07.05.2020





Leopoldshöhe, 09.06.2020 NC

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Ablauf Nachklärung (PN)**

Entnahme: (1) 15.05.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 11:00 Uhr-11:00 Uhr Laboreingang: 15.05.2020

Witterung: (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 12 °C

Analysennummer:		75229 265757	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,64	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	8077	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	19	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	37	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,45	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,15	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	9	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	0,88	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75229 265757	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,120	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,120	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,560	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	1,30	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,350	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	1,40	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	7,00	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265757		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	15.05.16 11:00						
Ende	16.05.16 11:00						
Wassermenge [m³]	8077		<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
<b>Prüfmerkmal</b>	<b>Konz. [ng/l]</b>	<b>Fracht [g]</b>	<b>Messungen</b>	<b>Anzahl &gt; BG</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>90 Perzentil</b>
Clarithromycin	120	0,97	497	428	3000	325	640
Sulfamethoxazol	120	0,97	527	481	9100	454	890
Carbamazepin	560	4,52	527	496	5000	802	1500
Metoprolol	1300	10,50	524	500	12000	2077	4000
Sotalol	350	2,83	467	408	1200	254	462
Diclofenac	1400	11,31	527	503	6800	2078	3400
Benzotriazol	7000	56,54	514	495	19000	5790	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02-92 332 0 fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de

OWL Umweltanalytik GmbH

Dr. R. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Leopoldshöhe, 09.06.2020



## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Zulauf Biostufe**

Entnahme: (1) 15.05.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 10:00 Uhr-10:00 Uhr Laboreingang: 15.05.2020

Analysennummer:		75200 265752	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,68	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	8077	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	380	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	720	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	30	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	46 (mv)	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	10,5	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75200 265752	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,440	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,180	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,410	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	1,90	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,340	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	1,70	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	19,0	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(pe) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte eine Veränderung des Verhältnisses von Probenmenge zum Extraktionsmittel erforderten.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

### Messergebnisse und Auswertung Fracht

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Zulauf Biostufe Auftrag: 75200  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN) Auftrag: 75229

Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	265752			265757	
Start	15.05.16 10:00		Indikator für Fracht	15.05.16 11:00	
Ende	16.05.16 10:00			16.05.16 11:00	
Wassermenge [m³]		8077			8077
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	440	3,55	ja	120	0,97
Sulfamethoxazol	180	1,45	ja	120	0,97
Carbamazepin	410	3,31	ja	560	4,52
Metoprolol	1900	15,35	ja	1300	10,50
Sotalol	340	2,75	ja	350	2,83
Diclofenac	1700	13,73	ja	1400	11,31
Benzotriazol	19000	153,46	ja	7000	56,54

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Summe aller Frachten in [g]	193,61			87,64
		reduziert um		54,7%
Summe der Indikatoren in [g]	193,61			87,64
		reduziert um		54,7%

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Ablauf Nachklärung (PN)**

Entnahme: (1) 28.05.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 09:45 Uhr-09:45 Uhr Laboreingang: 28.05.2020

Analysenummer:		75229 265758	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		8,04	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	5207	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	32	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,15	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,15	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	5	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	0,50	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysenummer:		75229 265758	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,250	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,160	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,820	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	1,60	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,490	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	1,60	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	5,60	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265758		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	28.05.16 09:45						
Ende	29.05.16 09:45						
Wassermenge [m³]	5207		Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik				
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	250	1,30	502	429	3000	325	637
Sulfamethoxazol	160	0,83	532	482	9100	453	890
Carbamazepin	820	4,27	532	497	5000	802	1500
Metoprolol	1600	8,33	529	501	12000	2076	4000
Sotalol	490	2,55	472	409	1200	254	467
Diclofenac	1600	8,33	532	504	6800	2077	3400
Benzotriazol	5600	29,16	519	496	19000	5790	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02-92 332 0 fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Zulauf Biostufe**

Entnahme: (1) 28.05.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 10:15 Uhr-10:15 Uhr Laboreingang: 28.05.2020

Analysennummer:		75200 265753	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,40	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	5207	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	79	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	450	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	31 (va)	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	42 (mv)	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	5,57	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,5 (pe)	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75200 265753	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,25	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,120	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,580	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	1,80	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,690	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	2,10	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	16,0	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(pe) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte eine Veränderung des Verhältnisses von Probenmenge zum Extraktionsmittel erforderten.

(va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

**Messergebnisse und Auswertung Fracht**

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Zulauf Biostufe Auftrag: 75200  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN) Auftrag: 75229

Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	265753			265758	
Start	28.05.16 10:15		Indikator für Fracht	28.05.16 09:45	
Ende	29.05.16 10:15			29.05.16 09:45	
Wassermenge [m³]		5207			5207
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	< BG	-	ja	250	1,30
Sulfamethoxazol	120	0,62	ja	160	0,83
Carbamazepin	580	3,02	ja	820	4,27
Metoprolol	1800	9,37	ja	1600	8,33
Sotalol	690	3,59	ja	490	2,55
Diclofenac	2100	10,93	ja	1600	8,33
Benzotriazol	16000	83,31	ja	5600	29,16

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Summe aller Frachten in [g]	110,86			54,78
		reduziert um		50,6%
Summe der Indikatoren in [g]	110,86			54,78
		reduziert um		50,6%

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Ablauf Nachklärung (PN)**

Entnahme: (1) 04.06.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 11:15 Uhr-11:15 Uhr Laboreingang: 05.06.2020

Witterung: (1) Während der Probe geringer Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 15 °C

Analysennummer:		75229 265760	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,59	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	14020	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	170	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	28	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,53	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,29	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	6 (mv)	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	0,53	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75229 265760	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,130	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,880	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	1,80	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,330	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	1,90	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	5,40	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265760		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	04.06.16 11:15						
Ende	05.06.16 11:15						
Wassermenge [m³]		14021	<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
<b>Prüfmerkmal</b>	<b>Konz. [ng/l]</b>	<b>Fracht [g]</b>	<b>Messungen</b>	<b>Anzahl &gt; BG</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>90 Perzentil</b>
Clarithromycin	< BG	-	504	429	3000	325	635
Sulfamethoxazol	130	1,82	534	484	9100	452	890
Carbamazepin	880	12,34	534	499	5000	801	1500
Metoprolol	1800	25,24	531	503	12000	2073	4000
Sotalol	330	4,63	474	411	1200	254	465
Diclofenac	1900	26,64	534	506	6800	2074	3400
Benzotriazol	5400	75,71	521	498	19000	5780	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

OWL Umweltanalytik GmbH • Westring 93 • 33818 Leopoldshöhe

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 Tel. 0 52 02-92 332 0 Fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de



## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Ablauf Nachklärung (PN)**



Entnahme: (1) 16.06.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 08:45 Uhr-08:45 Uhr Laboreingang: 17.06.2020

Analysennummer:		75229 265759	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,47	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	9981	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,05	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,12	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	9 (mv)	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	0,27	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75229 265759	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,09	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,190	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	0,690	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,160	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	0,930	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	3,90	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

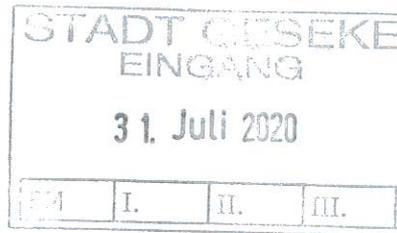
Probe	265759		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	16.06.16 08:45						
Ende	17.06.16 08:45						
Wassermenge [m³]		9981	<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	< BG	-	506	429	3000	325	633
Sulfamethoxazol	90	0,90	536	485	9100	451	890
Carbamazepin	190	1,90	536	500	5000	800	1500
Metoprolol	690	6,89	533	504	12000	2070	4000
Sotalol	160	1,60	476	412	1200	254	463
Diclofenac	930	9,28	536	507	6800	2071	3400
Benzotriazol	3900	38,93	523	499	19000	5777	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02-92 332 0 fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de

## UNTERSUCHUNGSBEFUND



Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Ablauf Nachklärung (PN)**

Entnahme: (1) 19.06.2020 Stichprobe: 08:30 Uhr 24h-Mischprobe: 08:45 Uhr-08:45 Uhr Laboreingang: 19.06.2020

Witterung: (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 22 °C

Analysenummer:		75229 265761	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>			
pH-Wert		7,41	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	12380	
<i>Messungen im Labor</i>			
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	10	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	16	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,17	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	0,22	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	9	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	0,25	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75229 265761	
Parameter:	Einheit:	(1)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>			
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,120	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,250	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	0,800	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,180	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	0,920	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	4,40	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265761		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	19.06.16 08:45						
Ende	20.06.16 08:45						
Wassermenge [m³]		12376,29	<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
<b>Prüfmerkmal</b>	<b>Konz. [ng/l]</b>	<b>Fracht [g]</b>	<b>Messungen</b>	<b>Anzahl &gt; BG</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>90 Perzentil</b>
Clarithromycin	< BG	-	506	429	3000	325	633
Sulfamethoxazol	120	1,49	536	485	9100	451	890
Carbamazepin	250	3,09	536	500	5000	800	1500
Metoprolol	800	9,90	533	504	12000	2070	4000
Sotalol	180	2,23	476	412	1200	254	463
Diclofenac	920	11,39	536	507	6800	2071	3400
Benzotriazol	4400	54,46	523	499	19000	5777	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

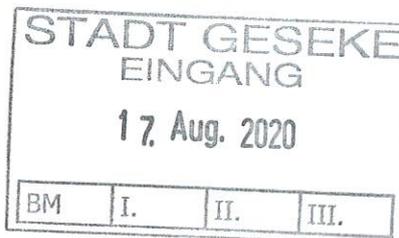
Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02-92 332 0 fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 10.08.2020 RN

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**  
 Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**  
 Probenahmestelle: **(1) Zulauf Biostufe**  
**(2) Ablauf Nachklärung (PN)**



Entnahme: (1) 23.07.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 11:20 Uhr-11:20 Uhr Laboreingang: 23.07.2020  
 (2) 23.07.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 11:00 Uhr-11:00 Uhr Laboreingang: 23.07.2020  
 Witterung: (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 24 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 24 °C

Analysennummer:		75200 265754	75229 265762	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,54	7,78	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	4869	4869	
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	100	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	470	30	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	31 (va)	0,25	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	< 0,02		DIN EN ISO 10304-1 : 20..
Nitrit - N	mg/l		0,15	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	42 (mv)	4	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	4,95	0,41	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,1 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,1 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75200 265754	75229 265762	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
Perfluoroctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,2	0,092	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,280	0,310	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,430	0,620	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	2,90	1,40	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,460	0,440	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	2,80	1,90	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	16,0	3,50	Hausmethode (LC-MS-MS)

(m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Dipl.-Biologe Dr. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265762		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	23.07.20 11:00						
Ende	24.07.20 11:00						
Wassermenge [m³]	4869		<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	92	0,45	507	439	3000	319	690
Sulfamethoxazol	310	1,51	537	499	9100	448	920
Carbamazepin	620	3,02	537	514	5000	792	1500
Metoprolol	1400	6,82	534	518	12000	2049	4000
Sotalol	440	2,14	477	424	1200	252	500
Diclofenac	1900	9,25	537	521	6800	2078	3500
Benzotriazol	3500	17,04	524	513	19000	5750	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02-92 332 0 fax -92 332 20  
 www.owlumwelt.de

**Messergebnisse und Auswertung Fracht**

Kunde Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage Kläranlage Geseke

Verfielfältigung. Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	265754			265762	
Stelle	Zulauf Biostufe			Ablauf Nachklärung (PN)	
Start	23.07.20 11:20		Indikator für Fracht *	23.07.20 11:00	
Ende	24.07.20 11:20			24.07.20 11:00	
Wassermenge [m³]		4869			4869
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	< BG	-	ja	92	0,45
Sulfamethoxazol	280	1,36	ja	310	1,51
Carbamazepin	430	2,09	ja	620	3,02
Metoprolol	2900	14,12	ja	1400	6,82
Sotalol	460	2,24	ja	440	2,14
Diclofenac	2800	13,63	ja	1900	9,25
Benzotriazol	16000	77,90	ja	3500	17,04

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

\* sofern eine Fracht aus den Stoffen gebildet werden soll

<b>Summe aller Frachten in [g]</b>	<b>111,35</b>			<b>40,23</b>
		<b>reduziert um</b>		<b>63,9%</b>
<b>Summe der Indikatoren in [g]</b>	<b>111,35</b>			<b>40,23</b>
		<b>reduziert um</b>		<b>63,9%</b>

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 03.09.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt

**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke

**Probenahmestelle:** (1) Zulauf Biostufe

Bestellnummer: 20BE000026

(2) Ablauf Nachklärung (PN)

Bestellnummer: 20BE000026

**Entnahme:** (1) 11.08.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 14:15 Uhr-14:15 Uhr Laboreingang: 12.08.2020

(2) 11.08.2020 Stichprobe: Uhr 24h-Mischprobe: 14:05 Uhr-14:05 Uhr Laboreingang: 12.08.2020

Analysennummer:		75200 265755	75229 265763	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,26	7,96	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	4498	4498	
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	340	54	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	980	38	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	43 (va)	0,94	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,26	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	40 (mv)	4	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	9,04	0,18	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen - (WAC)	µg/l	< 0,06 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	0,09	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,06 (m)	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	0,15	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Analysennummer:		75200 265755	75229 265763	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,740	0,330	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,350	0,230	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,820	0,790	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	2,90	1,60	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,490	0,400	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	2,40	2,10	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	13,0	2,90	Hausmethode (LC-MS-MS)

(m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde: Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage: Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265763		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	11.08.20 14:05						
Ende	12.08.20 14:05						
Wassermenge [m³]	4498		<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	330	1,48	510	441	3000	318	690
Sulfamethoxazol	230	1,03	540	500	9100	448	920
Carbamazepin	790	3,55	540	516	5000	793	1500
Metoprolol	1600	7,20	537	521	12000	2049	4000
Sotalol	400	1,80	480	426	1200	252	500
Diclofenac	2100	9,45	540	523	6800	2080	3500
Benzotriazol	2900	13,04	527	516	19000	5730	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02 - 92 332 0 fax - 92 332 20  
 www.owlumwelt.de

## Messergebnisse und Auswertung Fracht

Kunde Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage Kläranlage Geseke

Verfielfältigung. Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	265755			265763	
Stelle	Zulauf Biostufe			Ablauf Nachklärung (PN)	
Start	11.08.20 14:15		Indikator für Fracht *	11.08.20 14:05	
Ende	12.08.20 14:15			12.08.20 14:05	
Wassermenge [m³]		4498			4498
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	740	3,33	ja	330	1,48
Sulfamethoxazol	350	1,57	ja	230	1,03
Carbamazepin	820	3,69	ja	790	3,55
Metoprolol	2900	13,04	ja	1600	7,20
Sotalol	490	2,20	ja	400	1,80
Diclofenac	2400	10,80	ja	2100	9,45
Benzotriazol	13000	58,47	ja	2900	13,04

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

\* sofern eine Fracht aus den Stoffen gebildet werden soll

<b>Summe aller Frachten in [g]</b>	<b>93,11</b>			<b>37,56</b>
			<b>reduziert um</b>	<b>59,7%</b>
<b>Summe der Indikatoren in [g]</b>	<b>93,11</b>			<b>37,56</b>
			<b>reduziert um</b>	<b>59,7%</b>

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Auftraggeber: **Stadt Geseke, Bauamt**

Entnahmestelle: **Kläranlage Geseke**

Probenahmestelle: **(1) Zulauf Biostufe**  
**(2) Ablauf Nachklärung (PN)**

Entnahme: (1) 09.09.2020 Stichprobe: 09:15 Uhr 24h-Mischprobe: 09:15 Uhr-09:15 Uhr Laboreingang: 09.09.2020

(2) 09.09.2020 Stichprobe: 09:45 Uhr 24h-Mischprobe: 09:45 Uhr-09:45 Uhr Laboreingang: 09.09.2020

Witterung: (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 17 °C

(2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 17 °C

Analysennummer:		75200 265756	75229 265764	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,24	7,49	DIN EN ISO 10523 : 2012..
Wassermenge in 24 Stunden	m <sup>3</sup>	5477	5477	
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	83	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	360	26	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	30 (va)	0,38	DIN EN ISO 11732 : 2005..
Nitrit - N	mg/l	< 0,006	0,18	DIN EN 26777: 1993-04
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	48 (mv)	4	DIN EN 12260 : 2003-12
Ges.-Phosphat (P)	mg/l	5,10	0,21	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(123-cd)pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren - (WAC)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK (PAK) Summe - (WAC)	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfons. (gPFOS)	µg/l	< 0,05	< 0,05	DIN 38407-42 : 2011-03

bitte wenden

Die Prüfungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Analysennummer:		75200 265756	75229 265764	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
Summe gPFOA/gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	0,680	0,330	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	0,540	0,390	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	0,450	0,350	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	2,80	1,70	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	0,400	0,350	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	2,10	1,60	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	17,0	4,40	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

(va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## Messergebnisse und Auswertung Fracht

Kunde Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage Kläranlage Geseke

Verfielfältigung. Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt.

Probe	265756			265764	
Stelle	Zulauf Biostufe			Ablauf Nachklärung (PN)	
Start	09.09.20 09:15		Indikator für Fracht *	09.09.20 09:45	
Ende	10.09.20 09:15			10.09.20 09:45	
Wassermenge [m³]		5476,88			5476,88
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]		Konz. [ng/l]	Fracht [g]
Clarithromycin	680	3,72	ja	330	1,81
Sulfamethoxazol	540	2,96	ja	390	2,14
Carbamazepin	450	2,46	ja	350	1,92
Metoprolol	2800	15,34	ja	1700	9,31
Sotalol	400	2,19	ja	350	1,92
Diclofenac	2100	11,50	ja	1600	8,76
Benzotriazol	17000	93,11	ja	4400	24,10

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

\* sofern eine Fracht aus den Stoffen gebildet werden soll

<b>Summe aller Frachten in [g]</b>	<b>131,28</b>			<b>49,95</b>
		<b>reduziert um</b>		<b>62,0%</b>
<b>Summe der Indikatoren in [g]</b>	<b>131,28</b>			<b>49,95</b>
		<b>reduziert um</b>		<b>62,0%</b>

## Messergebnisse und statistische Auswertung

Kunde Stadt Geseke, Bauamt  
 Anlage Kläranlage Geseke  
 Probenahmestelle: Ablauf Nachklärung (PN)  
 Auftrag: 75229

OWL Umweltanalytik GmbH  
 Westring 93  
 33818 Leopoldshöhe  
 Seite 1 von 1

Probe	265764		Verfielfältigung, Ausdruck und Weitergabe sind nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erlaubt. OWL Umweltanalytik GmbH				
Start	09.09.20 09:45						
Ende	10.09.20 09:45						
Wassermenge [m <sup>3</sup> ]	5476,88		<b>Statistik der Messungen von OWL Umweltanalytik</b>				
Prüfmerkmal	Konz. [ng/l]	Fracht [g]	Messungen	Anzahl > BG	Max	Mittelwert	90 Perzentil
Clarithromycin	330	1,81	511	441	3000	319	690
Sulfamethoxazol	390	2,14	541	501	9100	445	920
Carbamazepin	350	1,92	541	517	5000	794	1500
Metoprolol	1700	9,31	538	522	12000	2046	4000
Sotalol	350	1,92	481	427	1200	253	500
Diclofenac	1600	8,76	541	524	6800	2082	3500
Benzotriazol	4400	24,10	528	517	19000	5717	10000

< BG = kleiner Bestimmungsgrenze

Mw. = Messwerte

ANALYTIK BERATUNG GUTACHTEN  
 fon 0 52 02 - 92 332 0 fax - 92 332 20  
 www.owlumwelt.de

**Anlage 2:  
Analyseprotokolle  
Messprogramm Geseker Bach  
(OWL-Umweltanalytik GmbH)**

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 07.05.2020 CH

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 Bestellnummer: 20BE000026  
 (2) Geseker Bach unterhalb  
 Bestellnummer: 20BE000026

**Entnahme:** (1) 01.04.2020 qualifizierte Stichprobe: 10:05 Uhr - 10:15 Uhr Laboreingang: 01.04.2020  
 (2) 01.04.2020 qualifizierte Stichprobe: 10:40 Uhr - 10:50 Uhr Laboreingang: 01.04.2020  
**Abfluss:** (1) Niedrig- bis Mittelwasser (2) Niedrig- bis Mittelwasser  
**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz  
**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 3 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 5 °C

Analysennummer:		238669	238670	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,88	7,76	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,091	0,18	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,031	0,044	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	11	11	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,06	0,09	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,02 (m)	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		238669	238670	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorbutansäure (PFBA)	µg/l	< 0,01	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorpentansäure (PFPeA)	µg/l	0,01	0,03	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	0,03	0,05	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	0,02	0,02	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorononansäure (PFNoA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluordecansäure (PFDeA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorundecansäure (PFUnA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluordodecansäure (PFDoA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorhexansulfons. (PFHxS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluordecansulfons.(gPFDS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorheptansulfonsäure (PFHp)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorpentansulfonsäure (PFPe)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
1H,1H,2H,2H-PFOS	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
7H-Dodecanfluorheptansäure (HP)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
2H,2H-Perfluordecansäure (H2PF)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecansä	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
3,7-Dimethylperfluoroctansäure (3	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluortridecansäure (PFTDA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluortetradecansäure (PFTeD)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
H4-Perfluordecansulfonsäure (8:2	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe PFT NRW-Liste	µg/l	0,07	0,12	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,03	< 0,03	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,03	< 0,03	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Carbamazepin	µg/l	< 0,03	0,044	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Metoprolol	µg/l	< 0,03	0,160	LC-MS/MS (in Anl. an DI..
Hydrochlorothiazid	µg/l	0,240	0,190	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Irbesartan	µg/l	< 0,03	0,030	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Diclofenac	µg/l	< 0,01	0,210	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Benzotriazol	µg/l	< 0,03	1,10	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Summe 4- und 5-Methylbenzotria	µg/l	< 0,03	0,042	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Imidacloprid	µg/l	< 0,03	< 0,03	LC-MS/MS (in Anl. An DI..
Triclosan	µg/l	< 0,5	< 0,5	LC-MS/MS (in Anl. An DI..

Die Prüfungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

<i>Analysennummer:</i>		238669	238670	
<i>Parameter:</i>	<i>Einheit:</i>	(1)	(2)	Verfahren

(m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von IUTA Institut für Energie- und Umwelttechnik, Duisburg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Dipl.-Biologe Dr. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Leopoldshöhe, 09.06.2020 NC

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 14.05.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:10 Uhr - 11:20 Uhr Laboreingang: 14.05.2020  
 (2) 14.05.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:40 Uhr - 11:50 Uhr Laboreingang: 14.05.2020

**Abfluss:** (1) Niedrig- bis Mittelwasser (2) Mittelwasser

**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:**  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 11 °C

Analysennummer:		265765	265773	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,82	7,73	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,29	0,32	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,14	0,17	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	9,3	9,3	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,12	0,23	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265765	265773	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	0,01	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	0,01	0,02	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,130	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,280	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,08	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,290	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,065	1,40	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 16.06.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 27.05.2020 qualifizierte Stichprobe: 10:35 Uhr - 10:45 Uhr Laboreingang: 27.05.2020  
 (2) 27.05.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:05 Uhr - 11:15 Uhr Laboreingang: 27.05.2020

**Abfluss:** (1) Niedrig- bis Mittelwasser (2) Niedrig- bis Mittelwasser

**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 20 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 20 °C

Analysennummer:		265766	265774	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,78	7,68	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,31	0,27	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,21	0,21	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	9,0	8,3	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,15	0,21	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265766	265774	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	0,01	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	0,02	0,02	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,140	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,370	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,074	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,310	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,10	1,30	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 25.06.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 04.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:55 Uhr - 12:05 Uhr Laboreingang: 04.06.2020  
 (2) 04.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 12:15 Uhr - 12:25 Uhr Laboreingang: 04.06.2020

**Abfluss:** (1) Mittel-Niedrigwasser (2) Mittel-Niedrigwasser

**Strömung:** (1) fließend mit Turbulenz (2) fließend mit Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe geringer Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 15 °C  
 (2) Während der Probe geringer Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 16 °C

Analysennummer:		265768	265776	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,72	7,40	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	7	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	25	20	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,065	0,072	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,007	0,18	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	8,2	7,4	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,16	0,26	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265768	265776	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	0,01	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	0,01	0,01	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,340	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,750	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,160	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,730	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,07	2,30	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 09.07.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 16.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 09:00 Uhr - 09:10 Uhr Laboreingang: 16.06.2020  
 (2) 16.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 09:40 Uhr - 09:50 Uhr Laboreingang: 16.06.2020

**Abfluss:** (1) Niedrig- bis Mittelwasser (2) Mittelwasser

**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 18 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 18 °C

Analysennummer:		265767	265775	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,71	7,67	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	6	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,26	0,20	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,099	0,11	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	6,5 (mv)	6,9 (mv)	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,16	0,17	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265767	265775	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	0,02	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	0,02	0,02	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,073	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,190	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,220	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,120	0,790	Hausmethode (LC-MS-MS)

(mv) Die Bestimmung-, bzw. Nachweisgrenze musste erhöht werden, da zur Analyse das zu vermessende Material aufgrund seiner Probenbeschaffenheit verdünnt werden musste.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 02.07.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 19.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 08:15 Uhr - 08:25 Uhr Laboreingang: 19.06.2020  
 (2) 19.06.2020 qualifizierte Stichprobe: 07:50 Uhr - 08:00 Uhr Laboreingang: 19.06.2020

**Abfluss:** (1) Niedrig- bis Mittelwasser (2) Niedrig- bis Mittelwasser

**Strömung:** (1) langsam fließend (2) langsam fließend

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor starke Schauer, Lufttemperatur: 22 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor geringer Niederschlag, Lufttemperatur: 22 °C

Analysennummer:		265769	265777	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,69	7,65	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	73	62	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,27	0,24	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,087	0,10	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	7,9	6,7	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,15	0,13	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265769	265777	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	0,01	0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	0,03	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	0,05	0,02	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,074	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,170	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,200	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,091	1,00	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 10.08.2020 RN

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 22.07.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:50 Uhr - 12:00 Uhr Laboreingang: 22.07.2020  
 (2) 22.07.2020 qualifizierte Stichprobe: 12:25 Uhr - 12:35 Uhr Laboreingang: 22.07.2020

**Abfluss:** (1) Mittel-Niedrigwasser (2) Mittel-Niedrigwasser

**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 20 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 21 °C

Analysennummer:		265770	265778	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,68	7,61	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 5	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,48	0,41	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,19	0,21	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	7,2	6,4	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,20	0,21	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265770	265778	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	< 0,05	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	0,091	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,140	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,380	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,110	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,340	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,087	0,900	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Dipl.-Biologe Dr. Noll

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 03.09.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
Bestellnummer: 20BE000026  
(2) Geseker Bach unterhalb  
Bestellnummer: 20BE000026

**Entnahme:** (1) 12.08.2020 qualifizierte Stichprobe: 13:00 Uhr - 13:10 Uhr Laboreingang: 12.08.2020  
(2) 12.08.2020 qualifizierte Stichprobe: 13:40 Uhr - 13:50 Uhr Laboreingang: 12.08.2020

**Abfluss:** (1) Niedrigstes Niedrigwasser (2) Niedrig- bis Mittelwasser

**Strömung:** (1) fließend ohne Turbulenz (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 28 °C  
(2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 29 °C

<i>Analysennummer:</i>		265771	265779	
<i>Parameter:</i>	<i>Einheit:</i>	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,72	7,64	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	72	82	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	17	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,35	0,59	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,18	0,23	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	7,1	6,0	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,17	0,16	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265771	265779	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluorooctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	0,10	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	0,085	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,240	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,520	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,120	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,510	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,770	1,10	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

## UNTERSUCHUNGSBEFUND

Leopoldshöhe, 25.09.2020 NC

**Auftraggeber:** Stadt Geseke, Bauamt  
**Entnahmestelle:** Kläranlage Geseke  
**Probenahmestelle:** (1) Geseker Bach oberhalb  
 (2) Geseker Bach unterhalb

**Entnahme:** (1) 09.09.2020 qualifizierte Stichprobe: 11:35 Uhr - 11:45 Uhr Laboreingang: 09.09.2020  
 (2) 09.09.2020 qualifizierte Stichprobe: 12:00 Uhr - 12:10 Uhr Laboreingang: 09.09.2020

**Abfluss:** (1) Niedrigstes Niedrigwasser (2) Niedrigstes Niedrigwasser

**Strömung:** (1) langsam fließend (2) fließend ohne Turbulenz

**Witterung:** (1) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 21 °C  
 (2) Während der Probe kein Niederschlag, davor kein Niederschlag, Lufttemperatur: 24 °C

Analysennummer:		265772	265780	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen vor Ort</i>				
pH-Wert		7,56	7,52	DIN EN ISO 10523 : 2012..
<i>Messungen im Labor</i>				
abfiltrierbare Stoffe	mg/l	6	< 5	DIN EN 872 : 2005-04
CSB (homogenisiert)	mg/l	< 15	< 15	DIN 38409-41-1: 1980-12
Ammonium - N	mg/l	0,95	0,89	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit - N	mg/l	0,17	0,16	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Gesamt-Stickstoff - gebunden (N)	mg/l	7,9	6,6	DIN EN 12260 : 2003-12
Gesamtphosphor (P)	mg/l	0,17	0,16	DIN EN ISO 11885 : 2009..
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

bitte wenden

Analysennummer:		265772	265780	
Parameter:	Einheit:	(1)	(2)	Verfahren
<i>Messungen im Labor</i>				
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Perfluoroctansäure (gPFOA)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,01	< 0,01	DIN 38407-42 : 2011-03
Summe gPFOA und gPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	Berechnung aus Messwert..
Clarithromycin	µg/l	< 0,05	0,140	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sulfamethoxazol	µg/l	< 0,05	0,160	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Carbamazepin	µg/l	< 0,05	0,150	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Metoprolol	µg/l	< 0,05	0,650	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Sotalol	µg/l	< 0,05	0,130	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Diclofenac	µg/l	< 0,05	0,600	SOP: HM-MA-M U-2-25 <sup>a</sup>
Benzotriazol	µg/l	0,140	1,70	Hausmethode (LC-MS-MS)

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

Die Laboranalytik wurde vorgenommen von Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, akkreditiert durch DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Auf Wunsch wird der Originalbefund überstellt.

OWL Umweltanalytik  
Master of Science Christoforakos

Dieser Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

**Anlage 3:  
Ergebnisse  
Messprogramm  
Kläranlage**

KA Geseke  
 Projekt-Nr.: 1286 001  
 Auswertung Probenahme im Zu- und Ablauf Kläranlage

Analytik	PN Stelle	Parameter	Abk.	Einheit	24h - Mischprobe		Jahresmittelwert																	
					Zulauf Biostufe, vom 01.04.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 01.04.2020	Zulauf Biostufe, vom 15.05.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 15.05.2020	Zulauf Biostufe, vom 28.05.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 28.05.2020	Zulauf Biostufe, vom 05.06.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 05.06.2020	Zulauf Biostufe, vom 17.06.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 17.06.2020	Zulauf Biostufe, vom 19.06.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 19.06.2020	Zulauf Biostufe, vom 23.07.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 23.07.2020	Zulauf Biostufe, vom 12.08.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 12.08.2020	Zulauf Biostufe, vom 09.09.2020	Ablauf Nachklärung (PN) vom 09.09.2020	Zulauf Biostufe, Mittelwert	Ablauf Nachklärung Mittelwert
Ifd. Nummer					3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4		
VOP	1	pH-Wert	ph		7,89	7,29	7,68	7,64	7,40	8,04		7,59		7,47		7,41	7,54	7,78	7,26	7,96	7,24	7,49		
VOP	2	Leitfähigkeit 25 °C	[ ]	µS/cm	1060	928																		
VOP	3	Wassermengen in 24 d	Q_d	m³/d	9668	9668	8077	8077	5207	5207	14020	9981		12380	4869	4869	4498	4498	5477	5477				
ACP	1	Abfiltrierbare Stoffe	x_TS	mg/l	< 5	89	380	19	79	< 5	170	< 5		10	100	< 5	340	54	83	< 5			40,222	
ACP	2	CSB (homogenisiert)	C_CSB	mg/l	210	22	720	37	450	32	28	< 15		16	470	30	980	38	360	26			27,111	
ACP	3	Ammonium-N	s_NH4	mg/l	3,6	1,4	30,0	0,5	31 (va)	0,15	0,53	0,05		0,17	31 (va)	0,25	43 (va)	0,94	30 (va)	0,38			0,480	
ACP	4	Nitrit-N	s_NO2	mg/l	0,49 (va)	0,170	< 0,006	0,150	< 0,006	0,150	0,290	< 0,120		0,220	< 0,02	0,150	< 0,006	0,260	< 0,006	0,180	< 0,006	0,180		0,188
ACP	5	Stickstoff gesamt	C_N	mg/l	30 (mv)	7,0	46 (mv)	9,0	42 (mv)	5,0	6 (mv)	9 (mv)		9,0	42 (mv)	4,0	40 (mv)	4,0	48 (mv)	4,0			4,0	
ACP	6	Phosphor gesamt	C_P	mg/l	3,370	0,320	10,500	0,880	5,570	0,500	0,530	0,270		0,250	4,950	0,180	9,040	0,180	5,100	0,210	6,422		0,394	
MS	1	Acenaphthen	APN	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,100 (m)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,208	0,050
	2	Acenaphthylen	APY	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	3	Anthracen	ATC	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	4	Benzo(a)anthracen	BAC	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	5	Benzo(a)pyren	BPY	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	6	Benzo(b)fluoranthren	BBF	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	7	Benzo(ghi)perylen	BPY	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,233	0,050
	8	Benzo(k)fluoranthren	BKF	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	9	Dibenz(ah)anthracen	DBA	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,233	0,050
	10	Chrysen	CRY	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	11	Fluoranthren	FUA	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,06 (m)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,202	0,050
	12	Fluoren	FUR	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,200	0,050
	13	Naphthalin	NAP	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,100 (m)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,208	0,050
	14	Phenanthren	PNA	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,090	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,207	0,050
	15	Pyren	PYR	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,06 (m)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,202	0,050
	16	Indeno(1,2,3-cd)pyren	IPY	µg/l	< 0,25 (m)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,500 (pe)	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,233	0,050
	17	PAK nach EPA	PAK	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	n.b.	0,150	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
	18	Perfluoroctansäure	gPFOA	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,050	0,050
	19	Perfluorbutansulfonsäure	gPFOS	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,050	0,050
	20	Summe gPFOA und gPFOS	SPFOS	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
	21	Clarithromycin	CLT	µg/l	0,072	0,093	0,440	0,120	< 0,25	0,250	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,2	0,092	0,740	0,330	0,680	0,330	0,680	0,397	0,152	0,152
	22	Sulfamethoxazol	SMX	µg/l	0,350	0,120	0,180	0,120	0,120	0,160	0,130	0,090		0,120	0,280	0,310	0,350	0,230	0,540	0,390	0,303	0,186	0,186	0,186
	23	Carbamazepin	CBZ	µg/l	0,260	0,310	0,410	0,560	0,580	0,820	0,880	0,190		0,250	0,430	0,820	0,790	0,450	0,350	0,492	0,450	0,330	0,152	0,152
	24	Metoprolol	MET	µg/l	1,100	1,100	1,900	1,300	1,800	1,600	1,800	0,690		0,800	2,900	1,400	2,900	1,600	2,800	1,700	2,233	1,332	1,332	1,332
	25	Sotalol	SOT	µg/l			0,340	0,350	0,690	0,490	0,330	0,160		0,180	0,460	0,440	0,490	0,400	0,400	0,350	0,476	0,338	0,338	0,338
	26	Diclofenac	DIC	µg/l	0,370	0,400	1,700	1,400	2,100	1,600	1,900	0,930		0,920	2,800	1,900	2,400	2,100	2,100	1,600	1,912	1,417	1,417	1,417
	27	Benzotriazol	BTZ	µg/l	9,500	7,000	19,000	7,000	16,000	5,600	5,400	3,900		4,400	16,000	3,500	13,000	2,900	17,000	4,400	15,083	4,900	4,900	4,900
	28	Perfluorbutansäure	PFBA	µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	29	Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/l	0,120	0,120																	0,120	0,120
	30	Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/l	0,250	0,230																	0,230	0,230
	31	Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	32	Perfluorheptansulfonsäure	PFPeS	µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	33	1H, 1H, 2H, 2H-PFOS		µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	34	7H-Dodecanfluorheptansäure		µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	35	Perfluordecansäure	PFNoA	µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	36	2H, 2H-Perfluordecansäure		µg/l	< 0,05	< 0,05																	0,050	0,050
	37	2H, 2H, 3H, 3H-Perfluordecansäure		µg/l	< 0,05	< 0,05																		

**Anlage 4:  
Ergebnisse  
Messprogramm  
Geseker Bach**

KA Geseke  
 Projekt-Nr.: 1286 001  
 Probenahme im Gewässer Gesecker Bach

Analytik	PN Stelle	Parameter	Abk.	Einheit	qual. Stichprobe																					
					Vorfluter, oh	Vorfluter, uh	Vorfluter, oh	Vorfluter, uh	Vorfluter, oh	Vorfluter, uh																
					Einleitung vom	Einleitung vom	Einleitung vom	Einleitung vom	Einleitung vom	Einleitung vom																
					1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
					GB_oh	GB_uh																				
	Ifd. Nummer				01.04.2020	01.04.2020	14.05.2020	14.05.2020	27.05.2020	27.05.2020	04.06.2020	04.06.2020	16.06.2020	16.06.2020	19.06.2020	19.06.2020	22.07.2020	22.07.2020	12.08.2020	12.08.2020	09.09.2020	09.09.2020				
VOP	1	pH-Wert	ph		7,880	7,760	7,820	7,730	7,780	7,680	7,720	7,400	7,710	7,670	7,690	7,650	7,680	7,610	7,720	7,640	7,560	7,520				
VOP	2	Wassermengen in 24 d	Q_d	m³/d																						
ACP	1	Abfiltrierbare Stoffe	x_TS	mg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	7,000	< 5	6,000	73,000	62,000	< 5	< 5	72,000	82,000	6,000	< 5					
ACP	2	CSB (homogenisiert)	C_CSB	mg/l	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	25,000	20,000	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	17,000	< 15	< 15					
ACP	3	Ammonium-N	s_NH4	mg/l	0,091	0,180	0,290	0,320	0,310	0,270	0,065	0,072	0,260	0,200	0,270	0,240	0,480	0,410	0,350	0,590	0,950	0,890				
ACP	4	Nitrit-N	s_NO2	mg/l	0,031	0,044	0,140	0,170	0,210	0,210	0,007	0,180	0,099	0,110	0,087	0,100	0,190	0,210	0,180	0,230	0,170	0,160				
ACP	5	Stickstoff gesamt	C_N	mg/l	11,000	11,000	9,300	9,300	9,000	8,300	8,200	7,400	6,5 (mv)	6,9 (mv)	7,900	6,700	7,200	6,400	7,100	6,000	7,900	6,600				
ACP	6	Phosphor gesamt	C_P	mg/l	0,060	0,090	0,120	0,230	0,150	0,210	0,160	0,260	0,160	0,170	0,150	0,130	0,200	0,210	0,170	0,160	0,170	0,160				
MS	1	Acenaphthen	APN	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	2	Acenaphthylen	APY	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	3	Anthracen	ATC	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	4	Benzo(a)anthracen	BAC	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	5	Benzo(a)pyren	BPY	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	6	Benzo(b)fluoranthren	BBF	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	7	Benzo(ghi)perylene	BPY	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	8	Benzo(k)fluoranthren	BKF	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	9	Dibenz(ah)anthracen	DBA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	10	Chrysen	CRY	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	11	Fluoranthren	FUA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	12	Fluoren	FUR	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	13	Naphthalin	NAP	µg/l	< 0,01	< 0,02 (m)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	14	Phenanthren	PNA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	15	Pyren	PYR	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	16	Indeno(1,2,3-cd)pyren	IPY	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	17	PAK nach EPA	PAK	µg/l	n.b.	n.b.																				
	18	Perfluorooctansäure	gPFOA	µg/l	0,020	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,020	0,010	0,010	0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	19	Perfluorbutansulfonsäure	PFOS	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
	20	Summe gPFOA und gPFOS	SPFOS	µg/l			0,010	0,020	0,020	0,010	0,010	0,020	0,020	0,050	0,020	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.				
	21	Clarithromycin	CLT	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,100	< 0,05	0,140				
	22	Sulfamethoxazol	SMX	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,050	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,091	< 0,05	0,085	< 0,05	0,160				
	23	Carbamazepin	CBZ	µg/l	< 0,03	0,044	< 0,05	0,130	< 0,05	0,140	< 0,05	0,340	< 0,05	0,073	< 0,05	0,074	< 0,05	0,140	< 0,05	0,240	< 0,05	0,150				
	24	Metoprolol	MET	µg/l	< 0,03	0,160	< 0,05	0,280	< 0,05	0,370	< 0,05	0,750	< 0,05	0,190	< 0,05	0,170	< 0,05	0,380	< 0,05	0,520	< 0,05	0,650				
	25	Sotalol	SOT	µg/l			< 0,05	0,080	< 0,05	0,074	< 0,05	0,160	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,110	< 0,05	0,120	< 0,05	0,130				
	26	Diclofenac	DIC	µg/l	< 0,01	0,210	< 0,05	0,290	< 0,05	0,310	< 0,05	0,730	< 0,05	0,220	< 0,05	0,200	< 0,05	0,340	< 0,05	0,510	< 0,05	0,600				
	27	Benzotriazol	BTZ	µg/l	< 0,03	1,100	0,065	1,400	0,100	1,300	0,070	2,300	0,120	0,790	0,091	1,000	0,087	0,900	0,770	1,100	0,140	1,700				
	28	Perfluorbutansäure	PFBA	µg/l	< 0,01	0,010																				
	29	Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/l	< 0,01	0,030																				
	30	Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/l	0,030	0,050																				
	31	Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	32	Perfluorononansäure	PFNoA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	33	Perfluordekansäure	PFDeA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	34	Perfluordecansäure	PFUnA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	35	Perfluordodecansäure	PFDoA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	36	Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	37	Perfluordecansulfonsäure	PFOS(2)	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	38	Perfluordecansulfonsäure	gPFDS	µg/l	< 0,01	< 0,01																				
	39	Perfluordecansulfonamid	PFOSA	µg/l	< 0,01	< 0,01																				

**Anlage 5:  
Auswertung nach  
Oberflächengewässerverordnung  
Jahresdurchschnittswerte**



Parameter	OGewV	Max. Konzentration	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGeV, Anlage 9, 3.2.1						Wertung nach OGeV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGeV, Anlage 9, 3.2.2	Max. Konzentration	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGeV, Anlage 9, 3.2.1						Einhaltung BK nach OGeV, Anlage 9, 3.2.2	C_x,uh,Misch											
			I		II		IIIa	IIIb				IIIa und IIIb	I und II		I		II			IIIa	IIIb	IIIa und IIIb	I und II							
			ZHK	GB_oh																GB_uh										
		MWmax	MWmax <= BK	BG	BG < BK	BK < BG	MW 2020 <= BG	Keine Berücksichtigung?	Einhaltung BK	MWmax	MWmax <= BK	BG	BG < BK	BK < BG	MW 2020 <= BG	Keine Berücksichtigung?	Einhaltung BK													
pH-Wert																														
Wassermengen in 24 d																														
Abfiltrierbare Stoffe																														
CSB (homogenisiert)																														
Ammonium-N																														
Nitrit-N																														
Stickstoff gesamt																														
Phosphor gesamt																														
Acenaphthen		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Acenaphthylen		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Anthracen	0,1	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006										
Benzo(a)anthracen		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Benzo(a)pyren	0,27	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006										
Benzo(b)fluoranthren	0,017	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006										
Benzo(ghi)perylen	0,0082	0,010	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,010	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	FALSCH	0,006										
Benzo(k)fluoranthren	0,017	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	0,006										
Dibenz(ah)anthracen		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Chrysen		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Fluoranthren	0,12	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006										
Fluoren		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Naphthalin	130	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,020	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006										
Phenanthren		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Pyren		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,010		0,01						0,010		0,01																		
PAK nach EPA																														
Perfluorooctansäure		0,020		0,01						0,020		0,01																		
Perfluorbutansulfonsäure		0,030		0,01						0,010		0,01																		
Summe gPFOA und gPFOS		0,050								0,020																				
Clarithromycin		0,050		0,05						0,140		0,05																		
Sulfamethoxazol		0,050		0,05						0,160		0,05																		
Carbamazepin		0,050		0,05						0,340		0,05																		
Metoprolol		0,050		0,05						0,750		0,05																		
Sotalol		0,050		0,05						0,160		0,05																		
Diclofenac		0,050		0,05						0,730		0,05																		
Benzotriazol		0,770		0,03						2,300		0,03																		
Perfluorbutansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluorpentansäure		0,010		0,01						0,030		0,01																		
Perfluorhexansäure		0,030		0,01						0,050		0,01																		
Perfluorheptansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluornonansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluordekansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluordecansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluordodekansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluorhexansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluorooctansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluordecansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluordecansulfonamid		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluorheptansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluorpentansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
1H, 1H, 2H, 2H-PFOS		0,010		0,01						0,010		0,01																		
7H-Dodecanfluorheptansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
2H, 2H-Perfluordecansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
2H, 2H, 3H, 3H-Perfluordecans.		0,010		0,01						0,010		0,01																		
3,7-Dimethylperfluorooctans.		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluortridekansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Perfluortetradecansäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
H4-Perfluordecansulfonsäure		0,010		0,01						0,010		0,01																		
Summe PFT NRW-Liste		0,070								0,120																				
Hydrochlorothiazid		0,240		0,03						0,190		0,03																		
Irbesartan		0,030		0,03						0,030		0,03																		
Summe 4- und 5-Methylbenzotria		0,030		0,03						0,042		0,03																		
Imidacloprid	0,1	0,030	WAHR	0,03	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,030	WAHR	0,03	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,013										
Triclosan	0,2	0,500	FALSCH	0,5	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,500	FALSCH	0,5	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,215										

Beurteilung
sehr gut
gut
mäßig
unbefriedigend
schlecht
keine Aussage

BK Beurteilungskriterium

Beurteilungswert  
Messwert

**Anlage 6:  
Auswertung nach  
Oberflächengewässerverordnung  
Zulässige Höchstkonzentration**



Parameter	OGewV	Max. Konzentration	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGeV, Anlage 9, 3.2.1					Jahresdruchschnitt nach OGeV, Anlage 9, 3.1.2	Jahresdruchschnitt nach OGeV, Anlage 9, 3.1.2	Wertung nach OGeV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGeV, Anlage 9, 3.2.2	Max. Konzentration	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGeV, Anlage 9, 3.2.1					Einhaltung BK nach OGeV, Anlage 9, 3.2.2	C_x,uh,Mich							
			I		II		IIIa						IIIb	IIIa und IIIb	I und II		I			II		IIIa	IIIb	IIIa und IIIb	I und II	
			ZHK	MWmax	MWmax <= BK	BG									BG < BK	BK < BG	MW 2020 <= BG			Keine Berücksichtigung?	Einhaltung BK					MWmax
pH-Wert																										
Wassermengen in 24 d																										
Abfiltrierbare Stoffe																										
CSB (homogenisiert)																										
Ammonium-N																										
Nitrit-N																										
Stickstoff gesamt																										
Phosphor gesamt																										
Acenaphthen		0,010		0,01							0,010															
Acenaphthylen		0,010		0,01						0,010																
Anthracen	0,1	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR		0,006							
Benzo(a)anthracen		0,010		0,01						0,010																
Benzo(a)pyren	0,27	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR		0,006							
Benzo(b)fluoranthren	0,017	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR		0,006							
Benzo(ghi)perylen	0,0082	0,010	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,010	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH		0,006							
Benzo(k)fluoranthren	0,017	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH		0,006							
Dibenz(ah)anthracen		0,010		0,01						0,010																
Chrysen		0,010		0,01						0,010																
Fluoranthren	0,12	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR		0,006							
Fluoren		0,010		0,01						0,010																
Naphthalin	130	0,010	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,020	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR		0,006							
Phenanthren		0,010		0,01						0,010																
Pyren		0,010		0,01						0,010																
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,010		0,01						0,010																
PAK nach EPA																										
Perfluorooctansäure		0,020		0,01						0,020																
Perfluorbutansulfonsäure		0,030		0,01						0,010																
Summe gPFOA und gPFOS		0,050								0,020																
Clarithromycin		0,050		0,05						0,140																
Sulfamethoxazol		0,050		0,05						0,160																
Carbamazepin		0,050		0,05						0,340																
Metoprolol		0,050		0,05						0,750																
Sotalol		0,050		0,05						0,160																
Diclofenac		0,050		0,05						0,730																
Benzotriazol		0,770		0,03						2,300																
Perflourbutansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourpentansäure		0,010		0,01						0,030																
Perflourhexansäure		0,030		0,01						0,050																
Perflourheptansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflournonansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourdekansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourdecansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourdodekansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourhexansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
Perflouroctansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourdecansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
Perflouroctansulfonamid		0,010		0,01						0,010																
Perflourheptansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourpentansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
1H, 1H, 2H, 2H-PFOS		0,010		0,01						0,010																
7H-Dodecanflourheptansäure		0,010		0,01						0,010																
2H, 2H-Perflourdecansäure		0,010		0,01						0,010																
2H, 2H, 3H, 3H-Perflourdecans.		0,010		0,01						0,010																
3,7-Dimethylperflouroctans.		0,010		0,01						0,010																
Perflourtridekansäure		0,010		0,01						0,010																
Perflourtetradecansäure		0,010		0,01						0,010																
H4-Perflourdecansulfonsäure		0,010		0,01						0,010																
Summe PFT NRW-Liste		0,070								0,120																
Hydrochlorothiazid		0,240		0,03						0,190																
Irbesartan		0,030		0,03						0,030																
Summe 4- und 5-Methylbenzotria		0,030		0,03						0,042																
Imidacloprid	0,1	0,030	WAHR	0,03	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,030	WAHR	0,03	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH		0,013							
Triclosan	0,2	0,500	FALSCH	0,5	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,500	FALSCH	0,5	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH		0,215							

Beurteilung
sehr gut
gut
mäßig
unbefriedigend
schlecht
keine Aussage

BK Beurteilungskriterium

Beurteilungswert  
Messwert

**Anlage 7:  
Auswertung nach  
„D4-Liste“, 3. Monitoringzyklus  
Jahresdurchschnittswerte**



86 001  
m Gewässer: Auswertung nach "D4

Prognose

Parameter	"D4-Liste" 2016	Bezeichnung	I		II			Wertung nach OGewV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGewV, Anlage 9, 3.2.2	I		II			Wertung nach OGewV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGewV, Anlage 9, 3.2.2	C_x,uh,Mischh		
			Jahresdruchschnitt nach OGewV, Anlage 9, 3.2.2	Bestimmungsgrenze/Beurteilungskriterium nach OGewV, Anlage 9, 1.3	Jahresdruchschnitt nach OGewV, Anlage 9, 3.1.2	Jahresdruchschnitt nach OGewV, Anlage 9, 3.1.2	IIIa und IIIb			Jahresdruchschnitt nach OGewV, Anlage 9, 3.1.2	Jahresdruchschnitt nach OGewV, Anlage 9, 3.1.2	IIIa und IIIb							
							IIIa					IIIb	Keine Berücksichtigung?	IIIa				IIIb	Keine Berücksichtigung?
pH-Wert																			
Wassermengen in 24 d																			
Abfiltrierbare Stoffe																			
CSB (homogenisiert)																			
Ammonium-N																			
Nitrit-N																			
Stickstoff gesamt																			
Phosphor gesamt																			
Acenaphthen	0,32	Orientierungswert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006			
Acenaphthylen	10	Präventivwert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006			
Anthracen				0,01						0,01									
Benzo(a)anthracen	0,002	Orientierungswert	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,006			
Benzo(a)pyren				0,01						0,01									
Benzo(b)fluoranthren				0,01						0,01									
Benzo(ghi)perylen				0,01						0,01									
Benzo(k)fluoranthren				0,01						0,01									
Dibenz(ah)anthracen	10	Präventivwert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006			
Chrysen	10	Präventivwert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006			
Fluoranthren				0,01						0,01									
Fluoren	0,21	Orientierungswert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,006			
Naphthalin				0,01						0,01									
Phenanthren				0,01						0,01									
Pyren	0,0023	Orientierungswert	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,006			
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,002	Orientierungswert	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,01	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR	FALSCH	0,006			
PAK nach EPA																			
Perfluoroctansäure	0,1	Präventivwert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,010			
Perfluorbutansulfonsäure	0,1	Präventivwert	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,01	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,008			
Summe gPFOA und gPFOS																			
Clarithromycin	0,1	Orientierungswert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,025			
Sulfamethoxazol	0,6	Orientierungswert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,027			
Carbamazepin	0,5	Orientierungswert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,043			
Metoprolol	8,6	Orientierungswert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,081			
Sotalol	0,1	Präventivwert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,035			
Diclofenac	0,05	Orientierungswert	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	0,084			
Benzotriazol	10	Präventivwert	WAHR	0,03	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,03	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,357			
Perfluorbutansäure				0,01						0,01									
Perfluorpentansäure				0,01						0,01									
Perfluorhexansäure				0,01						0,01									
Perfluorheptansäure				0,01						0,01									
Perfluorononansäure				0,01						0,01									
Perfluordekansäure				0,01						0,01									
Perfluordecansäure				0,01						0,01									
Perfluordodekansäure				0,01						0,01									
Perfluorhexansulfonsäure				0,01						0,01									
Perfluoroctansulfonsäure				0,01						0,01									
Perfluordecansulfonsäure				0,01						0,01									
Perfluordecansulfonamid				0,01						0,01									
Perfluorheptansulfonsäure				0,01						0,01									
Perfluorpentansulfonsäure				0,01						0,01									
1H, 1H, 2H, 2H-PFOS				0,01						0,01									
7H-Dodecanfluorheptansäure				0,01						0,01									
2H, 2H-Perfluordecansäure				0,01						0,01									
2H, 2H, 3H, 3H-Perfluordecansäure				0,01						0,01									
3,7-Dimethylperfluoroctansäure				0,01						0,01									
Perfluortridekansäure				0,01						0,01									
Perfluortetradecansäure				0,01						0,01									
H4-Perfluordecansulfonsäure				0,01						0,01									
Summe PFT NRW-Liste																			
Hydrochlorothiazid				0,03						0,03									
Irbesartan				0,03						0,03									
Summe 4- und 5-Methylbenzotria				0,03						0,03									
Imidacloprid				0,03						0,03									
Triclosan				0,5						0,5									

Beurteilung
sehr gut
gut
mäßig
unbefriedigend
schlecht
keine Aussage

Beurteilungswert  
Messwert

**Anlage 8:  
Auswertung nach  
„D4-Liste“, 3. Monitoringzyklus  
Zulässige Höchstkonzentration**



23.11.2020

6 001  
Gewässer: Auswertung nach "D-Li:

Prognose

Parameter	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGewV, Anlage 9, 3.2.1					Wertung nach OGewV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGewV, Anlage 9, 3.2.2	Max. Konzentration	Jahreshöchstkonzentration: Bewertung nach OGewV, Anlage 9, 3.2.1					Wertung nach OGewV Anlage 9, 3.2.2	Einhaltung BK nach OGewV, Anlage 9, 3.2.2	C_x,uh,Misch
	I	IIa	IIIa	IIIb	IIIa und IIIb				I	IIa	IIIa	IIIb	IIIa und IIIb			
GB oh																
	MWmax <= BK	BG	BG < BK	BK < BG	MW 2020 <= BG	Keine Berücksichtigung?	Einhaltung BK	MWmax	MWmax <= BK	BG	BG < BK	BK < BG	MW 2020 < BG	Keine Berücksichtigung?	Einhaltung BK	
pH-Wert																
Wassermengen in 24 d																
Abfiltrierbare Stoffe																
CSB (homogenisiert)																
Ammonium-N																
Nitrit-N																
Stickstoff gesamt																
Phosphor gesamt																
Acenaphthen		0,01						0,010		0,01						
Acenaphthylen		0,01						0,010		0,01						
Anthracen		0,01						0,010		0,01						
Benzo(a)anthracen		0,01						0,010		0,01						
Benzo(a)pyren		0,01						0,010		0,01						
Benzo(b)fluoranthen		0,01						0,010		0,01						
Benzo(ghi)perylen		0,01						0,010		0,01						
Benzo(k)fluoranthen		0,01						0,010		0,01						
Dibenz(ah)anthracen		0,01						0,010		0,01						
Chrysen		0,01						0,010		0,01						
Fluoranthen		0,01						0,010		0,01						
Fluoren		0,01						0,010		0,01						
Naphthalin		0,01						0,020		0,01						
Phenanthren		0,01						0,010		0,01						
Pyren		0,01						0,010		0,01						
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,01						0,010		0,01						
PAK nach EPA																
Perfluoroctansäure		0,01						0,020		0,01						
Perfluorbutansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Summe gPFOA und gPFOS								0,020								
Clarithromycin	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,140	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,025
Sulfamethoxazol	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,160	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,027
Carbamazepin	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	0,340	WAHR	0,05	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	0,043
Metoprolol		0,05						0,750		0,05						
Sotalol		0,05						0,160		0,05						
Diclofenac		0,05						0,730		0,05						
Benzotriazol		0,03						2,300		0,03						
Perflourbutansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourpentansäure		0,01						0,030		0,01						
Perflourhexansäure		0,01						0,050		0,01						
Perflourheptansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflournonansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourdekansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourdedecansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourdodecansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourhexansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Perflouroctansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourdecansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Perflouroctansulfonamid		0,01						0,010		0,01						
Perflourheptansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourpentansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
1H, 1H, 2H, 2H-PFOS		0,01						0,010		0,01						
7H-Dodecanflourheptansäure		0,01						0,010		0,01						
2H, 2H-Perflourdecansäure		0,01						0,010		0,01						
2H, 2H, 3H, 3H-Perflourdecans.		0,01						0,010		0,01						
3,7-Dimethylperflouroctans.		0,01						0,010		0,01						
Perflourtridecansäure		0,01						0,010		0,01						
Perflourtetradecansäure		0,01						0,010		0,01						
H4-Perflourdecansulfonsäure		0,01						0,010		0,01						
Summe PFT NRW-Liste								0,120								
Hydrochlorothiazid		0,03						0,190		0,03						
Irbesartan		0,03						0,030		0,03						
Summe 4- und 5-Methylbenzotria		0,03						0,042		0,03						
Imidacloprid		0,03						0,030		0,03						
Triclosan		0,5						0,500		0,5						

Beurteilung
sehr gut
gut
mäßig
unbefriedigend
schlecht
keine Aussage

Beurteilungswert  
Messwert

**Anlage 9:  
Berechnung  
PEC/PNEC-Verhältnisse**

KA Geseke  
 Projekt-Nr.: 1286 001  
 Berechnung PEC-Werte

IST-Situation 2020

Geseker Bach  
 0,5 MQ WOL 11-19  
 0,427 m³/s  
 1.537 m³/h  
 13.465.872 m³/a

KA Geseke  
 Jahresabwassermenge  
 MW 2017-2019  
 Q\_a 3.144.205 m³/a

Geseker Bach  
 MNQ WOL 11-19  
 0,254 m³/s  
 914 m³/h  
 8.010.144 m³/a

Szenario Frachtreduktion

Reduktion (Annahme)  
 80%

KA Geseke  
 Jahresabwassermenge  
 MW 2017-2019  
 Q\_a 3.144.205 m³/a  
 23,3% KA an Bach UH

Abgleich IST-Situation 2020

Vergleich  
 Ablauf 4.RS  
 mit gemessenen  
 Konzentrationen uh

Geseker Bach UH  
 MNQ WOL 11-19  
 0,427 KEINE  
 1.537 Mischungsrech.  
 13.465.872  
 MIT  
 Mischungsrechnung  
 Teile KA Teil Bach oh  
 23,3% 76,7%

Geseker Bach  
 MNQ WOL 11-19  
 0,254 m³/s  
 914 m³/h  
 8.010.144 m³/a

PN_Stelle	Parameter	Abk.	Konzentration		Fracht		Berechnung PEC				Szenario Frachtreduktion		Abgleich IST-Situation 2020		Berechnung PEC									
			C_x,oh,aM	B_a,x,oh	C_x,AN,aM	B_a,x,AN	PEC	PNEC	PNEC	PEC/PNEC	B_a,x,A4RS	C_x,A4RS	C_x,uh,aM	Verhältnis	C_x,uh,Misch	Verhältnis	PEC_4RS	PNEC	PNEC	PEC/PNEC				
1	4	aus	IST	2	3	4	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS						
GB_oh	KA_Ablauf	Literatur	Quelle	GB_uh	KA_Ablauf	Literatur	Quelle	GB_uh	KA_Ablauf	Literatur	Quelle	GB_uh	KA_Ablauf	Literatur	Quelle	GB_uh	KA_Ablauf	Literatur	Quelle					
MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020	MW 2020					
[µg/l]	[kg/a]	[µg/l]	[kg/a]	[µg/l]	[kg/a]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]					
1	Acenaphthen	APN	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	0,32	0,12					
2	Acenaphthylen	APY	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	10	0,12					
3	Anthracen	ATC	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
4	Benzo(a)anthracen	BAC	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	0,002	0,12					
5	Benzo(a)pyren	BPY	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
6	Benzo(b)fluoranthren	BBF	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
7	Benzo(ghi)perylen	BPY	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
8	Benzo(k)fluoranthren	BKF	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
9	Dibenz(ah)anthracen	DBA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	10	0,12					
10	Chrysen	CRY	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	10	0,12					
11	Fluoranthren	FUA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
12	Fluoren	FUR	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23	0,21	0,12					
13	Naphthalin	NAP	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	1,80	0,006	1,11		0,12					
14	Phenanthren	PNA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,01	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
15	Pyren	PYR	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23	0,0023	0,12					
16	Indeno(1,2,3-cd)pyren	IPY	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23	0,002	0,12					
17	PAK nach EPA	PAK																						
18	Perfluoroctansäure	gPFOA	0,011	0,14	0,050	0,16	0,037	870,0	LIU Bayern, 2017	0,0000		0,03	0,0100	0,009444444	1,06	0,010	1,10	0,1	0,12					0,000025
19	Perfluorbutansulfonsäure	PFOS	0,008	0,10	0,05	0,16	0,033	3.700,0	LIU Bayern, 2017	0,00001		0,03	0,010	0,01	2,00	0,008	1,66	0,1	0,12					0,000005
20	Summe gPFOA und gPFOS	SPFOS	0,022	0,30			0,037						0,02											
21	Clarithromycin	CLT	0,024	0,32	0,15	0,48	0,100	0,2	Bergmann et al., 2011	0,4985		0,10	0,030	0,05	0,67	0,025	0,56	0,1	0,12					0,2603
22	Sulfamethoxazol	SMX	0,024	0,32	0,19	0,58	0,113	0,59	Bergmann et al., 2011	0,1915		0,12	0,037	0,06	0,67	0,027	0,48	0,6	0,12					0,0928
23	Carbamazepin	CBZ	0,024	0,32	0,53	1,67	0,248	2,5	Bergmann et al., 2011	0,0993		0,33	0,106	0,15	0,72	0,043	0,29	0,5	0,12					0,0327
24	Metoprolol	MET	0,024	0,32	1,33	4,19	0,563	3,2	Bergmann et al., 2011	0,1760		0,84	0,266	0,39	0,69	0,081	0,21	7,3	0,12					0,0452
25	Sotalol	SOT	0,025	0,34	0,34	1,06	0,175	1,2	Bergmann et al., 2011	0,1454		0,21	0,068	0,09	0,75	0,035	0,39	0,1	0,12					0,0571
26	Diclofenac	DIC	0,023	0,31	1,42	4,45	0,594	0,05	A, 2020 (Loos et al., 2020)	11,8875		0,89	0,283	0,38	0,75	0,084	0,22	0,05	0,12					2,9902
27	Benzotriazol	BTZ	0,167	2,25	4,90	15,41	2,205	30,0	LAWA 2016	0,0735		3,08	0,980	1,35	0,73	0,357	0,26	10	0,12					0,0222
28	Perfluorbutansäure	PFBA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028	1.260,0	LIU Bayern, 2017	0,0000		0,03	0,010	0,01	1,00	0,006	0,62		0,12					0,0000
29	Perfluorpentansäure	PFPeA	0,010	0,13	0,12	0,38	0,064	320,0	LIU Bayern, 2017	0,0002		0,08	0,024	0,03	0,80	0,013	0,44		0,12					0,0001
30	Perfluorhexansäure	PFHxA	0,030	0,40	0,23	0,72	0,141	1.000,0	LIU Bayern, 2017	0,0001		0,14	0,046	0,05	0,92	0,034	0,67		0,12					0,0001
31	Perfluorheptansäure	PFHpA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
32	Perfluornonansäure	PFnOA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
33	Perfluordecansäure	PFDeA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
34	Perfluordodecansäure	PFUnA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
35	Perfluordodecansäure	PFDoA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
36	Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028	250,0	LIU Bayern, 2017	0,0001		0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					0,00005
37	Perfluoroctansulfonsäure	PFOS(2)	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028	0,23	EU 2011	0,1219		0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					0,0536
38	Perfluordecansulfonsäure	gPFDS	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
39	Perfluordecansulfonamid	PFOSA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
40	Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
41	Perfluorpentansulfonsäure	PFPeS	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
42	1H-, 1H-, 2H-, 2H-PFOS		0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
43	7H-Dodecanflourheptansäure		0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
44	2H-, 2H-Perfluordecansäure		0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
45	2H-, 2H-, 3H-, 3H-Perfluordecans.		0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
46	3,7-Dimethylperfluordecans.		0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
47	Perfluortridecansäure	PFTDA	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,01	2,00	0,006	1,23		0,12					
48	Perfluortetradecansäure	PFTeD	0,005	0,07	0,05	0,16	0,028					0,03	0,010	0,0										

**Anlage 10:  
Synopsis  
Beurteilungskriterien  
und PNEC-Werte**

KA Geseke  
 Projekt-Nr.: 1286 001  
 Synopse Beurteilungskriterien untersuchte Mikroschadstoffe

PN Stelle	Parameter	Abk.	Einheit	D4-Liste 3. Zyklus				Beurteilungskriterium	gesetzliche Grundlage	Quelle	PNEC		
				JD	ZHK	Einheit					aquatisch	Einheit	Quelle
lfd. Nummer													
1	Acenaphthen	APN	µg/l	0,32		µg/l	Orientierungswert		LAWA-O 10.03				
2	Acenaphthylen	APY	µg/l	10		µg/l	Präventivwert						
3	Anthracen	ATC	µg/l	0,1	0,1	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
4	Benzo(a)anthracen	BAC	µg/l	0,002		µg/l	Orientierungswert		LAWA-O 10.03				
5	Benzo(a)pyren	BPY	µg/l	0,00017	0,27	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
6	Benzo(b)fluoranthren	BBF	µg/l		0,017	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
7	Benzo(ghi)perylen	BPY	µg/l		0,0082	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
8	Benzo(k)fluoranthren	BKF	µg/l		0,017	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
9	Dibenz(ah)anthracen	DBA	µg/l	10		µg/l	Präventivwert						
10	Chrysen	CRY	µg/l	10		µg/l	Präventivwert						
11	Fluoranthren	FUA	µg/l	0,0063	0,12	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
12	Fluoren	FUR	µg/l	0,21		µg/l	Orientierungswert		LAWA-O 10.03				
13	Naphthalin	NAP	µg/l	2	130	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 8					
14	Phenanthren	PNA	µg/l	0,5		µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 6					
15	Pyren	PYR	µg/l	0,0023		µg/l	Orientierungswert		LAWA-O 05.07				
16	Indeno(1,2,3-cd)pyren	IPY	µg/l	0,002		µg/l	Orientierungswert		ehemalige UQN OGewV 2011				
17	PAK nach EPA	PAK	µg/l										
18	Perfluorooctansäure	gPFOA	µg/l	0,1		µg/l	Präventivwert			870	µg/l	LfU Bayern, 2017	
19	Perfluorbutansulfonsäure	PFOS	µg/l	0,1		µg/l	Präventivwert			3700	µg/l	LfU Bayern, 2017	
20	Summe gPFOA und gPFOS	SPFOS	µg/l										
21	Clarithromycin	CLT	µg/l	0,1	0,6	µg/l	Orientierungswert		OGewV Entwurf September 2014	2,00E-01	µg/l	Bergmann et.al, 2011	
22	Sulfamethoxazol	SMX	µg/l	0,6	3	µg/l	Orientierungswert		OGewV Entwurf September 2014	5,90E-01	µg/l	Bergmann et.al, 2011	
23	Carbamazepin	CBZ	µg/l	0,5	2000	µg/l	Orientierungswert		OGewV Entwurf September 2014	2,5	µg/l	Bergmann et.al, 2011	
24	Metoprolol	MET	µg/l	7,3		µg/l	Orientierungswert		LAWA-O 10.03 II	3,2	µg/l	Bergmann et.al, 2011	
25	Sotalol	SOT	µg/l	0,1		µg/l	Präventivwert			1,2	µg/l	Bergmann et.al, 2011	
26	Diclofenac	DIC	µg/l	0,05		µg/l	Orientierungswert		OGewV Entwurf September 2014	0,050	µg/l	UBA, 2020 (Loos et.al, 2018)	
27	Benzotriazol	BTZ	µg/l	10		µg/l	Präventivwert			30	µg/l	LAWA 2016	
28	Perflourbutansäure	PFBA	µg/l							1260	µg/l	LfU Bayern, 2017	
29	Perflourpentansäure	PFPeA	µg/l							320	µg/l	LfU Bayern, 2017	
30	Perflourhexansäure	PFHxA	µg/l							1000	µg/l	LfU Bayern, 2017	
31	Perflourheptansäure	PFHpA	µg/l										
32	Perflourpentansulfonsäure	PFPeS	µg/l										
33	1H, 1H, 2H, 2H-PFOS		µg/l										
34	7H-Dodecanflourheptansäure		µg/l										
35	Perflournonansäure	PFNoA	µg/l										
36	2H, 2H-Perflourdecansäure		µg/l										
37	2H, 2H, 3H, 3H-Perflourdecans.		µg/l										
38	3,7-Dimethylperflouroctans.		µg/l										
39	Perflourdekansäure	PFDaA	µg/l										
40	Perflourtridekansäure	PFTDA	µg/l										
41	Perflourdedecansäure	PFUnA	µg/l										
42	Perflourtetradecansäure	PFTeD	µg/l										
43	H4-Perflourdecansulfonsäure		µg/l										
44	Perflourdodecansäure	PFDaA	µg/l										
45	Perflourheptansulfonsäure	PFHpS	µg/l										
46	Perflourhexansulfonsäure	PFHxS	µg/l							250	µg/l	LfU Bayern, 2017	
47	Perflouroctansulfonsäure	PFOS(2)	µg/l							0,23	µg/l	EU 2011	
48	Perflourdecansulfonsäure	gPFDS	µg/l										
49	Perflouroctansulfonamid	PFOSA	µg/l										
50	Summe PFT NRW-Liste		µg/l										
51	Hydrochlorothiazid		µg/l										
52	Irbesartan		µg/l										
53	Summe 4- und 5-Methylbenzotria		µg/l										
54	Imidacloprid		µg/l	0,002	0,1	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 6		0,002	µg/l	LAWA 2016	
55	Triclosan		µg/l	0,02	0,2	µg/l	Umweltqualitätsnorm	OGewV 2016 Anlage 6		6,90E-02	µg/l	Bergmann et.al, 2011	

**Anlage 11:  
Investitionskosten  
Varianten 1.1 bis 3.1**

**Stadt Geseke**  
**Kläranlage Geseke**

Projekt: Fortschreibung Studie 4. Reinigungsstufe

Stand: 07.12.2020

Projekt-Nr.: 1286 001

**Zusammenstellung Investitionskosten (Varianten aus Studie 2016)**

Pos.-Nr	Text		Variante 1.1 PAK in BB	Variante 1.2 PAK ad. Stufe	Variante 2.1 GAK DS	Variante 2.2 GAK Festbett	Variante 3.1 Ozon + DS
1	Bautechnik	EUR	1.487.640,00	2.457.435,00	1.908.252,50	1.613.277,50	1.624.950,00
2	Maschinentchnik	EUR	1.401.253,90	1.616.004,50	1.387.825,00	1.685.600,00	1.627.550,00
3	EMSR-Technik	EUR	436.816,17	622.831,58	556.538,75	664.300,00	611.532,50
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>3.325.710,07</b>	<b>4.696.271,08</b>	<b>3.852.616,25</b>	<b>3.963.177,50</b>	<b>3.864.032,50</b>
Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.) [22 %]		EUR	731.656,22	1.033.179,64	847.575,58	871.899,05	850.087,15
<b>Summe Baukosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>4.057.366,29</b>	<b>5.729.450,71</b>	<b>4.700.191,83</b>	<b>4.835.076,55</b>	<b>4.714.119,65</b>
Mehrwertsteuer [19 %]		EUR	770.899,59	1.088.595,64	893.036,45	918.664,54	895.682,73
<b>Summe Baukosten, brutto</b>		<b>EUR</b>	<b>4.828.265,88</b>	<b>6.818.046,35</b>	<b>5.593.228,27</b>	<b>5.753.741,09</b>	<b>5.609.802,38</b>
<b>Anteil</b>			<b>100%</b>	<b>141%</b>	<b>116%</b>	<b>119%</b>	<b>116%</b>

Variante 1.1 - PAK in Belebung + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme

Studie 2016 (IB Knollmann)

Baupreisindex  
2015-2019 16%  
Annahme 20 2%  
18%

Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)

Stand Baupreis: 2015

Stand Baupreis: 2020

Pos.	Beschreibung	Studie 2016 (IB Knollmann)				Stand Baupreis: 2020				Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)					
		Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020		
<b>1</b>	<b>Baukosten</b>				<b>598.218 €</b>				<b>705.897 €</b>				<b>1.487.640 €</b>		
1.1	<b>Rohrleitungen, Kanäle, Erdarbeiten</b>				<b>46.500 €</b>				<b>54.870 €</b>				<b>128.000 €</b>		
1.1.1	Zulauf Dyna-Sand Reaktor: Verteilerbauwerk - Zwischenpumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	5 m		700 €	3.500 €		5 m		826 €	4.130 €		5 m	1.400 €	7.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.2	Zulauf Dyna-Sand Reaktor: Zwischenpumpwerk - Dyna-Sand Reaktor, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €		10 m		826 €	8.260 €		1 psch.	10.000 €	10.000 €	
1.1.3	Ablauf Dyna-Sand-Reaktor: DS - Ablaufleitung, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	20 m		700 €	14.000 €		20 m		826 €	16.520 €		10 m	1.400 €	14.000 €	mit RG
1.1.4	Ablaufleitung Waschwasser Dyna-Sand Anlage, PE-HD DN 200 Formstücke, Wanddurchführungen	100 m		200 €	20.000 €		100 m		236 €	23.600 €		1 psch.	15.000 €	15.000 €	
1.1.5	Dosierleitung PAK Formstücke, Wanddurchführungen	20 m		100 €	2.000 €		20 m		118 €	2.360 €		20 m	1.400 €	28.000 €	mit RG
												1 psch.	15.000 €	15.000 €	
												100 m	280 €	28.000 €	mit RG
												1 psch.	5.000 €	5.000 €	
												20 m	150 €	3.000 €	mit RG
												1 psch.	3.000 €	3.000 €	
<b>1.2</b>	<b>Bauwerke Tiefbau, Schächte</b>				<b>343.900 €</b>				<b>405.802 €</b>				<b>932.000 €</b>		
1.2.1	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.2	Schacht Zwischenpumpwerk	1 Stk.		10.000 €	10.000 €		1 Stk.		11.800 €	11.800 €		1 Stk.	100.000 €	100.000 €	
1.2.3	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.4	Dyna-Sand-Reaktor	722 m³		450 €	324.900 €		722 m³		531 €	383.382 €		722 m³	1.000 €	722.000 €	
1.2.5	MID-Schacht	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.	50.000 €	50.000 €	
<b>1.3</b>	<b>Bauwerke Hochbau</b>				<b>50.000 €</b>				<b>59.000 €</b>				<b>75.000 €</b>		
1.3.1	Raumzelle / Container - Dyna-Sand-Anlage Technik, EMSR	1 psch.		50.000 €	50.000 €		1 psch.		59.000 €	59.000 €		1 psch.	75.000 €	75.000 €	
<b>1.4</b>	<b>Sonstiges</b>				<b>123.000 €</b>	falsche Summenbildung			<b>145.140 €</b>				<b>158.600 €</b>		
1.4.1	Fundamente PAK-Silo	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	25.000 €	25.000 €	
1.4.2	Fundament Fertigcontainer	1 psch.		7.000 €	7.000 €		1 psch.		8.260 €	8.260 €		1 psch.	10.000 €	10.000 €	
1.4.3	Brauch-, Trinkwasseranschluss	1 psch.		5.000 €	5.000 €		1 psch.		5.900 €	5.900 €		1 psch.	5.900 €	5.900 €	
1.4.4	Kabeltrassen, Kabelschächte	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	25.000 €	25.000 €	
1.4.5	Geländer, Abdeckungen, Treppen, Bediensteg (zusätzl.)	1 psch.		15.000 €	15.000 €		1 psch.		17.700 €	17.700 €		1 psch.	17.700 €	17.700 €	
1.4.6	Straßen, Wege	200 m²		100 €	20.000 €		200 m²		118 €	23.600 €		200 m²	150 €	30.000 €	
1.4.7	Erstbefüllung PAK Silo	40 t		1.400 €	56.000 €		40 t		1.652 €	66.080 €		0 t	1.600 €	0 €	keine Erstbefüllung
1.4.8	Wasserhaltung Schächte											1 psch.	15.000 €	15.000 €	
1.4.9	Abfüllplatz											1 psch.	30.000 €	30.000 €	
<b>1.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>34.818 €</b>				<b>41.085 €</b>				<b>194.040 €</b>		
1.5.1	Baustelleneinrichtung 7 %	1 psch.		34.818 €	34.818 €		1 psch.		41.085 €	41.085 €		1 psch.	194.040 €	194.040 €	BE 15%
<b>2</b>	<b>Maschinentechnik Kosten</b>				<b>838.500 €</b>				<b>989.430 €</b>				<b>1.401.254 €</b>		
<b>2.1</b>	<b>Dyna-Sand Filtration</b>				<b>385.000 €</b>				<b>454.300 €</b>				<b>555.000 €</b>		
2.1.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000 B-D, 20 Stk. Druckluftteuerschrank enthalten Sandlieferung (64 t) enthalten Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten enthalten Verrohrung Innen enthalten Waschwasserreduzierung enthalten Drucksonde enthalten	1 psch.		350.000 €	350.000 €		1 psch.		413.000 €	413.000 €		1 psch.	480.000 €	480.000 €	
2.1.2	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 psch.		20.000 €	20.000 €		1 psch.		23.600 €	23.600 €		1 psch.	50.000 €	50.000 €	
2.1.3	Fracht, Montage, Inbetriebnahme	1 psch.		15.000 €	15.000 €		1 psch.		17.700 €	17.700 €		1 psch.	25.000 €	25.000 €	
<b>2.2</b>	<b>Zwischenpumpwerk, Schächte</b>				<b>33.500 €</b>				<b>39.530 €</b>				<b>180.000 €</b>		
2.2.1	Pumpen	3 Stk.		8.500 €	25.500 €		3 Stk.		10.030 €	30.090 €		5 Stk.	12.000 €	60.000 €	
2.2.2	Armaturen, Schieber	1 psch.		8.000 €	8.000 €		1 psch.		9.440 €	9.440 €		1 psch.	70.000 €	70.000 €	
2.2.2	Rohrleitungen VA											1 psch.	50.000 €	50.000 €	
	Summe 2.2: Zwischenpumpwerk, Schächte														
<b>2.3</b>	<b>PAK-Silo, Fällmitteldosierung</b>				<b>415.000 €</b>				<b>489.700 €</b>				<b>568.492 €</b>		
2.3.1	Dosierstation Fällmittel	1 Stk.		80.000 €	80.000 €		1 Stk.		94.400 €	94.400 €		1 Stk.	95.000 €	95.000 €	
2.3.2	PAK Silo 80 m³ mit Dosiereinheit, Steuerung	1 Stk.		330.000 €	330.000 €		1 Stk.		389.400 €	389.400 €		1 Stk.	459.492 €	459.492 €	
2.3.3	Dokumentation, Inbetriebnahme	1 psch.		5.000 €	5.000 €		1 psch.		5.900 €	5.900 €		1 psch.	14.000 €	14.000 €	
<b>2.4</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>5.000 €</b>				<b>5.900 €</b>				<b>97.762 €</b>		
2.4.1	Baustelleneinrichtung	1 psch.		5.000 €	5.000 €		1 psch.		5.900 €	5.900 €		1 psch.	97.762 €	97.762 €	BE 7,5%
<b>3</b>	<b>EMSR Kosten</b>				<b>53.000 €</b>				<b>62.540 €</b>				<b>436.816 €</b>		
<b>3.1</b>	<b>EMSR-Technik</b>				<b>53.000 €</b>				<b>62.540 €</b>				<b>436.816 €</b>		
3.1.1	MID DN 400	1 Stk.		8.000 €	8.000 €		1 Stk.		9.440 €	9.440 €		1 Stk.	9.440 €	9.440 €	
3.1.2	Blitzschutz	1 psch.		5.000 €	5.000 €		1 psch.		5.900 €	5.900 €		1 psch.	7.000 €	7.000 €	
3.1.3	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Dyna-Sand Anlage, PAK Anlage	1 Stk.		40.000 €	40.000 €		1 Stk.		47.200 €	47.200 €					
3.1.4	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Dyna-Sand Anlage, PAK Anlage											1 psch.	420.376 €	420.376 €	30% der Tech. Inst

## Variante 1.1 - PAK in Belegung + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme	Studie 2016 (IB Knollmann)	Baupreisindex 2015-2019 Annahme 20	16% 2% 18%	Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)
<b>Kostenzusammenstellung</b>				
1 <b>Summe Bautechnik</b>	598.218 €		705.897 €	1.487.640 €
2 <b>Summe Maschinenteknik</b>	838.500 €		989.430 €	1.401.254 €
3 <b>Summe EMSR-Technik</b>	53.000 €		62.540 €	436.816 €
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>	<b>1.489.718 €</b>		<b>1.757.867 €</b>	<b>3.325.710 €</b>
Nebenkosten (Ing.-Honorare, Gebühren, Gutachten etc.) 22 %	327.738 €		386.731 €	731.656 €
<b>Summe Baukosten, netto</b>	<b>1.817.456 €</b>		<b>2.144.598 €</b>	<b>4.057.366 €</b>
Mehrwertsteuer 19 %	345.317 €		407.474 €	770.900 €
<b>Summe Baukosten, brutto</b>	<b>2.162.773 €</b>		<b>2.552.072 €</b>	<b>4.828.266 €</b>
<b>Kapitalkosten</b>				
<b>Vorgaben</b>				
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren	15			
Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren	10			
Zinssatz i	3,0%			
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>				
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik/Nebenkosten	0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik	0,08377			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik	0,11723			
<b>Jahreskosten, netto</b>				
Bautechnik	30.520,64 €		36.014,35 €	75.898,29 €
Maschinenteknik	70.238,28 €		82.881,17 €	117.378,25 €
EMSR-Technik	6.213,22 €		7.331,60 €	51.208,18 €
Nebenkosten	16.720,95 €		19.730,72 €	37.328,56 €
<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>	<b>123.693,08 €</b>		<b>145.957,84 €</b>	<b>281.813,28 €</b>
<b>Jahreskosten, brutto</b>		19% MwSt		
Bautechnik	36.319,56 €		42.857,08 €	90.318,97 €
Maschinenteknik	83.583,55 €		98.628,59 €	139.680,11 €
EMSR-Technik	7.393,73 €		8.724,60 €	60.937,74 €
Nebenkosten	19.897,93 €		23.479,56 €	44.420,98 €
<b>Summe Kapitalkosten/a, brutto</b>	<b>147.194,77 €</b>		<b>173.689,83 €</b>	<b>335.357,80 €</b>
<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>				
1,0 %/a der Baukosten	5.982,18 €		7.058,97 €	14.876,40 €
3,0 %/a der Kosten für technische Installationen	25.155,00 €		29.682,90 €	42.037,62 €
2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik	1.060,00 €		1.250,80 €	8.736,32 €
<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	<b>32.197,18 €</b>		<b>37.992,67 €</b>	<b>65.650,34 €</b>
Änderungen/Einfügung T&M				

Variante 1.2 - PAK in Adsorptionsstufe + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme

Studie 2016 (IB Knollmann)

Baupreisindex

2015-2019 16%  
Annahme 20 2%  
18%

Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)

Stand Baupreis: 2015

Stand Baupreis: 2020

Pos.	Beschreibung	Studie 2016 (IB Knollmann)				Baupreisindex				Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)				
		Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	
<b>1</b>	<b>Baukosten</b>				<b>923.571 €</b>				<b>1.089.814 €</b>			<b>2.457.435 €</b>		
					<b>73.000 €</b>				<b>86.140 €</b>			<b>211.000 €</b>		
1.1	<b>Rohrleitungen, Kanäle, Erdarbeiten</b>													
1.1.1	Zulauf Schacht Ablaufleitung - Zwischenpumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	5 m		700 €	3.500 €			5 m		826 €	4.130 €	5 m	1.400 € 7.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.2	Zulauf Kontaktpumpwerk: Zwischenpumpwerk - Kontaktpumpwerk, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		500 €	5.000 €			10 m		590 €	5.900 €	10 m	900 € 9.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.3	Zulauf Absetzbecken: Kontaktpumpwerk-Absetzbecken, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		500 €	5.000 €			10 m		590 €	5.900 €	10 m	900 € 9.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.4	Ablauf Absetzbecken - Dyna-Sand Filter, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		500 €	5.000 €			10 m		590 €	5.900 €	10 m	900 € 9.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.5	Ablauf - Dyna-Sand Filter - Ablaufleitung KA, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €			10 m		826 €	8.260 €	10 m	1.400 € 14.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.6	RW-Zuleitung DS Filter: Schacht Ablaufleitung - DS-Filter, DN 500 Formstücke, Wanddurchführungen	25 m		600 €	15.000 €			25 m		708 €	17.700 €	25 m	1.000 € 25.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.7	Leitungen Rücklaufschlamm Kohle, PE-HD DN 300 Formstücke, Wanddurchführungen	50 m		250 €	12.500 €			50 m		295 €	14.750 €	50 m	500 € 25.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.8	Ablaufleitung Waschwasser Dyna-Sand Anlage, PE-HD DN 200 Formstücke, Wanddurchführungen	100 m		200 €	20.000 €			100 m		236 €	23.600 €	100 m	300 € 30.000 €	mit Rohrgraben (RG)
												1 psch.	10.000 € 10.000 €	
<b>1.2</b>	<b>Bauwerke Tiefbau, Schächte</b>				<b>602.150 €</b>				<b>710.537 €</b>			<b>1.620.000 €</b>		
1.2.1	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €			1 Stk.		2.360 €	2.360 €	1 Stk.	30.000 € 30.000 €	
1.2.2	Schacht Zwischenpumpwerk	2 Stk.		10.000 €	20.000 €			2 Stk.		11.800 €	23.600 €	2 Stk.	100.000 € 200.000 €	
1.2.3	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €			1 Stk.		2.360 €	2.360 €	1 Stk.	30.000 € 30.000 €	
1.2.4	Kontaktpumpwerk	190 m³		400 €	76.000 €			190 m³		472 €	89.680 €	190 m³	1.000 € 190.000 €	
1.2.5	Absetzbecken	760 m³		350 €	266.000 €			760 m³		413 €	313.880 €	760 m³	800 € 608.000 €	
1.2.6	Dyna-Sand-Reaktor	447 m³		450 €	201.150 €			447 m³		531 €	237.357 €	447 m³	1.000 € 447.000 €	
1.2.7	Schacht Pumpwerk Rücklaufschlammkohle, Überschussschlamm	1 Stk.		25000 €	25.000 €			1 Stk.		29.500 €	29.500 €	1 Stk.	35.000 € 35.000 €	
1.2.8	MID-Schacht (Zulauf, RS-Kohle)	2 Stk.		5000 €	10.000 €			2 Stk.		5.900 €	11.800 €	2 Stk.	40.000 € 80.000 €	
<b>1.3</b>	<b>Bauwerke Hochbau</b>				<b>50.000 €</b>				<b>59.000 €</b>			<b>90.000 €</b>		
1.3.1	Raumzelle - PAK, Dyna-Sand-Anlage Technik, EMSR, FHM	1 psch.		50.000 €	50.000 €			1 psch.		59.000 €	59.000 €	1 psch.	90.000 € 90.000 €	
<b>1.4</b>	<b>Sonstiges</b>				<b>138.000 €</b>				<b>162.840 €</b>			<b>215.900 €</b>		
1.4.1	Fundamente PAK-Silo	1 psch.		10.000 €	10.000 €			1 psch.		11.800 €	11.800 €	1 psch.	25.000 € 25.000 €	
1.4.2	Fundament Raumzelle	1 psch.		7000 €	7.000 €			1 psch.		8.260 €	8.260 €	1 psch.	10.000 € 10.000 €	
1.4.3	Brauch-, Trinkwasseranschluss	1 psch.		5000 €	5.000 €			1 psch.		5.900 €	5.900 €	1 psch.	5.900 € 5.900 €	
1.4.4	Kabeltrassen, Kabelschächte	1 psch.		15000 €	15.000 €			1 psch.		17.700 €	17.700 €	1 psch.	30.000 € 30.000 €	
1.4.5	Geländer, Abdeckungen, Treppen, Bediensteg (zusätzl.)	1 psch.		15.000 €	15.000 €			1 psch.		17.700 €	17.700 €	1 psch.	50.000 € 50.000 €	
1.4.6	Straßen, Wege	300 m²		100 €	30.000 €			300 m²		118 €	35.400 €	300 m²	150 € 45.000 €	
1.4.7	Erstbefüllung PAK Silo	40 t		1400 €	56.000 €			40 t		1.652 €	66.080 €	0 t	1.600 € 0 €	kein Ansatz
1.4.8	Wasserhaltung Schächte											1 psch.	20.000 € 20.000 €	
1.4.9	Abfüllplatz											1 psch.	30.000 € 30.000 €	
<b>1.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>60.421 €</b>				<b>71.297 €</b>			<b>320.535 €</b>		
1.5.1	Baustelleneinrichtung 7 %	1 psch.		60421 €	60.421 €			1 psch.		71.297 €	71.297 €	1 psch.	320.535 € 320.535 €	BE 15%
<b>2</b>	<b>Maschinentechnik Kosten</b>				<b>894.000 €</b>				<b>1.054.920 €</b>			<b>1.616.005 €</b>		
<b>2.1</b>	<b>Rohrleitungen, Beckenausrüstung</b>				<b>87.000 €</b>				<b>102.660 €</b>			<b>143.260 €</b>		
2.1.1	Dosierleitungen PAK	10 m		200 €	2000 €			10 m		236 €	2.360 €	10 m	236 € 2.360 €	
2.1.2	Dosierleitungen Fällmittel	50 m		100 €	5000 €			50 m		118 €	5.900 €	50 m	118 € 5.900 €	
2.1.3	Rührwerk Kontaktbecken	3 Stk.		5.000 €	15.000 €			3 Stk.		5.900 €	17.700 €	3 Stk.	10.000 € 30.000 €	
2.1.4	Absetzbecken techn. Ausrüstung	1 psch.		25.000 €	25.000 €			1 psch.		29.500 €	29.500 €	1 psch.	35.000 € 35.000 €	
2.1.5	Räumer Absetzbecken	1 psch.		40000 €	40.000 €			1 psch.		47.200 €	47.200 €	1 psch.	70.000 € 70.000 €	
<b>2.2</b>	<b>Dyna-Sand Filtration</b>				<b>255.000 €</b>				<b>300.900 €</b>			<b>383.000 €</b>		
2.2.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000 E, 10 Stk.	1 psch.		230000 €	230.000 €			1 psch.		271.400 €	271.400 €	1 psch.	340.000 € 340.000 €	
2.2.2	Druckluftsteuerschrank													
2.2.3	Sandlieferung (64 t)													
2.2.4	Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten													
2.2.5	Verrohrung Innen													
2.2.6	Waschwasserreduzierung													
2.2.7	Drucksonde													
2.2.8	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 psch.		15000 €	15.000 €			1 psch.		17.700 €	17.700 €	1 psch.	28.000 € 28.000 €	
2.2.9	Fracht, Montage, Inbetriebnahme	1 psch.		10000 €	10.000 €			1 psch.		11.800 €	11.800 €	1 psch.	15.000 € 15.000 €	
<b>2.3</b>	<b>Zwischenpumpwerk, Schächte</b>				<b>99.500 €</b>				<b>117.410 €</b>			<b>362.000 €</b>		
2.3.1	Pumpen Zwischenpumpwerke	6 Stk.		7500 €	45.000 €			6 Stk.		8.850 €	53.100 €	8 Stk.	12.000 € 96.000 €	
2.3.2	Armaturen, Schieber	1 psch.		20000 €	20.000 €			1 psch.		23.600 €	23.600 €	1 psch.	90.000 € 90.000 €	
2.3.3	Rücklaufkohle-Schlammumpfen	3 Stk.		6500 €	19.500 €			3 Stk.		7.670 €	23.010 €	3 Stk.	14.000 € 42.000 €	
2.3.4	ÜS-Kohle-Schlammumpfen	3 Stk.		5000 €	15.000 €			3 Stk.		5.900 €	17.700 €	3 Stk.	8.000 € 24.000 €	
2.3.5	Rohrleitungen VA											1 psch.	110.000 € 110.000 €	
<b>2.4</b>	<b>PAK-Silo, Dosieranlagen</b>				<b>445.000 €</b>				<b>525.100 €</b>			<b>615.000 €</b>		
2.4.1	FHM Lager und Dosierstation	1 Stk.		30000 €	30.000 €			1 Stk.		35.400 €	35.400 €	1 Stk.	40.000 € 40.000 €	
2.4.2	Dosierstation Fällmittel	1 Stk.		80000 €	80.000 €			1 Stk.		94.400 €	94.400 €	1 Stk.	95.000 € 95.000 €	
2.4.3	PAK Silo 80 m³ mit Dosiereinheit, Steuerung	1 Stk.		330000 €	330.000 €			1 Stk.		389.400 €	389.400 €	1 Stk.	460.000 € 460.000 €	
2.4.4	Dokumentation, Inbetriebnahme	1 psch.		5000 €	5.000 €			1 psch.		5.900 €	5.900 €	1 psch.	20.000 € 20.000 €	
<b>2.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>7.500 €</b>				<b>8.850 €</b>			<b>112.745 €</b>		
2.5.1	Baustelleneinrichtung	1 psch.		7500 €	7.500 €			1 psch.		8.850 €	8.850 €	1 psch.	112.745 € 112.745 €	BE 7,5%

## Variante 1.2 - PAK in Adsorptionsstufe + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme	Studie 2016 (IB Knollmann)			Baupreisindex			Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)					
				2015-2019	Annahme 20							
3 EMSR Kosten			<b>103.500 €</b>				<b>122.130 €</b>		<b>622.832 €</b>			
3.1 EMSR - Technik			<b>103.500 €</b>				<b>122.130 €</b>		<b>622.832 €</b>			
3.1.1 Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, PAK Anlage , DS	1 Stk.	30.000 €	30.000			1 Stk.	35.400 €	35.400 €	1 psch	565.602 €	565.602 €	35% der Tech. Inst
3.1.2 SAK Messung	1 Stk.	20000	20.000			1 Stk.	23.600 €	23.600 €	1 Stk.	23.600 €	23.600 €	
3.1.3 TS Messung	1 Stk.	5000	5.000			1 Stk.	5.900 €	5.900 €	1 Stk.	5.900 €	5.900 €	
3.1.4 MID DN 400, DN 600	2 Stk.	8000	16.000			2 Stk.	9.440 €	18.880 €	2 Stk.	9.440 €	18.880 €	
3.1.5 Blitzschutz	1 psch.	7500	7.500			1 psch.	8.850 €	8.850 €	1 psch.	8.850 €	8.850 €	
3.1.6 Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Dyna-Sand Anlage	1 Stk.	25000	25.000			1 Stk.	29.500 €	29.500 €	0 Stk.	29.500 €	0 €	
<b>Kostenzusammenstellung</b>												
1 <b>Summe Bautechnik</b>			<b>923.571 €</b>				<b>1.089.814 €</b>			<b>2.457.435 €</b>		
2 <b>Summe Maschinentechnik</b>			<b>894.000 €</b>				<b>1.054.920 €</b>			<b>1.616.005 €</b>		
3 <b>Summe EMSR-Technik</b>			<b>103.500 €</b>				<b>122.130 €</b>			<b>622.832 €</b>		
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>			<b>1.921.071 €</b>				<b>2.266.864 €</b>			<b>4.696.271 €</b>		
Nebenkosten (Ing.-Honorare, Gebühren, Gutachten etc.) 22 %			422.636 €				498.710 €			1.033.180 €		
<b>Summe Baukosten, netto</b>			<b>2.343.707 €</b>				<b>2.765.574 €</b>			<b>5.729.451 €</b>		
Mehrwertsteuer 19 %			445.304 €				525.459 €			1.088.596 €		
<b>Summe Baukosten, brutto</b>			<b>2.789.011 €</b>				<b>3.291.033 €</b>			<b>6.818.046 €</b>		
<b>Kapitalkosten</b>												
<b>Vorgaben</b>												
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren			30									
Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren			15									
Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren			10									
Zinssatz i			3,0%									
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>												
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik/Nebenkosten			0,05102									
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik			0,08377									
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik			0,11723									
<b>Jahreskosten, netto</b>												
Bautechnik			47.119,91 €				55.601,49 €			125.376,51 €		
Maschinentechnik			74.887,32 €				88.367,04 €			135.367,17 €		
EMSR-Technik			12.133,36 €				14.317,36 €			73.014,86 €		
Nebenkosten			21.562,56 €				25.443,82 €			52.712,06 €		
<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>			<b>155.703,15 €</b>				<b>183.729,71 €</b>			<b>386.470,61 €</b>		
<b>Jahreskosten, brutto</b>		19% MwSt										
Bautechnik			56.072,69 €				66.165,78 €			149.198,05 €		
Maschinentechnik			89.115,91 €				105.156,78 €			161.086,93 €		
EMSR-Technik			14.438,70 €				17.037,66 €			86.887,68 €		
Nebenkosten			25.659,44 €				30.278,14 €			62.727,35 €		
<b>Summe Kapitalkosten/a, brutto</b>			<b>185.286,74 €</b>				<b>218.638,36 €</b>			<b>459.900,02 €</b>		
<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>												
1,0 %/a der Baukosten			9.235,71 €				10.898,14 €			24.574,35 €		
3,0 %/a der Kosten für technische Installationen			26.820,00 €				31.647,60 €			48.480,14 €		
2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik			2.070,00 €				2.442,60 €			12.456,63 €		
<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>			<b>38.125,71 €</b>				<b>44.988,34 €</b>			<b>85.511,12 €</b>		
Änderungen/Einfügung T&M												

Variante 2.1 - kontinuierliche GAK-Filtration+ kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme

Studie 2016 (IB Knollmann)

Baupreisindex

2015-2019 16%  
Annahme 20 2%  
18%

Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)

Stand Baupreis: 2015

Stand Baupreis: 2020

Pos.	Beschreibung	Stand Baupreis: 2015				Stand Baupreis: 2020				Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)					
		Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020		
<b>1</b>	<b>Baukosten</b>				<b>665.326 €</b>				<b>785.085 €</b>				<b>1.908.253 €</b>		
1.1	<b>Rohrleitungen, Kanäle, Erdarbeiten</b>				<b>65.500 €</b>				<b>77.290 €</b>				<b>199.500 €</b>		
1.1.1	Zulauf DS-Reaktor: Schacht Ablaufleitung - Zwischenpumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	5 m		700 €	3.500 €		5 m		826 €	4.130 €		5 m 1 psch.	1.400 € 10.000 €	7.000 € 10.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.2	Zulauf DS-Reaktor: Zwischenpumpwerk - DS-Reaktor, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €		10 m		826 €	8.260 €		10 m 1 psch.	1.400 € 13.000 €	14.000 € 13.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.3	Zulauf DS-C-Reaktor: DS-Reaktor-Zw. Pumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	15 m		700 €	10.500 €		15 m		826 €	12.390 €		15 m 1 psch.	1.400 € 15.000 €	21.000 € 15.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.4	Zulauf DS-C-Reaktor: Zw.pumpwerk - DS-C Filter, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		500 €	5.000 €		10 m		590 €	5.900 €		10 m 1 psch.	900 € 8.000 €	9.000 € 8.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.5	Ablauf - DS und DS-C Filter - Ablaufleitung KA, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	35 m		700 €	24.500 €		35 m		826 €	28.910 €		35 m 1 psch.	1.400 € 22.000 €	49.000 € 22.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.6	Ablaufleitung Waschwasser Dyna-Sand-Carbon Anlage, PEHD DN 200 Formstücke, Wanddurchführungen	75 m		200 €	15.000 €		75 m		236 €	17.700 €		75 m 1 psch.	300 € 9.000 €	22.500 € 9.000 €	mit Rohrgraben (RG)
<b>1.2</b>	<b>Bauwerke Tiefbau, Schächte</b>				<b>431.300 €</b>				<b>508.934 €</b>				<b>1.204.000 €</b>		
1.2.1	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.2	Schacht Zwischenpumpwerk	2 Stk.		10.000 €	20.000 €		2 Stk.		11.800 €	23.600 €		2 Stk.	100.000 €	200.000 €	
1.2.3	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.4	Dyna-Sand-Carbon Reaktor	447 m³		450 €	201.150 €		447 m³		531 €	237.357 €		447 m³	1.000 €	447.000 €	
1.2.5	Dyna-Sand-Reaktor	447 m³		450 €	201.150 €		447 m³		531 €	237.357 €		447 m³	1.000 €	447.000 €	
1.2.6	MID-Schacht (Zulauf)	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.	50.000 €	50.000 €	
<b>1.3</b>	<b>Bauwerke Hochbau</b>				<b>50.000 €</b>				<b>59.000 €</b>	<b>59.000 €</b>			<b>110.000 €</b>		
1.3.1	Raumzelle - GAK, Dyna-Sand-Anlage Technik, EMSR	1 psch.		50.000 €	50.000 €		1 psch.		59.000 €	59.000 €		1 psch.	110.000 €	110.000 €	
<b>1.4</b>	<b>Sonstiges</b>				<b>75.000 €</b>				<b>88.500 €</b>	<b>88.500 €</b>			<b>145.850 €</b>		
1.4.1	Fundament Raumzelle	1 psch.		7.500 €	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.	10.000 €	10.000 €	
1.4.2	Brauch-, Trinkwasseranschluss	1 psch.		7.500 €	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.	8.850 €	8.850 €	
1.4.3	Kabeltrassen, Kabelschächte	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	30.000 €	30.000 €	
1.4.4	Geländer, Abdeckungen, Treppen, Bediensteg (zusätzl.)	1 psch.		30.000 €	30.000 €		1 psch.		35.400 €	35.400 €		1 psch.	15.000 €	15.000 €	
1.4.5	Straßen, Wege	200 m²		100 €	20.000 €		200 m²		118 €	23.600 €		200 m²	150 €	30.000 €	
1.4.6	Wasserhaltung Schächte											1 psch.	22.000 €	22.000 €	
1.4.7	Abfüllplatz											1 psch.	30.000 €	30.000 €	
<b>1.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>43.526 €</b>				<b>51.361 €</b>	<b>51.361 €</b>			<b>248.903 €</b>		
1.5.1	Baustelleneinrichtung 7 %	1 psch.		43.526 €	43.526 €		1 psch.		51.361 €	51.361 €		1 psch.	248.903 €	248.903 €	BE 15%
<b>2</b>	<b>Maschinentechnik Kosten</b>				<b>674.500 €</b>				<b>795.910 €</b>	<b>795.910 €</b>			<b>1.387.825 €</b>		
2.1	Dyna-Sand Carbon Filtration				<b>265.000 €</b>				<b>312.700 €</b>	<b>312.700 €</b>			<b>397.000 €</b>		
2.1.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000E, 10 Stk.	1 psch.		240.000 €	240.000 €		1 psch.		283.200 €	283.200 €		1 psch.	360.000 €	360.000 €	
2.1.2	Druckluftsteuerschrank														
2.1.3	Aktivkohllelieferung (78t)														
2.1.4	Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten														
2.1.5	Verrohrung Innen														
2.1.6	Waschwasserreduzierung														
2.1.7	Drucksonde														
2.1.8	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 pach.		15.000 €	15.000 €		1 pach.		17.700 €	17.700 €		1 pach.	22.000 €	22.000 €	
2.1.9	Fracht, Montage, Inbetriebnahme, Dokumentation	1 pach.		10.000 €	10.000 €		1 pach.		11.800 €	11.800 €		1 pach.	15.000 €	15.000 €	
<b>2.2</b>	<b>Dyna-Sand Filtration</b>				<b>257.000 €</b>				<b>303.260 €</b>	<b>303.260 €</b>			<b>383.000 €</b>		
2.2.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000, 10 Stk. Druckluftsteuerschrank Sandlieferung Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten Verrohrung Innen Waschwasserreduzierung Drucksonde	1 psch.		230.000 €	230.000 €		1 psch.		271.400 €	271.400 €		1 psch.	340.000 €	340.000 €	
2.2.2	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 pach.		17.000 €	17.000 €		1 pach.		20.060 €	20.060 €		1 pach.	28.000 €	28.000 €	
2.2.3	Fracht, Montage, Inbetriebnahme	1 pach.		10.000 €	10.000 €		1 pach.		11.800 €	11.800 €		1 pach.	15.000 €	15.000 €	
<b>2.3</b>	<b>Zwischenpumpwerk, Schächte</b>				<b>65.000 €</b>				<b>76.700 €</b>	<b>76.700 €</b>			<b>416.000 €</b>		
2.3.1	Pumpen Zwischenpumperke	6 Stk.		7.500 €	45.000 €		6 Stk.		8.850 €	53.100 €		8 Stk.	12.000 €	96.000 €	
2.3.2	Armaturen, Schieber	2 psch.		10.000 €	20.000 €		2 psch.		11.800 €	23.600 €		2 psch.	90.000 €	180.000 €	Verrohrung
2.3.5	Rohrleitungen VA											2 psch.	70.000 €	140.000 €	
<b>2.4</b>	<b>Dosieranlagen</b>				<b>80.000 €</b>				<b>94.400 €</b>	<b>94.400 €</b>			<b>95.000 €</b>		
2.4.1	Dosierstation Fällmittel	1 Stk.		80.000 €	80.000 €		1 Stk.		94.400 €	94.400 €		1 Stk.	95.000 €	95.000 €	
<b>2.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				<b>7.500 €</b>				<b>8.850 €</b>	<b>8.850 €</b>			<b>96.825 €</b>		
2.5.1	Baustelleneinrichtung	1 psch.		7500	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.	96.825 €	96.825 €	BE 7,5%
<b>3</b>	<b>EMSR Kosten</b>				<b>105.000 €</b>				<b>123.900 €</b>	<b>123.900 €</b>			<b>556.539 €</b>		
3.1	EMSR - Technik				<b>105.000 €</b>				<b>123.900 €</b>	<b>123.900 €</b>			<b>556.539 €</b>		
3.1.1	SAK Messung	2 Stk.		20.000 €	40.000 €		2 Stk.		23.600 €	47.200 €		2 Stk.	23.600 €	47.200 €	
3.1.2	TS Messung	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.	5.900 €	5.900 €	
3.1.3	MID DN 400	1 Stk.		8.000 €	8.000 €		1 Stk.		9.440 €	9.440 €		1 Stk.	9.440 €	9.440 €	
3.1.4	Blitzschutz	1 psch.		7.000 €	7.000 €		1 psch.		8.260 €	8.260 €		1 psch.	8.260 €	8.260 €	
3.1.5	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Dyna-Sand, Dyna-Sand Carbor	1 Stk.		45.000 €	45.000 €		1 Stk.		53.100 €	53.100 €		1 psch.	485.739 €	485.739 €	35% der Tech. Inst

## Variante 2.1 - kontinuierliche GAK-Filtration+ kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme	Studie 2016 (IB Knollmann)	Baupreisindex		Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)	
		2015-2019	Annahme 20		
			16%		
			2%		
			18%		
<b>Kostenzusammenstellung</b>					
1	<b>Summe Bautechnik</b>	665.326 €		785.085 €	1.908.253 €
2	<b>Summe Maschinentechnik</b>	674.500 €		795.910 €	1.387.825 €
3	<b>Summe EMSR-Technik</b>	105.000 €		123.900 €	556.539 €
	<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>	1.444.826 €		1.704.895 €	3.852.616 €
	Nebenkosten (Ing.-Honorare, Gebühren, Gutachten etc.) 22 %	317.862 €		375.077 €	847.576 €
	<b>Summe Baukosten, netto</b>	1.762.688 €		2.079.972 €	4.700.192 €
	Mehrwertsteuer 19 %	334.911 €		395.195 €	893.036 €
	<b>Summe Baukosten, brutto</b>	2.097.598 €		2.475.166 €	5.593.228 €
<b>Kapitalkosten</b>					
<b>Vorgaben</b>					
	Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
	Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren	15			
	Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren	10			
	Zinssatz i	3,0%			
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>					
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik/Nebenkosten	0,05102			
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik	0,08377			
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik	0,11723			
<b>Jahreskosten, netto</b>					
	Bautechnik	33.944,44 €		40.054,44 €	97.357,63 €
	Maschinentechnik	56.500,56 €		66.670,66 €	116.253,35 €
	EMSR-Technik	12.309,20 €		14.524,86 €	65.243,32 €
	Nebenkosten	16.217,07 €		19.136,14 €	43.242,68 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>	118.971,27 €		140.386,10 €	322.096,98 €
<b>Jahreskosten, brutto</b>					
		19% MwSt			
	Bautechnik	40.393,88 €		47.664,78 €	115.855,58 €
	Maschinentechnik	67.235,66 €		79.338,08 €	138.341,49 €
	EMSR-Technik	14.647,95 €		17.284,58 €	77.639,55 €
	Nebenkosten	19.298,31 €		22.772,01 €	51.458,79 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, brutto</b>	141.575,81 €		167.059,46 €	383.295,41 €
<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>					
	1,0 %/a der Baukosten	6.653,26 €		7.850,85 €	19.082,53 €
	3,0 %/a der Kosten für technische Installationen	20.235,00 €		23.877,30 €	41.634,75 €
	2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik	2.100,00 €		2.478,00 €	11.130,78 €
	<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	28.988,26 €		34.206,15 €	71.848,05 €
Änderungen/Einfügung T&M					

Variante 2.2 - kontinuierliche Sandfiltration + GAK-Filtration im Festbett

Kostenannahme

Kostenannahme Studie 2016 (IB Knollmann)

Baupreisindex

2015-2019 16%  
Annahme 20 2%  
18%

Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)

Stand Baupreis: 2015

Stand Baupreis: 2020

Pos.	Beschreibung	Stand Baupreis: 2015				Stand Baupreis: 2020				Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)					
		Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020		
<b>1</b>	<b>Baukosten</b>					<b>746.379 €</b>					<b>880.727 €</b>				<b>1.613.278 €</b>
	<b>Rohrleitungen, Kanäle, Erdarbeiten</b>					<b>79.500 €</b>					<b>93.810 €</b>				<b>232.500 €</b>
1.1.1	Zulauf DS-Reaktor: Schacht Ablaufleitung - Zwischenpumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	5 m		700 €	3.500 €		5 m		826 €	4.130 €		5 m	1.400 €	7.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.2	Zulauf DS-Reaktor: Zwischenpumpwerk - DS-Reaktor, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €		10 m		826 €	8.260 €		10 m	1.400 €	14.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.3	Zulauf DS-C-Reaktor: DS-Reaktor-Zw. Pumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €		10 m		826 €	8.260 €		10 m	1.400 €	14.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.4	Zulauf DS-C-Reaktor: Zw.pumpwerk - Adsorberstufe, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	15 m		500 €	7.500 €		15 m		590 €	8.850 €		15 m	900 €	13.500 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.5	Ablauf: DS Filter, Adsorberstufe - Ablaufleit.KA, DN 600 /400 Formstücke, Wanddurchführungen	35 m		700 €	24.500 €		35 m		826 €	28.910 €		35 m	1.400 €	49.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.5	Zulaufleitung Spülwasser Festbettfilter Formstücke, Wanddurchführungen	75 m		200 €	15.000 €		75 m		236 €	17.700 €		75 m	300 €	22.500 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.6	Ablaufleitung Waschwasser Festbettfilter, PE-HD DN 200 Formstücke, Wanddurchführungen	75 m		200 €	15.000 €		75 m		236 €	17.700 €		75 m	300 €	22.500 €	mit Rohrgraben (RG)
	<b>1.2 Bauwerke Tiefbau, Schächte</b>					<b>320.150 €</b>									<b>842.000 €</b>
1.2.1	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.2	Schacht Zwischenpumpwerk	2 Stk.		10.000 €	20.000 €		2 Stk.		11.800 €	23.600 €		2 Stk.	100.000 €	200.000 €	
1.2.3	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.	30.000 €	30.000 €	
1.2.4	Schacht - Entnahme Spülwasser	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.	25.000 €	25.000 €	
1.2.5	Dyna-Sand-Reaktor	447 m³		450 €	201.150 €		447 m³		531 €	237.357 €		447 m³	1.000 €	447.000 €	
1.2.6	Spülwasserspeicher (pausch. mit Zuleitungen)	1 Stk.		80.000 €	80.000 €		1 Stk.		94.400 €	94.400 €		1 Stk.	10.000 €	10.000 €	
1.2.7	MID-Schacht (Zulauf)	2 Stk.		5.000 €	10.000 €		2 Stk.		5.900 €	11.800 €		2 Stk.	50.000 €	100.000 €	
	<b>1.3 Bauwerke Hochbau</b>					<b>50.000 €</b>									<b>110.000 €</b>
1.3.1	Raumzelle, Container - GAK, Festbettfilter Technik, EMSR	1 psch.		50.000 €	50.000 €		1 psch.		59.000 €	59.000 €		1 psch.	110.000 €	110.000 €	
	<b>1.4 Sonstiges</b>					<b>247.900 €</b>									<b>218.350 €</b>
1.4.1	Fundament Raumzelle	1 psch.		7.000 €	7.000 €		1 psch.		8.260 €	8.260 €		1 psch.	10.000 €	10.000 €	
1.4.2	Fundament Festbettfilter	1 psch.		20.000 €	20.000 €		1 psch.		23.600 €	23.600 €		1 psch.	40.000 €	40.000 €	
1.4.3	Brauch-, Trinkwasseranschluss	1 psch.		7.500 €	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.	8.850 €	8.850 €	
1.4.4	Kabeltrassen, Kabelschächte	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	30.000 €	30.000 €	
1.4.5	Geländer, Abdeckungen, Treppen, Bediensteg (zusätzl.)	1 psch.		25.000 €	25.000 €		1 psch.		29.500 €	29.500 €		1 psch.	40.000 €	40.000 €	
1.4.6	Straßen, Wege	250 m²		100 €	25.000 €		250 m²		118 €	29.500 €		250 m²	150 €	37.500 €	
1.4.7	Erstbefüllung Adsorber	118 t		1.300 €	153.400 €		118 t		1.534 €	181.012 €		0 psch.	22.000 €	0 €	kein Ansatz
1.4.8	Wasserhaltung Schächte											1 psch.	22.000 €	22.000 €	
1.4.9	Abfüllplatz											1 psch.	30.000 €	30.000 €	
	<b>1.5 Baustelleneinrichtung</b>					<b>48.829 €</b>									<b>210.428 €</b>
1.5.1	Baustelleneinrichtung 7 %	1 psch.		48.829 €	48.829 €		1 psch.		57.618 €	57.618 €		1 psch.	210.428 €	210.428 €	BE 15%
<b>2</b>	<b>Maschinentechnik Kosten</b>					<b>598.500 €</b>									<b>1.685.600 €</b>
2.1	Schwerkraftfilter					<b>260.000 €</b>									<b>790.000 €</b>
2.1.1	Festbettfilter 4 Stk.	4 Stk.		60.000 €	240.000 €		4 Stk.		70.800 €	283.200 €		4 Stk.	100.000 €	400.000 €	
2.2.3	Verrohrung, Armaturen, Antriebe											4 Stk.	80.000 €	320.000 €	
2.2.3	Rohrbegleitheizung											4 Stk.	10.000 €	40.000 €	
2.1.2	Fracht, Montage, Inbetriebnahme, Dokumentation	1 pach.		20000	20.000 €		1 pach.		23.600 €	23.600 €		1 pach.	30.000 €	30.000 €	
	<b>2.2 Dyna-Sand Filtration</b>					<b>145.000 €</b>									<b>383.000 €</b>
2.2.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000, 4 Stk. Druckluftsteuerschrank enthalten Sandlieferung enthalten Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten enthalten Verrohrung Innen enthalten Waschwasserreduzierung enthalten Drucksonde enthalten	1 psch.		120.000 €	120.000 €	Zeichnung/Berechnung 10 St	1 psch.		141.600 €	141.600 €		1 psch.	340.000 €	340.000 €	wie V2.1. (10 St.)
2.2.2	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 pach.		15.000 €	15.000 €		1 pach.		17.700 €	17.700 €		1 pach.	28.000 €	28.000 €	wie V2.1.
2.2.3	Fracht, Montage, Inbetriebnahme	1 pach.		10.000 €	10.000 €		1 pach.		11.800 €	11.800 €		1 pach.	15.000 €	15.000 €	wie V2.1.
	<b>2.3 Zwischenpumpwerk, Schächte</b>					<b>113.500 €</b>									<b>300.000 €</b>
2.2.1	Pumpen Zwischenpumpwerk, Spülwasserpumpwerk	9 Stk.		6.500 €	58.500 €		9 Stk.		7.670 €	69.030 €		9 Stk.	12.000 €	108.000 €	
2.2.2	Gebälse	4 Stk.		7.500	30.000 €		4 Stk.		8.850 €	35.400 €		2 Stk.	16.000 €	32.000 €	Verrohrung
2.2.3	Armaturen, Schieber	1 psch.		25.000 €	25.000 €		1 psch.		29.500 €	29.500 €		1 psch.	160.000 €	160.000 €	
	<b>2.4 Dosieranlagen</b>					<b>70.000 €</b>									<b>95.000 €</b>
2.3.1	Dosierstation Fällmittel	1 Stk.		70.000 €	70.000 €		1 Stk.		82.600 €	82.600 €		1 Stk.	95.000 €	95.000 €	
	<b>2.5 Baustelleneinrichtung</b>					<b>10.000 €</b>									<b>117.600 €</b>
2.4.1	Baustelleneinrichtung	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	117.600 €	117.600 €	BE 7,5%
<b>3</b>	<b>EMSR Kosten</b>					<b>103.000 €</b>									<b>664.300 €</b>
3.1	EMSR - Technik					<b>103.000 €</b>									<b>664.300 €</b>
3.1.1	SAK Messung	2 Stk.		20.000 €	40.000 €		2 Stk.		23.600 €	47.200 €		2 Stk.	23.600 €	47.200 €	
3.1.2	TS Messung	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.	5.900 €	5.900 €	
3.1.3	MID DN 400	1 Stk.		8.000 €	8.000 €		1 Stk.		9.440 €	9.440 €		1 Stk.	9.440 €	9.440 €	
3.1.4	Blitzschutz	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.	11.800 €	11.800 €	
3.1.5	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Festbettfilter, Dyna-Sand Filter	1 Stk.		40.000 €	40.000 €		1 Stk.		47.200 €	47.200 €		1 psch.	589.960 €	589.960 €	35% der Tech. Inst

## Variante 2.2 - kontinuierliche Sandfiltration + GAK-Filtration im Festbett

Kostenannahme	Kostenannahme Studie 2016 (IB Knollmann)	Baupreisindex		Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)
		2015-2019 Annahme 20	16% 2% 18%	
<b>Kostenzusammenstellung</b>				
1	Summe Bautechnik	746.379 €	880.727 €	1.613.278 €
2	Summe Maschinentechnik	598.500 €	706.230 €	1.685.600 €
3	Summe EMSR-Technik	103.000 €	121.540 €	664.300 €
	<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>	<b>1.447.879 €</b>	<b>1.708.497 €</b>	<b>3.963.178 €</b>
	Nebenkosten (Ing.-Honorare, Gebühren, Gutachten etc.) 22 %	318.533 €	375.869 €	871.899 €
	<b>Summe Baukosten, netto</b>	<b>1.766.412 €</b>	<b>2.084.367 €</b>	<b>4.835.077 €</b>
	Mehrwertsteuer 19 %	335.618 €	396.030 €	918.665 €
	<b>Summe Baukosten, brutto</b>	<b>2.102.031 €</b>	<b>2.480.397 €</b>	<b>5.753.741 €</b>
<b>Kapitalkosten</b>				
<b>Vorgaben</b>				
	Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30		
	Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren	15		
	Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren	10		
	Zinssatz i	3,0%		
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>				
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik/Nebenkosten	0,05102		
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik	0,08377		
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik	0,11723		
<b>Jahreskosten, netto</b>				
	Bautechnik	38.079,70 €	44.934,05 €	82.308,22 €
	Maschinentechnik	50.134,30 €	59.158,47 €	141.196,95 €
	EMSR-Technik	12.074,74 €	14.248,20 €	77.876,23 €
	Nebenkosten	16.251,34 €	19.176,58 €	44.483,64 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>	<b>116.540,08 €</b>	<b>137.517,30 €</b>	<b>345.865,04 €</b>
<b>Jahreskosten, brutto</b>				
	Bautechnik	45.314,85 €	53.471,52 €	97.946,79 €
	Maschinentechnik	59.659,82 €	70.398,58 €	168.024,37 €
	EMSR-Technik	14.368,94 €	16.955,35 €	92.672,71 €
	Nebenkosten	19.339,09 €	22.820,13 €	52.935,54 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, brutto</b>	<b>138.682,70 €</b>	<b>163.645,58 €</b>	<b>411.579,40 €</b>
<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>				
	1,0 %/a der Baukosten	7.463,79 €	8.807,27 €	16.132,78 €
	3,0 %/a der Kosten für technische Installationen	17.955,00 €	21.186,90 €	50.568,00 €
	2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik	2.060,00 €	2.430,80 €	13.286,00 €
	<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	<b>27.478,79 €</b>	<b>32.424,97 €</b>	<b>79.986,78 €</b>
Änderungen/Einfügung T&M				

Variante 3 - Ozonung + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme

Kostenannahme Studie 2016 (IB Knollmann)

Baupreisindex

2015-2019 16%  
Annahme 20 2%  
18%

Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)

Stand Baupreis: 2015

Stand Baupreis: 2020

Pos.	Beschreibung	Stand Baupreis: 2015					Stand Baupreis: 2020					Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)								
		Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis	Summe	Anmerkung 2020	
<b>1</b>	<b>Baukosten</b>					<b>574.751 €</b>					<b>631.006 €</b>							<b>1.624.950 €</b>		
<b>1.1</b>	<b>Rohrleitungen, Kanäle, Erdarbeiten</b>					<b>52.000 €</b>					<b>61.360 €</b>							<b>153.000 €</b>		
1.1.1	Zulauf Ozonreaktor: Schacht Abl. Leitung - Zwischenpumpwerk, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	5 m		700 €	3.500 €		5 m		826 €	4.130 €		5 m		1.400 €	7.000 €		1 psch.	10.000 €	10.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.2	Zulauf Ozonreaktor: Zwischenpumpwerk - Ozonreaktor, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		500 €	5.000 €		10 m		590 €	5.900 €		10 m		900 €	9.000 €		1 psch.	8.000 €	8.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.3	Zulauf Dyna-Sandreaktor: Ozonreaktor - Zwischenpumpwerk-DS-Reaktor, DN 400 Formstücke, Wanddurchführungen	15 m		500 €	7.500 €		15 m		590 €	8.850 €		15 m		900 €	13.500 €		1 psch.	11.000 €	11.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.4	Zulauf RW Dyna-Sand-Reaktor: Abl.leitung - DS-Filter , DN600 Formstücke, Wanddurchführungen	20 m		700 €	14.000 €		20 m		826 €	16.520 €		20 m		900 €	18.000 €		1 psch.	16.000 €	16.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.5	Ablauf Dyna-Sand-Reaktor: DS -Ablauf KA, DN 600 Formstücke, Wanddurchführungen	10 m		700 €	7.000 €		10 m		826 €	8.260 €		10 m		1.400 €	14.000 €		1 psch.	15.000 €	15.000 €	mit Rohrgraben (RG)
1.1.6	Ablaufleitung Waschwasser Dyna-Sand Anlage, PE-HD DN200 Formstücke, Wanddurchführungen	75 m		200 €	15.000 €		75 m		236 €	17.700 €		75 m		300 €	22.500 €		1 psch.	9.000 €	9.000 €	mit Rohrgraben (RG)
<b>1.2</b>	<b>Bauwerke Tiefbau, Schächte</b>					<b>329.150 €</b>					<b>388.397 €</b>							<b>955.000 €</b>		
1.2.1	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.		30.000 €	30.000 €					
1.2.2	Schacht Zwischenpumpwerk	2 Stk.		10.000 €	20.000 €		2 Stk.		11.800 €	23.600 €		2 Stk.		100.000 €	200.000 €					
1.2.3	Schacht Ablaufleitung (Umbau)	1 Stk.		2.000 €	2.000 €		1 Stk.		2.360 €	2.360 €		1 Stk.		30.000 €	30.000 €					
1.2.4	Ozonreaktor	180 m³		550 €	99.000 €		180 m³		649 €	116.820 €		180 m³		1.100 €	198.000 €					
1.2.5	Dyna-Sand-Reaktor	447 m³		450 €	201.150 €		447 m³		531 €	237.357 €		447 m³		1.000 €	447.000 €					
1.2.6	MID-Schacht	1 Stk.		5.000 €	5.000 €		1 Stk.		5.900 €	5.900 €		1 Stk.		50.000 €	50.000 €					
<b>1.3</b>	<b>Bauwerke Hochbau</b>					<b>75.000 €</b>					<b>88.500 €</b>							<b>120.000 €</b>		
1.3.1	Raumzelle / Container - Ozonanlage Technik, EMSR	1 psch.		35.000 €	35.000 €		1 psch.		41.300 €	41.300 €		1 psch.		50.000 €	50.000 €					
1.3.2	Raumzelle / Container - Dyna-Sand-Anlage Technik, EMSR	1 psch.		40.000 €	40.000 €		1 psch.		47.200 €	47.200 €		1 psch.		70.000 €	70.000 €					
<b>1.4</b>	<b>Sonstiges</b>					<b>81.000 €</b>					<b>48.380 €</b>							<b>185.000 €</b>		
1.4.1	Fundamente Silo, Kühler	1 psch.		7.000 €	7.000 €		1 psch.		8.260 €	8.260 €		1 psch.		10.000 €	10.000 €					
1.4.2	Sauerstofftank - Miettank (in O2-Lieferung enthalten)	1 psch.		0 €	0 €		1 psch.		0 €	0 €		1 psch.		0 €	0 €					
1.4.3	Fundament Fertigcontainer	2 psch.		7.000 €	14.000 €		2 psch.		8.260 €	16.520 €		2 psch.		10.000 €	20.000 €					
1.4.4	Brauch-, Trinkwasseranschluss	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.		15.000 €	15.000 €					
1.4.5	Kabeltrassen, Kabelschächte	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.		30.000 €	30.000 €					
1.4.6	Geländer, Abdeckungen, Treppen, Bediensteg (zusätzl.)	1 psch.		20.000 €	20.000 €		1 psch.		23.600 €	23.600 €		1 psch.		30.000 €	30.000 €					
1.4.7	Straßen, Wege	200 m²		100 €	20.000 €		200 m²		118 €	23.600 €		200 m²		150 €	30.000 €					
1.4.8	Wasserhaltung Schächte																			
1.4.9	Abfüllplatz																			
<b>1.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>					<b>37.601 €</b>					<b>44.369 €</b>							<b>211.950 €</b>		
1.5.1	Baustelleneinrichtung 7 %	1 psch.		37.601 €	37.601 €		1 psch.		44.369 €	44.369 €		1 psch.		211.950 €	211.950 €					BE 15%
<b>2</b>	<b>Maschinentechnik Kosten</b>					<b>835.500 €</b>					<b>985.890 €</b>							<b>1.627.550 €</b>		
<b>2.1</b>	<b>Ozonerzeugeranlage</b>					<b>440.000 €</b>					<b>519.200 €</b>							<b>700.000 €</b>		
2.1.1	Ozongenerator	1 psch.		440.000 €	440.000 €		1 psch.		519.200 €	519.200 €		1 psch.		700.000 €	700.000 €					
2.1.2	Ozoneintragsystem - Diffusorensysteme, autom. Gasverteilung																			
2.1.3	Stickstoffdotierung, Kompressor																			
2.1.4	Restozonvernichter																			
2.1.5	Kühlwasser Versorgung.																			
2.1.6	Verbindende Rohrleitungen																			
2.1.7	Transport, Inbetriebnahme																			
<b>2.2</b>	<b>Dyna-Sand Filtration</b>					<b>253.000 €</b>					<b>298.540 €</b>							<b>383.000 €</b>		
2.2.1	Dyna-Sand Filtereinbauteil, DS 6000, 10 Stk. Druckluftsteuerschrank enthalten Sandlieferung enthalten Bühnenkonstruktion, Abdeckung Gitterrosten enthalten Verrohrung Innen enthalten Waschwasserreduzierung enthalten Drucksonde enthalten	1 psch.		230.000 €	230.000 €		1 psch.		271.400 €	271.400 €		1 psch.		340.000 €	340.000 €					
2.2.2	Kompressorstation Dyna-Sand Anlage	1 psch.		15.000 €	15.000 €		1 psch.		17.700 €	17.700 €		1 psch.		28.000 €	28.000 €					
2.2.3	Fracht, Montage, Inbetriebnahme	1 psch.		8.000 €	8.000 €		1 psch.		9.440 €	9.440 €		1 psch.		15.000 €	15.000 €					
<b>2.3</b>	<b>Zwischenpumpwerk, Schächte</b>					<b>55.000 €</b>					<b>64.900 €</b>							<b>336.000 €</b>		
2.3.1	Pumpen	6 Stk.		7.500 €	45.000 €		6 Stk.		8.850 €	53.100 €		8 Stk.		12.000 €	96.000 €					
2.3.2	Armaturen, Schieber	1 psch.		10.000 €	10.000 €		1 psch.		11.800 €	11.800 €		1 psch.		120.000 €	120.000 €					Verrohrung
2.3.5	Rohrleitungen VA																			
<b>2.4</b>	<b>Dosieranlagen</b>					<b>80.000 €</b>					<b>94.400 €</b>							<b>95.000 €</b>		
2.4.1	Dosierstation Fällmittel	1 Stk.		80.000 €	80.000 €		1 Stk.		94.400 €	94.400 €		1 Stk.		95.000 €	95.000 €					
<b>2.5</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>					<b>7.500 €</b>					<b>8.850 €</b>							<b>113.550 €</b>		
2.5.1	Baustelleneinrichtung	1 psch.		7.500 €	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.		113.550 €	113.550 €					BE 7,5%
<b>3</b>	<b>EMSR Kosten</b>					<b>90.500 €</b>					<b>106.790 €</b>							<b>611.533 €</b>		
3.1	EMSR - Technik					<b>90.500 €</b>					<b>106.790 €</b>							<b>611.533 €</b>		
3.1.1	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem,Ozonanlage	1 Stk.		30.000 €	30.000 €		1 Stk.		35.400 €	35.400 €		0 Stk.		35.400 €	0 €					
3.1.2	Ozon-, Sauerstoff-Umgebungsmessung in 2.1 enthalten																			
3.1.3	C(O3) - Messung Abgas in 2.1 enthalten																			
3.1.4	SAK Messung	1 Stk.		20.000 €	20.000 €		1 Stk.		23.600 €	23.600 €		1 Stk.		23.600 €	23.600 €					
3.1.5	Lokale SPS in 2.1 enthalten																			
3.1.6	MID DN 400	1 Stk.		8.000 €	8.000 €		1 Stk.		9.440 €	9.440 €		1 Stk.		9.440 €	9.440 €					
3.1.7	Blitzschutz	1 psch.		7.500 €	7.500 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €		1 psch.		8.850 €	8.850 €					
3.1.8	Übergeordnetes SPS-System, Einbindung Prozeßleitsystem, Dyna-Sand Anlage	1 Stk.		25.000 €	25.000 €		1 Stk.		29.500 €	29.500 €		1 psch.		569.643 €	569.643 €					35% der Tech. Inst

## Variante 3 - Ozonung + kontinuierliche Sandfiltration

Kostenannahme	Kostenannahme Studie 2016 (IB Knollmann)	Baupreisindex 2015-2019 Annahme 20	16% 2% 18%	Fortgeschriebene Kostenannahme 2020 (TuM)
<b>Kostenzusammenstellung</b>				
1	Summe Bautechnik	574.751 €		631.006 €
2	Summe Maschinentechnik	835.500 €		985.890 €
3	Summe EMSR-Technik	90.500 €		106.790 €
	<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>	<b>1.500.751 €</b>		<b>1.723.686 €</b>
	Nebenkosten (Ing.-Honorare, Gebühren, Gutachten etc.) 22 %	330.165 €		379.211 €
	<b>Summe Baukosten, netto</b>	<b>1.830.916 €</b>		<b>2.102.897 €</b>
	Mehrwertsteuer 19 %	347.874 €		399.550 €
	<b>Summe Baukosten, brutto</b>	<b>2.178.790 €</b>		<b>2.502.448 €</b>
<b>Kapitalkosten</b>				
<b>Vorgaben</b>				
	Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30		
	Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren	15		
	Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren	10		
	Zinssatz i	3,0%		
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>				
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik/Nebenkosten	0,05102		
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik	0,08377		
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik	0,11723		
<b>Jahreskosten, netto</b>				
	Bautechnik	29.323,37 €		32.193,47 €
	Maschinentechnik	69.986,98 €		82.584,63 €
	EMSR-Technik	10.609,36 €		12.519,05 €
	Nebenkosten	16.844,78 €		19.347,06 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>	<b>126.764,49 €</b>		<b>146.644,21 €</b>
<b>Jahreskosten, brutto</b>				
	Bautechnik	34.894,81 €	19% MwSt	38.310,23 €
	Maschinentechnik	83.284,50 €		98.275,71 €
	EMSR-Technik	12.625,14 €		14.897,66 €
	Nebenkosten	20.045,29 €		23.023,00 €
	<b>Summe Kapitalkosten/a, brutto</b>	<b>150.849,75 €</b>		<b>174.506,61 €</b>
<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>				
	1,0 %/a der Baukosten	5.747,51 €		6.310,06 €
	3,0 %/a der Kosten für technische Installationen	25.065,00 €		29.576,70 €
	2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik	1.810,00 €		2.135,80 €
	<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	<b>32.622,51 €</b>		<b>38.022,56 €</b>
Änderungen/Einfügung T&M				

**Anlage 12:  
Betriebs- und Jahreskosten  
Varianten 1.1 bis 3.1**

**Stadt Geseke**  
**Kläranlage Geseke**
**Projekt: Fortschreibung Studie 4. Reinigungsstufe**  
**Projektnr.: 1286 001**  
**Laufende Kosten Varianten**

Q\_SM 2.510.082 m³/a

aus Studie Knollmann 2016

Pos.	Bezeichnung		Variante 1.1 PAK in BB DS Filtrat.	Variante 1.2 PAK in ad. Stufe DS Filtrat.	Variante 2.1 GAK (DS) DS Filtrat.	Variante 2.2 GAK (FB) DS Filtrat.	Variante 3.1 Ozon DS Filtration	
<b>A</b>	<b>Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>281.813,28</b>	<b>386.470,61</b>	<b>322.096,98</b>	<b>345.865,04</b>	<b>334.299,12</b>	
<b>B</b>	<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>82.437,84</b>	<b>102.298,62</b>	<b>84.606,55</b>	<b>94.759,78</b>	<b>94.094,15</b>	
1.0	<b>Personalkosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>16.787,50</b>	<b>16.787,50</b>	<b>12.758,50</b>	<b>14.773,00</b>	<b>16.787,50</b>	
	Menge	MA/a	0,25	0,25	0,19	0,22	0,25	Studie Knollmann 2016
	spez. Preis	EUR/MA	67.150,00	67.150,00	67.150,00	67.150,00	67.150,00	Telefonat Geseke 3.12.20
			16.787,50	16.787,50	12.758,50	14.773,00	16.787,50	
2.0	<b>Wartungs- und Instandhaltungskosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>65.650,34</b>	<b>85.511,12</b>	<b>71.848,05</b>	<b>79.986,78</b>	<b>77.306,65</b>	
<b>C</b>	<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>142.995,23</b>	<b>137.753,44</b>	<b>151.734,36</b>	<b>150.490,24</b>	<b>166.627,75</b>	
1.0	<b>Energiekosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>19.470,51</b>	<b>38.669,07</b>	<b>36.763,39</b>	<b>35.164,43</b>	<b>78.725,27</b>	
	Menge	kWh/a	105.246,00	209.022,00	198.721,00	190.078,00	425.542,00	Studie Knollmann 2016
	spez. Preis	EUR/kWh	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185	Telefonat Geseke 3.12.20
			19.470,51	38.669,07	36.763,39	35.164,43	78.725,27	
2.0	<b>Einsatzmittel</b>	<b>EUR/a</b>	<b>92801,31965</b>	<b>60.680,12</b>	<b>112.410,70</b>	<b>112.765,53</b>	<b>85.342,20</b>	
2.1	PAK	Menge Dosis spez. Preis	Mg/a mg/l EUR/Mg	50,20 20,00 1.600	25,10 10,00 1.600	0,00 0,00 1.600	0,00 0,00 1.600,00	Studie Knollmann 2016 Studie Knollmann 2016 Annahme TuM
			80.322,62	40.161,31	0,00	0,00		
2.2	GAK	Menge Vorgabe BV Vorgabe Anteil RA Menge FK Menge RA spez. Preis FK spez. Preis RA	Mg/a			81,99 15.000 50% 41,00 41,00 1.400 1.100	82,28 15.000 50% 41,14 41,14 1.400 1.100	Studie Knollmann 2016 Annahme TuM Annahme TuM Annahme TuM Annahme TuM Annahme TuM Annahme TuM
					102.492,00	102.846,83		
2.3	Sand	Menge spez. Preis	Mg/a EUR/Mg	64,00 80	64,00 80	32,00 80	32,00 80	Studie Knollmann 2016 Annahme TuM
			5.120,00	5.120,00	2.560,00	2.560,00	2.560,00	
2.4	Fäll-/Flockungsmittel	Menge FeCl(III) Mg FM/a spez. Preis	Mg WS/a kg WS/kg FM Mg FM/a EUR/Mg FM	6,77 0,138 49,058 150	12,55 0,138 90,95 150	6,77 0,138 49,058 150	6,77 0,138 49,058 150	Studie Knollmann 2016 Telefonat Geseke 3.12.20
			7.358,70	13.641,75	7.358,70	7.358,70	7.358,70	
2.5	Flockungshilfsmittel	Menge spez. Preis	Mg/a EUR/Mg	0,00 3.500	0,50 3.500			Studie Knollmann 2016 Annahme TuM
			0,00	1.757,06				
2.6	Sauerstoff (flüssig) inkl. Tankmiete	Menge spez. Preis	kg/a EUR/kg				301.694 0,25 75.423,50	Studie Knollmann 2016 Annahme TuM
3.0	<b>Schlammverbrennungs-/Entsorgungskosten</b>		<b>30.723,40</b>	<b>38.404,25</b>	<b>2.560,28</b>	<b>2.560,28</b>	<b>2.560,28</b>	
3.1	zusätz. Schlamm d. PAK	Menge	Mg TS/a	55,22	75,30	0,00	0,00	
	zusätz. Schlamm d. Filter	Menge	Mg TS/a	5,02		5,02	5,02	
	Entwässerungskosten	spez. Preis TS	EUR/Mg TS	80,00	80,00	80,00	80,00	Annahme TuM
	Entsorgungskosten (Verbrenn.)	spez. Preis	EUR/Mg	120,00	120,00	120,00	120,00	Telefonat Geseke 3.12.20
	Entwässerungsergebnis	spez. Preis TS	EUR/Mg TS	28%	28%	28%	28%	Telefonat Geseke 3.12.20
	Entsorgungskosten			430,00	430,00	430,00	430,00	
	<i>Annahmen Var. 1.2 (PAK): 1 Mg TR: 1/3 PAK, 2/3 AFS aus Organik und Fällung Annahmen für Var. 2 und 3: zusätzlicher Rückhalt von 2 mg AFS/l im Filter gegenüber IST-Zustand</i>	<i>Annahme Var 1.1: 10% höherer Schlammanteil bezogen auf PAK- Dosiermengen</i>		30.723,40	38.404,25	2.560,28	2.560,28	2.560,28
	<b>Summe A: Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>281.813,28</b>	<b>386.470,61</b>	<b>322.096,98</b>	<b>345.865,04</b>	<b>334.299,12</b>	
	<b>Summe B: Betriebsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>82.437,84</b>	<b>102.298,62</b>	<b>84.606,55</b>	<b>94.759,78</b>	<b>94.094,15</b>	
	<b>Summe C: Verbrauchsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>142.995,23</b>	<b>137.753,44</b>	<b>151.734,36</b>	<b>150.490,24</b>	<b>166.627,75</b>	
	<b>Gesamtsumme Jahreskosten, netto</b>	<b>EUR/a</b>	<b>507.246,35</b>	<b>626.522,67</b>	<b>558.437,90</b>	<b>591.115,06</b>	<b>595.021,02</b>	
	Mehrwertsteuer	19%	96.376,81	119.039,31	106.103,20	112.311,86	113.053,99	
	<b>Summe Jahreskosten, brutto</b>		<b>603.623,16</b>	<b>745.561,97</b>	<b>664.541,10</b>	<b>703.426,92</b>	<b>708.075,02</b>	

**Anlage 13:  
Zusammenstellung  
Jahreskosten  
Varianten 1.1 bis 3.1**

**Stadt Geseke**  
**Kläranlage Geseke**

**Projekt:** Aktualisierung Studie 4. Reinigungsstufe

**Projektnummer:** 1286 001

**Zusammenstellung Jahreskosten**

Pos.-Nr	Text		Variante 1.1 PAK in BB	Variante 1.2 PAK ad. Stufe	Variante 2.1 GAK DS	Variante 2.2 GAK Festbett	Variante 3.1 Ozon + DS
A	Kapitalgebundene Kosten	EUR/a	281.813,28	386.470,61	322.096,98	345.865,04	334.299,12
B	Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	82.437,84	102.298,62	84.606,55	94.759,78	94.094,15
C	Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	142.995,23	137.753,44	151.734,36	150.490,24	166.627,75
<b>Summe Jahreskosten, netto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>507.246,35</b>	<b>626.522,67</b>	<b>558.437,90</b>	<b>591.115,06</b>	<b>595.021,02</b>
Mehrwertsteuer: 19%		EUR/a	96.376,81	119.039,31	106.103,20	112.311,86	113.053,99
<b>Summe Jahreskosten, brutto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>603.623,16</b>	<b>745.561,97</b>	<b>664.541,10</b>	<b>703.426,92</b>	<b>708.075,02</b>
<b>Anteil</b>			<b>100%</b>	<b>124%</b>	<b>110%</b>	<b>117%</b>	<b>117%</b>

<b>Teilstrommenge (%)</b>	<b>m³/a</b>	<b>2.510.082</b>
---------------------------	-------------	------------------

spez. Kosten, netto	EUR/m³	0,20	0,25	0,22	0,24	0,24
<b>spez. Kosten, brutto</b>	<b>EUR/m³</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>

<b>Schmutzwasser, Abrechnung</b>	<b>m³/a</b>	<b>852.112</b>
----------------------------------	-------------	----------------

spez. Kosten, netto	EUR/m³	0,60	0,74	0,66	0,69	0,70
<b>spez. Kosten, brutto</b>	<b>EUR/m³</b>	<b>0,71</b>	<b>0,87</b>	<b>0,78</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>

"entspricht etwa Gebührenerhöhung"

Spez. Wasseranfall pro Kopf	L/(E*d)	125	125	125	125	125
<b>Kosten (brutto) pro Kopf u. Jahr</b>	<b>EUR/(E*a)</b>	<b>32,32</b>	<b>39,92</b>	<b>35,58</b>	<b>37,66</b>	<b>37,91</b>