



Gemeinde Ascheberg

Machbarkeitsstudie (Kurzbericht)

Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Ascheberg

Gefördert durch:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



 **Ingenieurbüro
Rummler + Hartmann
GmbH**

Havixbeck, im September 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Projektkurzbeschreibung und Zielsetzung	1
2	Vorstellung der Kläranlage Ascheberg.....	1
3	Bewertung des Gewässerzustandes des Emmerbachs	4
4	Standortanalyse der Kläranlage Ascheberg-Herbern	5
5	Gegenüberstellung der gängigen Verfahren zur Mikroschadstoffelimination.....	6
6	Planungs- und Bemessungsgrundlagen	8
7	Vorstellung und Bewertung der Verfahrensmöglichkeiten	13
8	Verfahrensempfehlung.....	17
9	Zusammenfassung.....	17

1 Projektkurzbeschreibung und Zielsetzung

Zur Behandlung, Reduktion und Elimination von Mikroschadstoffen werden in der Literatur mehrere mögliche weitergehende Abwasserreinigungsverfahren genannt, welche ihren Nutzen bewiesen haben und bereits auf einigen kommunalen Kläranlagen großtechnisch eingesetzt werden. Hierbei erwiesen sich die Ozonung und die Adsorption mittels Aktivkohle als die sinnvollsten und wirtschaftlichsten Verfahren. Ungeachtet dessen werden im Laufe der Machbarkeitsstudie alternative und kombinierte Verfahren vorgestellt und beurteilt.

Das Land Nordrhein-Westfalen stellt mit der Förderrichtlinie „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW II“ finanzielle Anreize zur freiwilligen Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe in Aussicht. Demnach werden die Investitionskosten für eine 4. Reinigungsstufe bis Ende 2019 mit bis zu 70 % und ab 2020 mit bis zu 50 % gefördert. Die Betriebskosten trägt der Betreiber. Ob auch diese gefördert werden sollen, wird derzeit intensiv diskutiert.

Ziel dieser Studie ist es, anhand von Mikroschadstoffanalysen den Durchgang der Mikroschadstoffe durch die Kläranlage Ascheberg, sowie die damit einhergehende Gewässerbelastung des Emmerbachs zu beurteilen. Des Weiteren ist zu untersuchen, wie die Stoffe bestmöglich eliminiert und reduziert werden können. Hierfür wird anhand der Abwasser- und Gewässerproben eine Bewertung der Reinigungsleistung durchgeführt und auf Grundlage diverser Studien zum Thema „Mikroschadstoffelimination“ ein für die Kläranlage Ascheberg maßgeschneidertes Konzept zur Behandlung der Mikroschadstoffe ausgearbeitet.

2 Vorstellung der Kläranlage Ascheberg

Die Kläranlage Ascheberg wurde gemäß einer Änderungsanzeige vom Februar 1982 für die zum damaligen Zeitpunkt geltenden Ablaufanforderungen und für eine Ausbaugröße von 13.000 EW erweitert. Das Schreiber-Klärwerk aus dem Jahre 1964 wurde zwischenzeitlich außer Betrieb genommen.

Die Verschärfung der Mindestanforderungen in der Rahmen-Abwasser-VwV vom 8. September 1989, Anhang 1, machte eine Erweiterung der Kläranlage im Hinblick auf eine weitergehende Phosphat- und Stickstoffentfernung erforderlich.

Im Zuge dieser erforderlichen Erweiterung erfolgt eine Anpassung der mechanischen Vorreinigung an die a.a.R.d.T. mit Erstellung eines Rechengebäudes.

Zur Einhaltung des Phosphor-Überwachungswertes wurde eine Anlage zur Simultanfällung eingerichtet. Für den intermittierenden Betrieb der Belebungsanlage zur Stickstoffelimination sind für den Umwälzprozess zusätzliche Rührwerke installiert worden.

Zur Erhöhung der Schlamm-speicherkapazität ist eine maschinelle Schlammvordickung in Betrieb genommen worden.

Darüber hinaus erfolgte eine Modernisierung der elektrotechnischen Anlagen mit Steuerungen.

Im Juli 2002 wurde das Ing.-Büro Hauer + Hartmann + Partner (heute Rummler + Hartmann) von der Gemeinde Ascheberg mit der Ausführung eines Gutachtens zur Ermittlung der freien Kapazitäten der Kläranlage Ascheberg beauftragt.

Das Gutachten wurde am 17.09.2002 vorgelegt. Demnach war die Kläranlage mit etwa 12.700 angeschlossenen Einwohnerwerten an ihrer Kapazitätsgrenze angelangt.

Um für die zukünftige Entwicklung der Gemeinde mit Erschließung weiterer Wohn- und Gewerbegebiete Reinigungskapazitäten sicherzustellen, wurde das Ingenieurbüro mit der Erweiterungsplanung der Kläranlage Ascheberg auf eine Ausbaugröße von 18.000 EW beauftragt.

Der Entwurf zur Erweiterung der Kläranlage Ascheberg wurde im Januar 2005 zur Genehmigung eingereicht.

Die Erweiterung der Kläranlage umfasste u.a. eine Klärschlammvererdungsanlage (Wegfall der maschinellen Schlammvordickung), den Neubau eines Nachklärbeckens, die Nutzung des alten Nachklärbeckens als vorgeschaltetes Denitrifikationsbecken.

Die Genehmigung für die Umbauarbeiten wurde im Januar 2006 von der Bezirksregierung Münster erteilt (Gen.- Nr. 2061).

Um den Reinigungsprozess der Kläranlage zukünftig weiter zu verbessern soll die Belebungsstufe modernisiert werden.

Zusätzlich soll eine energetische Verbesserung der Kläranlage erreicht werden. In diesem Zuge soll das Sandfanggebläse erneuert werden und eine Photovoltaikanlage auf verschiedenen Dächern montiert werden. Wesentliche Energieeinsparungen werden durch den Einbau eines energieeffizienten Belüftungssystems im Belebungsbecken erzielt.

Das Ingenieurbüro Rummler + Hartmann wurde 2013 mit der Planung und Ausführung der Modernisierung beauftragt.

Heute besteht die Kläranlage im Wesentlichen aus den in Abbildung 1 ersichtlichen und im Folgenden aufgelisteten Bauwerken:

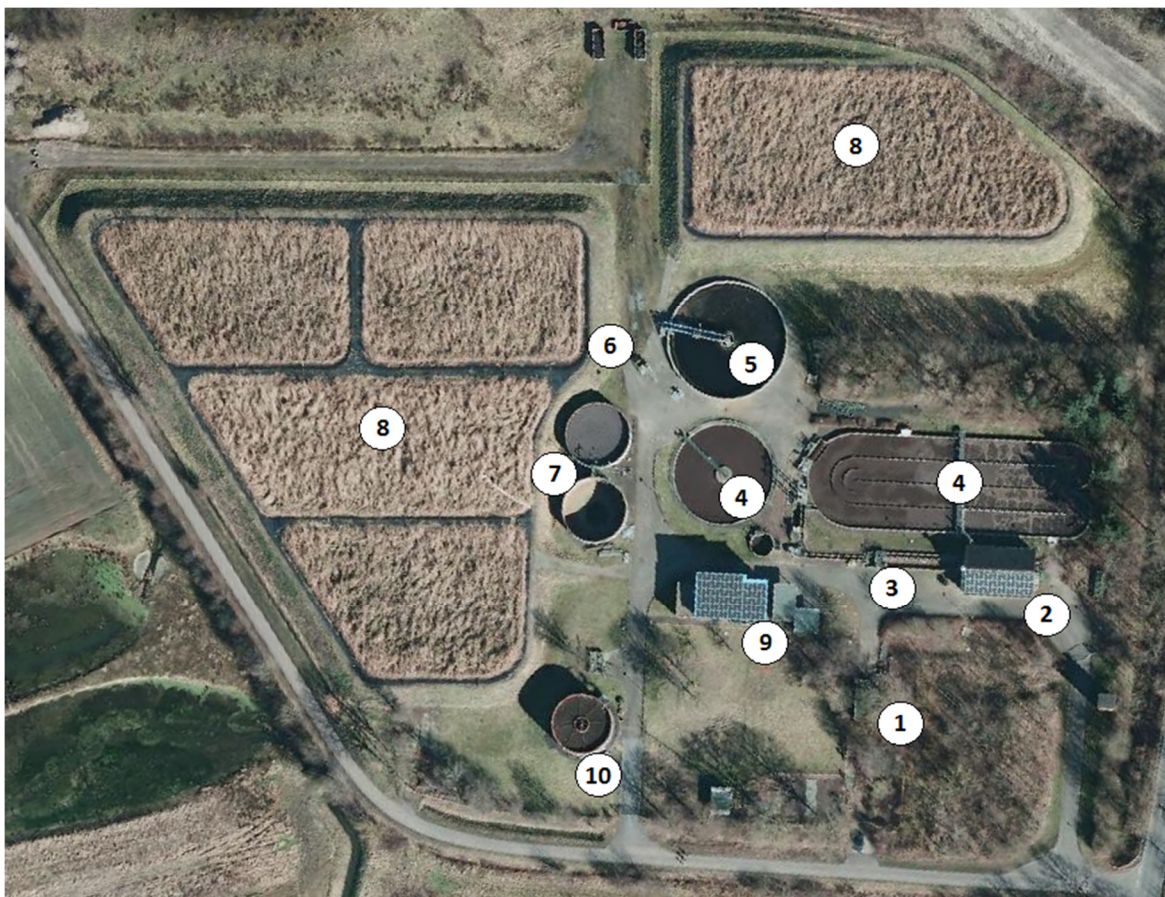


Abbildung 1: Luftbild der Kläranlage Ascheberg (verändert und ergänzt nach ELWAS-WEB, 2017)

1. Vorpumpwerk
2. Rechengebäude
3. Sand- und Fettfang
4. Belebungsbecken
5. Nachklärbecken
6. MID-Schacht mit Ablaufleitung zum Emmerbach
7. Schlammilos
8. Klärschlammvererdungsanlagen
9. Betriebsgebäude
10. Speicherbehälter (alter Tropfkörper)

Das Einzugsgebiet der Kläranlage Ascheberg besteht komplett aus Trennkanalisation und teilt sich wie folgt auf:

- Gebiet „West“: 141,89 ha
- Gebiet „Mitte“: 94,05 ha
- Gebiet „Ost“: 59,92 ha

- Davensberg: 60,28 ha

Die Konzentrationen der wichtigsten Parameter im Ablauf der Kläranlage Ascheberg werden in Tabelle 1 aufgeführt. Die ermittelten Werte ergeben sich aus den Daten im Zeitraum zwischen Januar 2015 bis einschließlich Dezember 2016.

Tabelle 1: Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Parameter	Einheit	Konzentration
Chemischer Sauerstoffbedarf CSB	mg/l	28,0
Maximum: chemischer Sauerstoffbedarf CSB _{max}	mg/l	31,0
Phosphorgehalt P _{Ges}	mg/l	0,59
Maximum: Phosphorgehalt P _{Ges,max}	mg/l	0,90
Stickstoffgehalt N _{Ges}	mg/l	3,20
Maximum: Stickstoffgehalt N _{Ges,max}	mg/l	6,60

3 Bewertung des Gewässerzustandes des Emmerbachs

Der Emmerbach hat eine Länge von 35,65 km, mit einem Einzugsgebiet von 138,44 km² (ELWAS-WEB, 2017). Im Jahr 2014 entsprach der mittlere Abwasseranteil auf Höhe der Einleitungsstelle der Kläranlage Ascheberg im Emmerbach 8,1 % (bezogen auf den mittleren Abfluss MQ). Bezogen auf den mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) lag der Abwasseranteil bei 132,9 %.

Der Gewässerzustand im Emmerbach ist der Abbildung 2 und Abbildung 3 zu entnehmen. Demzufolge befindet sich die Emmerbach in einem nicht guten chemischen und einem unbefriedigenden ökologischen Zustand.

Es ist anzunehmen, dass der hohe Abwasseranteil im Emmerbach mit verantwortlich für den aktuellen Zustand des Gewässers ist. Neben dem Eintrag aus der Kläranlage Ascheberg kann der Gewässerzustand ebenso auf die Folgen diffuser Einträge zurückgeführt werden, beispielsweise aus der Landwirtschaft oder aus Straßenabläufen.

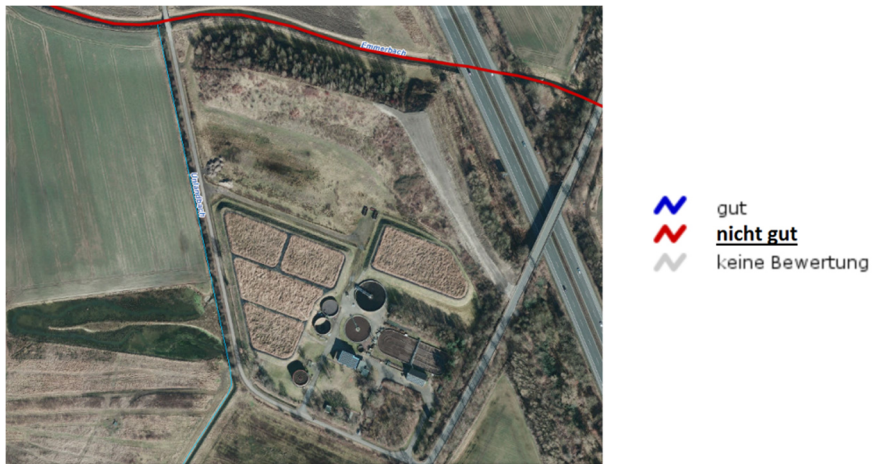


Abbildung 2: Chemischer Zustand Emmerbach (ELWAS-WEB, 2017)

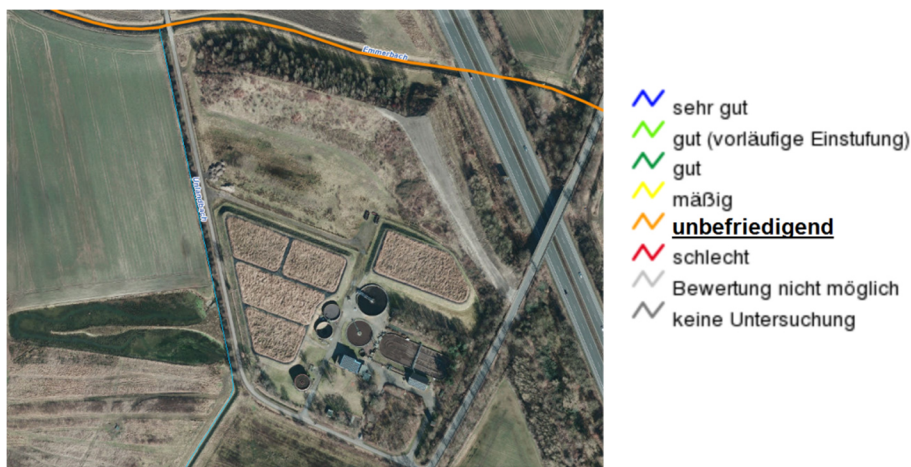


Abbildung 3: Ökologischer Zustand Emmerbach (ELWAS-WEB, 2017)

Gemäß Wasserrahmenrichtlinie sollen in Zukunft alle Oberflächengewässer einen guten chemischen, sowie ökologischen Zustand erreichen. Die ungenügende Elimination von Mikroschadstoffen in Kläranlagen kann dazu führen, dass zukünftig die Einleitungserlaubnis nicht verlängert wird und somit die Kläranlagenbetreiber dazu gedrängt werden, eine weitergehende Reinigungsstufe zu integrieren, um eine geringere Belastung der Gewässer zu gewährleisten.

4 Standortanalyse der Kläranlage Ascheberg-Herbern

Begleitend zur Erstellung dieser Machbarkeitsstudie wurde eine Standortanalyse der Kläranlage Ascheberg-Herbern durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Standortanalyse nehmen Einfluss auf das Ergebnis dieser Machbarkeitsstudie. Aus der Standortanalyse geht hervor, dass die Aufgabe der Kläranlage Ascheberg-Herbern mit Überleitung des Abwassers zur Kläranlage Ascheberg aus monetärer und nichtmonetärer Sicht sinnvoll ist. Somit müssen

die Wassermengen der Kläranlage Ascheberg-Herbern bei der Auslegung einer 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage Ascheberg berücksichtigt werden.

5 Gegenüberstellung der gängigen Verfahren zur Mikroschadstoffelimination

Um die Verfahren übersichtlich vergleichen zu können, sind in diesem Kapitel die spezifischen Vor- und Nachteile der Ozonung, GAK- und PAK-Adsorption in Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgeführt.

Wie die einzelnen Vor- und Nachteile gewichtet werden, liegt im Sinne des Betrachters. Die Anzahl der spezifischen Vor- oder Nachteile sollte nicht als Anhaltspunkt für ein Urteil über die einzelnen Verfahren dienen. Die wesentlichen Faktoren sind die zu erwartende Eliminationsleistung und die entstehenden Investitions- und Jahreskosten.

Derzeit gibt es keinen vorgegebenen Zeigerparameter, ähnlich wie der CSB, von dem die Gesamteliminationsrate einer 4. Reinigungsstufe auf Mikroschadstoffe abgeleitet werden kann. Gemäß der aktuellen Broschüre zur Auslegung von 4. Reinigungsstufen in NRW soll ein Eliminationsziel von 80 % als Jahresmittel, bezogen auf die Gesamtkläranlage für ausgewählte Indikatorsubstanzen sowie durch die Vorgabe einer zu behandelnden Abwassermenge überprüft werden. Als Indikatorsubstanzen gelten Stoffe, die mittels Mikroschadstoffeliminationsverfahren gut bis mittelmäßig eliminierbar sind. Welche Indikatorsubstanzen standortspezifisch gewählt werden, ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen. (Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2016)

Tabelle 2: Vorteile der Ozonung, der GAK- und PAK-Adsorption

Vorteile		
Ozonung	GAK-Adsorption	PAK-Adsorption
<ul style="list-style-type: none"> • Breitbandwirkung und gute Eliminationsleistung bei bestimmten Mikroschadstoffen • Desinfektionswirkung • Vergleichsweise geringe Betriebskosten, sofern kein kostenintensives Verfahren nachgeschaltet ist • Steigerung des BSB₅ bei gleichbleibendem CSB • Geschwindigkeit der Reaktion und Anteil der Oxidation eines Mikroschadstoffes über Ozon und Hydroxylradikale ist bekannt • Unkompliziertes Verfahren • Eine Ozonungsstufe kann einfach in bestehende Anlagen integriert werden • Dosierung lässt sich leicht bis zur maximalen Dosieranlagenleistung anpassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaum Metabolitenbildung (einzig durch Abbauprodukte der Biologie) • Geringer Platzbedarf • Phosphatelimination und Breitbandwirkung • Zusätzliche AFS-Reduktion • Zusätzliche CSB-Reduktion • Zusätzliche DOC-Reduktion • Entfernung der Mikroschadstoffe aus dem Abwasserstrom • Verbesserung der hygienischen Beschaffenheit des Kläranlagenablaufes • Zusätzliche Reinigung durch Biologie im Filterbett • Vorhandene Sandfilterbecken können zur GAK-Adsorption umfunktioniert werden • Regeneration der GAK möglich • Keine nachgeschalteten Verfahren nötig • Einfache Anlagentechnik 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Metabolitenbildung • Deutlich weniger Kohlemengen als bei GAK-Adsorption nötig • Energieverbrauch ist gering • Phosphatelimination und Breitbandwirkung • Zusätzliche AFS-Reduktion • Zusätzliche CSB-Reduktion • Zusätzliche DOC-Reduktion • Entfernung der Mikroschadstoffe aus dem Abwasserstrom • Verbesserung der hygienischen Beschaffenheit des Kläranlagenablaufes • Förderliche Wirkung der Überschussschicht hinsichtlich der Schlammbehandlung und Schlammwässerung • Positive Wirkung auf den Heizwert des Klärschlammes • Verringerung des Schlammvolumenindex • PAK kann vorgehalten und gezielt in Abhängigkeit der Schmutzfracht dem Abwasser zudosiert werden • Dosierung lässt sich leicht bis zur maximalen Dosieranlagenleistung anpassen • Keine besonderen Materialanforderungen an die maschinelle Ausrüstung • Einfache Anlagentechnik

Tabelle 3: Nachteile der Ozonung, der GAK- und PAK-Adsorption

Nachteile		
Ozonung	GAK-Adsorption	PAK-Adsorption
<ul style="list-style-type: none"> • Metabolitenbildung • Reaktionsprodukte und –mechanismen Großteils unbekannt (Toxizität) • Die sich ständig verändernde Zusammensetzung der Stoffe im Abwasser führt zu anderen Reaktionsprodukten → Künftige Reaktionsprodukte können unvorhersehbare Auswirkungen im Ablauf haben • Hoher Energieverbrauch und hohe Sicherheitsanforderungen bezüglich Arbeitsschutz • Hohe Betriebskosten • Kaum CSB-Reduktion, sofern keine Verfahren nachgeschaltet sind • Kaum DOC-Reduktion, sofern keine Verfahren nachgeschaltet sind • Hoher DOC führt zu höheren Ozonverbrauch • Hohe Anforderungen an die eingesetzten Materialien • Wartung der Anlagen benötigt spezialisiertes Personal oder Fremdfirmen • Bei bestimmten Inhaltsstoffen im belasteten Abwasser (z.B. Bromid) wird von der Anwendung der Ozonung abgeraten • Zusätzliche biologisch aktive Stufe wird angeraten, um Oxidationsprodukte abzubauen • Teilweise großer bautechnischer Aufwand und umfangreiche maschinentechnische Ausrüstung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher DOC führt zur verminderten Adsorption von Mikroschadstoffen → Mehr Kohle wird benötigt • Sinkende Reinigungsleistung • Deutlich mehr Kohlemengen als bei der PAK-Adsorption nötig • Rücklösung und Auswaschung des unveränderten Mikroschadstoffes möglich • Sehr hohe Betriebsmittelkosten möglich • Falls keine bestehende Sandfiltration vorhanden → Zusätzliche Bauwerke erforderlich • Adsorptionsprozess ist langsamer im Vergleich zur Ozonung • Reinigungsleistung bestimmter Stoffe und Stoffgruppen sinkt sehr stark schon nach wenigen Bettvolumina 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher DOC führt zur verminderten Adsorption von Mikroschadstoffen → Mehr Kohle wird benötigt • Keine landwirtschaftliche Nutzung des ÜSS mehr möglich • Meist zusätzliche Bauwerke erforderlich • Rücklösung des unveränderten Mikroschadstoffes und Rückbelastung der Kläranlage über Aktivkohleschlamm möglich • Adsorptionsprozess ist langsamer im Vergleich zur Ozonung • Größere Klärschlammengen • Teilweise großer bautechnischer Aufwand und umfangreiche maschinentechnische Ausrüstung • Nachgeschaltete Filtration erforderlich • Nasse AK kann zum Teil korrosiv und abrasiv auf Anlagenbestandteile wirken • Hohe Betriebsmittelkosten • Regeneration der PAK derzeit nicht möglich

6 Planungs- und Bemessungsgrundlagen

Es wird vorgeschlagen, die Verfahren für eine 4. Reinigungsstufe östlich auf dem Kläranlagengelände, auf der freien Fläche neben dem Belebungsbecken zu planen. Dies ist die

derzeit einzige Fläche auf dem Kläranlagengrundstück, die sich in relativer Nähe zum Kläranlagenablauf befindet und derzeit nicht genutzt wird. Ersichtlich ist die Fläche als rot schraffierte Fläche in Abbildung 4. Die im weiteren Verlauf dieser Studie vorgeschlagenen Varianten zur Mikroschadstoffelimination wurden für diesen Standort ausgelegt. Da diese Fläche auch für weitere zukünftige Projekte von Interesse sein könnte, sollte bei der konkreten Planung einer 4. Reinigungsstufe auch eine weitere freie Fläche auf dem Kläranlagengelände betrachtet werden. Diese Fläche ist ebenfalls der Abbildung 4 zu entnehmen und ist dort gelb gekennzeichnet.

Eine gesetzliche Vorgabe zur Auslegung einer 4. Reinigungsstufe gibt es derzeit nicht. In Nordrhein-Westfalen kann hierfür die vom Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW 2016 überarbeitete Broschüre zur Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination herangezogen werden. Da das Einzugsgebiet der KA Ascheberg aus Trennsystem und der KA Herbern aus Mischsystem besteht, sollte laut Empfehlung aus der Broschüre eine 4. Reinigungsstufe für die KA Ascheberg 90 % der Jahresabwassermenge (JAM) behandeln können (Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2016). Aufgrund der weiter unten aufgeführten Vorteile legen wir prinzipiell jede Nebenbehandlungsstufe (Filtration) einer 4. Reinigungsstufe für den Vollstrom, also 100 % der JAM, aus. Die Hauptverfahren werden für einen Teilstrom ausgelegt. Zur Bestimmung der Auslegungswassermenge sollen die Abflussdaten mehrerer Jahre herangezogen werden. Für den Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die Daten aus den Jahren 2015 und 2016 ausgewertet.

Werden die summierten mittleren Ablaufmengen und die Tagesspitzen (Abbildung 5 und Abbildung 6, blaue Balken) der Kläranlagen Ascheberg und Herbern betrachtet, so ist zu erkennen, dass sie starken Schwankungen unterliegen. Für den Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde entschieden, die 4. Reinigungsstufe für einen Volumenstrom von 91l/s bzw. 328 m³/h zu dimensionieren, wodurch in Zukunft über 90 % des mittleren Ablaufs behandelt werden würden.



Abbildung 4: Ausgewählte Fläche für die 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage (verändert und ergänzt nach ELWAS-WEB, 2017)

Abbildung 5 und Abbildung 6 stellen die summierten mittleren Ablaufmengen und die Tagesspitzen der Kläranlage Ascheberg und Herbern im gewählten Bemessungszeitraum dar. Der rote Strich entspricht dem Abfluss von 91 l/s. Es wird ersichtlich, dass die 4. Reinigungsstufe nicht kontinuierlich mit 91 l/s beschickt wird. Deshalb wurde festgelegt, für die Betriebsmittelkostenrechnung einen Wert von 65 l/s zu verwenden.

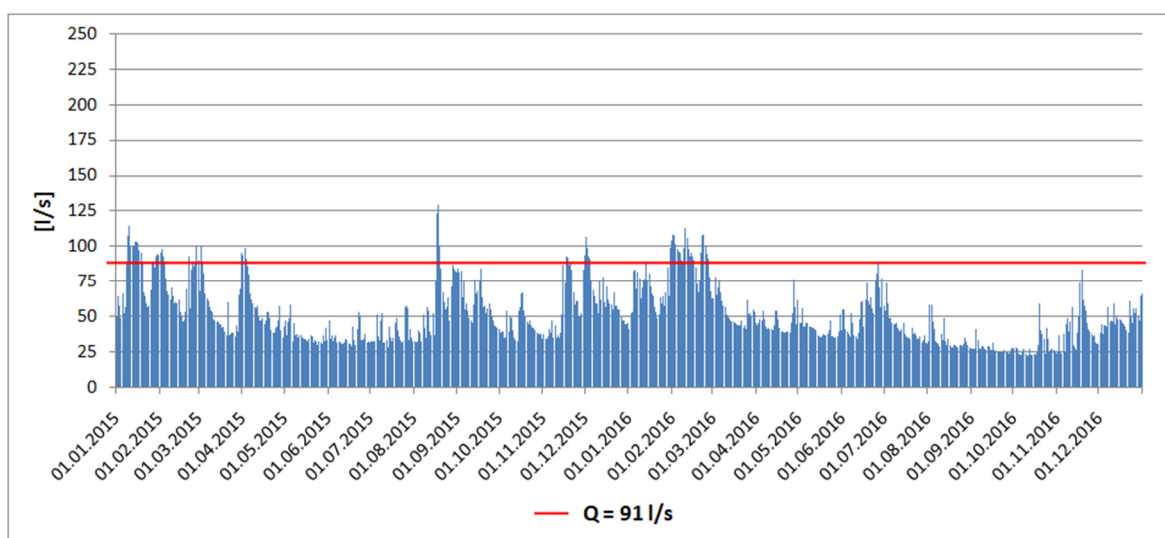


Abbildung 5: Summierter mittlerer Abfluss (QaM) der Kläranlagen Ascheberg und Herbern in 2015 und 2016

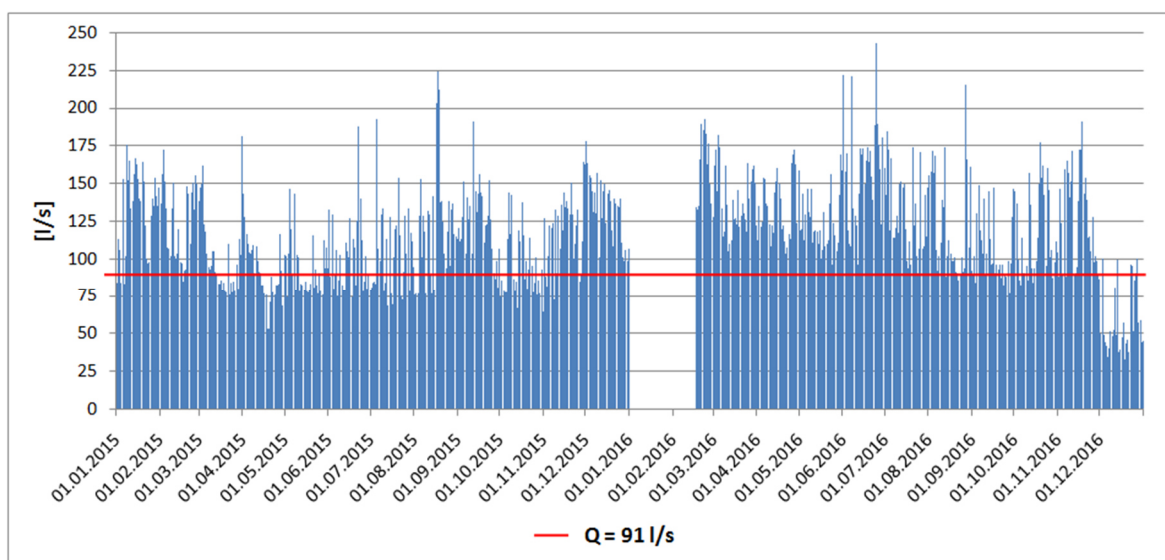


Abbildung 6: Summierter Spitzenabfluss (Qmax) der Kläranlagen Ascheberg und Herbern in 2015 und 2016

Gemäß der aktuellen Broschüre zur Auslegung von 4. Reinigungsstufen können für Nachbehandlungsverfahren andere Bemessungsansätze gelten, als für die Hauptverfahren (Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2016). Es wird aus den folgenden Gründen als sinnvoll erachtet, die Nachbehandlungsverfahren aller in dieser Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen Varianten zur Mikroschadstoffelimination für den Vollstrom auszulegen:

- Die Konzentrationen der allgemeinen Ablaufparameter von Kläranlagen (ACPs) stehen seit längerem in der Diskussion. Die Grenzwerte hierfür im Ablauf von Kläranlagen werden zukünftig verschärft. In welchem Rahmen ist noch nicht geklärt. Mit einer Nachbehandlung / Filtration für den Vollstrom ist davon auszugehen, dass zukünftige Grenzwerte zuverlässiger eingehalten werden können, als wenn eine 4. Reinigungsstufe lediglich mit einer für den Teilstrom oder gar keiner Filtra-

tion ausgelegt wird. Wenn bereits darüber diskutiert wird, eine Kläranlage zu ertüchtigen, dann sollte sie auch dazu in der Lage sein, die künftigen Grenzwerte der allgemeinen Ablaufparameter einzuhalten.

- Das Thema "Mikroplastik in limnischen Ökosystemen" nimmt an Relevanz zu und wird aktuell intensiv erforscht. Da mittlerweile nachgewiesen wurde, dass Mikroplastik über Kläranlagen ins Gewässer emittiert wird und sich aufgrund der Oberflächenstruktur Umweltgifte daran anlagern können, ist es denkbar, dass es auch für Mikroplastik - neben den Mikroschadstoffen - im Ablauf von Kläranlagen zukünftig Grenzwerte geben wird. Es hat sich gezeigt, dass die Vollstrom-Endfiltration zur effektiven Elimination von Mikroplastik geeignet ist (Mintening, 2014). Die Vollstrom-Nachbehandlung wird also vorgeschlagen, um die Umwelt bestmöglich vor der Mikroplastikemission zu schützen und ggf. zukünftige Grenzwerte sicher einhalten zu können.
- Die Nachbehandlung / Filtration einer PAK-Adsorptionsstufe sollte stets für den Vollstrom dimensioniert werden. Grund dafür ist die als vorteilhaft erwiesene Rezirkulation der beladenen PAK in die biologische Stufe, womit diese in den Vollstrom der Kläranlage überführt wird. Kommt es nun zu Durchflussspitzen, wodurch im Fall einer Teilstrom-Nachbehandlung vor der Nachbehandlung abgeschlagen wird, besteht die Möglichkeit des unerwünschten Austrags von PAK-Frachten (einschließlich adsorbierter Mikroschadstoffe).

Die für die Machbarkeitsstudie gewählten Durchflussmengen zur Auslegung der Anlagenkomponenten und des Betriebsmittelbedarfs sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Gewählte Durchflussmengen

Parameter	Einheit	Größe
1. Gewählte Durchflussmenge für die Hauptverfahren	m ³ /d bzw. m ³ /h	7.862 bzw. 328
2. Gewählte Durchflussmenge für die Nachbehandlung	l/s bzw. m ³ /h	153 bzw. 551
Gewählte Durchflussmenge zur Betriebsmittelauslegung	m ³ /d bzw. m ³ /h	5.616 bzw. 234

Von entscheidender Bedeutung sind die entstehenden Investitions- und Betriebskosten der Verfahren, die im nächsten Kapitel vorgestellt werden.

7 Vorstellung und Bewertung der Verfahrensmöglichkeiten

Im Rahmen der Studie wurden Mikroschadstoffanalysen auf der Kläranlage und im Gewässer vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Analysen zeigten, dass einige der gemessenen Parameter in auffällig hohen Konzentrationen wiederzufinden waren, was vereinzelt auch im Gewässer unterhalb der Einleitungsstelle festgestellt wurde.

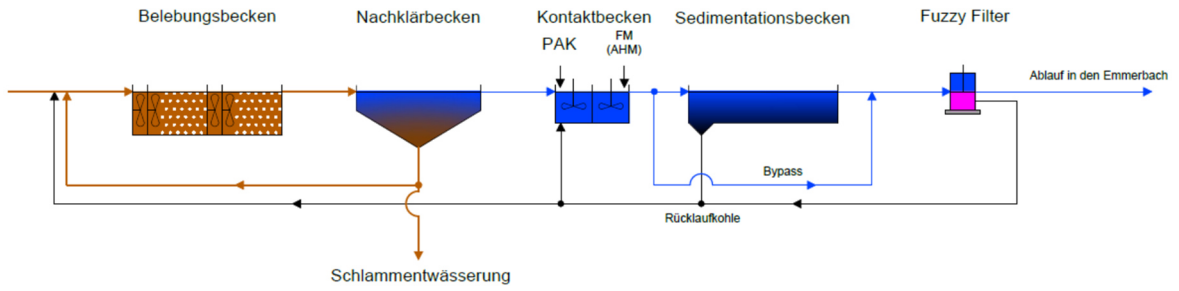
Die zur Mikroschadstoffelimination vorgeschlagenen Varianten wurden nordöstlich auf dem Kläranlagengelände neben dem Belebungsbecken vorgesehen. Insgesamt werden vier Reinigungsverfahren (zugehörige Fließschema, siehe Abbildung 7) vorgeschlagen, welche allesamt in den Kläranlagenbetrieb integrierbar sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Varianten:

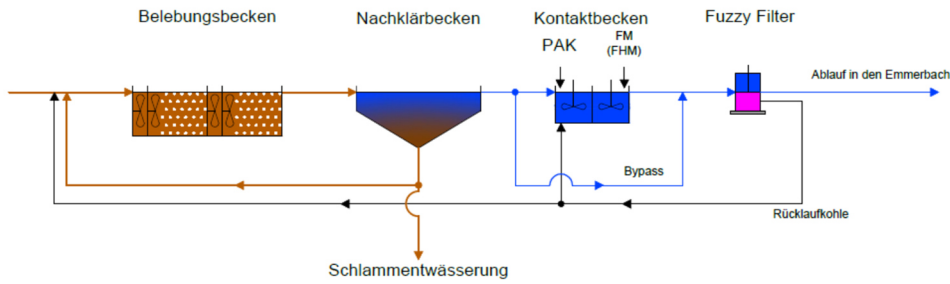
- Variante 1.1: **PAK-Adsorption** nach dem AFSF-Verfahren
- Variante 1.2: **PAK-Adsorption** im AFF-Verfahren
- Variante 1.3: **PAK-Adsorption** im Belebungsbecken
- Variante 2: **GAK-Adsorption**

Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit wurden alle relevanten Kosten der gezeigten Variante miteinander verglichen. Tabelle 5 stellt die unterschiedlichen Kostenanteile gegenüber.

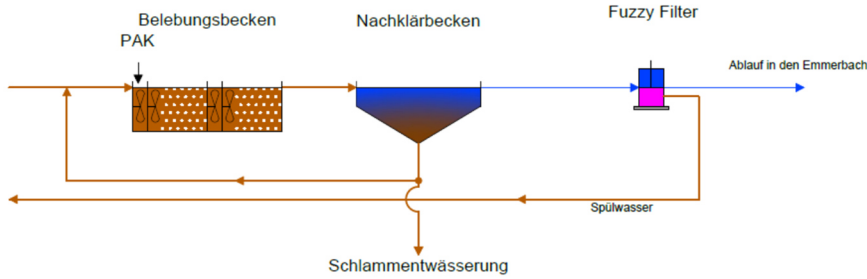
Variante 1.1



Variante 1.2



Variante 1.3



Variante 2

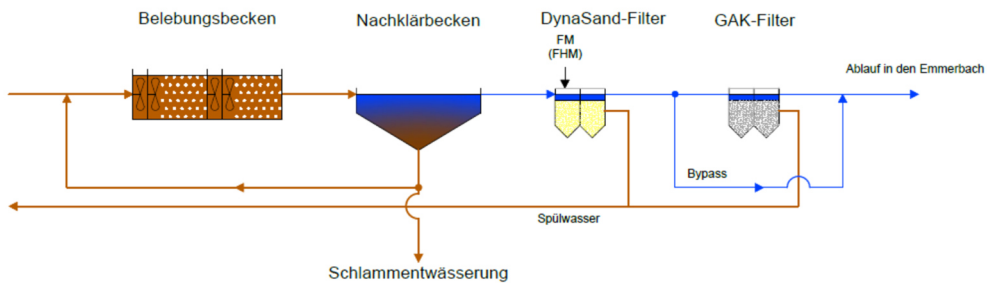


Abbildung 7: Fließschema der unterschiedlichen Reinigungsstufen zur Mikroschadstoffelimination

In den Kostenschätzungen wurden weder Fördermittel noch eine Reduzierung der Abwasserabgabe eingerechnet.

Tabelle 5: Kostengegenüberstellung der Varianten 1 bis 3 ohne Berücksichtigung von Fördermittel und Abwasserabgabereduktionen

Kosten	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2
Investitionskosten	2.722.978 €	1.950.798 €	1.700.959 €	2.273.970 €
Laufende Jahreskosten	291.033 €/a	242.829 €/a	279.731 €/a	388.819 €/a
<i>davon kapitalgebundene Kosten</i>	<i>196.844 €/a</i>	<i>151.386 €/a</i>	<i>138.910 €/a</i>	<i>167.546 €/a</i>
<i>davon Betriebskosten</i>	<i>94.189 €/a</i>	<i>91.443 €/a</i>	<i>140.821 €/a</i>	<i>221.272 €/a</i>
<i>davon Energiekosten</i>	<i>20.273 €/a</i>	<i>17.527 €/a</i>	<i>15.969 €/a</i>	<i>11.919 €/a</i>
Spezifische Kosten *	0,182 €/m ³	0,152 €/m ³	0,175 €/m ³	0,243 €/m ³
Spezifische Kosten **	0,256 €/m ³	0,214 €/m ³	0,246 €/m ³	0,342 €/m ³
Spezifische Kosten ***	0,506 €/m ³	0,422 €/m ³	0,486 €/m ³	0,676 €/m ³
* Bezogen auf die Jahresabwassermenge von:				1.597.629 m ³ /a
** Bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge von:				1.137.259 m ³ /a
*** Bezogen auf die Frischwassermenge von:				575.000 m ³ /a

Die Investitionskosten wurden entsprechend des aktuell erhöhten Baupreisniveaus geschätzt, weshalb diese verhältnismäßig hoch sind. Ob das derzeit erhöhte Preisniveau bei einer späteren Umsetzung noch vorherrscht, ist ungewiss.

In Tabelle 6 werden die einzelnen Varianten in einer Bewertungsmatrix beurteilt. Die Punktevergabe und Wichtung der einzelnen Kriterien wurde mit dem Anlagenbetreiber abgestimmt. Bei der Punktevergabe ist die Wertung 1 die Schlechteste. Die Wertung 5 hingegen ist die Bestnote, die je nach Ermessen und betrachtetem Kriterium an die Variante vergeben wurde, die sich gegenüber der anderen Varianten am Besten dargestellt hat.

Aus der Tabelle 6 geht hervor, dass die Variante 1.2 die beste Gesamtbewertung erfährt. Mit 4,6 Punkten liegt die Variante 1.2 knapp vor Variante 1.3, mit 4,5 Punkten. Es folgt die Variante 1.1 mit 3,9 und zuletzt die Variante 2 mit 3,7 Punkten.

Welches Verfahren letztlich die meisten spezifischen Vorteile aufweist und empfohlen wird, wird in dem folgenden Kapitel beschrieben.

Tabelle 6: Bewertungsmatrix bei der Annahme einer gleichen mittleren Reinigungsleistung aller Varianten auf Mikroschadstoffe und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern

Kriterium	Wichtung	Variante 1.1		Variante 1.2		Variante 1.3		Variante 2	
		PAK + Sedi + Filtration		PAK + Filtration		PAK in BB + Filtration		GAK + Filtration	
		Punkte	Resultat	Punkte	Resultat	Punkte	Resultat	Punkte	Resultat
Investitionskosten	15%	3	0,45	4,5	0,675	5	0,75	4	0,6
Kapitalkosten	10%	3	0,3	4,5	0,45	5	0,5	4	0,4
Betriebskosten	20%	4,5	0,9	5	1	3,5	0,7	2,5	0,5
Energiebedarf	15%	4	0,6	4,5	0,675	5	0,75	5	0,75
Sensitivität Betriebskostenschwankungen	10%	5	0,5	5	0,5	3,5	0,35	2	0,2
Betriebs- und Wartungsaufwand	10%	4	0,4	4	0,4	5	0,5	4	0,4
Betriebssicherheit	10%	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4
Flächenbedarf	10%	3,5	0,35	4,5	0,45	5	0,5	4,5	0,45
Summe	100%	31,0	3,9	36,0	4,6	36,0	4,5	30,0	3,7

8 Verfahrensempfehlung

Für die Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe wird auf Grundlage der Bewertungsmatrix der Tabelle 6 die **Variante 1.2** empfohlen. Seit diesem Jahr befindet sich eine solche Anlage mit ähnlicher Verfahrensstruktur auf der Kläranlage Barntrop großtechnisch in Betrieb und wird eingefahren. Zudem wird eine weitere ähnlich strukturierte großtechnische Anlage derzeit auf der Kläranlage Greven gebaut. Auch wenn es für eine solche Anlage noch keine Langzeit-Betriebserfahrungen gibt, so weisen alle im Laufe der Machbarkeitsstudie aufgeführten Informationen darauf hin, dass die Umsetzung der Variante 1.2 ein sinnvolles Verfahren zu Elimination von Mikroschadstoffen ist. Hierbei wird auf ein zusätzliches Sedimentationsbecken zur PAK-Abscheidung verzichtet. Ein solches Sedimentationsbecken sollte nicht zwangsläufig nötig sein, da die gewählte Endfiltration für eine erhöhte Feststofffracht ausgelegt ist und somit für eine effektive PAK-Abscheidung ausreicht. Es wird jedoch bei der Planung dieser Variante empfohlen, eine mögliche Erweiterung um ein Sedimentationsbecken zu berücksichtigen, also den Ausbau zur Variante 1.1. Somit wäre der Umbau zum erprobten AFSF-Verfahren gewährleistet, falls die Variante 1.2 nicht zu einem zufriedenstellenden Betrieb führt.

Die Variante 1.2 vereint die meisten positiven Eigenschaften. Sie sollte zu sehr guten Eliminationsraten hinsichtlich Mikroschadstoffen und Mikroplastik führen und ist dank der Filtration zusätzlich dazu in der Lage, den CSB-, P- und N-Gehalt weitergehend zu reduzieren, sofern dieser gebunden vorliegt. Bei Fällmittelzugabe ist außerdem eine weitergehende Reduktion des Phosphor-Gehaltes auf Werte unter 0,1 mg/l zu erwarten. Da die Endfiltration für den gesamten Bemessungszufluss ausgelegt ist, kommt es zu keinerlei Schlammabtrieb aus der Nachklärung in das anliegende Gewässer, wodurch ein konstanter Kläranlagenbetrieb sichergestellt wird.

9 Zusammenfassung

Mit dem Umdenken und der Aufklärung von Politik und Gesellschaft hinsichtlich der Umweltverschmutzung findet immer häufiger auch die Mikroschadstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen ihre Beachtung. Der Nutzen einer 4. Reinigungsstufe wird immer deutlicher. Die Umsetzung würde der fortschreitenden Akkumulation von Mikroschadstoffen in der aquatischen Umwelt bedeutend entgegenwirken und somit in vielerlei Hinsicht zum Umweltschutz beitragen.

Zusammenfassend kann aus den Informationen und Erkenntnissen dieser Machbarkeitsstudie abgeleitet werden, dass der Ausbau der Kläranlage Ascheberg um eine 4. Reinigungsstufe zur Mikroschadstoffelimination sinnvoll und umsetzbar wäre, um den Zustand des Gewässers Emmerbach nachhaltig zu verbessern.

Im Rahmen der Studie wurde zunächst das Projekt kurz beschrieben. Nach der Vorstellung der Kläranlage Ascheberg und des Gewässers Emmerbach wurden zunächst die Ergebnisse der Standortanalyse zur Kläranlage Ascheberg-Herbern und dem dort anliegenden Gewässer Dorfbach vorgestellt, mit dem Ergebnis, dass die Aufgabe der Kläranlage Ascheberg-Herbern und Überleitung der Abwässer zur Kläranlage Ascheberg aus monetärer und nichtmonetärer Sicht sinnvoll ist. Im Anschluss wurde detailliert auf die Definition der Mikroschadstoffe eingegangen. Es ist deutlich geworden, dass nicht nur die in der Wasserrahmenrichtlinie definierten prioritären Stoffe ein Problem für Kläranlagen und die aquatische Welt darstellen. Eine Vielzahl weiterer Mikroverunreinigungen steht im Verdacht, der Grund für negative Auswirkungen in der Umwelt zu sein. Letztlich sollten alle Mikroschadstoffe, die grundsätzlich durch herkömmliche Reinigungsstufen einer Kläranlage nicht behandelt werden, durch eine weitergehende Reinigungsstufe aus den Kläranlagen und somit auch bedeutend aus dem Wasserkreislauf entfernt werden, um den Gewässerzustand zu verbessern.

Im Anschluss wurden alle relevanten und derzeit bekannten Verfahren zur Mikroschadstoffelimination aufgeführt und bewertet. Die derzeit gängigen Verfahren zur Mikroschadstoffelimination sind die Ozonung und die Adsorption mittels Aktivkohle. Auch andere Verfahren wurden erläutert und bewertet. So wurde zunächst auf mögliche Membranverfahren eingegangen. Aufgrund der hohen spezifischen Kosten dieser Verfahren und der Tatsache, dass die Mikroschadstoffelimination mittels Membranverfahren wenig erforscht ist, wurden die Membranverfahren nicht weiter berücksichtigt.

Nach den Membranverfahren wurde näher auf die Ozonung eingegangen. Es fand eine Beurteilung möglicher Verfahrenskombinationen statt. Für die Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe ergeben sich die meisten Vorteile durch eine Ozonung mit nachgeschalteter biologisch intensivierter Sandfiltration. Hierdurch besteht die Möglichkeit das ozonbehandelte Abwasser weitergehend zu reinigen. Neben dem geringfügigen Mikroschadstoffabbau ist ein Sandfilter zudem dazu in der Lage, die für die Abwasserabgabe relevanten Parameter zu weitergehend reduzieren. Dies ist insofern interessant, da die Ozonung diese Parameter nur begrenzt verringert.

Im Anschluss wurde auf die Adsorption mittels Aktivkohle näher eingegangen. Zur Aktivkohle-Adsorption bieten sich zwei unterschiedliche Verfahren an, die Adsorption mittels granulierter Aktivkohle (GAK) und die Adsorption mittels Pulveraktivkohle (PAK). Neben der Vorstellung unterschiedlicher Verfahrenskombinationen wurden alle wesentlichen Merkmale dieser Verfahren beschrieben.

Bei der GAK- und schließlich bei der PAK-Adsorption erfolgte nach den allgemeinen Erläuterungen zum Verfahren die Darstellung unterschiedlicher Verfahrenskombinationen. Anschließend wurden Verfahren zur PAK-Abscheidung bewertet und auf Grundlage von für den Anwendungsfall auf der Kläranlage Ascheberg zugeschnittenen Angeboten beur-

teilt. Es zeigte sich, dass sich neben der bewährten Sandfiltration ebenso eine DynaSand-, Fuzzy-Filtration oder eine Tuchfiltration sehr gut zur Abscheidung der PAK eignen.

Nach der Betrachtung der relevanten Reinigungsverfahren wurde eingehend auf die Ergebnisse der Mikroschadstoffanalyse im Ablauf der Kläranlagen Ascheberg und Ascheberg-Herbern eingegangen. Zunächst wurden die bereits vorliegenden Analysen im Rahmen der Selbstüberwachung bewertet und mit den Werten aus dem living document (fortgeschriebene D4-Liste) verglichen. Anschließend wurde auf die Ergebnisse des ersten Monitorings gemäß Liste in der Broschüre zur Erstellung von Machbarkeitsstudien (Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2015b) eingegangen, bei dem an zwei Tagen 24h-Mischproben von 27 (+ 5 zusätzliche) Stoffen / Stoffgruppen genommen und analysiert wurden. Infolge des ersten Monitorings folgte das in der o.g. Broschüre zweite vorgegebene Monitoring, wessen Umfang vorab mit Vertretern der Bezirksregierung abgestimmt wurde. Die Ergebnisse beider Monitorings wurden ebenfalls mit den Konzentrationen des living documents verglichen.

Die Analyseergebnisse aus allen Messprogrammen haben gezeigt, dass die aktuellen Reinigungsstufen der Kläranlage nicht zur Mikroschadstoffelimination ausreichen und dass infolge der Kläranlageneinleitung die Konzentrationen der bewerteten Stoffe im Gewässer teilweise deutlich ansteigen.

Hinsichtlich der Mikroschadstoffe kann über eine weitergehende Reinigungsstufe nachgedacht werden. Außerdem wird angestrebt, die Zielwerte der Wasserrahmenrichtlinie für Oberflächengewässer in Zukunft einzuhalten, welche auch durch die allgemeinen Ablaufparameter der Kläranlagen beeinflusst werden. Es liegt nahe, dass einige Kläranlagenbetreiber tätig werden müssen, um ihre Ablaufwerte in naher Zukunft zu verbessern. Eine weitergehende Abwasserreinigung, beispielsweise in Form einer Endfiltration, ist mit großer Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit umzusetzen. Dies könnte mit Hilfe einer 4. Reinigungsstufe verwirklicht werden.

Nach der Vorstellung der derzeitigen Planungs- und Bemessungsgrundlagen einer 4. Reinigungsstufe wurden zwei Alternativen vorgeschlagen, mit denen die Abwasserreinigung optimiert werden kann und zukünftig verschärfte Einleitebedingungen für die allgemeinen Ablaufparameter eingehalten werden könnten.

Es folgte die Vorstellung möglicher Reinigungsverfahren zur Mikroschadstoffelimination auf der Kläranlage Ascheberg. Im Rahmen der Studie wurden drei Verfahren der PAK-Adsorption und ein Verfahren der GAK-Adsorption vorgestellt und verglichen. Auf die Ozonung wurde aufgrund der Bromid-Befunde im Ablauf im Rahmen dieser Studie nicht weiter eingegangen. Bis auf Variante 1.3 beginnt jedes der Verfahren mit dem Abschluss der herkömmlichen Abwasserreinigung der Kläranlage, also nach den Nachklärbecken.

Die vorgeschlagenen Varianten wurden in einer Sensitivitätsanalyse und einer Bewertungsmatrix miteinander verglichen, mit dem Ergebnis, dass die Variante 1.2 insgesamt

die beste Bewertung erfuhr und für die Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage Ascheberg vorgeschlagen wurde. Auch die Variante 1.3 wurde als aussichtsreiche Alternative vorgestellt. Auf Basis der Bewertungen wurde empfohlen, bei einer Umsetzung eine PAK-Adsorption mit Kontaktbecken und anschließender Endfiltration in Form einer Fuzzy-Filtration zu realisieren (Variante 1.2), um neben der gesteigerten Reinigungswirkung auch den Gewässerzustand weitergehend zu verbessern.