

MIKROSCHADSTOFFREDUKTION AUF KLÄRANLAGEN IN NRW

Grundlagen für Planung, Betrieb und
Überwachung

LANUK-Fachbericht (Entwurf)

Vorwort

Der vorliegende Fachbericht ist der erste Teil einer geplanten Reihe von Veröffentlichungen des Landes Nordrhein-Westfalen, mit denen der Handlungsrahmen zur Umsetzung der nordrhein-westfälischen Mikroschadstoffstrategie im Abwasser aufgezeigt werden soll. So soll ein einheitlicher Vollzug im Hinblick auf Genehmigung und Selbstüberwachung von Abwasserbehandlungsanlagen zur Mikroschadstoffreduktion ermöglicht werden. Folgen sollen Veröffentlichungen zu möglichen Verfahrenstechniken zur Mikroschadstoffreduktion auf Kläranlagen sowie zu einer Bestandsaufnahme zu Kosten und Nachhaltigkeit der vorhandenen Anlagen in Nordrhein-Westfalen. Sie werden Bestandteil des Fachinformationssystems „Mikroschadstoffe NRW“, das von der Kompetenzstelle Mikroschadstoffe im Abwasser beim Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) betreut wird (www.mikroschadstoffe.nrw.de).

Die Mikroschadstoffstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen verfolgt einen umfassenden Maßnahmenansatz: von der Quelle, bei der Anwendung bis hin zu nachgeschalteten Maßnahmen an Kläranlagen. Der Ausbau kommunaler Kläranlagen erfolgt bisher nach einem immissionsseitigen Ansatz. Auf Grundlage der am 01.01.2025 in Kraft getretenen neuen EU-Kommunalabwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2024/3019 über die Behandlung von kommunalem Abwasser) werden zukünftig auch emissionsseitige Anforderungen zur Mikroschadstoffreduktion zu berücksichtigen sein, insbesondere für größere Kläranlagen. Daher werden in den nächsten zwei Jahrzehnten eine Reihe von kommunalen Kläranlagen zusätzlich mit Verfahrenstechniken zur Mikroschadstoffreduktion ausgestattet werden müssen, um Stoffeinträge über Abwassereinleitungen von kommunalen Kläranlagen in Gewässer so weit wie möglich zu reduzieren.

Der vorliegende Fachbericht beinhaltet Grundlagen für die Planung, den Betrieb und zur Selbstüberwachung kommunaler Abwasserbehandlungsanlagen, die mit einer Verfahrensstufe zur gezielten Reduktion von Mikroschadstoffen ausgebaut werden sollen oder bereits ausgebaut sind. Er richtet sich an Behörden, Betreibende kommunaler Kläranlagen, planende Ingenieurbüros, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie die Fachöffentlichkeit.

Der Fachbericht wird zunächst als Entwurf herausgegeben. Somit können eventuell erforderliche Änderungen oder Anpassungen, die sich durch die Erprobung der empfohlenen Inhalte und/oder durch die Umsetzung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie in deutsches Recht (Frist 31.07.2027) ergeben, berücksichtigt oder bei Bedarf noch eingearbeitet werden.

Rückmeldungen zu den empfohlenen Inhalten sind ausdrücklich erwünscht und können dem LANUK, **Fachbereich 57 „Kommunales und industrielles Abwasser“** per E-Mail (mikroschadstoffe@lanuk.nrw.de) mitgeteilt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Einordnung zur Nutzung des Fachberichts.....	5
1.1	Zielsetzung	5
1.2	Einordnung zur Nutzung des Fachberichts	7
2	Reduktionsziel und Leitparameter	8
3	Grundlagenermittlung.....	10
3.1	Auslegungswassermenge.....	10
3.2	Untersuchung der Standard-Abwasserparameter	13
3.3	Erweitertes Monitoring	14
4	Selbstüberwachung	18
4.1	Messungen und Nachweise zur Überprüfung der Mikroschadstoffreduktion	18
4.2	Berechnung der Reduktionsleistung	20
4.3	Nachweis der behandelten Abwassermenge	21
4.4	Dokumentation der Selbstüberwachung und Nachweis des Reduktionsziels	22
5	Anhang.....	24
Anhang A:	Auslegungswassermenge.....	24
Anhang B:	Erweitertes Monitoring.....	25
Anhang C:	Hinweise zur Berechnung der Reduktionsleistung mit Beispielrechnung ...	27
6	Verzeichnisse	29
6.1	Abkürzungsverzeichnis	29
6.2	Literaturverzeichnis.....	30
6.3	Abbildungsverzeichnis	31
6.4	Tabellenverzeichnis	32

1 Zielsetzung und Einordnung zur Nutzung des Fachberichts

1.1 Zielsetzung

Zum Schutz der Gewässerökosysteme und Trinkwasserressourcen in Nordrhein-Westfalen ist eine gute Wasserqualität der Oberflächengewässer notwendig. Eine Herausforderung stellen dabei die sogenannten Mikroschadstoffe (auch Spurenstoffe genannt) dar, die unter anderem über Abwassereinleitungen aus den Kläranlagen in die Gewässer gelangen. Für den Begriff Mikroschadstoffe gibt es derzeit keine genormte Definition. Als Mikroschadstoffe werden hier Stoffe anthropogenen Ursprungs wie z. B. Arzneimittelwirkstoffe, Röntgenkontrastmittel, endokrine Disruptoren, Biozide und Chemikalien aus Haushalt, Gewerbe und Industrie bezeichnet, welche im Wasserkreislauf in Konzentrationen von wenigen Nanogramm pro Liter bis hin zu einigen Mikrogramm pro Liter vorkommen – in diesen Konzentrationen können Mikroschadstoffe bereits negative Auswirkungen auf die aquatische Umwelt haben. Diese Chemikalien und deren Transformationsprodukte kommen in Oberflächengewässern und im Grundwasser oft ubiquitär vor und können zu negativen Effekten auf aquatische Organismen führen. Sofern Mikroschadstoffe persistent und bioakkumulativ sind und in die Nahrungskette gelangen, können diese auch für den Menschen ein gesundheitliches Risiko darstellen.

Der Eintrag von Mikroschadstoffen stellt für Nordrhein-Westfalen als bevölkerungsreichstes Bundesland mit hoher Industriedichte und hohem Abwasseranteil in den Gewässern eine besondere Herausforderung dar. Von besonderer Bedeutung in Nordrhein-Westfalen ist, dass ein sehr hoher Anteil (ca. 50 %) des Trinkwassers oberflächenwassergestützt (Uferfiltrat, angereichertes Grundwasser, Talsperren, Seen) gewonnen wird (DESTATIS, 2025).

Nordrhein-Westfalen verfolgt zur Reduktion des Eintrags von Mikroschadstoffen in die Gewässer bereits seit langem einen umfassenden Maßnahmenansatz: Vermeidung bzw. Reduktion des Eintrags an der Quelle und bei der Anwendung/Herstellung (Verursachende) bis hin zu nachgeschalteten Maßnahmen an Kläranlagen (Abwasserbeseitigungspflichtige). Über das so genannte Multi-Barrieren-Konzept sind zur Verbesserung der Trinkwasserqualität zuletzt auch Maßnahmen bei der Trinkwasseraufbereitung zu prüfen und ggf. einzuleiten. Das Vorgehen deckt sich mit den Anforderungen aus dem Stakeholder-Dialog zur bundesweiten Spurenstoffstrategie¹ und ist die konsequente Fortsetzung des 2008 gestarteten Programms „Reine Ruhr“ (MKULNV, 2014).

Insbesondere der Einsatz von Arzneimitteln wird aufgrund der weiträumigen und notwendigen Anwendung u. a. in vielen privaten Haushalten nicht an der Quelle zu verhindern sein, so dass zur Vermeidung des Eintrags in die Umwelt Maßnahmen der Abwasserbehandlung erforderlich sind. Die konventionelle mechanisch-biologische Abwasserbehandlung ist nicht darauf ausgelegt, Mikroschadstoffe gezielt aus dem Abwasser zu entfernen. Auch wenn einige dieser Mikroschadstoffe durch ein konventionelles Verfahren reduziert werden können, werden andere nicht oder nur unzureichend entfernt. Als Folge stellen heutige konventionelle kommunale Kläranlagen bezüglich der Mikroschadstoffeinträge nach wie vor einen der bedeutendsten Eintragspfade in Oberflächengewässer dar.

¹ Spurenstoffzentrum des Bundes: <https://www.umweltbundesamt.de/vom-stakeholderdialog-spurenstoffzentrum-2016-2021?parent=93380#vom-stakeholderdialog-spurenstoffe-zum-spurenstoffzentrum-des-bundes>, zuletzt aufgerufen am 21.10.2025

Nachgeschaltete Maßnahmen an der Kläranlage müssen daher eine wichtige Rolle als Barriere übernehmen. Diese Anlagen zur Mikroschadstoffreduktion (auch 4. Reinigungsstufen genannt) gehören zu den sogenannten End-of-Pipe-Lösungen.

Entsprechend wurden im zweiten Bewirtschaftungsplan zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Zeitraum 2016–2021 in Nordrhein-Westfalen vor allem konzeptionelle Maßnahmen zum Ausbau kommunaler Kläranlagen mit einer weitergehenden Abwasserbehandlung aufgenommen. Zu den Maßnahmen gehörten u. a. die Durchführung und Bewertung von Machbarkeitsstudien, um die technischen Möglichkeiten für den Kläranlagenausbau zu prüfen. Basierend auf einem immissionsbasierten Ansatz wurden für den dritten Bewirtschaftungsplan 2022–2027 für Nordrhein-Westfalen konkrete Umsetzungsmaßnahmen abgeleitet, d. h. ein Maßnahmenprogramm für einen Ausbau kommunaler Kläranlagen an Belastungsschwerpunkten wurde aufgestellt (MULNV NRW, 2021). Somit erfolgte die Auswahl der Kläranlagen für den Ausbau mit einer Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion nur bei Vorliegen bestimmter gewässerseitiger Voraussetzungen gemäß eines öko- und humantoxikologischen Ansatzes (MULNV NRW, 2021).

Bislang wurden in Nordrhein-Westfalen 26 Kläranlagen um eine Verfahrensstufe zur weitergehenden Mikroschadstoffreduzierung erweitert und weitere 28 Anlagen befinden sich derzeit im Ausbau bzw. in Planung (Stand 11/2025, aktuelle Daten siehe mikroschadstoffe.nrw.de).

Mit Inkrafttreten der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (EU 2024/3019) zum 01.01.2025 wird die sogenannte Viertbehandlung zur Reduktion von Mikroschadstoffen aus Abwasser eingeführt. Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Ausbaugröße von 150.000 EW und mehr sind anhand vorgegebener, zeitlicher Quoten bis spätestens 2045 sukzessive mit Verfahrenstechniken zur Mikroschadstoffreduktion auszustatten. Zielsetzung ist eine mindestens 80%ige Entfernung von Mikroschadstoffen im Abwasser. Bei Anlagen in der Größenordnung von 10.000 EW und mehr richtet sich der Ausbau von Anlagen nach einem risikobasierten Ansatz. Hierzu sind in einer Liste die Gebiete aufzunehmen, in denen die Konzentration oder Akkumulation von Mikroschadstoffen aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen ein Risiko für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit darstellt. Die Liste soll Entnahmegebiete für die Trinkwassergewinnung, Badegewässer und Gebiete mit Aquakulturtätigkeiten sowie weitere sieben Arten von Gebieten auf Basis einer noch durchzuführenden Risikobewertung umfassen. Die Liste der Risikogebiete ist bis zum Jahr 2030 aufzustellen, erstmals 2033 und dann periodisch wiederkehrend alle sechs Jahre zu aktualisieren.

Für die Finanzierung der Viertbehandlung ist die Einführung einer erweiterten Herstellerverantwortung vorgesehen. Demnach müssen Hersteller, die in der Europäischen Union Arzneimittel und Körperpflegeprodukte in Verkehr bringen, mindestens 80 % der Kosten für die erforderlichen Investitionen sowie den Betrieb der Viertbehandlung finanzieren.

Der vorliegende Fachbericht wurde mit dem Ziel erstellt, Hilfestellungen für die Grundlagenermittlung in der Planungsphase sowie den Betrieb und die Selbstüberwachung von Anlagen zur Mikroschadstoffreduktion zu erarbeiten. Neben dem Ziel ein einheitliches Vorgehen für die Planungs- und Betriebsphase von Anlagen zur Mikroschadstoffreduktion zu schaffen, soll der Fachbericht auch einen für Nordrhein-Westfalen abgestimmten Vollzug unterstützen.

Ausgangslage für die Erstellung dieses Fachberichts ist Kapitel 2 „Grundlagen zur Verfahrensauswahl und Auslegung“ der vom ehemaligen Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW veröffentlichten Broschüre „Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination“ (2016). Unter Berücksichtigung der von den zuständigen Behörden und Betreibenden gemachten Erfahrungen der letzten Jahre bei der Genehmigung, der Selbstüberwachung sowie dem Betrieb dieser Anlagen wurden die Inhalte überarbeitet, aktualisiert und in einem neuen Format veröffentlicht. Zudem werden wesentliche Eckpunkte der Viertbehandlung der neuen EU-Kommunalabwasser-richtlinie aufgenommen und für das Vorgehen in Nordrhein-Westfalen konkretisiert.

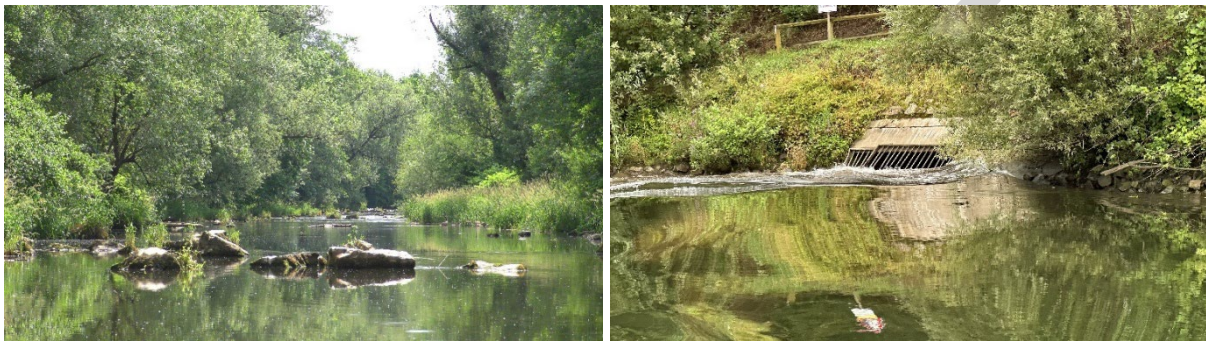


Abbildung 1: Ruhr bei Arnsberg (links; Foto: Ruhrverband) und Einleitstelle (rechts; Foto: LANUK)

1.2 Einordnung zur Nutzung des Fachberichts

In dem vorliegenden Fachbericht sind Empfehlungen für die Planungsphase vor Bau von Anlagen zur Mikroschadstoffreduktion, für die Selbstüberwachung sowie die Dokumentation des ordnungsgemäßen Betriebs dieser Anlagen dargestellt.

Für die Planungsphase wird das Vorgehen zur Bestimmung der Auslegungswassermenge für die Bemessung der Anlagen beschrieben. Zudem werden Empfehlungen für die Untersuchung von Standardabwasserparametern sowie für das erweiterte Monitoring zur Erfassung der Emissionen von einer Vielzahl an Mikroschadstoffen aus der Kläranlage gegeben. Nach Inbetriebnahme der Anlage zur Mikroschadstoffreduktion wird zwischen einer etwa einjährigen Einfahr- und Optimierungsphase sowie dem anschließenden Regelbetrieb unterschieden. Für diese Betriebszustände wird das Vorgehen für die Selbstüberwachung konkretisiert sowie ein Rahmen für eine einheitliche Dokumentation vorgegeben. Einen Überblick über die verschiedenen Planungs- und Betriebsphasen, auf die sich der Fachbericht bezieht, gibt Tabelle 3 in Kapitel 4.1 „Messungen und Nachweise zur Überprüfung der Mikroschadstoffreduktion“.

2 Reduktionsziel und Leitparameter

Zur Leistungskontrolle von Anlagen zur Mikroschadstoffreduktion auf Kläranlagen, die sich im **Regelbetrieb** befinden, wird ein Reduktionsziel definiert. Dieses ist bereits in der **Einfahr- und Optimierungsphase** anzustreben. Das Reduktionsziel kann sich sowohl nach einem immissionsbasierten als auch nach einem emissionsbasierten Ansatz richten. Für den immissionsbasierten Ansatz ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Für den emissionsbasierten Ansatz liegt das Ziel in Anlehnung an die Neufassung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie bei einer Reduktion der Mikroschadstoffe um mindestens 80 %, das anhand ausgewählter Leitparameter zu überprüfen ist. Zudem ist ein Nachweis zur behandelten Abwassermenge zu erbringen (Kapitel 4.3).

Die zu betrachtenden Leitparameter sind die im Anhang I, Teil C, der EU-Kommunalabwasserrichtlinie aufgeführten zwölf Stoffe (Tabelle 1). Bei den Leitparametern handelt es sich um ausgewählte Mikroschadstoffe, die in kommunalem Abwasser häufig in nachweisbaren Konzentrationen vorkommen und die mit einer Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion gut bis sehr gut reduziert werden können. Die Leitparameter werden in zwei Kategorien unterschieden (Kategorie 1: Stoffe, die sehr leicht zu reduzieren sind; Kategorie 2: Stoffe, die leicht zu reduzieren sind).

Die Konzentration aller in Tabelle 1 genannten Stoffe ist im Zulauf² und Gesamtablauf der Kläranlage zu messen, um eine möglichst große Anzahl an Leitparametern in die Berechnung des Reduktionsziels einbeziehen zu können. Es sind jedoch mindestens sechs Leitparameter einzubeziehen. Bei der Berechnung der Reduktionsleistung ist ein Verhältnis zwischen Kategorie-1- und Kategorie-2-Stoffen von 2:1 einzuhalten. Das Reduktionsziel gilt als eingehalten, wenn über den Jahresmittelwert der einzelnen Messkampagnen eine Reduktion um mindestens 80 % über die gesamte Kläranlage nachgewiesen werden kann (Kapitel 4.2).

Für die Berechnung der Reduktionsleistung ist darauf zu achten, dass die Stoffe in ausreichend hoher Konzentration im Zulauf vorliegen, um anhand dieser die 80%ige Minderung präzise bestimmen zu können (Kapitel 4.2).

Die Liste der Leitparameter ist in jedem Fall mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Können beispielsweise weniger als sechs Stoffe in ausreichender Konzentration gemessen werden, sind im Einzelfall andere Stoffe zur Berechnung des Mindestprozentsatzes der Reduktionsleistung zu benennen bzw. als alternative Leitparameter festzulegen. Auch bei Kläranlagen, an die verhältnismäßig viele Gewerbe- bzw. Industriebetriebe angeschlossen sind oder bei der weitere spezielle Belastungen im Zulauf vorliegen, ist die Liste der zur Bewertung der Reduktionsleistung verwendeten Stoffe bei Bedarf und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu erweitern.

² Die Probe im Zulauf kann an geeigneter Stelle zwischen Zulauf Kläranlage und Zulauf Biologie entnommen werden, d. h. mitzubehandelnde Abwässer müssen berücksichtigt werden; interne Kreislaufströme sollen möglichst nicht enthalten sein.

Tabelle 1: Leitparameter zur Ermittlung der Reduktionsleistung für Kläranlagen mit Verfahrensstufen zur Mikroschadstoffreduktion

	Leitparameter
Kategorie 1 (Stoffe, die sehr leicht zu reduzieren sind)	Amisulprid Carbamazepin Citalopram Clarithromycin Diclofenac Hydrochlorothiazid Metoprolol Venlafaxin
Kategorie 2 (Stoffe, die leicht zu reduzieren sind)	Benzotriazol Candesartan Irbesartan Summe aus 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol

3 Grundlagenermittlung

3.1 Auslegungswassermenge

Die Auslegungswassermenge ist in der **Planungsphase** maßgeblich für die Bemessung der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion. Generell gilt, dass die Auslegungswassermenge mit der zuständigen Behörde abzustimmen ist.

Das hier dargestellte Vorgehen zur Ermittlung der Auslegungswassermenge betrifft die Auslegung (d.h. die Bemessung) der Bauwerke der angewandten Hauptverfahren zur Mikroschadstoffreduktion. Hauptverfahren bezwecken die Reduktion von Mikroschadstoffen. Nachbehandlungsverfahren dienen dem Rückhalt und der Reduktion von Rückständen aus dem Hauptverfahren. Zur Auslegung der Nachbehandlung können andere Ansätze gelten. Wird z. B. eine Pulveraktivkohle (PAK)-Adsorptionsstufe für den Teilstrom geplant, wird bei Rückführung der PAK in die biologische Behandlungsstufe als Nachbehandlungsverfahren eine Endfiltration für den Vollstrom als erforderlich erachtet.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Auslegungswassermenge ($Q_{\text{Auslegung}}$) für die Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion ist in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Die Art des an die Kläranlage angeschlossenen Kanalsystems spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich wird zwischen Kläranlagen unterschieden, an die ein reines Trennsystem angeschlossen ist und denen mit Anschluss eines Mischsystems bzw. an die nur ein Teil im Trennsystem angeschlossen ist. Nachfolgend wird das Vorgehen für die Ermittlung der Auslegungswassermenge von Verfahrensstufen zur Mikroschadstoffreduktion nach Art des an die Kläranlage angeschlossenen Kanalsystems beschrieben.

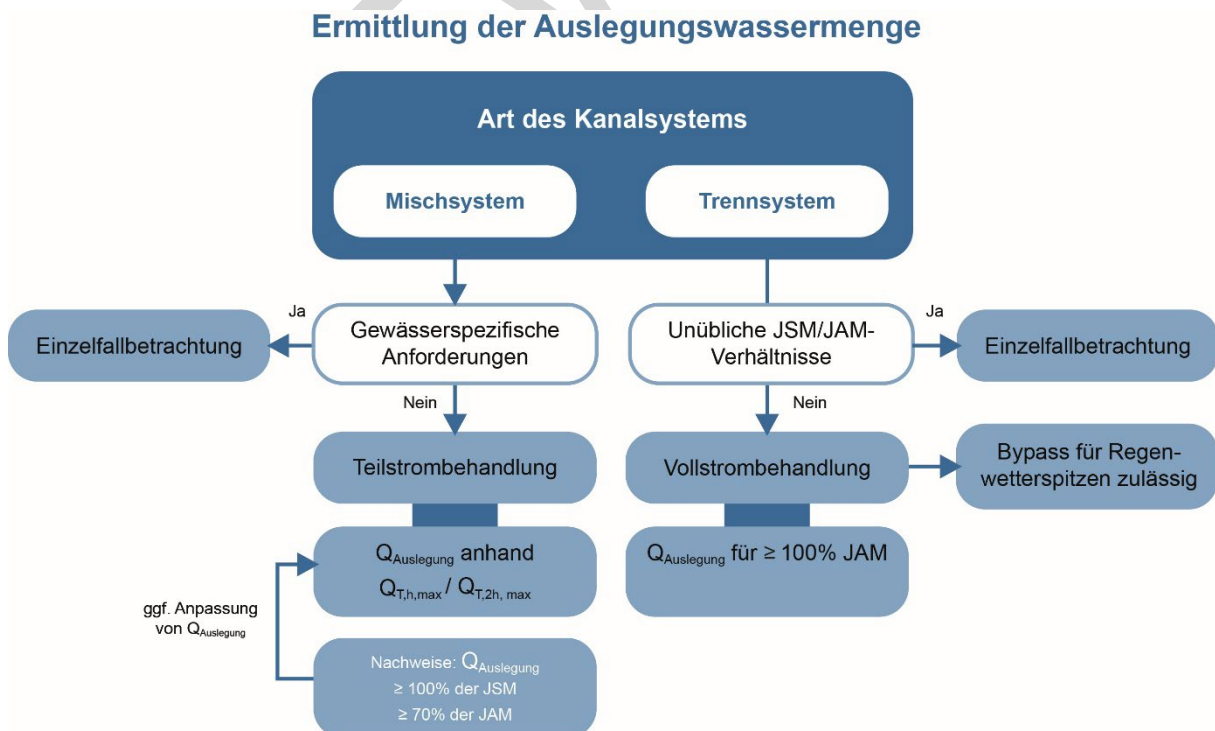


Abbildung 2: Vorgehensweise zur Ermittlung der Auslegungswassermenge für die Hauptverfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion

Für Kläranlagen mit angeschlossenem Mischsystem wird zuerst geprüft, ob für den Oberflächenwasserkörper, in den die Kläranlage einleitet, folgende gewässerspezifische Anforderungen gelten:

- das Gewässer weist unterhalb der Kläranlage besondere sensible Eigenschaften bzw. Nutzungen auf (z. B. FFH-Gebiete, Lachslaichgewässer, Karstgebiete bzw. periodisch trockenfallende Gewässer o. ä.),
- das Gewässer weist eine geringe Wasserführung auf, z. B. Verhältnis kumulierte Abwassermenge zum mittleren Niedrigwasserabfluss $Q/MNQ > 1/3$,
- das Gewässer dient unterhalb der Kläranlageneinleitung der oberflächenwassergestützten Trinkwassergewinnung,
- das Ergebnis des Wasserrahmenrichtlinien-Monitorings zeigt eine Beeinträchtigung der biologischen Qualitätskomponenten im Gewässer,
- der Kläranlagenablauf weist überdurchschnittlich hohe Mikroschadstoffkonzentrationen auf.

Treffen ein oder mehrere der o. g. Punkte zu, sind die Auslegungsbedingungen nach einer Einzelfallprüfung in Abstimmung mit der zuständigen Behörde individuell festzulegen. In der Regel wird in diesen Fällen die Behandlung eines höheren Anteils als 70 % der Jahresabwassermenge³ (JAM) festgelegt. Ggf. ist eine Vollstrombehandlung in Betrachtung zu ziehen.

Liegen keine gewässerspezifischen Anforderungen vor, kann die Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion anhand der nachfolgend dargestellten Vorgehensweise ausgelegt werden. Die Basis für die Bestimmung der Auslegungswassermenge für die Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion bildet der maximale stündliche bzw. zweistündliche Trockenwetterabfluss $Q_{T,h,max}$ bzw. $Q_{T,2h,max}$. Die Ermittlung des $Q_{T,h,max}$ bzw. $Q_{T,2h,max}$ ist nach dem DWA-A 198 „Ermittlung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ (Gelbdruck mit Stand Februar 2022) durchzuführen.

Nach Bestimmung der behandelbaren Abwassermenge ($Q_{\text{behandelbar}}$) zur Teilstrombehandlung sind **zwei Nachweise** zu führen. Zum einen muss die mit der Auslegungswassermenge behandelbare Abwassermenge mindestens der Jahresschmutzwassermenge⁴ (JSM) entsprechen und zum anderen muss diese mindestens 70 % der Jahresabwassermenge (JAM) betragen. Es sollten mindestens fünf Jahre in die Betrachtung einfließen. Die Nachweise sind für die Einzeljahre zu erbringen.

Die Festlegung der Auslegungswassermenge erfolgt anhand nachfolgender Vorgehensweise:

1. Ermittlung des $Q_{T,h,max}$ bzw. $Q_{T,2h,max}$ nach DWA-A 198 „Ermittlung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ (Gelbdruck mit Stand Februar 2022).
2. Ermittlung der behandelbaren Abwassermenge ($Q_{\text{behandelbar}}$) anhand von $Q_{T,h,max}$ bzw. $Q_{T,2h,max}$.

³ Jahresabwassermenge (JAM): (tatsächlich gemessene) Menge an Abwasser, die insgesamt in einem Jahr anfällt.

⁴ Jahresschmutzwasser (JSM): theoretischer Wert, der aus gemessenen Abwassermengen an Trockenwettertagen auf das Kalenderjahr hochgerechnet wird.

3. Ermittlung der Jahresschmutzwassermengen (JSM)⁵ für jedes Einzeljahr über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren.
4. **Nachweis 1:** Anteil der behandelbaren Abwassermenge beträgt mindestens 100 % der JSM. Der Nachweis ist für jedes Einzeljahr über den Zeitraum von mindestens fünf Jahren zu erbringen.
5. Ermittlung der Jahresabwassermengen (JAM) für jedes Einzeljahr über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren.
6. **Nachweis 2:** Anteil der behandelbaren Abwassermenge beträgt mindestens 70 % der JAM. Der Nachweis ist für jedes Einzeljahr über den Zeitraum von mindestens fünf Jahren zu erbringen.
7. Festlegung von $Q_{\text{Auslegung}}$. Wenn aus 6. hervorgeht, dass in jedem Einzeljahr der Anteil der behandelbaren Abwassermenge deutlich über 70 % der JAM liegt, besteht die Möglichkeit in Abstimmung mit der zuständigen Behörde $Q_{\text{Auslegung}}$ iterativ zu reduzieren. Die Nachweisführung ist in diesem Fall zu wiederholen.

Die Berechnung der behandelbaren Wassermenge ist anhand der stündlichen oder zweistündlichen Abflüsse aus dem Betriebstagebuch durchzuführen. Übersteigt der stündliche bzw. zweistündliche Abfluss den Wert von $Q_{T,h,\max}$ bzw. $Q_{T,2h,\max}$ wird dieser auf $Q_{T,h,\max}$ bzw. $Q_{T,2h,\max}$ festgelegt. Unterschreitet der stündliche bzw. zweistündliche Abfluss diesen Wert ist der stündliche bzw. zweistündliche Abfluss anzusetzen. Eine beispielhafte Darstellung zur Ermittlung der behandelbaren Abwassermenge ist im [Anhang A](#) gezeigt.

Sollte die vorhandene Datendichte eine Ermittlung des $Q_{T,h,\max}$ bzw. $Q_{T,2h,\max}$ nicht ermöglichen, ist die Auslegungswassermenge durch die individuelle Betrachtung der Kläranlage mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Für Kläranlagen mit angeschlossenem Trennsystem erfolgt die Auslegung der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion auf eine Vollstrombehandlung. Dabei ist sicherzustellen, dass mit der Auslegungswassermenge 100 % der Jahresabwassermenge (JAM) behandelt werden kann. Die Einrichtung eines Bypasses zur Ableitung von kurzzeitigen Regenwetterspitzen ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Bei unüblichen Jahresschmutzwasser- zu Jahresabwasser-Verhältnissen richtet sich die Auslegungswassermenge nach dem Fremdwasseranteil.

⁵ Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Jahresschmutzwassermenge bei Einleitung von mit Niederschlagswasser vermischem Schmutzwasser; RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz -IV 7 - 031 003 0101 vom 23. Oktober 2017 (MBI. NRW. S. 973-984)



Abbildung 3: Bau der Membranbelebungsanlage mit Pulveraktivkohledosierung auf der Kläranlage Rheinbach Flerzheim (links) und Aufbau des Pulveraktivkohlesilos auf der Kläranlage Kaarst-Nordkanal (rechts) des Erftverbandes (Fotos: Erftverband)

3.2 Untersuchung der Standard-Abwasserparameter

Grundsätzlich ist eine gut funktionierende Kläranlage die Voraussetzung für eine effiziente Mikroschadstoffreduktion. Hohe Konzentrationen einiger Abwasserparameter im Ablauf der Nachklärung (Zulauf der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion) können für Verfahren zur Mikroschadstoffreduktion problematisch sein und bedingen ggf. eine Optimierung der Kläranlage oder die Zwischenschaltung einer Filtration. Die Ausgangssituation der Kläranlage wird in der **Planungsphase** zunächst anhand einer Auswertung der standardmäßig gemessenen Parameter wie z. B. CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), Stickstoff und Phosphor für die letzten drei Jahre durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind bei der weiteren Planung in Betracht zu ziehen.

Zur Planung der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion sind Untersuchungen weiterer Parameter im Ablauf der Nachklärung erforderlich. Grundsätzlich wird bei allen Verfahren empfohlen, die Konzentration des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) sowie der abfiltrierbaren Stoffe (AFS) im Abwasser zu messen.

Für den Einsatz einer Ozonung sollten zusätzlich die Nitrit- und Bromidkonzentrationen gemessen werden. Durch die Ozonung wird Nitrit zu Nitrat oxidiert und erhöht somit die Ozonzehrung. Bei der Ozonung können durch die unvollständige Oxidation von Abwasserinhaltsstoffen Reaktionsprodukte entstehen, die eine potentiell höhere Toxizität als die Ausgangssubstanzen aufweisen können. Aus Bromid kann beispielsweise durch die Ozonung unter bestimmten Voraussetzungen karzinogenes Bromat gebildet werden. Für die Bewertung der Verfahrenseignung wird auf das DWA-M 285 „Spurenstoffentfernung auf kommunalen Kläranlagen – Teil 3: Ozonung – Verfahrensgrundsätze und Bemessung“ (Gelbdruck mit Stand September 2024) sowie die Empfehlungen der VSA Micropoll „Abklärung-Verfahrenseignung Ozonung – Empfehlung“ (2021) verwiesen.

Sollten die DOC-, AFS- und, bei Erwägung einer Ozonung, die Nitrit- und Bromidkonzentrationen nicht vorliegen, sollten diese im Rahmen des erweiterten Monitorings untersucht (Kapitel 3.3) werden.



Abbildung 4: Nachklärbecken auf der Kläranlage Menden des Ruhrverbandes (links; Foto: Ruhrverband) und granulierte Aktivkohle-Filter auf der Kläranlage Bergheim Glessen des Erftverbandes (rechts; Foto: Erftverband)

Neben der Erfassung der Emissionen aus der Kläranlage sollten auch Untersuchungen im Labormaßstab zur Reduktion der Mikroschadstoffe durchgeführt werden. Zur genaueren Dimensionierung des Ozonkontaktbeckens ist das mit Batch-Tests bestimmbare Ozonzehrungsverhalten ein wichtiger Parameter und sollte bei der geplanten Implementierung einer Ozonung erfasst werden. Weiterhin empfiehlt sich bei Implementierung eines Aktivkohle-Verfahrens die Durchführung von Adsorptionstests im Labormaßstab mit verschiedenen Aktivkohlen, um die für die spezielle Abwasserzusammensetzung leistungsfähigste Kohle auszuwählen.

3.3 Erweitertes Monitoring

Das erweiterte Monitoring dient in der **Planungsphase** zur Erfassung der Emissionen aus der Kläranlage bzw. der Kontrolle möglicher Auffälligkeiten der Ablaufwerte und umfasst mindestens die Messung der in Tabelle 2 aufgeführten Substanzen, den sogenannten Monitoringparametern. Falls sich im Betrieb aus den zwölf Leitparametern (Tabelle 1) weniger als sechs Parameter als geeignet zur Überprüfung des Reduktionsziels von Kläranlagen erweisen, können in Abstimmung mit der zuständigen Behörde die Ergebnisse des erweiterten Monitorings bei der Wahl von alternativen Leitparametern herangezogen werden.

Die Probenahme zum erweiterten Monitoring ist bei Trockenwetter anhand von zwei 24-h-Mischproben (inkl. der in Kapitel 3.2 genannten Parameter) im Gesamtablauf der Kläranlage durchzuführen. Zur Verbesserung der Datengrundlage ist weiterhin in der **Planungsphase** anhand der auffälligen Monitoringparameter und der zur Bewertung des Reduktionsziels verwendeten Leitparameter (Tabelle 1) eine Datenverdichtung an möglichst fünf aufeinanderfolgenden Trockenwettertagen ebenfalls anhand von 24-h-Mischproben durchzuführen. Sollte es im Einzugsgebiet Indirekteinleiter geben, die für einen ausgeprägten Wochengang verantwortlich sind, ist es sinnvoll, die Probenahme an den Wochengang anzupassen, sodass diese Indirekteinleiter miterfasst werden.

Die Messung aller Monitoringparameter ist mindestens einmal im ersten Jahr des **Regelbetriebs** im Gesamtablauf zu wiederholen, um Hinweise auf die Veränderung der Emissionen vor und nach dem Ausbau der Kläranlage zu erhalten.

Zudem ist unter bestimmten Randbedingungen eine Probenahme im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlage sinnvoll. Über die Notwendigkeit und den Umfang sollte in Abstimmung mit der zuständigen Behörde im Einzelfall entschieden werden.

Den Mikroschadstoffen ist eine sehr große Anzahl an Stoffen mit unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften und somit variierender Umweltrelevanz bzw. Reduzierbarkeit zugeordnet. Die Analytik für jeden einzelnen Stoff ist aus Kostengründen nicht durchführbar. Es wird jedoch empfohlen, mindestens die in Tabelle 2 aufgeführten Monitoringparameter im Rahmen des erweiterten Monitorings zu überprüfen. Ein weitergehender Umfang der Analytik ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Bei der Zusammenstellung der Monitoringparameter in Tabelle 2 wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Die Stoffe kommen in relevanten Konzentrationen in Kläranlagenabläufen bzw. in Oberflächengewässern vor,
- sie sind im Bereich der zu messenden Konzentrationen ökotoxikologisch oder humantoxikologisch relevant oder stehen im Verdacht relevant zu sein
- und sie sind mit einer möglichst geringen Anzahl an Analyseverfahren erfassbar.

Die Stoffliste unterscheidet sich auf Grund von neuen Erkenntnissen und rechtlichen Regelungen in einigen Parametern von den Empfehlungen aus der 2. Auflage „Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination“ (KOM-M.NRW, 2016).

Das für die Analytik beauftragte Analyselabor sollte nach DIN ISO 17025 akkreditiert sein. Außerdem sollte das Analyselabor die unteren Anwendungsgrenzen für die Leitparameter aus Tabelle 1 für behandeltes Abwasser von $\geq 0,05 \mu\text{g/L}$ laut DIN EN ISO 21676 einhalten können. Der untere Anwendungsbereich der DIN EN ISO 21676 gilt für Substanzen, deren Bestimmung nach diesem Verfahren erprobt wurde. Nicht alle Leit- und Monitoringparameter gehören zu den erprobten Substanzen. Allerdings kann das Verfahren auf weitere organische Stoffe angewandt werden, wenn dies überprüft wurde. Die Einhaltung einer Bestimmungsgrenze von $0,05 \mu\text{g/L}$ im behandelten Abwasser durch die Analyselabore ist erstrebenswert aber ggf. nicht für alle Monitoringparameter analytisch möglich.

Es gibt derzeit kein Bewertungskriterium für die Konzentration der in Tabelle 2 aufgeführten Monitoringparameter in Kläranlagenabläufen. Um dennoch die Relevanz der Monitoringparameter einordnen zu können, wird auf die Jahresdurchschnitts-(JD)-Beurteilungswerte für Oberflächengewässer zurückgegriffen. Bei den ausgewählten Bewertungskriterien handelt es sich um gesetzlich verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) für Oberflächengewässer (OGewV 2016), Orientierungswerte (OW) oder Präventivwerte (PV). Die Orientierungs- und Präventivwerte werden vom LANUK NRW fortlaufend im Rahmen des Monitoring-Leitfadens – Oberflächengewässer zusammengetragen und aktualisiert (<https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser>)⁶.

In Nordrhein-Westfalen werden per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) im Abwasser zum Teil durch andere Untersuchungsprogramme analysiert (weitere Informationen dazu unter <https://www.lanuk.nrw.de/themen/themenuebergreifende-aufgaben/gefahrstoffe/pfas/pfas-im->

⁶ Die Liste mit den Orientierungs- und Präventivwerten für den 6. WRRL-Monitoringzyklus befindet sich derzeit in Abstimmung.

[wasser](#)). Liegen Messergebnisse für PFAS im Ablauf der Kläranlage vor, müssen diese nicht im Rahmen des erweiterten Monitorings untersucht werden.

Wird die östrogene Aktivität, die mittels wirkungsbezogener Analytik (A-YES-Assay, YES oder ER CALUX) ermittelt wird, auf Expertise basierend als auffällig eingestuft, empfiehlt sich die chemische Analytik der Substanzen 17 α -Ethinylestradiol, 17 β -Estradiol und Estron.

Sollte im Einzugsgebiet eine Relevanz für die Stoffgruppen der Komplexbildner, Industriechemikalien oder/und Flammenschutzmittel bestehen, sollten diese im Rahmen des erweiterten Monitorings untersucht werden. Darüber hinaus sollte die Stoffliste unter Berücksichtigung der standortspezifischen Randbedingungen, wie z. B. besonderer Indirekteinleiter, ergänzt werden. Eine Hilfestellung bietet die Veröffentlichung des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) „Stoffeinträge aus Industrie und Gewerbe in Gewässer – Situationsanalyse“ (2022). Im Rahmen der Studie wurden die Einträge von Mikroschadstoffen aus Industrie und Gewerbe in die Oberflächengewässer in der Schweiz untersucht und aus den Ergebnissen Branchensteckbriefe erstellt. Weitere Informationen dazu unter <https://micropoll.ch/industrie-und-gewerbe/priorisierte-branchen/steckbriefe/>.

Tabelle 2: Monitoringparameter für das erweiterte Monitoring mit Jahresdurchschnitts-(JD)-Beurteilungswerten für Oberflächengewässer (Präventivwert (PV), Orientierungswert (OW), Umweltqualitätsnorm (UQN))

Substanzgruppe	Substanz	JD-Beurteilungswert [µg/L]	Grundlage
Arzneimittelwirkstoffe	Amisulprid	0,1	PV
	Azithromycin	0,019	OW
	Candesartan	0,1	PW
	Carbamazepin	2,5	OW
	Ciprofloxacin	0,089	OW
	Citalopram	0,1	PV
	Clarithromycin	0,13	OW
	Clotrimazol	0,1	PV
	Diclofenac	0,04	OW
	Erythromycin	0,5	OW
	Hydrochlorothiazid	1000	OW
	Ibuprofen	0,14	OW
	Irbesartan	0,1	PW
	Metformin	5	OW
	Metoprolol	8,6	OW
	Sulfamethoxazol	0,6	OW
	Trimethoprim	0,1	PW
	Valsartan	0,1	PW
	Venlafaxin	0,88	OW
Östrogene	Östrogene Aktivität		
	Ethinylestradiol (EE2)*	0,000017	OW
	β -Estradiol (E2)*	0,00018	PWOW
	Estron (E1)*	0,00036	OW

Substanzgruppe	Substanz	JD-Beurteilungswert [µg/L]	Grundlage
Süßstoffe	Acesulfam H	10	PW
Pestizide	Carbendazim	0,2	UQN
	m-Tolylsäurediethylamid (DEET)	71,3	UQN
	Diuron	0,2	UQN
	Mecoprop	0,1	UQN
	Propiconazol	1	UQN
	Tebuconazol	0,578	OW
	Terbutryn	0,065	UQN
	Triclosan	0,02	UQN
Korrosionsschutzmittel	1H-Benzotriazol	10	PW
	Summe aus 4- und 5-Methylbenzotriazol	10	PW
PFAS**	Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) inkl. Isomere	0,00264***	UQN- Vorschlag
	Perfluornonansäure (PFNA) inkl. Isomere	0,044***	UQN- Vorschlag
	Perfluoroctansäure (PFOA) inkl. Isomere	0,0044***	UQN- Vorschlag
	Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) inkl. Isomere	0,00065	UQN
Komplexbildner****	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	10	PW
	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)	2200	OW
	Nitrilotriessigsäure (NTA)	930	OW
Industriechemikalien****	Melamin	0,1	PW
Flammschutzmittel****	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester (TCEP)	4	OW
	Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP)	10	PV

* Chemische Analytik nur bei auffälliger östrogenen Aktivität.

** Ersetzbar durch Messergebnisse aus anderen Untersuchungsprogrammen.

*** Berechnet aus dem UQN-RL-Vorschlag (0,0044 µg/L) und dem jeweiligen PFOA-Äquivalenzfaktor.

**** Die Stoffgruppen der Komplexbildner, Industriechemikalien und Flammschutzmittel sind jeweils nur bei Relevanz im Einzugsgebiet zu messen.

Weitere Informationen zu den Substanzen, dem Verwendungszweck und den CAS-Nummern der Monitoringparameter sind in [Anhang B](#) aufgeführt.

4 Selbstüberwachung

Verfahrensstufen zur Mikroschadstoffreduktion sind hinsichtlich eines stabilen Betriebes und der kontinuierlichen Schadstoffreduktion zu überwachen. Die ordnungsgemäße Funktion dieser Verfahrensstufen sowie das Einhalten des Reduktionsziels im Regelbetrieb sind regelmäßig nachzuweisen.

4.1 Messungen und Nachweise zur Überprüfung der Mikroschadstoffreduktion

In einer etwa einjährigen **Einfahr- und Optimierungsphase** erfolgt das Einstellen eines sicheren Betriebs sowie die Optimierung der Anlage zum dauerhaften Einhalten des Reduktionsziels. Das Reduktionsziel von 80 % ist auch in dieser Phase möglichst schon einzuhalten. Im anschließenden **Regelbetrieb** ist die Reduktionsleistung entsprechend der Vorgaben nachzuweisen. Auch hier können evtl. weitere Optimierungen der Anlage erfolgen.

Grundsätzlich sind zur Berechnung des Reduktionsziels die in Tabelle 1 genannten Leitparameter zu betrachten. Abweichungen sind nur in begründeten Fällen in Abstimmung mit der zuständigen Behörde möglich (z. B. Änderung der Abwasserbeschaffenheit aufgrund Änderung einer relevanten Indirekteinleitung). Das für die Analytik beauftragte Analyselabor sollte nach DIN ISO 17025 akkreditiert sein.

Umfang und Häufigkeit der Messkampagnen sowie die Messstellen werden jeweils im Einzelfall festgelegt und orientieren sich an den Angaben in Tabelle 3. Im Detail sind Art und Umfang der Messkampagnen für die unterschiedlichen Phasen der Planung und des Betriebs vor Beginn mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Zudem ist die Messung der Monitoringparameter mindestens einmal im ersten Jahr des **Regelbetriebs** im Gesamtablauf der Kläranlage zu wiederholen, um Hinweise auf die Veränderung der Emissionen vor und nach dem Ausbau der Kläranlage zu erhalten (siehe Kapitel 3.2).

In der **Einfahr- und Optimierungsphase** sowie im **Regelbetrieb** wird im Zulauf und im Gesamtablauf der Kläranlage gemessen. Die Probe im Zulauf kann kläranlagenspezifisch an einer geeigneten Stelle zwischen dem Zulauf zur Kläranlage und dem Zulauf zur Biologie entnommen werden. Hierbei sind ggfs. mitzubehandelnde Abwässer zu berücksichtigen. Interne Kreislaufströme sollen möglichst nicht enthalten sein.

Die Messungen zum Nachweis der Mikroschadstoffreduktion sind in der Regel als 24-Stunden-Mischproben durchzuführen. Empfohlen wird eine abflussproportionale Mischprobe mit möglichst engen Intervallen zwischen den Einzelproben. Sollten lediglich zeitproportionale Probenahmen möglich sein, sind diese als 48-Stunden-Mischproben zu nehmen. Die pro Kalenderjahr durchzuführenden Probenahmen sind an verschiedenen Wochentagen und zu verschiedenen Jahreszeiten vorzunehmen. Während der Probenahmen sollte der Abfluss die Auslegungswassermenge der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion nicht überschreiten.



Abbildung 5:
Automatischer Probenehmer
auf einer Kläranlage

Tabelle 3: Anforderungen an die Messkampagnen in den verschiedenen Planungs- und Betriebsphasen

Phase	Definition	Dauer	Anzahl Messkampagnen (MK)	Probenahmepunkte	Analytik	Reduktionsziel
Planungsphase	Voruntersuchungen zur Ermittlung der Mikroschadstoffbelastungen im Kläranlagenablauf	-	3 MK	Gesamtablauf Kläranlage	Erweitertes Monitoring nach Tabelle 2*	-
Bau	Bau der Anlage zur Mikroschadstoffreduktion	-	-	-	-	-
Einfahr- und Optimierungsphase	Technische Funktionskontrolle, Einstellen dauerhaft sicherer Betrieb, Optimierung der Anlage zur sicheren Einhaltung des Reduktionsziels	sollte 1 Jahr (nach Inbetriebnahme) nicht überschreiten	einmal pro Monat	Zulauf** und Gesamtablauf der Kläranlage	Leitparameter nach Tabelle 1	Reduktion um mind. 80 % bezogen auf einen Abfluss bis zur Auslegungswassermenge, Unterschreitungen sind in dieser Phase jedoch möglich
Regelbetrieb	Bestimmungsgemäßer Betrieb der Anlage	nach Einfahr- und Optimierungsphase bis Stilllegung	4–12 MK/a	Zulauf** und Gesamtablauf der Kläranlage	Leitparameter nach Tabelle 1***	Reduktion um mind. 80 % bezogen auf einen Abfluss bis zur Auslegungswassermenge

* Zweimal erweitertes Monitoring nach Tabelle 2 und einmal Datenverdichtung anhand der auffälligen Parameter aus Tabelle 2 (siehe Kapitel 3.2).

** Die Probe im Zulauf kann an geeigneter Stelle zwischen Zulauf Kläranlage und Zulauf Biologie entnommen werden, d. h. mitzubehandelnde Abwässer sind zu berücksichtigen; interne Kreislaufströme sollen möglichst nicht enthalten sein.

*** Einmalig: Erweitertes Monitoring nach Tabelle 2 im Gesamtablauf Kläranlage im ersten Jahr des Regelbetriebs.

4.2 Berechnung der Reduktionsleistung

Das Erreichen des Reduktionsziels wird durch Sicherstellung einer Reduktion um mindestens 80 % bezogen auf die Gesamtkläranlage für festgelegte Leitparameter sowie durch die Vorgabe einer zu behandelnden Abwassermenge überprüft. Das Reduktionsziel ist bereits in der **Einfahr- und Optimierungsphase** möglichst zu erreichen und im **Regelbetrieb** sicher einzuhalten. Das Reduktionsziel ist für einen Abfluss bis zur Auslegungswassermenge der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion einzuhalten. Darüber hinaus hat eine PAK und/oder Ozondosierung dauerhaft zu erfolgen bzw. sind GAK-Filter dauerhaft zu beschicken. Im Einzelfall sind die Anforderungen an das Reduktionsziel mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Der Nachweis zum Reduktionsziel erfolgt aufgrund der Leitparameter in Tabelle 1. Um eine Einzelreduktion der jeweiligen Leitparameter um mindestens 80 % nachzuweisen, ist eine ausreichend hohe Konzentration des jeweiligen Stoffes im Zulauf zur Kläranlage notwendig. Die Konzentration im Zulauf sollte mindestens dem fünffachen der für den jeweiligen Stoff geltenden Bestimmungsgrenze im Ablauf der Kläranlage betragen. Sollte ein Leitparameter bei einzelnen Messungen nicht in ausreichend hoher Konzentration im Zulauf vorhanden sein, so ist dieser bei der Berechnung der Reduktionsleistung nicht einzubeziehen. Liegt die Konzentration eines Leitparameters im Ablauf der Kläranlage unterhalb der Bestimmungsgrenze, wird die halbe Bestimmungsgrenze als Konzentration hinzugezogen (siehe Tabelle 5 [Anhang C](#)).

Bei der Berechnung sind mindestens sechs Leitparameter zu berücksichtigen und es ist ein Verhältnis von 2:1 der Kategorie-1-Stoffe ‚sehr gut reduzierbar‘ und Kategorie-2-Stoffe ‚gut reduzierbar‘ einzuhalten. Um möglichst viele Leitparameter in die Berechnung der Reduktionsleistung einfließen zu lassen, wird diese über einen gewichteten Mittelwert berechnet.

Reduktionsleistung über den gewichteten Mittelwert:

Alle Leitparameter, die im Zulauf der Kläranlage in ausreichend hoher Konzentration vorliegen, werden in die Berechnung einbezogen und es wird ein gewichteter Mittelwert berechnet. Dazu ist zunächst die prozentuale Reduktion der Einzelstoffe zu berechnen. Anschließend erfolgt separat eine Berechnung des Mittelwertes über die Kategorie-1-Stoffe und über Kategorie-2-Stoffe. Bei der Berechnung der Gesamtreduktion werden die beiden Mittelwerte mit 2:1 gewichtet.

$$\text{Reduktionsleistung [\%]} = \frac{\text{Reduktion Kat. 1} \times 2 + \text{Reduktion Kat. 2} \times 1}{3}$$

Bei der Berechnung über den gewichteten Mittelwert werden möglichst viele Leitparameter berücksichtigt. Eine Beeinflussung des Ergebnisses durch eine Auswahl oder das Streichen einzelner Stoffe zur Einhaltung des 2:1-Verhältnisses wird hiermit ausgeschlossen. Ein Berechnungsbeispiel ist in Tabelle 6 im [Anhang C](#) dargestellt.

Das Reduktionsziel von mindestens 80 % ist als Jahresmittel des jeweiligen Kalenderjahres zu erreichen. Berechnet wird die Gesamtreduktion der Kläranlage einschließlich der Verfahrensstufe zur gezielten Reduktion der Mikroschadstoffe. So kann die Vergleichbarkeit der nachgeschalteten separaten Verfahrensstufen und der Verfahren, die auch die biologische Behandlungsstufe miteinschließen, gewährleistet werden.

Durch das Labor sind neben den Analyseergebnissen die konkreten Bestimmungsgrenzen (siehe hierzu auch Kapitel 3.2) anzugeben. Der zuständigen Behörde sind diese durch den Kläranlagenbetreibenden im Rahmen der Berichterstattung (siehe Kapitel 4.4) vorzulegen.



Abbildung 6: Sauerstofftank der Ozonung auf der Kläranlage Lemgo der Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo (links; Foto: Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo) und Pulveraktivkohlesilo auf der Kläranlage Brilon des Ruhrverbandes (rechts; Foto: Ruhrverband)

4.3 Nachweis der behandelten Abwassermenge

Neben dem Reduktionsziel ist für den **Regelbetrieb** der Nachweis über die im Berichtsjahr behandelte Abwassermenge der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion zu erbringen. Dabei kann die behandelte Abwassermenge sowohl im Zulauf oder im Ablauf der Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion nachgewiesen werden. Teilströme, die über einen Bypass geleitet werden, sind davon auszunehmen. Die Durchflussmesseinrichtung ist durch eine Erstkalibrierung und anschließend im Dreijahresrhythmus unter Berücksichtigung der Anforderungen gemäß Anlage 3 der Selbstüberwachungsverordnung kommunal (SüwV-kom) zu kalibrieren.

4.4 Dokumentation der Selbstüberwachung und Nachweis des Reduktionsziels

Für die **Einfahr- und Optimierungsphase** ist ein umfangreicher Bericht mit Darstellung der Betriebserfahrungen, besonderen Erkenntnissen und Anpassungen sowie Erläuterung der Betriebsweise einschließlich der wesentlichen Messungen und steuerrelevanten Parameter vorzulegen. Ein Vorschlag für eine Gliederung des Berichtes über die Einfahr- und Optimierungsphase von Verfahrensstufen zur Mikroschadstoffreduktion steht auf mikroschadstoffe.nrw.de/publikationen unter dem Titel „Anlage 1: Gliederung Bericht Einfahr-Optimierungsphase“ zur Verfügung.

Während der Einfahrphase besteht die Möglichkeit, bei Unterschreitung der Reduktionsleistung Optimierungen vorzunehmen und die Messung anschließend zeitnah zu wiederholen.

Zum Nachweis des ordnungsgemäßen **Regelbetriebes** der Anlage zur Mikroschadstoffreduktion und des Erreichens des Reduktionsziels ist der zuständigen Behörde ein Jahresbericht vorzulegen. Die Vorlage bei der zuständigen Behörde muss spätestens bis zum 30.06. des Folgejahres erfolgen. Der Jahresbericht kann gemeinsam mit dem Selbstüberwachungsbericht gem. §9 der Selbstüberwachungsverordnung kommunal (SüwV-kom) eingereicht werden.

Wesentliche Inhalte des Jahresberichts sind der Nachweis über die erbrachte Reduktionsleistung sowie der Nachweis der behandelten Abwassermenge.

Sofern nach Messungen zum Nachweis der Reduktionsleistung der Anlage relevante Änderungen vorgenommen wurden, z. B. Tausch/Reaktivierung der GAK, grundsätzliche Anpassungen der Steuerung, z. B. bei Unterschreitung der Reduktionsleistung oder vergleichbare Maßnahmen, sind diese im Jahresbericht zu dokumentieren.

Ferner sind die einzelnen Messkampagnen zu dokumentieren und dem Jahresbericht beizufügen. Der Jahresbericht sowie die Dokumentation der Messkampagnen sollte in der Excel-Vorlage erfolgen – diese wird durch die zuständige Behörde zur Verfügung gestellt und steht zudem unter mikroschadstoffe.nrw.de/publikationen unter dem Titel „Anlage 2: Dokumentation Nachweise 4. RS“ zum Download zur Verfügung.

Sofern bei der Beprobung Regenereignisse aufgetreten sind, die zu einer Überschreitung der Auslegungswassermenge geführt haben, sind die Ergebnisse entsprechend zu kennzeichnen.



Abbildung 7: Pulveraktivkohle-Dosieranlage auf der Kläranlage Dortmund-Deusen der Emschergerossenschaft (links; Foto: LANUK NRW) und Ozonanlage auf der Kläranlage Lemgo der Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo (rechts; Foto: Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo GmbH)

Abhängig von der Verfahrenstechnik sind weitere Aspekte relevant: Im Ablauf von Ozonanlagen ist zusätzlich das Reaktionsprodukt Bromat zu analysieren. Bei Anlagen mit Adsorptionsstufen ist der Austrag von Aktivkohle in das Gewässer zu betrachten. Über eine kontinuierliche Überwachung der Trübung im Ablauf der Kläranlage können Rückschlüsse auf einen erhöhten Austrag von Aktivkohle gezogen werden und umgehend betriebliche Anpassungen erfolgen.

5 Anhang

Anhang A: Auslegungswassermenge

Datum / Uhrzeit	Zwei-stündl. Durchfluss der Kläranlage Q_{2h} $m^3/2h$	Behandelbare Wassermenge ($Q_{T,2h,max} = 6552 m^3/2h$) $m^3/2h$
01.01.2014 00:00	4234	4234
02.01.2014 02:00	4248	4248
03.01.2014 04:00	3434	3434
04.01.2014 06:00	3521	3521
05.01.2014 08:00	3989	3989
06.01.2014 10:00	4831	4831
07.01.2014 12:00	5191	5191
08.01.2014 14:00	5285	5285
09.01.2014 16:00	4954	4954
10.01.2014 18:00	4759	4759
11.01.2014 20:00	10195	6552
12.01.2014 22:00	11830	6552
...	...	...
Summe 2014	24.886.260 m^3/a	21.003.184 m^3/a
Summe 2015	25.505.704 m^3/a	20.898.144 m^3/a
Summe 2016	23.274.849 m^3/a	19.201.212 m^3/a

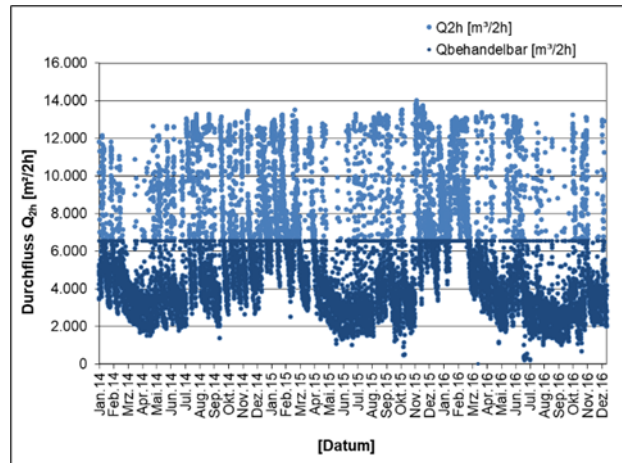


Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung zur Ermittlung der behandelbaren Abwassermenge ($Q_{\text{behandelbar}}$)

Anhang B: Erweitertes Monitoring

Tabelle 4: Substanzgruppe, Verwendungszweck und CAS-Nummern der Monitoringparameter

Substanzgruppe	Substanz	Wirkstoffgruppe	Verwendungszweck	CAS-Nummer
Arzneimittel-wirkstoffe	Amisulprid	Antipsychotika	Medizinische Behandlung	71675-85-9
	Azithromycin	Antibiotika	Medizinische Behandlung	83905-01-5
	Candesartan	Antihypertensiva	Medizinische Behandlung	139481-59-7
	Carbamazepin	Antiepileptika	Medizinische Behandlung	298-46-4
	Ciprofloxacin	Antibiotika	Medizinische Behandlung	85721-33-1
	Citalopram	Antidepressiva	Medizinische Behandlung	59729-33-8
	Clarithromycin	Antibiotika	Medizinische Behandlung	81103-11-9
	Clotrimazol	Antimykotikum	Medizinische Behandlung	23593-75-1
	Diclofenac	Nichtsteroidale Antirheumatika	Medizinische Behandlung	15307-86-5
	Erythromycin	Antibiotika	Medizinische Behandlung	114-07-8
	Hydrochloro-thiazid	Thiazide	Medizinische Behandlung	58-93-5
	Ibuprofen	Nichtsteroidale Antirheumatika	Medizinische Behandlung	15687-27-1
	Irbesartan	Antihypertensiva	Medizinische Behandlung	138402-11-6
	Metformin	Antidiabetika	Medizinische Behandlung	657-24-9
	Metoprolol	Antihypertensiva	Medizinische Behandlung	37350-58-6
	Sulfamethoxazol	Antibiotika	Medizinische Behandlung	723-46-6
	Trimethoprim	Antibiotika	Medizinische Behandlung	738-70-5
	Valsartan	Antihypertensiva	Medizinische Behandlung	137862-53-4
	Venlafaxin	Antidepressiva	Medizinische Behandlung	93413-69-5
Östrogene	EE2	Östrogene	Orale Kontrazeptiva	57-63-6
	E2	Östrogene	Natürliches Sexualhormon	50-28-2
	E1	Östrogene	Natürliches Sexualhormon	53-16-7
Süßstoffe	Acesulfam H	Süßstoff	Nahrungsmittel	33665-90-6
Pestizide	Carbendazim	Fungizid	u.a. Holzschutzmittel	10605-21-7
	DEET	Herbizid	u.a. Insektenabwehrmittel	134-62-3
	Diuron	Herbizid	u.a. Holzschutzmittel	330-54-1
	Mecoprop	Herbizid	u.a. Durchwurzelungs-schutzmittel in Dachpap-pen	93-65-2
	Propiconazol	Fungizid	u.a. Holzschutzmittel	60207-90-1
	Tebuconazol	Fungizid	u.a. Holzschutzmittel	107534-96-3
	Terbutryn	Herbizid	u.a. Anstrichfarbe	886-50-0
	Triclosan	Biozid	u.a. Desinfektionsmitteln	3380-34-5

Substanz- gruppe	Substanz	Wirkstoffgruppe	Verwendungszweck	CAS- Nummer
Korrosions- schutzmittel	1H-Benzotriazol	Benzotriazole	Geschirrspülmittel, Entkalkungsmittel, Frost- schutzmittel	95-14-7
	4-Methyl-ben- zotriazol	Benzotriazole	Frostschutzmittel	29878-31-7
	5-Methyl-ben- zotriazol	Benzotriazole	Frostschutzmittel	136-85-6
PFAS	PFHxS	PFAS	Industrie	355-46-4
	PFNA	PFAS	Industrie	375-95-1
	PFOA	PFAS	Industrie	335-67-1
	PFOS	PFAS	Industrie	1763-23-1
Komplex- bildner	DTPA	Komplexbildner	Industrie	67-43-6
	EDTA	Komplexbildner	Industrie	60-00-4
	NTA	Komplexbildner	Industrie	139-13-9
Industrie- chemikalie	Melamin	Industriechemika- lie	Industrie	108-78-1
Flamm- schutzmittel	TCEP	Flammschutzmittel	Industrie	115-96-8
	TCPP	Flammschutzmittel	Industrie	13674-84-5

Anhang C: Hinweise zur Berechnung der Reduktionsleistung mit Beispielrechnung

Bei der Ermittlung der Gesamtreduktion kann es unterschiedliche Konstellationen hinsichtlich der Konzentrationen der Mikroschadstoffe im Zulauf und Ablauf der Kläranlage und der Bestimmungsgrenzen geben. Grundsätzlich gilt, dass die Stoffkonzentration im Zulauf über oder gleich dem 5-fachen der Bestimmungsgrenze im Ablauf liegen muss, um die Berechnung einer 80%igen Reduktion sicherzustellen.

Es können die in Tabelle 5 abgebildeten Fälle hinsichtlich der Konzentrationen im Zulauf und im Ablauf der Kläranlage vorliegen. Zudem werden Hinweise für die Berechnung gegeben.

Tabelle 5: Kriterien für die unterschiedlichen Konstellationen hinsichtlich der Konzentrationen von Mikroschadstoffen im Zu- und Ablauf von Kläranlagen bei der Berechnung der Reduktionsleistung

Kriterium	Konzentration Zulauf	Konzentration Ablauf	Für die Berechnung gilt:
A	$<5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$	$\geq BG_{\text{Ablauf}}$	Da Konzentration im Zulauf kleiner als $5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$, keine Berücksichtigung bei der Berechnung der Gesamtreduktion.
B	$\geq 5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$	$\geq BG_{\text{Ablauf}}$	Berechnung der Reduktion anhand der Zulauf- und der Ablaufkonzentration.
C	$\geq 5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$	$< BG_{\text{Ablauf}}$	Berechnung der Reduktion anhand der Zulaufkonzentration und der halben Bestimmungsgrenze als Wert für die Ablaufkonzentration.
D	$< 5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$	$< BG_{\text{Ablauf}}$	Da Konzentration im Zulauf kleiner als $5 \cdot BG_{\text{Ablauf}}$, keine Berücksichtigung bei der Berechnung der Gesamtreduktion.
E	Konzentration im Zulauf kleiner als Konzentration im Ablauf		Eine negative Reduktionsleistung wird bei der Berechnung der Gesamtreduktion mit 0 % angenommen.

Eine Beispielrechnung zur Bestimmung der Gesamtreduktion in einer Kläranlage mit einer Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion ist in Tabelle 6 aufgeführt. Die Berechnung der Gesamtreduktion erfolgt anhand des gewichteten Mittelwertes (vgl. Kap. 4.2).

Tabelle 6: Beispielrechnung zur Bestimmung der Gesamtreduktion einer Kläranlage mit einer Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion. Hinweis: Die angegebenen Bestimmungsgrenzen werden nur für die Beispielrechnung angenommen und sind nicht allgemein gültig.

Leitparameter	Zulauf Kläranlage	Ablauf Kläranlage nach 4. RS		geeignet für Nachweis der Reduktionsleistung	Reduktion Einzelstoff [%]	gemittelte Reduktion über Kategorien [%]
	Konzentration [µg/L]	Konzentration [µg/L]	BG [µg/L]			
Kategorie 1						
Amisulprid	1,36	<BG	0,05	ja	98*	85
Carbamazepin	1,12	0,12	0,05	ja	89	
Citalopram	0,06	<BG	0,05	nein**		
Clarithromycin	0,14	<BG	0,05	nein**		
Diclofenac	2,92	0,35	0,05	ja	88	77
Hydrochlorothiazid	1,6	0,37	0,05	ja	77	
Metoprolol	3,93	0,29	0,05	ja	93	
Venlafaxin	0,61	0,21	0,05	ja	66	
Kategorie 2						
Benzotriazol	7,4	0,38	0,05	ja	95	77
Candesartan	4,27	1,2	0,05	ja	72	
Irbesartan	0,61	0,26	0,05	ja	57	
Summe aus 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol	1,78	0,29	0,05	ja	84	
Reduktionsleistung						82
berechnet über den gewichteten Mittelwert						
$(\text{gemittelte Reduktion Kat. 1} \cdot 2 + \text{gemittelte Reduktion Kat. 2} \cdot 1) / 3$						

* Berechnung der Reduktion anhand der Zulaufkonzentration und der halben Bestimmungsgrenze als Wert für die Ablaufkonzentration (Tabelle 5, Kriterium C)

** Konzentration im Kläranlagenzulauf liegt unterhalb dem 5-fachen der Bestimmungsgrenze im Ablauf (Tabelle 5, Kriterium D).

6 Verzeichnisse

6.1 Abkürzungsverzeichnis

AFS	Abfiltrierbare Stoffe
BG	Bestimmungsgrenze
CAS	Chemical Abstracts Service
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DEET	m-Tolylsäurediethylamid
DOC	Dissolved Organic Carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
E1	Estron
E2	β -Estradiol
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
EE2	Ethinylestradiol
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GAK	Granulierte Aktivkohle
h	Stunden
JAM	Jahresabwassermenge
JSM	Jahresschmutzwassermenge
Kat.	Kategorie
KomS BW	Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg
LANUK NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
NTA	Nitritotriessigsäure
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OW	Orientierungswert
PAK	Pulveraktivkohle
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PFHxS	Perfluorhexansulfonsäure
PFNA	Perfluornonansäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroctansulfonsäure
PV	Präventivwert
Q	Abfluss
Q _{Auslegung}	Auslegungswassermenge
Q _{behandelbar}	behandelbarer Abfluss
Q _h	stündlicher Abfluss der Kläranlage

$Q_{T,h,max} / Q_{T,2h,max}$	maximaler stündlicher bzw. zweistündlicher Trockenwetterabfluss
SüwV-kom	Selbstüberwachungsverordnung kommunal
TCEP	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester
TCP	Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester
UQN	Umweltqualitätsnorm
$\mu\text{g/L}$	Mikrogramm pro Liter
m^3/h	Kubikmeter pro Stunde
ng/L	Nanogramm pro Liter

6.2 Literaturverzeichnis

- DESTATIS (2025): https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/inhalt.html#_q4mfvt3ov, zuletzt aufgerufen am 01.07.25, Daten von 2022.
- DIN EN ISO 21676: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe, Transformationsprodukte und weiterer organischer Stoffe gelöst in Wasser und behandeltem Abwasser – Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion.
- DWA-A 198 (Stand Februar 2022): Ermittlung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen. Gelbdruck zum Arbeitsblatt mit Stand Februar 2022. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-M 285 (Stand September 2024): Spurenstoffentfernung auf kommunalen Kläranlagen – Teil 3: Ozonung - Verfahrensgrundsätze und Bemessung. Gelbdruck zum Merkblatt mit Stand September 2024. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- Flussgebiete NRW, Monitoring-Leitfaden – Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser>, zuletzt aufgerufen am 01.07.25.
- Kaste, Andrea (2023): Mikroschadstoffe im Abwasser Umsetzung in NRW. Gewässerschutz, Wasser, Abwasser. Aachen, 2023.
- KOM-M.NRW (2016): Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination. 2. Auflage. Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW.
- KOM-M.NRW (2018): Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination. 3. Auflage, unveröffentlicht. Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW.
- KomS (2018): Handlungsempfehlungen für die Vergleichskontrolle und den Betrieb von Verfahrenstechniken zur gezielten Spurenstoffelimination. Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg.

MKULNV (2014): Programm Reine Ruhr zur Strategie einer nachhaltigen Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen. Hrsg. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

MULNV NRW (2021): Maßnahmenprogramm 2022-2027 für nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas, https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/massnahmenprogramm_nrw_2022-2027.pdf, aufgerufen am 10.07.25.

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2902).

Richtlinie (EU) 2024/3019: Richtlinie (EU) 2024/3019 über die Behandlung von kommunalem Abwasser vom 12.12.2024.

Selbstüberwachung kommunal (SüwV-kom): Verordnung über Art und Häufigkeit der Selbstüberwachung von kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen und -einleitungen (Selbstüberwachungsverordnung kommunal – SüwV-kom) vom 25.05.2004.

VSA Micropoll (2021): Abklärung Verfahrenseignung Ozonung – Empfehlung. 2.Auflage. Hrsg. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute.

VSA Micropoll (2022): Stoffeinträge aus Industrie und Gewerbe in Gewässer – Situationsanalyse. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Schweiz.

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ruhr bei Arnsberg (links: Foto: Ruhrverband) und Einleitstelle (rechts; Foto: LANUK).....	7
Abbildung 2:	Vorgehensweise zur Ermittlung der Auslegungwassermenge für die Hauptverfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion.....	10
Abbildung 3:	Bau der Membranbelebungsanlage mit Pulveraktivkohledosierung auf der Kläranlage Rheinbach Flerzheim (links) und Aufbau des Pulveraktivkohlesilos auf der Kläranlage Kaarst-Nordkanal (rechts) des Erftverbandes (Fotos: Erftverband).....	13
Abbildung 4:	Nachklärbecken auf der Kläranlage Menden des Ruhrverbandes (links; Foto: Ruhrverband) und granulierten Aktivkohle-Filter auf der Kläranlage Bergheim Glessen des Erftverbandes (rechts; Foto: Erftverband)	14
Abbildung 5:	Automatischer Probenehmer auf einer Kläranlage	18

Abbildung 6:	Sauerstofftank der Ozonung auf der Kläranlage Lemgo der Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo (links; Foto: Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo) und Pulveraktivkohlesilo auf der Kläranlage Brilon des Ruhrverbandes (rechts; Foto: Ruhrverband).....	21
Abbildung 7:	Pulveraktivkohle-Dosieranlage auf der Kläranlage Dortmund-Deusen der Emschergenossenschaft (links; Foto: LANUK NRW) und Ozonanlage auf der Kläranlage Lemgo der Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo (rechts; Foto: Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo GmbH)	23
Abbildung 8:	Beispielhafte Darstellung zur Ermittlung der behandelbaren Abwassermenge (Q _{behandelbar}).....	24

6.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Leitparameter zur Ermittlung der Reduktionsleistung für Kläranlagen mit Verfahrensstufen zur Mikroschadstoffreduktion	9
Tabelle 2:	Monitoringparameter für das erweiterte Monitoring mit Jahresdurchschnitts-(JD)-Beurteilungswerten für Oberflächengewässer (Präventivwert (PV), Orientierungswert (OW), Umweltqualitätsnorm (UQN))	16
Tabelle 3:	Anforderungen an die Messkampagnen in den verschiedenen Planungs- und Betriebsphasen	19
Tabelle 4:	Substanzgruppe, Verwendungszweck und CAS-Nummern der Monitoringparameter	25
Tabelle 5:	Kriterien für die Berechnung der Reduktionleistung für Mikroschadstoffe im Zu- und Ablauf der Kläranlage	27
Tabelle 6:	Beispielrechnung zur Bestimmung der Gesamtreduktion einer Kläranlage mit einer Verfahrensstufe zur Mikroschadstoffreduktion. Hinweis: Die angegebenen Bestimmungsgrenzen werden nur für die Beispielrechnung angenommen und sind nicht allgemein gültig.....	28

Impressum

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK NRW) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 poststelle@lanuk.nrw.de www.lanuk.nrw.de
Fachliche Bearbeitung	Fachbereich 57 (Kommunales und industrielles Abwasser, Kompetenzstelle Mikroschadstoffe im Abwasser NRW, mikroschadstoffe@lanuk.nrw.de)
In Zusammenarbeit mit	Bezirksregierung Arnsberg (Dezernat 54) Bezirksregierung Detmold (Dezernat 54) Bezirksregierung Düsseldorf (Dezernat 54) Bezirksregierung Köln (Dezernat 54) Bezirksregierung Münster (Dezernat 54) Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Referat IV-7)
Titelbild	Kläranlage Dortmund Deusen, EGLV, Michael Rasche
Stand	November 2025
Veröffentlichung	Dezember 2025

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Landesamt für Natur, Umwelt und Klima
Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuk.nrw.de

www.lanuk.nrw.de
