



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEITES  
ÖSTERREICH

[bmlfuwgv.at](http://bmlfuwgv.at)

## EMISSIONEN AUSGEWÄHLTER PRIORITÄRER UND SONSTIGER STOFFE AUS KOMMUNALEN KLÄRANLAGEN



PERSPEKTIVEN FÜR  
UMWELT & GESELLSCHAFT

**umweltbundesamt**<sup>U</sup>

**IMPRESSUM**



Medieninhaber und Herausgeber:  
BUNDESMINISTERIUM  
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,  
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT  
Stubenring 1, 1010 Wien  
[www.bmlfuw.gv.at](http://www.bmlfuw.gv.at)

Text und Redaktion: Umweltbundesamt: Manfred Clara, Katharina Lenz, Yvonne Spira, Stefan Weiß; Amt der OÖ Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz: Birgit Piberhofer, Günter Minniberger.  
Lektorat und Layout: Elisabeth Stadler  
Bildnachweis: BMLFUW / Bernhard Kern (Titelseite)  
Gestaltungskonzept: WIEN NORD Werbeagentur

Alle Rechte vorbehalten.  
Wien, 30. 06. 2017

KOOPERATION

Die Probenahmen wurden von den acht beteiligten Kläranlagen durchgeführt.

Das Projekt wurde gemeinsam vom Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und allen neun Bundesländern finanziert und ist ein Ergebnis der Arbeiten des Bund-Bundesländer-Arbeitskreises „Emissionen und diesbezügliche Maßnahmen“ zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT,  
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT  
Abteilung IV/5: Anlagenbezogene, Wasserwirtschaft  
Stubenring 1  
1010 Wien



AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG  
Abt. 5 - Fachgruppe Wasser, Umwelt und ländliche Struktur -  
Hauptreferat Umweltwirtschaft  
Europaplatz 1  
7000 Eisenstadt



AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG  
Abteilung 8 - Kompetenzzentrum Umwelt, Wasser und Naturschutz  
Flatschacher Straße 70  
9020 Klagenfurt am Wörthersee



AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG  
Abteilung Wasserwirtschaft  
Landhausplatz 1  
3109 St. Pölten



AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG  
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft  
Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft / Gewässerschutz  
Kärntnerstraße 10-12  
4021 Linz



AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG  
Referat 7/05-Gewässerschutz  
Michael-Pacher-Straße 36  
5020 Salzburg



AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG  
Abteilung 15 – Referat Abfall- und Abwassertechnik, Chemie  
Landhausgasse 7  
8010Graz



AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG  
Abteilung Wasserwirtschaft  
Herrengasse 1-3  
6020 Innsbruck



AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG  
Abteilung Wasserwirtschaft  
Josef-Huter-Straße 35  
6901 Bregenz



AMT DER WIENER LANDESREGIERUNG  
MA45 - Wiener Gewässer  
Wilhelminenstraße 93  
1160 Wien



INHALTSVERZEICHNIS

IMPRESSUM.....	2
1 ZUSAMMENFASSUNG .....	6
2 SUMMARY .....	8
3 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG .....	10
4 KLÄRANLAGENAUSWAHL .....	14
4.1 KATEGORISIERUNG DER ÖSTERREICHISCHEN KLÄRANLAGEN .....	14
4.2 KLÄRANLAGENAUSWAHL.....	19
5 METHODIK .....	20
5.1 PROBENAHMEN .....	20
5.2 CHEMISCHE ANALYTIK .....	21
5.2.1 KURZBESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN ANALYTISCHEN METHODEN.....	22
5.2.1.1 Referenzparameter .....	22
5.2.1.2 Metalle .....	22
5.2.1.3 Bromierte Diphenylether (PBDE).....	23
5.2.1.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	23
5.2.1.2 Polychlorierte Dioxine und Furane und polychlorierte Biphenyle .....	24
5.2.1.3 Perfluorierte Tenside.....	25
5.2.1.4 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.....	25
5.2.1.5 Hexabromcyclododecan (HBCDD).....	25
5.2.1.6 Hormone: .....	26
5.2.1.7 Organozinnverbindungen.....	26
5.2.2 EIGNUNG DER ANGEWANDTEN ANALYTISCHEN METHODEN .....	26
5.3 RELEVANZBEWERTUNG.....	28
6 ERGEBNISSE .....	30
6.1 REFERENZPARAMETER.....	30
6.2 SPURENSTOFFE .....	34
6.2.1 VORKOMMEN .....	34
6.2.2 IDENTIFIKATION RELEVANTER ABWASSERINHALTSSTOFFE .....	38
6.2.3 KURZBESCHREIBUNG DER RELEVANTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN .....	43
6.2.3.1 Nickel.....	43
6.2.3.2 Quecksilber .....	45
6.2.3.3 Perfluoroktansulfonsäure (PFOS).....	46
6.2.3.4 Dioxine/Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle .....	48
6.2.3.5 Polybromierte Diphenylether (PBDE).....	50
6.2.3.6 Steroidhormone (17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol, Östron und 17 $\beta$ -Östradiol).....	51
6.2.3.7 Diclofenac .....	54
6.2.3.8 Kupfer .....	55
6.2.3.9 Zink.....	56
6.2.4 VERGLEICH MIT DEN UNTERSUCHUNGEN 2007/2008 .....	57
6.2.5 VERGLEICH MIT WEITEREN UNTERSUCHUNGSPROGRAMMEN.....	60
6.3 FAZIT .....	64
7 REFERENZEN .....	65
8 ANHANG .....	69
8.1 UNTERSUCHUNGSUMFANG.....	69
8.2 ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	73

## INHALT

8.3	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE JE ANLAGE.....	76
8.3.1	KLÄRANLAGE 1.....	76
8.3.2	KLÄRANLAGE 2.....	80
8.3.3	KLÄRANLAGE 3.....	84
8.3.4	KLÄRANLAGE 4.....	88
8.3.5	KLÄRANLAGE 5.....	92
8.3.6	KLÄRANLAGE 6.....	96
8.3.7	KLÄRANLAGE 7.....	100
8.3.8	KLÄRANLAGE 8.....	104
9	TABELLENVERZEICHNIS.....	108
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	109

# 1 ZUSAMMENFASSUNG

**DIE EMISSIONEN PRIORITÄRER UND SONSTIGER STOFFE** und Stoffgruppen aus acht kommunalen Kläranlagen in Österreich wurden untersucht. Hintergrund des Messprogrammes ist die Anforderung aus der Wasserrahmenrichtlinie, Daten über Art und Ausmaß signifikanter anthropogener Belastungen auf Oberflächenwasserkörper zu erheben und aufzubewahren. Es ist davon auszugehen, dass alle Stoffe, die in Haushalten, Industrie und Gewerbe eingesetzt werden, auch in das Abwasser und bei unvollständiger Entfernung in kommunalen Kläranlagen in die Gewässer gelangen können. Da zu vielen prioritären Stoffe keine oder nur wenige Daten vorliegen, wurde 2007/2008 ein erstes Untersuchungsprogramm umgesetzt und eine erste Datenbasis geschaffen. Mittlerweile wurde die Liste der prioritären Stoffe überarbeitet, für Oberflächengewässer eine Beobachtungsliste für definierte Stoffe eingeführt und für einige Stoffe wurden in der Zwischenzeit chemikalienrechtliche Beschränkungen und Verbote durchgesetzt. Daher wurde das Messprogramm im Jahr 2016 wiederholt, um die Datenbasis weiter zu verbessern und zu verbreitern und diese neuen Entwicklungen zu würdigen. Die Umsetzung erfolgte im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und aller neun Bundesländer im Rahmen des Bund-Bundesländer Arbeitskreises „Emissionen und diesbezügliche Maßnahmen“.

Acht österreichische Kläranlagen wurden beprobt. Bereits beim ersten Untersuchungsprogramm 2007/2008 erfolgte eine Kategorisierung der österreichischen Kläranlagen. Diese Kategorisierung wurde aktualisiert und es wurden Kläranlagen ausgewählt, die möglichst repräsentativ für Österreich sind. Die Probenahmen wurden von den Kläranlagenbetreibern durchgeführt. Es wurden Tagesmischproben gesammelt und zu Wochenmischproben vereint. Diese Proben wurden tiefgefroren und auf 17 prioritäre und fünf sonstige Stoffe und Stoffgruppen sowie auf fünf Stoffe der Beobachtungsliste analysiert. Insgesamt wurden 94 Spurenstoffe und zusätzlich die Referenzparameter abfiltrierbare Stoffe, chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor gemessen.

Die chemische Analytik erfolgte durch unterschiedliche Nachweisverfahren, wobei versucht wurde, möglichst sensitive Methoden anzuwenden. Die Analysen wurden vom Labor des Umweltbundesamtes und vom Labor des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung durchgeführt. Zur Bewertung der Eignung der angewandten Methoden wurden die Bestimmungsgrenzen mit den Mindestbestimmungsgrenzen laut Neufassung der Emissionsregisterverordnung (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017) und den jeweiligen Umweltqualitätsnormen bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) verglichen. Die Vorgaben der Emissionsregisterverordnung wurden mit Ausnahme von Cybutryn und Anthracen erreicht bzw. deutlich unterschritten. Die JD-UQN wurden nur für einige Stoffe bzw. Stoffgruppen unterschritten. Für einige Stoffe bzw. Stoffgruppen sind diese JD-UQN bzw. die äquivalenten Wasserwerte der Biota-UQN aber sehr niedrig und nicht erreichbar. Dies gilt u.a. für Dioxine und Furane, Cypermethrin oder 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol.

Die Auswertung der Analysenergebnisse erfolgte nach einer Minimal- und einer Maximalbewertung. Für die Minimalauswertung wurden Messungen kleiner Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt und nicht nachweisbare Stoffe gleich Null gesetzt. Für die Maximalauswertung wurden nicht nachweisbare Stoffe mit der Nachweisgrenze und Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze mit der Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

Nur wenige Stoffe bzw. Stoffgruppen waren in (fast) allen Proben nachweisbar. Dazu zählen Vertreter der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, die perfluorierten Verbindungen Perfluorhexansäure, Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), die Arzneimittelwirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen sowie die Metalle Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Nur vereinzelt oder nur in wenigen

## ZUSAMMENFASSUNG

Proben nachweisbar waren Tributylzinnverbindungen, Silber, Dicofol, Perfluorundecansäure, Perfluorheptansulfonsäure und Östriol. Blei, Cadmium, Fluoranthren, Anthracen, Benz(a)anthracen, Perfluoroctansulfonamid und Terbutryn waren zwar in zumindest einer Probe nachweisbar, aber alle Messwerte lagen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Die höchsten Konzentrationen wurden für die Metalle Kupfer, Nickel und Zink sowie für Diclofenac beobachtet. Die geringsten Konzentrationen wurden für Dioxine und Furane, polybromierte Diphenylether, Organozinnverbindungen und Hormone gemessen. Die gemessenen Konzentrationen zeigten zumeist eine gute Übereinstimmung mit ähnlichen Messprogrammen in anderen europäischen Ländern.

Analog zur Vorgehensweise bei den Untersuchungen 2007/2008 wurden, ausgehend von den vorliegenden Messergebnissen, relevante Abwasserinhaltsstoffe identifiziert und es wurden die gleichen zwei Relevanzkriterien angewandt. Ein Stoff bzw. eine Stoffgruppe wurden als relevant im Ablauf kommunaler Kläranlagen definiert, wenn entweder der Mittelwert aller gemessenen Ablaufkonzentrationen eines Stoffes bzw. einer Stoffgruppe größer als die halbe Umweltqualitätsnorm war oder zumindest für eine Kläranlage der Mittelwert der Ablaufkonzentrationen über der jeweiligen Umweltqualitätsnorm lag.

Die Anwendung der zwei Bewertungskriterien hat dasselbe Ergebnis erbracht und es wurden elf Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet. So wurden die prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe Nickel, Quecksilber, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB und polybromierte Diphenylether (PBDE), die Stoffe der Beobachtungsliste 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2), Östron (E1), 17 $\beta$ -Östradiol (E2) und Diclofenac sowie die national geregelten bzw. den sonstigen Schadstoffen zugeordneten Metalle Kupfer und Zink als relevante Stoffe bzw. Stoffgruppen im Ablauf kommunaler Kläranlagen eingestuft.

## 2 SUMMARY

**THE EMISSIONS OF PRIORITY AND OTHER SUBSTANCES** and groups of substances from eight urban wastewater treatment plants in Austria were investigated. The study is based on the requirements lined down in the Water Framework Directive demanding for the collection of information on type and magnitude of significant anthropogenic pressures and in particular from point sources. Urban wastewater treatment plants are potentially relevant point sources, as all substances used in households and by industry will be transferred to wastewater and might enter surface waters if complete removal in urban wastewater treatment plants is not achieved. For many priority substances no or only few data are available. Hence, in 2007/2008 a first monitoring campaign was started to create a first database on the occurrence of these compounds in treated wastewater. In the meantime the list of priority substances has been revised, a watch list for surface waters has been established for defined compounds and some substances are not allowed to be placed on the market anymore or their uses are subjected to authorisations and restrictions. Therefore the monitoring was repeated in 2016, in order to improve the database and to acknowledge the recent developments. The implementation was instructed by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management in cooperation with all nine Federal States within the common national working group on emissions and measures in this respect.

Eight Austrian wastewater treatment plants were sampled. Already within the first monitoring program 2007/2008 a categorisation of the Austrian wastewater treatment plants was performed. This categorisation was revised with actual data and representative wastewater treatment plants were selected for participation. The sampling was performed by the operators of the wastewater treatment plants. Daily flow-proportional composite samples were collected and from these samples weekly composite samples were generated. The samples were continuously frozen. 17 priority and five other substances and groups of substances as well as five compounds listed in the first watch list were analysed. All in all 94 micropollutants and additionally the reference compounds total suspended solids, chemical oxygen demand (COD), total nitrogen and total phosphorous were measured.

Various analytical methods were applied. The aim was to use sensitive methods, in order to generate measured data. The analyses were performed by the laboratories of the Environment Agency Austria (Umweltbundesamt) and the Federal State of Upper Austria (Labor des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung). In order to evaluate the suitability of the applied analytical methods, the limits of quantification (LOD) were compared to the minimum requirements according to the revised ordinance on the Austrian emission register 2017 (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017) as well as to the environmental quality standards referred to annual means (AA-EQS). The minimum requirements according to the ordinance on the Austrian emission register were met for most of the compounds, excepted for cybutryne and for anthracene. The AA-EQS was met only for some of the investigated substances or groups of substances. For other substances or groups of substances these AA-EQS or the respective equivalent water values for biota-EQS are very low and not achievable in wastewater. Beside others this stands for dioxins, cypermethrin or 17 $\alpha$ -ethinylestradiole.

The analytical results were assessed following a minimum and a maximum approach. For the minimum approach results below the limit of quantification (LOQ) were considered with the limit of detection (LOD) and non-detects were set equal to zero. For the maximum approach results below LOQ were considered with the LOQ and non-detects were set equal to the LOD.

Some substances or groups of substances were detected in all samples: polyaromatic hydrocarbons, the perfluorinated compounds perfluorohexanoic acid, perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS), the pharmaceutically active compounds diclofenac and ibuprofen as well as the metals copper, nickel, mercury and zinc. Tributyltin compounds, silver, dicofol,



## SUMMARY

perfluoroundecane acid, perfluoroheptanoic sulfonic acid and estriol were detected in a few samples. Lead, cadmium, fluoroanthene, anthracene, beno(a)anthracene, perfluorooctanesulfonamide and terbutryn were detected at least in one sample but all measurements of these compounds were below their respective LOQ.

The highest concentrations were detected for the metals copper, nickel and zinc as well as for the pharmaceutically active compound diclofenac. The lowest concentrations were measured for dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls, for brominated diphenyl ethers, for organotin compounds and for steroidal hormones. The observed concentrations are comparable to findings documented by various monitoring campaigns in other European countries.

In analogy to the procedure used within the monitoring program 2007/2008 and based on the generated monitoring data, relevant substances or groups of substances were identified by applying two relevance criteria. Substances or groups of substances were assessed relevant in the effluents from urban wastewater treatment plants if, i) the average of all measured effluent concentrations for a defined compound or group of compounds is higher than half the respective AA-EQS or ii) at least in one wastewater treatment plant the average value of the available effluent concentrations exceeds the respective AA-EQS.

Both criteria resulted in the same list of relevant substances and groups of substances, identifying eleven potentially relevant compounds. Thus, the priority and priority hazardous substances nickel, mercury, perfluorooctanesulfonic acid, dioxins and dioxin-like PCB, polybrominated diphenyl ethers and the watch list parameters 17 $\alpha$ -ethinylestradiole (EE2), estrone (E1), 17 $\beta$ -estradiole (E2) and diclofenac as well as the two metals copper and zinc (river basin specific pollutants) were assessed relevant substances or groups of substances in the effluents of urban wastewater treatment plants.

### 3 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

**DIE WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL, 2000/60/EG)** fordert in Art. 16 Strategien gegen die Wasserverschmutzung durch einzelne Schadstoffe oder Schadstoffgruppen, die ein erhebliches Risiko für oder durch die aquatische Umwelt darstellen. Eine erste Liste dieser prioritären Stoffe auf EU-Ebene wurde im Jahr 2001 (2455/2001/EG) veröffentlicht. Mit RL 2008/105/EU wurde diese erste Liste überarbeitet und es wurden für 33 prioritäre Stoffe bzw. Stoffgruppen und acht sonstige auf EU-Ebene relevante Stoffe bzw. Stoffgruppen Umweltqualitätsnormen (UQN) vorgegeben. Die nationale Umsetzung dieser Richtlinie erfolgte in der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF). Die QZV Chemie OG enthält neben den prioritären Stoffen auch eine Liste von national relevanten Stoffen.

Die WRRL gibt in Art. 5 und in Anhang II 1.4 vor, dass Daten über Art und Ausmaß der signifikanten anthropogenen Belastungen auf Oberflächenwasserkörper zu erheben und aufzubewahren sind. In Richtlinie 2008/105/EU wird dies wiederholt. So schreibt Art. 5 der Richtlinie vor, dass die Mitgliedstaaten für jede Flussgebietseinheit oder jeden Teil einer Flussgebietseinheit in ihrem Hoheitsgebiet eine Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste aller prioritären Stoffe erstellen. Diese Anforderungen sind in der Emissionsregisterverordnung (EmRegV-OW, BGBl. II 29/2009 idgF) umgesetzt und die Datenbank EMREG-OW bildet das Register für Emissionen aus Punktquellen. Derzeit berichten rund 860 Registerpflichtige in EMREG-OW. Davon sind rund 2/3 kommunale Kläranlagen (rund 640 kommunale Kläranlagen mit einer Kapazität von 2.000 EW oder mehr).

Da der Wissenstand über viele der in der QZV Chemie OG geregelten Stoffe und Stoffgruppen hinsichtlich Vorkommen und Verhalten in kommunalem Abwasser gering ist, wurde im WRRL Bund-Bundländer Arbeitskreis Emissionen und diesbezügliche Maßnahmen (früher AK-C) im Jahr 2007 das Projekt „Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – relevante Emissionen aus kommunalen Kläranlagen“ initiiert und durchgeführt. Im Zuge dieses Projektes wurden alle Stoffe bzw. Stoffgruppen der QZV Chemie OG im Ablauf kommunaler Kläranlagen untersucht und relevante Stoffe bzw. Stoffgruppen identifiziert (UMWELTBUNDESAMT, 2009), die zum Teil für eine verpflichtende Messung in die EmRegV-OW aufgenommen wurden. Das Projekt ermöglichte eine erhebliche Einschränkung des Messumfangs durch eine Eingrenzung auf wenige (vier) prioritäre Stoffe.

Mit Richtlinie 2013/39/EU wurde die UQN-Richtlinie 2008/105/EG überarbeitet und zwölf zusätzliche prioritäre Stoffe bzw. Stoffgruppen definiert. Dies sind Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (DL-PCB), Dicofol, Cypermethrin, Quinoxifen, Aclonifen, Terbutryn, Bifenox, Cybutryn, Dichlorvos, Hexabromcyclododecan, sowie Heptachlor und Heptachlorepoxyd.

Analog zur Ausgangssituation im Jahr 2007 liegen derzeit nahezu keine Daten zu Konzentrationen dieser Stoffe und Stoffgruppen in kommunalen Abwässern vor. Ein Vorkommen kann aber nicht ausgeschlossen werden. Für diese prioritären Stoffe bzw. Stoffgruppen ist die Relevanz des Vorkommens im Kläranlagenablauf zu bewerten.

Heptachlor und Heptachlorepoxyd sind bereits als national relevante Stoffe in der QZV Chemie OG enthalten und diese zwei Stoffe wurden bereits im genannten Projekt untersucht. Heptachlor und Heptachlorepoxyd waren dabei in keiner der Proben nachweisbar. Zudem ist Heptachlor ein „persistenter organischer Schadstoff“ nach POP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 850/2004) und nach der Stockholm Konvention. Damit unterliegen diese Stoffe bereits einer weitgehenden Regulierung. Es ist nicht von einem verstärkten Vorkommen dieser zwei Stoffe im Abwasser auszugehen und es ist daher nicht erforderlich,

diese zwei Stoffe neuerlich zu analysieren. Die anderen elf Stoffe bzw. Stoffgruppen werden in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Zusätzlich zu diesen elf prioritären Stoffen bzw. Stoffgruppen werden die folgenden Parameter untersucht:

- Stoffe, die beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) als relevant identifiziert wurden, aber nicht in die EmRegV-OW aufgenommen wurden. Dazu zählt z.B. die Stoffgruppe der polybromierten Diphenylether (PBDE).
- Stoffe, die beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) als relevant identifiziert wurden und auch in EmRegV-OW aufgenommen wurden, für die aber wegen der unzureichenden Bestimmungsgrenzen der verwendeten Messmethoden nahezu keine Messergebnisse vorliegen. Dazu zählen z.B. Cadmium und Tributylzinnverbindungen. Zusätzlich werden auch Dibutylzinnverbindungen gemessen, weil diese mit der analytischen Methode zur Bestimmung der Tributylzinnverbindungen mit erfasst werden und Dibutylzinnverbindungen als nationale Schadstoffe im Anhang B der QZV Chemie OG geregelt sind.
- Stoffe, die beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) als nicht relevant identifiziert wurden, aber aufgrund der Änderung des Bewertungskriteriums und basierend auf den verfügbaren Messwerten relevant sein könnten. Dazu zählen Nickel, Blei, Quecksilber und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).
- Sonstige nationale Stoffe, die beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) als relevant identifiziert wurden. Dazu zählen z.B. Kupfer und Zink. EDTA und NTA wurden zwar auch als relevant identifiziert. Für diese Stoffe liegen aber ausreichend Daten vor, weshalb diese zwei Komplexbildner nicht neuerlich untersucht werden.
- Der Arzneimittelwirkstoff Diclofenac wurde als potentieller prioritärer Stoff diskutiert und in die erste Beobachtungsliste nach RL 2008/105/EG geändert durch RL 2013/39/EU aufgenommen. Diclofenac wird hauptsächlich über kommunale Kläranlagen in Gewässer emittiert (CLARA et al., 2014). Die Aufnahme von Diclofenac in das Untersuchungsprogramm ist daher sinnvoll. Zusätzlich wird auch Ibuprofen untersucht, weil Ibuprofen mit der analytischen Methode für Diclofenac miterfasst wird und auch Ibuprofen als potentieller prioritärer Stoff diskutiert wurde.
- Die Östrogenhormone 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2), 17 $\beta$ -Östradiol (E2), Östron (E1) und Östriol (E3) wurden auf europäischer Ebene als potentielle prioritäre Stoffe diskutiert und in die erste Beobachtungsliste nach RL 2008/105/EG geändert durch RL 2013/39/EU aufgenommen. Für diese Hormone sind nur wenige Messungen in den Abläufen kommunaler Kläranlagen verfügbar und z.T. stammen diese Messungen aus den Jahren 2000-2002 (ARCEM, 2003).
- Zusätzlich zur Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), die mit RL 2013/39/EU als prioritär gefährlicher Stoff definiert wird, werden weitere Vertreter der per- und polyfluorierten Tenside untersucht. Die analytische Methode zur Messung von PFOS erlaubt die Bestimmung weiterer per- und polyfluorierter Verbindungen und diese Stoffe werden derzeit aufgrund ihrer Stoffeigenschaften (Persistenz, Toxizität, Akkumulation) stark diskutiert (UMWELTBUNDESAMT, 2009; EPA, 2016; UMWELTBUNDESAMT, 2017). Zusätzlich zu PFOS werden zwölf weitere perfluorierte Tenside gemessen.

Eine Zusammenfassung der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen enthält Tabelle 1. Zusätzlich zu diesen Spurenstoffen werden auch Referenzparameter in den Proben analysiert. Dazu zählen abfiltrierbare Stoffe

(AFS), chemischer Sauerstoffbedarf (CSB, in der Gesamtprobe und in der filtrierten Probe), Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor.

TABELLE 1: ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN

Prioritäre Stoffe	Stoffe der Beobachtungsliste	Sonstige Stoffe
Aclonifen	17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2)	Dibutylzinnverbindungen (DBT)
Blei (gesamt)	17 $\beta$ -Östradiol (E2)	Ibuprofen
Bifenox	Diclofenac	Kupfer (gesamt)
Cadmium (gesamt)	Östron (E1)	Zink (gesamt)
Cybutryn	Östradiol (E3)	Perfluorierte Tenside:  Perfluorohexansäure Perfluoroheptansäure Perfluorooctansäure Perfluorononansäure Perfluorodecansäure Perfluoroundecansäure Perfluorododecansäure Perfluorohexansulfonsäure Perfluoroheptansulfonsäure Perfluorooctansulfonsäure Perfluorodecansulfonsäure N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid Perfluorooctansulfonamid
Cypermethrin		
Dichlorvos		
Dicofol		
Dioxine und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCDD+PCDF+DL-PCB) (29 Einzelstoffe, 7 polychlorierte		
Dibenzoparadioxine, 10 polychlorierte		
Dibenzofurane und 12 dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle)		
Hexabromcyclododecan (HBCDD)		
Nickel (gesamt)		
Quecksilber (gesamt)		
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)		
Polybromierte Diphenylether (PBDE) (Kongener 28, 47, 99, 100, 153, 154)		
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (Anthracen, Fluoranthren, Naphthalin, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren)		
Quinoxifen		
Terbutryn		
Tributylzinnverbindungen (TBT)		

Das Ziel des Projektes ist die Schaffung bzw. Verbesserung der Datenbasis zum Vorkommen der ausgewählten Stoffe und Stoffgruppen in den Abläufen kommunaler Kläranlagen. Es ist nicht Ziel des Projektes mit dem erlangten Ergebnis einen verschärften Stand der Technik für kommunale Kläranlagen festzulegen. Ebenso ist es nicht Ziel, nach Vorliegen der Ergebnisse die in kommunalen Kläranlagenabläufen künftig zu messenden Parameter im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung des wasserrechtlichen Konsenses vorzugeben.

Zur Erreichung des Projektzieles waren in einem ersten Schritt kommunale Kläranlagen für das Untersuchungsprogramm auszuwählen und für die Teilnahme zu gewinnen. Der zweite Arbeitsschwerpunkt lag in der Umsetzung der Probenahmen und der Analytik. Die Analysenergebnisse wurden ausgewertet und mit den Ergebnissen der Untersuchungen in den Jahren 2007 und 2008 sowie mit Ergebnissen diverser Untersuchungsprogramme in kommunalen Kläranlagen verglichen. Diesen drei inhaltlichen Schwerpunkten folgt auch die Gliederung des vorliegenden Berichtes:

- **Abschnitt 4:** Kläranlagenkategorisierung und Kläranlagenauswahl: Die Kläranlagenkategorisierung nach dem Schema der Untersuchungen 2007/2008 wurde mit aktuellen Daten überarbeitet. Auch die Kläranlagenauswahl erfolgte in Anlehnung an die Untersuchungen in den Jahren 2007 und 2008 und es wurden acht kommunale Kläranlagen

untersucht. Voraussetzung war die Bereitschaft der Kläranlagen, aktiv bei dem Untersuchungsprogramm teilzunehmen. In einem ersten Schritt wurden daher in Absprache mit den Vertretern der Bundesländer acht kommunale Kläranlagen ausgewählt, die im Rahmen des Projektes beprobt wurden.

- **Abschnitt 5:** Probenahme und Analytik: Während beim Kläranlagenuntersuchungsprogramm 2007/2008 Tagesmischproben untersucht wurden, wurde für dieses Projekt angestrebt, die Analysen auf der Basis von Wochenmischproben durchzuführen. Wochenmischproben haben den Vorteil, dass damit ein längerer Zeitraum abgedeckt wird und die Sammlung des erforderlichen Probenvolumens basierend auf durchflussproportionalen Tagesmischproben erfolgen kann. Der Nachteil ist, dass Tagesspitzen gedämpft werden und die Probenkonservierung aufwändiger wird. Da auch über das Emissionsregister über einen längeren Zeitraum anfallende Belastungen in der Form von Jahresfrachten erfasst werden, wird die Nichterfassung von Tagesspitzen nicht als einschränkend erachtet. Die Emissionsdaten können zudem für Abschätzungen und Bewertungen für (Teil)Einzugsgebiete verwendet werden. Auch dafür sind durchschnittliche repräsentative Emissionsdaten erforderlich. Daher wurden von den Kläranlagen durchflussproportionale Tagesmischproben gesammelt und zu Wochenmischproben aggregiert. Diese Wochenmischproben wurden der Analytik zugeführt. Es wurden vier Wochenmischproben im Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter 2016 generiert. Die Analytik erfolgte durch entsprechend sensitive Methoden, wobei unterschiedliche hochauflösende Verfahren angewandt wurden.
- **Abschnitt 6:** Ergebnisse und Auswertungen: Das Vorkommen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen wird beschrieben und potentiell relevante Stoff bzw. Stoffgruppen in den Abläufen kommunaler Kläranlagen wurden entsprechend den beschriebenen Relevanzkriterien identifiziert. Die Untersuchungsergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Untersuchungen 2007/2008 sowie mit ähnlichen Monitoringprogrammen in anderen europäischen Ländern verglichen.

## 4 KLÄRANLAGENAUSWAHL

### 4.1 KATEGORISIERUNG DER ÖSTERREICHISCHEN KLÄRANLAGEN

**IM RAHMEN DES PROJEKTES** „Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – relevante Emissionen aus kommunalen Kläranlagen“ (UMWELTBUNDESAMT, 2009) wurde eine Kategorisierung der kommunalen Kläranlagen durchgeführt, um repräsentative Kläranlagen für die Beprobungen auszuwählen. Dabei wurden die folgenden Kriterien bei der Kategorisierung berücksichtigt:

- Einleiterstruktur im Einzugsgebiet: die Einleiterstruktur im Einzugsgebiet wurde als wesentlichstes Kategorisierungselement eingestuft und es wurden in Abhängigkeit vom Indirekteinleiteranteil (IE) drei Klassen unterschieden:
  - IE praktisch vernachlässigbar ( $IE < 25\%$ ),
  - gemischte Einzugsgebiet mit mittleren bis hohen gewerblichen und industriellen Frachtanteilen ( $25 \leq IE \leq 75\%$ ) und
  - Einzugsgebiete mit sehr starker industrieller bzw. gewerblicher Nutzung ( $IE > 75\%$ ).

Die Bestimmung des Indirekteinleiteranteils erfolgte über die Belastung im Zulauf und die angeschlossenen Einwohner.

- Ausbaugröße: Bei der Ausbaugröße wurde als Unterteilungskriterium die Kapazität von 5.000 EW angesetzt. Mit dieser Größenordnung ist eine Änderung der Reinigungsleistung gefordert (von Nitrifikation auf Stickstoffentfernung), womit sich Bemessungs- und Betriebsparameter der jeweiligen Kläranlage ändern. Diese Einteilung wurde u. a. deshalb gewählt, weil verschiedene Untersuchungen zum Ergebnis gelangt sind, dass ab einem Schlammalter von mehr als zehn Tagen auch eine Vielzahl abbaubarer organischer Verbindungen entfernt werden kann (ARCEM 2003; CLARA et al., 2005). Ein Bemessungsschlammalter von zehn Tagen ist laut ATV-A131 (ATV-DVWK 2000) für die Bemessung von stickstoffentfernenden Kläranlagen anzusetzen, wird aber auch von Kläranlagen mit simultaner Schlammstabilisierung eingehalten bzw. deutlich überschritten. Damit ist das Einteilungskriterium Ausbaugröße auch an die Reinigungsleistung gekoppelt.
- Angewandtes Reinigungsverfahren/Verfahrenstechnik: Das Reinigungsverfahren wurde bei der Kategorisierung nicht berücksichtigt, weil aufgrund der zahlreichen Kombinationen eine unpraktikable Vielzahl von Unterteilungen vorzunehmen gewesen wäre. Dieser Parameter führt daher zu keiner überschaubaren und sinnvoll anwendbaren Einteilung. Zudem ist unabhängig von der angewandten Verfahrenstechnik die geforderte Reinigungsleistung zu erbringen und diese geht über die Ausbaugröße in die Kategorisierung ein. Das Belebungsverfahren ist das am häufigsten eingesetzte Verfahren bei der biologischen Abwasserreinigung. Für die Untersuchungen wurden daher sowohl einstufige als auch zweistufige Belebungsanlagen gewählt.
- Reinigungsleistung: Die Reinigungsleistung wurde bei der Kläranlagenkategorisierung indirekt über die Anlagengröße berücksichtigt.
- Entwässerungssystem: Die Art der Siedlungsentwässerung wurde nicht als Kategorisierungskriterium herangezogen, weil eine klare Trennung und Zuordnung nicht möglich ist. Die meisten Siedlungsräume weisen eine Mischung der zwei Hauptentwässerungsverfahren (Misch- und Trennkanalisation) auf.

Die Kläranlagenkategorisierung basierte auf den Kriterien Einleiterstruktur im Einzugsgebiet und Ausbaugröße und es wurden sechs Kategorien unterschieden. Die Parameter Reinigungsverfahren, Reinigungsleistung und Entwässerungssystem wurden nicht berücksichtigt. Die schematische Darstellung dieser Kategorisierung zeigt Abbildung 1.

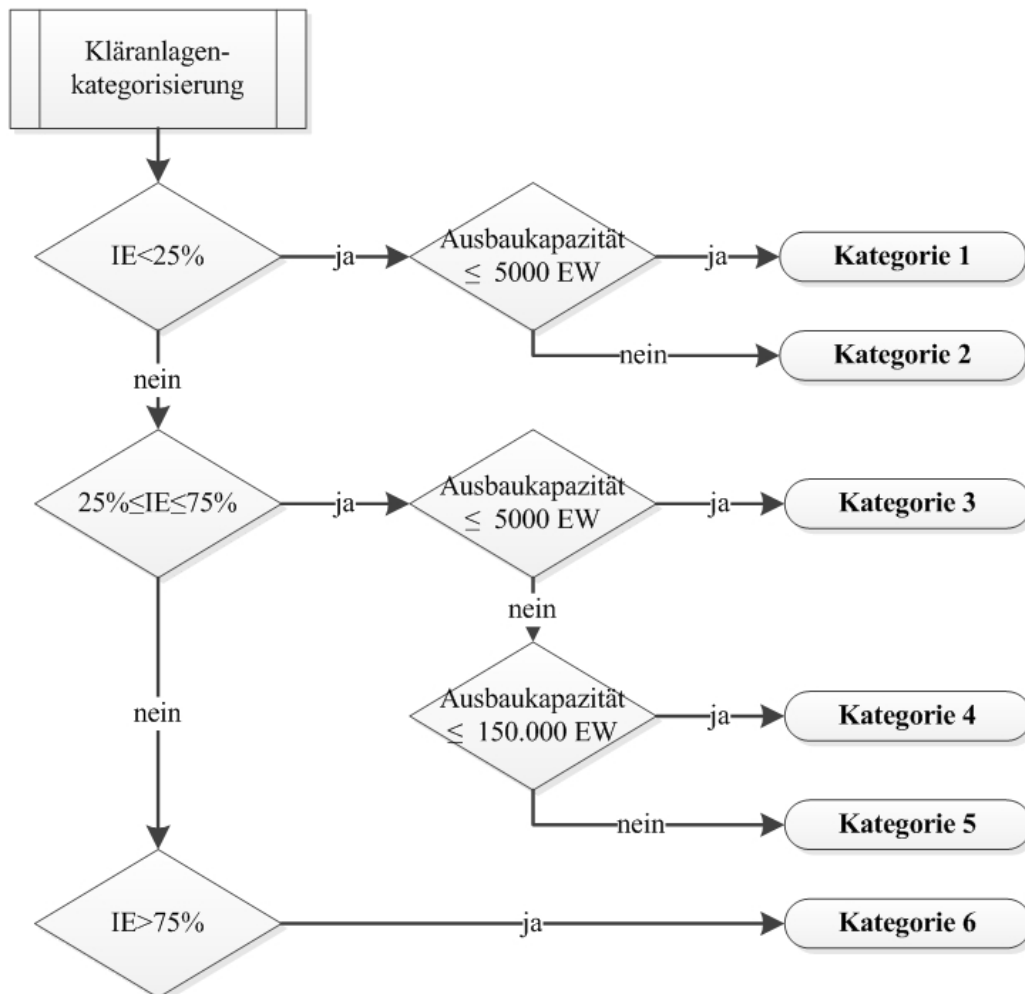


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kläranlagenkategorisierung

In Hinblick auf den **Indirekteinleiteranteil** im Einzugsgebiet waren für 2015 Daten für 445 von 634 österreichischen Kläranlagen mit einer Kapazität größer oder gleich 2.000 EW<sub>60</sub> (Stand 2015) verfügbar. Für die Bestimmung des Indirekteinleiteranteils im Einzugsgebiet wurden für die einzelnen Kläranlagen die angeschlossenen Einwohner (E) ermittelt. Die Datenbasis hierfür waren vorwiegend die Meldungen der Kläranlagenbetreiber in das Emissionsregister (EMREG-OW) aber auch Daten der Kläranlagen-Nachbarschaften (KAN) mit Stand des Zustandsberichtes 2014 (ÖWAV, 2014). Aus diesen Angaben wurde die CSB-Belastung aus den angeschlossenen Einwohnern mit 110 g CSB/E/d errechnet (LINDTNER und ZESSNER, 2003) und mit den gemeldeten Frachten aus EMREG-OW verglichen. Für jene Anlagen, für die Daten verfügbar waren, wurde aus der Differenz der errechneten und der gemessenen Frachten der IE-Anteil bestimmt. Soweit verfügbar, wurden neben dem CSB auch die BSB<sub>5</sub>-, N<sub>ges</sub>- und P<sub>ges</sub>-Werte in der Berechnung berücksichtigt um eine weitere Vergleichsmöglichkeit (Plausibilitätsprüfung) zu haben.

Das Ergebnis der Kläranlagenzuordnung nach dem Indirekteinleiteranteil ist in Tabelle 2 zusammengefasst. Zum Vergleich sind auch die Ergebnisse der Zuordnung 2007/2008 dargestellt. Die Datengrundlage für die Kläranlagenkategorisierung 2007/2008 bildete die Daten aus der Kläranlagendatenbank (2002-2006) und die

Daten der Kläranlagen-Nachbarschaften (KAN) mit Stand der Zustandsberichte 2002 (ÖWAV, 2002). Dabei wurden die jeweils aktuellsten verfügbaren Daten ausgewertet.

TABELLE 2: KLÄRANLAGENZUORDNUNG AUFGRUND DES INDIREKTEINLEITERANTEILS

IE-Anteil	Anzahl Kläranlagen				Kapazität			
	absolut		relativ [%]		absolut [EW <sub>60</sub> ]		relativ [%]	
	2006	2015	2006	2015	2006	2015	2006	2015
IE<25%	167	203	40	46	1.909.840	2.477.473	10	13
25%≤IE≤75%	231	224	55	50	13.446.156	14.309.072	74	74
IE>75%	22	18	5	4	2.851.627	2.484.950	16	13
<b>Gesamt</b>	<b>420</b>	<b>445</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>18.207.623</b>	<b>19.271.495</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Im Vergleich zur Kategorisierung in den Jahren 2007/2008 konnten mehr Kläranlagen nach dem Indirekteinleiteranteil kategorisiert werden. Während 2007/2008 für 420 Kläranlagen mit einer Kapazität von 18.207.623 EW die erforderlichen Daten für die Kategorisierung verfügbar waren, konnten bei der Aktualisierung 445 Kläranlagen mit einer Gesamtkapazität von 19.271.495 EW zugeordnet werden. Während es im Jahr 2015 hinsichtlich der Verteilung der Anzahl der Kläranlagen zu einer leichten Verschiebung zugunsten der Kategorie „IE<25%“ kam (46% im Vergleich zu 40% im Jahr 2007/2008), entspricht die Verteilung der Kläranlagen hinsichtlich der Kapazität im Wesentlichen jener von 2007/2008.

Rund 50% der Anlagen, für die Daten verfügbar waren, weisen einen Indirekteinleiteranteil zwischen 25% und 75% auf. Auch die Kategorie mit einem IE-Anteil kleiner 25% umfasst mit 203 Anlagen rund 46% der berücksichtigten Kläranlagen, wohingegen stark industriell/gewerblich beeinflusste Kläranlagen – bezogen auf die Anlagenanzahl – nur einen geringen Anteil ausmachen.

Bei Berücksichtigung der Ausbaupkapazität wird der Einfluss der Klasse mit einem IE-Anteil zwischen 25% und 75% weiter hervorgehoben. Fast drei Viertel der Anlagenkapazität sind dieser Klasse zuzuordnen. Die Klassen mit IE-Anteilen kleiner 25% bzw. größer 75% enthalten in Summe rund ein Viertel der berücksichtigten Kapazität. Der Anteil der beiden Klassen beträgt jeweils rund 13%. Das Verhältnis der Ausbaupkapazität zur Kläranlagenanzahl zeigt, dass die Gruppe mit einem IE-Anteil kleiner 25% vor allem kleinere Anlagen umfasst, wohingegen die Klasse mit einem IE-Anteil von über 75% durch wenige große bzw. stark belastete Anlagen bestimmt wird.

In Hinblick auf die **Ausbaugröße** weisen 247 von insgesamt 634 Kläranlagen größer oder gleich 2.000 EW eine Kapazität kleiner oder gleich 5.000 EW auf. 368 Kläranlagen liegen in der Größenklasse größer 5.000 EW und kleiner oder gleich 150.000 EW und 19 Anlagen sind auf eine Ausbaugröße von mehr als 150.000 EW bemessen. Im Vergleich zur Kategorisierung in den Jahren 2007/2008 ist die Anzahl der Kläranlagen annähernd gleichbleibend, während bei der Gesamtkapazität ein leichter Anstieg zu beobachten ist. Die Verteilung von Anzahl und Kapazität der Kläranlagen nach Größenkategorien ist dabei ähnlich der Verteilung im Jahr 2007/2008. Bei den Kläranlagen der Kategorie größer 150.000 EW fielen seit der letzten Kläranlagenkategorisierung zwei Kläranlagen weg, weil sie als rein industrielle Kläranlagen kategorisiert wurden. Eine Kläranlage ist neu dazugekommen, weil die Anlage auf eine Kapazität von mehr als 150.000 EW ausgebaut wurde.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Kläranlagenzuordnung nach der Ausbaugröße und vergleicht die aktuelle Zuordnung mit den Ergebnissen der Zuordnung 2007/2008.



TABELLE 3: KLÄRANLAGENEINTEILUNG NACH DER AUSBAUGRÖßE

Ausbaugröße	Anzahl Kläranlagen				Kapazität			
	absolut		relativ [%]		absolut [EW <sub>60</sub> ]		relativ [%]	
	2006	2015	2006	2015	2006	2015	2006	2015
≤5.000 EW	261	247	41	39	865.694	832.239	4,0	4,0
>5.000-150.000 EW	355	368	56	58	9.699.815	10.427.549	46	48
>150.000 EW	20	19	3,0	3,0	10.574.267	10.280.867	50	48
<b>Gesamt</b>	<b>636</b>	<b>634</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>21.139.776</b>	<b>21.540.655</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Die meisten Kläranlagen weisen eine Ausbaugröße zwischen 5.000 und 150.000 EW auf. Mehr als die Hälfte der berücksichtigten Anlagen (rund 58%) fällt in diese Klasse. Mit 39% bzw. 247 Anlagen umfasst auch die Klasse der kleinen Anlagen mit einer Ausbaupkapazität von kleiner oder gleich 5.000 EW eine große Anzahl von Kläranlagen, wohingegen nur 19 Kläranlagen (rund 3%) auf eine Kapazität von mehr als 150.000 EW ausgebaut sind.

Ähnlich der Verteilung nach dem Indirekteinleiteranteil wird dieses Bild durch Berücksichtigung der Ausbaupkapazität relativiert. Während die Klasse der Anlagen kleiner oder gleich 5.000 EW zwar rund 39% der Anlagen beinhaltet, entspricht diese Anzahl nur rund 4% der installierten Gesamtkapazität. Demgegenüber berücksichtigt die Klasse der großen Anlagen zwar nur 3% der Anlagen (19 Anlagen) aber rund die Hälfte der installierten Gesamtkapazität. Die andere Hälfte der Gesamtkapazität (48%) ist auf die 368 Kläranlagen mit Ausbaugrößen zwischen 5.000 und 150.000 EW verteilt.

Die Summenhäufigkeiten der Kapazität und der mittleren Belastung der 634 kommunalen Kläranlagen sind in Abbildung 2 dargestellt.

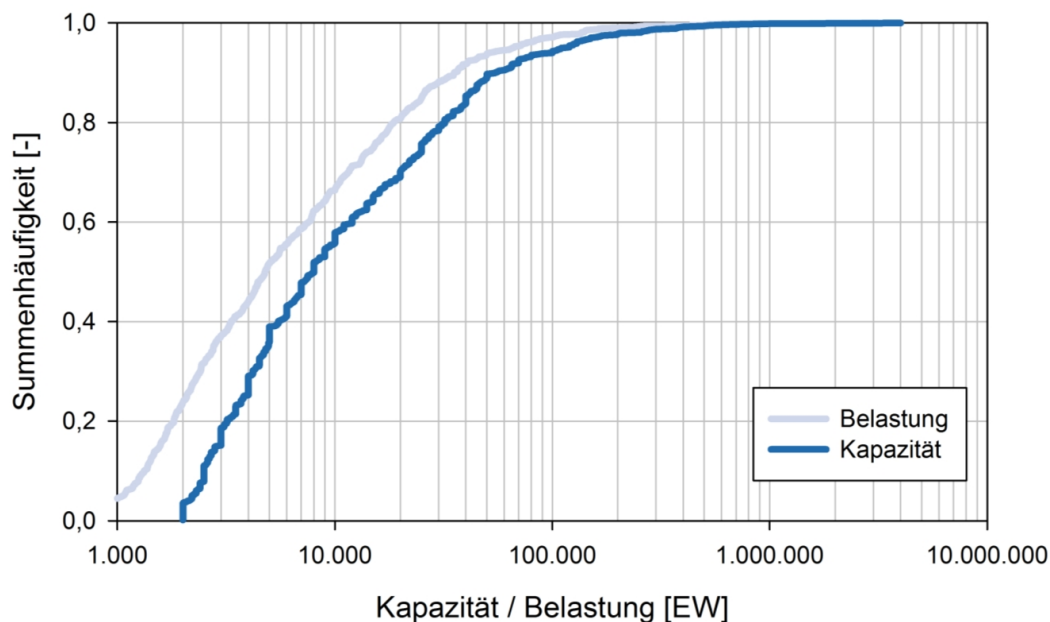


Abbildung 2: Summenhäufigkeiten der Kapazität und der mittleren Belastung für die 634 kommunalen Kläranlagen

Wie bereits im Untersuchungsprogramm 2007/2008 erfolgte auch im gegenständlichen Projekt eine Zuordnung der Kläranlagen zu den sechs definierten Kategorien (siehe Abbildung 1). Die Zuordnung konnte für 445 Anlagen durchgeführt werden und ergab hinsichtlich Anzahl und Kapazität eine weitgehend idente Verteilung wie im Untersuchungsprogramm 2007/2008. Es zeigte sich erneut, dass die zwei Kategorien 4 und 5 die wichtigsten Kategorien darstellen. Diese zwei Kategorien decken hinsichtlich der Kapazität rund

74% der Gesamtkapazität ab, wobei rund 31% auf Kategorie 4 und rund 43% auf Kategorie 5 entfallen (Vergleich 2007/2008: rund 31% in Kategorie 4 und rund 42% in Kategorie 5). Die Ergebnisse der Kläranlagenkategorisierung mit aktuellen Daten aus EMREG-OW und einen Vergleich mit den Ergebnissen der Kategorisierung im Untersuchungsprogramm 2007/2008 mit Daten aus 2002 bis 2006 enthält Tabelle 4.

TABELLE 4: ERGEBNISSE DER KLÄRANLAGENZUORDNUNG / -KATEGORISIERUNG

Kategorie	Zuordnungskriterium		Anzahl [-]				Kapazität [EW]			
	IE Anteil [%]	Kapazität [EW]	2006		2015		2006		2015	
			[-]	[%]	[-]	[%]	[EW]	[%]	[EW]	[%]
Kategorie 1	≤ 25	≤ 5.000	96	23	100	23	314.897	2	338.206	2
Kategorie 2	≤ 25	> 5.000	71	17	103	23	1.594.943	9	2.139.267	11
Kategorie 3	25–75	≤ 5.000	58	14	45	10	205.969	1	163.758	1
Kategorie 4	25–75	5.000-150.000	161	38	165	37	5.641.210	31	5.911.714	31
Kategorie 5	25–75	> 150.000	12	3	14	3	7.599.250	42	8.233.600	42
Kategorie 6	> 75	–	22	5	18	4	2.851.627	15	2.484.950	13
<b>Gesamt</b>	-	-	<b>420</b>	<b>100</b>	<b>445</b>	<b>100</b>	<b>18.207.623</b>	<b>100</b>	<b>19.271.495</b>	<b>100</b>

Eine weitere Einteilung der Kläranlagen erfolgte – ebenfalls wie bereits im Untersuchungsprogramm 2007/2008 – nach der angewandten Verfahrenstechnik. Die Daten für die Aktualisierung der Zuordnung wurden dem Zustandsbericht 2014 entnommen (OWAV, 2014). Für 612 Kläranlagen konnte eine Zuordnung durchgeführt werden. Das Ergebnis ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Das Ergebnis der Zuordnung ist ähnlich der in UMWELTBUNDESAMT (2009) beschriebenen Verteilung.

Von den 612 Kläranlagen werden 577 (rund 94%) nach dem Belebtschlammverfahren betrieben (Untersuchungsprogramm 2007/2008: 93%). Die weitere Unterscheidung nach der Betriebsweise zeigt, dass der überwiegende Teil der Anlagen einstufig betrieben wird und rund 5% zweistufige Belebungsanlagen sind. Von den 27 zweistufig betriebenen Belebungsanlagen weisen elf eine Kapazität <5.000 EW und 16 eine Kapazität von mehr als 5.000 EW auf. Im Vergleich mit den Ergebnissen des Untersuchungsprogrammes 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) fällt auf, dass bei den kleinen Anlagen die Anzahl der zweistufig betriebenen Belebungsanlagen deutlich angestiegen ist.

Nur 16 der 612 Anlagen (rund 3%) werden nach dem Biofilmverfahren betrieben. Eine dieser Gruppe vergleichbare Anzahl von Anlagen (ebenfalls rund 3%) wird zweistufig in einer Kombination aus Biofilm- und Belebtschlammverfahren betrieben. Im Untersuchungsprogramm 2007/2008 stellten diese beiden Kategorien jeweils rund 4% der angewandten Verfahren dar.

TABELLE 5: ZUORDNUNG DER KLÄRANLAGEN (ANZAHL) NACH DEM ANGEWANDTEN REINIGUNGSVERFAHREN (SBR...SEQUENCING BATCH REACTOR)

Reinigungsverfahren	Betriebsweise	≤5000 EW		>5000 EW		Summe	
		2006	2015	2006	2015	2006	2015
Belebungsverfahren	Einstufig (inkl. SBR)	197	207	330	343	527	550
	Zweistufig	4	11	17	16	21	27
Biofilmverfahren	Einstufig	19	12	3	4	22	16
Kombinationen	Zweistufig Biofilm/ Belebung	4	6	15	13	19	19
<b>Summe</b>		<b>224</b>	<b>236</b>	<b>365</b>	<b>376</b>	<b>589</b>	<b>612</b>

## 4.2 KLÄRANLAGENAUSWAHL

Das Untersuchungsprogramm 2007/2008 war zweistufig aufgebaut und im Zuge der Untersuchungen in Modul 1 wurden Vertreter aller sechs Kategorien beprobt. Für die Beprobung wurden schwerpunktmäßig Anlagen gewählt, die nach dem Belebungsverfahren betrieben wurden, wobei hauptsächlich einstufige, aber auch einige zweistufige Anlagen ausgewählt wurden. Zum Vergleich wurden auch einzelne Tropfkörperanlagen bzw. Kombinationen von Biofilm- und Belebungsverfahren beprobt. Bei der Kläranlagenauswahl wurde aber der Schwerpunkt auf die Kategorien 4 und 5 gelegt, weil diese Kategorien in Bezug auf die Ausbaupkapazität den maßgeblichen Anteil der österreichischen Kläranlagen beinhalten. Im Zuge des Ablaufmonitorings in Modul 2 wurden nur Vertreter der Kategorien 4 und 5 berücksichtigt. Auf die Untersuchung der Kategorien 1 bis 3 wurde in Modul 2 bewusst verzichtet, weil im Ablauf der untersuchten Kläranlagen keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Kategorie zu beobachten waren. Im Zulauf war für einige Stoffe eine Abhängigkeit der Konzentration vom Indirekteinleiteranteil festzustellen. Ein weiterer Grund für die Eingrenzung war, dass kommunale Kläranlagen erst ab einer Ausbaupkapazität größer 10.000 EW unter die Messverpflichtung für prioritäre Stoffe gemäß EmRegV-OW fallen. Auch die Kategorie 6 wurde in Modul 2 nicht weiter untersucht, weil die Abwassercharakteristik sehr stark von der dominierenden Industriebranche beeinflusst ist und daher die Repräsentativität für kommunale Kläranlagen nicht gegeben ist (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

In Anlehnung an diese Argumentation und Vorgehensweise wurden auch für das vorliegende Untersuchungsprogramm Kläranlagen ausgewählt, die den Kategorien 4 und 5 zugeordnet sind. Für das Untersuchungsprogramm wurden insgesamt acht Kläranlagen gewählt, darunter fünf einstufige Belebungsanlagen und drei zweistufige Belebungsanlagen. Eine grobe Beschreibung der beprobten Kläranlagen enthält Tabelle 6. Die Kläranlagen werden in anonymisierter Form dargestellt.

**TABELLE 6: GROBCHARAKTERISIERUNG DER AUSGEWÄHLTEN KLÄRANLAGEN**  
(M...MISCHKANALISATION, T...TRENNKANALISATION, C...KOHLENSTOFFENTFERNUNG, P...PHOSPHORENTFERNUNG, N...NITRIFIKATION, D...DENITRIFIKATION)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Kanalisation</b>	<b>Reinigung</b>	<b>Verfahren</b>	<b>Indirekteinleiter</b>
Kläranlage 1	M 95% T 5%	C, P, N, D	Einstufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Molkerei Gewerbe gemischt
Kläranlage 2	M 90% T 10%	C, P, N, D	Einstufige Belebungsanlage simultane Schlammstabilisierung	Konservenindustrie Weinbau Deponiesickerwasser
Kläranlage 3	M 80% T 20%	C, P, N, D	Einstufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Großküchen Deponiesickerwasser sonstige Industrie
Kläranlage 4	M 75% T 25%	C, P, N, D	Einstufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Großküchen Weinbau Chemische Industrie
Kläranlage 5	M 95% T 5%	C, P, N, D	Einstufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Papier-/Zellstoff Chemische Industrie Metallverarbeitung
Kläranlage 6	M 70% T 30%	C, P, N, D	Zweistufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Metallverarbeitung Textilindustrie
Kläranlage 7	M 70% T 30%	C, P, N, D	Zweistufige Belebungsanlage anaerobe Schlammstabilisierung	Lebensmittelindustrie Gastronomie Metallverarbeitung
Kläranlage 8	M 80% T 20%	C, P, N, D	Zweistufige Belebungsanlage	Gewerbe gemischt

## 5 METHODIK

### 5.1 PROBENAHEME

**DIE PROBENAHEMEN ERFOLGTEN DURCH** die beteiligten Kläranlagen und es wurden die installierten automatischen Probenehmer genutzt. Es wurden bei allen Kläranlagen durchflussproportionale Tagesmischproben gezogen. Diese Tagesmischproben wurden anschließend zu Wochenmischproben vereint. Um die Proben zu konservieren wurde daher in einem ersten Schritt abgeklärt, ob es den Kläranlagen möglich war, einen Kanister mit den Proben einzufrieren. Dies war für sechs der acht Kläranlagen möglich. In diesen Fällen wurde den Kläranlagen ein 25 L Kanister zur Verfügung gestellt und dieser Kanister wurde eingefroren. Täglich wurde ein Aliquot der Tagesmischprobe in diesen Kanister gefüllt und tiefgefroren. Da dieses Aliquot von der täglichen Abwassermenge abhängt, wurde für den ersten Probenahmetag ein Teilprobenvolumen vorgeschlagen. In den folgenden Tagen wurde das erforderliche Probenvolumen aus dem Verhältnis der anfallenden Abwassermengen berechnet.

Die tiefgefrorenen Wochenmischproben wurden innerhalb von 24 Stunden per BahnExpress an das Umweltbundesamt zur weiteren Probenaufbereitung übermittelt.

Bei zwei Kläranlagen war es nicht möglich, die Kanister einzufrieren und damit die Wochenmischproben auf den Kläranlagen zu generieren. Diesen zwei Kläranlagen wurden Gebinde für die tägliche Probenahme zur Verfügung gestellt. Täglich wurden 4-5 L der durchflussproportionalen Tagesmischprobe in einen Kanister gefüllt und innerhalb von 24 Stunden per BahnExpress an das Umweltbundesamt übermittelt. Diese Proben wurden eingefroren. Zusätzlich zu den Tagesmischproben wurden die täglichen Abwassermengen bekannt gegeben, womit es möglich war, aus den Tagesmischproben die entsprechenden Wochenmischproben zu generieren.

Die Gebinde für die Probenahmen wurden vom Umweltbundesamt bereitgestellt. Gemeinsam mit diesen Probenahmegebinden wurde den Kläranlagen ein Informationsblatt zur Probenahme übermittelt. Darin ist vermerkt, dass unmittelbar vor der Probenahme keine Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Probenehmern durchgeführt (soweit vermeidbar) und alle Gebinde vor der ersten Befüllung mit Ablauf gespült werden sollten.

Insgesamt wurden im Rahmen des Projektes vier Probenahmen von den acht beteiligten Kläranlagen durchgeführt. Die Probenahme erfolgte im Winter, im Frühjahr, im Sommer und im Herbst 2016. Diese Wochenmischproben wurden der chemischen Analytik zugeführt.

Im Zuge dieser Probenahmen wurden somit 32 Wochenmischproben von Abläufen kommunaler Kläranlagen generiert. Bei einer Kläranlage wurden aus den Rückstellproben der Tagesmischproben zwei Wiederholungsproben gemischt. Dabei konnten aber nicht alle Stoffe bzw. Stoffgruppen untersucht werden, weil nicht ausreichend Probenvolumen verfügbar war. Bei einer Kläranlage mit sehr hohen Metallkonzentrationen wurden weitere vier Wochenmischproben erstellt, um diese Messwerte zu evaluieren. Eine Glasflasche für die PAK-Bestimmung ist beim Transport zerbrochen und es war nicht ausreichend Probenmenge für eine Wiederholungsmessung verfügbar. In Abhängigkeit vom Stoff sind somit zwischen 31 und 36 Proben bzw. Messwerte verfügbar.

## 5.2 CHEMISCHE ANALYTIK

Das Untersuchungsprogramm umfasste 94 Spurenstoffe aus unterschiedlichen Stoffgruppen. Zusätzlich zu diesen Spurenstoffen wurden die Referenzparameter abfiltrierbare Stoffe, CSB (Gesamtprobe und filtrierte Probe), Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor gemessen. Eine Zusammenstellung des Gesamtparameterumfangs sowie der jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen enthält Tabelle 11 in Abschnitt 8.1 im Anhang.

Die Analysen wurden vom der Abteilung Umweltschutz des Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (Referenzparameter, Metalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und vom Labor des Umweltbundesamtes (Organozinnverbindungen, Flammschutzmittel (polybromierte Diphenylether und Hexabromcyclododecan), per- und polyfluorierte Tenside, Dioxine, Furane und polychlorierte Biphenyle, Hormone, Arzneimittelwirkstoffe und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe) durchgeführt.

Bei der Untersuchung von Spurenstoffen liegen die gemessenen Konzentrationen häufig unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenzen. Diese Ergebnisse sind bei den Auswertungen zu berücksichtigen und beinhalten eine gewisse Unsicherheit. Die Anwendung von Konventionen wie z.B. die Berücksichtigung von Messergebnissen kleiner Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze der aktuell in der Untersuchung erreichten Bestimmungsgrenze führt zu scheinbar eindeutigen Werten, obwohl das wahrscheinliche Ergebnis innerhalb eines bestimmten Schwankungsbereiches zu erwarten ist. Dieser Schwankungsbereich wird durch die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalauswertung wiedergegeben und zeigt damit die Unsicherheit aufgrund nicht nachweisbarer Stoffe und von Messungen kleiner der Bestimmungsgrenze. Daher wurden die Analysenergebnisse nach zwei Ansätzen ausgewertet und eine Minimal- und eine Maximalauswertung durchgeführt:

- Für die **Minimalauswertung** wurden Messungen kleiner Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt und nicht nachweisbar wurde gleich Null gesetzt.
- Für die **Maximalauswertung** wurden nicht nachweisbare Stoffe mit der Nachweisgrenze und Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze mit der Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

Bei den Auswertungen wurden diverse Einzelstoffe einer Stoffgruppe zusammengefasst. Diese Zusammenfassungen werden durchgeführt, weil die Umweltqualitätsnormen für diese Stoffgruppen definiert wurden. Auch wenn diese UQN nicht für Emissionen gelten, bilden sie die Referenzkriterien für die Bewertung der Relevanz. Daher erscheint es sinnvoll, auch die Auswertung der Emissionsdaten für die Summen durchzuführen:

- Polybromierte Diphenylether (PBDE): Die sechs Kongenere der polybromierten Diphenylether (BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153 und BDE 154) wurden gemeinsam als Summe PBDE ausgewertet.
- Dioxine und Furane und dioxinähnliche polychlorierte Diphenylether: Aus den Stoffgruppen der polychlorierten Dioxine und Furan sowie der polychlorierten Biphenyle wurden 35 Einzelstoffe bestimmt. Die sieben polychlorierten Dibenzodioxine (PCDD), die zehn polychlorierten Dibenzofurane (PCDF) und zwölf dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden zur Summe der Dioxine, Furane und dioxinähnlicher PCB (PCDD/PCDF+DL-PCB) zusammengefasst. Sechs weitere PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180) wurden als Summe der nicht-dioxinähnlichen PCB (NDL-PCB) ausgewertet.

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): Auch die 16 analysierten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe wurden gemeinsam ausgewertet und zur Summe PAK zusammengefasst. Zusätzlich zu dieser gemeinsamen Auswertung der PAK wurden auch die Einzelstoffe bewertet, für die UQN vorgegeben sind. Dazu zählen Anthracen, Fluoranthen, Naphthalin und Benzo(a)pyren.

### 5.2.1 KURZBESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN ANALYTISCHEN METHODEN

#### 5.2.1.1 REFERENZPARAMETER

Es wurden die Referenzparameter abfiltrierbare Stoffe, CSB (Gesamtprobe und filtrierte Probe), Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor gemessen:

- **Abfiltrierbare Stoffe:** gravimetrische Bestimmung der im Wasser enthaltenen ungelösten und über ein Filter mit der Porenweite von 0,45 µm abfiltrierten Stoffe.
- **Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB):** es wurde der CSB in der filtrierte (Porenweite 0,45 µm) und in der unfiltrierten Probe bestimmt. Die Analyse erfolgt nach DIN ISO 15705 (Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs – Küvettentest, Jänner 2003) nach einem schwefelsauren Aufschluss mit Kaliumdichromatlösung und anschließender photometrischer Messung unter Verwendung des Laborroboters SP10CSB mit einem Spectroquant®Nova 30 Photometer.
- **Gesamtstickstoff:** die Bestimmung des Gesamtstickstoffs erfolgte aus der homogenen Gesamtprobe mit einem Shimadzu TOC-TNb-Gerät. Die in der Wasserprobe enthaltenen Stickstoffverbindungen werden dazu in Sauerstoffatmosphäre zu Stickstoffoxiden oxidiert. Die Quantifizierung der Stickstoff-Massenkonzentration erfolgt nach anschließender Reaktion mit Ozon durch Chemolumineszenz-Detektion.
- **Gesamtphosphor:** die Bestimmung des Gesamtphosphors erfolgte durch sauren Aufschluss und anschließender spektralphotometrischer Messung mittels CFA. Dazu wurde die homogenisierte Probe in schwefelsaurer Lösung extern mittels Aufschlusseinheit thermisch in ortho-Phosphat überführt. Ammoniummolybdat und Kaliumantimonat bilden mit ortho-Phosphat in saurer Lösung ein Antimon-Phosphormolybdat, das in Gegenwart von Ascorbinsäure zu einem intensiv blaufärbten Komplex reduziert wird. Die Blaufärbung wird bei 880 nm spektralphotometrisch gemessen.

#### 5.2.1.2 METALLE

Die Bestimmung der Metalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Silber (Ag) und Zink (Zn) erfolgte nach saurem Aufschluss im Mikrowellen-Hochdruck-Autoklaven MLS bei 200 °C mittels ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma). Als interner Standard wurde Rhodium verwendet. Quecksilber (Hg) wird sauer im Mikrowellen-Hochdruck-Autoklaven MLS bei 200 °C aufgeschlossen. Die Quecksilberbestimmung erfolgte durch Amalgamierung mit Umladung und anschließender Atomfluoreszenzmessung. Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

TABELLE 7: BESTIMMUNGS- (BG) UND NACHWEISGRENZEN (NG) DER UNTERSUCHTEN METALLE

	Parameter						
	Blei	Cadmium	Kupfer	Nickel	Silber	Zink	Quecksilber
Bestimmungsgrenze [µg/l]	0,50	0,050	1,0	4,0	0,10	1,0	0,0010
Nachweisgrenze [µg/l]	0,10	0,020	0,10	1,0	0,030	0,20	0,00030

5.2.1.3 BROMIERTE DIPHENYLETHER (PBDE)

Aus der Gruppe der polybromierten Diphenylether wurden die sechs Kongenere BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153 und BDE 154 analysiert. Nach Dotation mit C<sup>13</sup>-markierten polybromierten Diphenylether-Kongeneren erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion der Probe mit Toluol. Die Extrakte der Proben wurden einer fünfstufigen säulenchromatographischen Reinigung unterzogen. Die Bestimmung der BDE erfolgte mittels Gaschromatographie/High Resolution Massenspektrometrie (GC-HRMS). Die Quantifizierung erfolgte nach der Isotopenverdünnungsmethode. Die Bestimmungsgrenze ist probenspezifisch und wurde für jede Probe bestimmt. Das Verhältnis von Bestimmungsgrenze zu Nachweisgrenze ist bei dieser Stoffgruppe sehr hoch. Aufgrund dieses sehr hohen Verhältnisses ergeben die Minimal- und die Maximalbewertung einen sehr breiten Streubereich. Es wurde daher bei der Ergebnisdarstellung keine Unterscheidung zwischen nicht nachweisbar und kleiner Bestimmungsgrenze durchgeführt. Falls Messwerte über BG vorlagen, werden diese ausgewiesen und alle Ergebnisse kleiner BG werden als nicht nachweisbar (n.n.) angegeben.

Die Nachweisgrenzen der polybromierten Diphenylether schwanken zwischen 0,0000078 und 0,000010 µg/l für BDE 28, zwischen 0,00010 und 0,00028 µg/l für BDE 47, zwischen 0,000099 und 0,00016 µg/l für BDE 99, zwischen 0,000021 und 0,000034 µg/l für BDE 100, zwischen 0,0000084 und 0,000016 µg/l für BDE 153 und zwischen 0,0000069 und 0,000011 µg/l für BDE 154.

5.2.1.1 POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK)

Die Anreicherung der PAK erfolgte aus der wässrigen Phase mittels Festphasenextraktion (SPE, solid phase extraction). Die Elution wurde mittels cyclo-Hexan durchgeführt und die Bestimmung erfolgte per GC-MS. Verwendet wurde eine deuterierte PAK-Standardlösung, um die Wiederfindungen zu bestimmen. Das Messergebnis wurde um die Wiederfindungsrate der PAK rechnerisch korrigiert. Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die einzelnen Parameter sind in Tabelle 8 angegeben.

TABELLE 8: BESTIMMUNGS- (BG) UND NACHWEISGRENZEN (NG) DER UNTERSUCHTEN PAK

Parameter	Bestimmungsgrenze [µg/l]	Nachweisgrenze [µg/l]
Anthracen	0,018	0,00049
Fluoranthen	0,0050	0,0022
Naphthalin	0,0074	0,0020
Benzo(a)pyren	0,0010	0,00040
Benzo(b)fluoranthen	0,0010	0,00086
Benzo(k)fluoranthen	0,0010	0,00044
Benzo(g,h,i)perylen	0,0010	0,00059
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0010	0,00057
Acenaphthen	0,0025	0,0015
Acenaphthylen	0,0025	0,00076
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,00019

Parameter	Bestimmungsgrenze [µg/l]	Nachweisgrenze [µg/l]
Dibenzo(a,h)anthracen	0,0025	0,00047
Chrysen	0,0025	0,00057
Fluoren	0,0025	0,0015
Phenanthren	0,0025	0,00064
Pyren	0,0025	0,00088

### 5.2.1.2 POLYCHLORIERTE DIOXINE UND FURANE UND POLYCHLORIERTE BIPHENYLE

Aus der Gruppe der polychlorierten Dioxine und Furane sowie der polychlorierten Biphenyle wurden sieben polychlorierte Dibenzoparadioxine (PCDD), zehn polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und zwölf dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) untersucht. Zudem wurden noch sechs weitere PCB gemessen. Zur Analyse der PCDD, PCDF und PCB wurde eine gaschromatographische Endbestimmung mit GC-HRMS (EI+ Mode, Multiple Ion Detection, Massenauflösung 7000–9000) durchgeführt. In einem ersten Arbeitsschritt erfolgte die Zugabe eines <sup>13</sup>C markierten Surrogatstandards, gefolgt von einer ASE (accelerated solvent extraction) mit Toluol/Ethanol (65/35). Anschließend erfolgte eine Reinigung mittels Celite/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Mischbett (Kieselgel/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Kieselgel, Kieselgel/ NaOH) und Aluminiumoxid und Quantifizierung nach der Isotopenverdünnungsmethode. Die Wiederfindung des <sup>13</sup>C markierten Surrogatstandards in jeder Probe wurde überprüft. Zur generellen Qualitätssicherung nimmt die GC-HRMS-Arbeitsgruppe in ihrer Funktion als nationales Referenzlabor (NRL) verpflichtend an zwei vom EU-Referenzlabor veranstalteten Ringversuchen zur Analyse von PCDD/PCDF und PCB in Futter- und Lebensmitteln teil.

Die Auswertung der polychlorierten Dioxine und Furane und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle erfolgte unter Berücksichtigung der Toxizitätsäquivalente (TEQ) nach WHO 2005. Wie bei den polybromierten Diphenylethern wird bei den Dioxinen und Furanen bei Werten kleiner Bestimmungsgrenze nicht weiter spezifiziert und alle nicht quantifizierbaren Messungen werden als nicht nachweisbar ausgewiesen. Die Nachweisgrenzen der untersuchten Stoffe dieser Stoffgruppen und die TEQ-Werte sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

TABELLE 9: NACHWEISGRENZEN (NG) DER UNTERSUCHTEN DER POLYCHLORierten DIOXINE UND FURANE SOWIE DER POLYCHLORierten BIPHENYLE

Parameter	Nachweisgrenze [µg/l]	TEQ [-]
<b>Polychlorierte Dibenzodioxine</b>		
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,00000042	1,0
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,00000023	1,0
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,00000052	0,10
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,00000062	0,10
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,00000036	0,10
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	0,00000066	0,010
Octachlordibenzo-p-dioxin	0,00000029	0,00030
<b>Polychlorierte Dibenzofurane</b>		
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,00000085	0,10
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,00000015	0,030
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,00000021	0,30
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,00000051	0,10
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,00000020	0,10
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,00000027	0,10
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,00000051	0,10
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	0,00000005	0,010
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,00000015	0,010



Parameter	Nachweisgrenze [ $\mu\text{g/l}$ ]	TEQ [-]
Octachlordibenzofuran	0,0000013	0,00030
<b>Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle</b>		
PCB 77	0,000012	0,00010
PCB 81	0,0000056	0,00030
PCB 126	0,0000072	0,10
PCB 169	0,0000057	0,030
PCB 105	0,000062	0,000030
PCB 114	0,0000041	0,000030
PCB 118	0,000090	0,000030
PCB 123	0,0000017	0,000030
PCB 156	0,000025	0,000030
PCB 157	0,00000084	0,000030
PCB 167	0,000013	0,000030
PCB 189	0,0000034	0,000030
<b>Nicht dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle</b>		
PCB 28	0,00036	-
PCB 52	0,00015	-
PCB 101	0,00012	-
PCB 138	0,00011	-
PCB 153	0,00013	-
PCB 180	0,00011	-

#### 5.2.1.3 PERFLUORIERTER TENSIDE

Aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Tenside wurden 13 Verbindungen analysiert. Dazu zählen Perfluorhexansäure, Perfluoroheptansäure, Perfluorooctansäure, Perfluorononansäure, Perfluorodecansäure, Perfluoroundecansäure, Perfluorododecansäure, Perfluorohexansulfonsäure, Perfluoroheptansulfonsäure, Perfluorooctansulfonsäure, Perfluorodecansulfonsäure, N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid und Perfluorooctansulfonamid. Nach Zugabe eines isotoopenmarkierten Surrogatstandards wird die Probe auf pH 4 eingestellt. Die Proben werden mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion mit Methyl-tert-butylether extrahiert. Die Extrakte werden eingengt und nach einem Lösungsmittelaustausch auf Methanol mittels LC-MS/MS (Flüssigchromatographie und Tandemmassenspektrometrie) analysiert. Die Bestimmungsgrenze für alle analysierten per- und polyfluorierten Verbindungen lag bei 0,0010  $\mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze bei 0,00050  $\mu\text{g/l}$ .

#### 5.2.1.4 PFLANZENSCHUTZMITTELWIRKSTOFFE

Aus der Gruppe der Pestizide wurden die Stoffe Dicofol, Bifenox, Quinoxifen, Aclonifen, Cybutryn, Diclorvos, Cypermethrin und Terbutryn analysiert. Die Proben werden mit einem isotoopenmarkierten Surrogatsstandardgemisch versetzt und mittels Direktinjektion in einem LC-MS/MS-System analysiert. Für die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Quinoxifen, Aclonifen, Cybutryn, Diclorvos und Terbutryn betrug die Bestimmungsgrenze 0,050  $\mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze lag bei 0,025  $\mu\text{g/l}$ . Für Dicofol, Bifenox und Cypermethrin lagen die Bestimmungsgrenze bei 0,0010  $\mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze bei 0,00050  $\mu\text{g/l}$ .

#### 5.2.1.5 HEXABROMXYCLODODECAN (HBCDD)

Die Analyse von Hexabromcyclododecan erfolgte nach Dotation mit  $\text{C}^{13}$ -HBCDD und einer Flüssig-Flüssig-Extraktion der Probe mit Toluol mittels Gaschromatographie. Die Extrakte der Proben werden einer fünfstufigen säulenchromatographischen Reinigung unterzogen. Die Bestimmung erfolgt mittels GC-HRMS und die Quantifizierung nach der Isotopenverdünnungsmethode. Die Bestimmungsgrenze lag bei 0,050  $\mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze bei 0,025  $\mu\text{g/l}$ .

### 5.2.1.6 HORMONE:

Aus der Gruppe der Östrogenhormone wurden  $17\alpha$ -Ethinylöstradiol,  $17\beta$ -Östradiol, Östron und Östriol gemessen. Nach Zugabe eines isotonenmarkierten Surrogatgemisches wird die Probe auf pH 5 eingestellt. Die östrogenen Steroide wurden mittels Festphasenextraktion (SPE) extrahiert und mittels LC-MS/MS analysiert. Die Bestimmungsgrenze lag bei  $0,00040 \mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze bei  $0,00020 \mu\text{g/l}$ .

### 5.2.1.7 ORGANOZINNVERBINDUNGEN

Aus der Gruppe der Organozinnverbindungen wurden die Tritutylzinn- und die Dibutylzinnverbindungen analysiert. Nach Zugabe der internen Standards und eines Natriumacetat-Puffers erfolgte die Derivatisierung mit Natriumtetraethylborat. Die Derivate wurden mit n-Hexan extrahiert und über Kieselgel und Alox-Säulchen gereinigt. Die Bestimmung wurde gaschromatographisch mit EI GC-MS/MS durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgte nach der internen Standardmethode. Die Bestimmungsgrenze lag jeweils bei  $0,00020 \mu\text{g/l}$  und die Nachweisgrenze jeweils bei  $0,00010 \mu\text{g/l}$ .

## 5.2.2 EIGNUNG DER ANGEWANDTEN ANALYTISCHEN METHODEN

Ziel des Untersuchungsprogrammes ist die Verbesserung der Datenbasis zum Vorkommen von Spurenstoffen in den Abläufen kommunaler Kläranlagen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle Stoffe in kommunalen Abwässern vorkommen, die in Haushalten, Gewerbe und Industrie eingesetzt werden oder wurden. Mit sehr sensitiven analytischen Methoden sollten und werden sehr viele Spurenstoffe in kommunalen Abwässern nachgewiesen. Ein weiteres Ziel des Untersuchungsprogrammes ist die Identifikation potentiell relevanter Stoffe im Kläranlagenablauf, wobei als Relevanzkriterium die jeweilige Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) herangezogen wird (siehe Kapitel 5.3). Daher war eine Anforderung an die Analytik, dass die Bestimmungsgrenzen der angewandten analytischen Methoden der JD-UQN entsprechen oder niedriger als die JD-UQN sein sollten. Diese JD-UQN sind aber für einige Stoffe sehr niedrig und werden auch in Fließgewässerproben nur z.T. erreicht. Abwasser weist im Vergleich zu Oberflächenwasser eine komplexere Matrix auf, weshalb im Abwasser häufig höhere Bestimmungsgrenzen anzusetzen sind.

Laut Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind relevante Emissionen prioritärer Stoffe in einem Emissionsregister zu erfassen. In Österreich ist dieses Emissionsregister in EMREG-OW umgesetzt. Die Emissionsregisterverordnung EmRegV-OW wurde überarbeitet und die Neufassung 2017 enthält in Anhang F Mindestanforderungen an die chemische Analytik zur Erfassung der prioritären Stoffe in Form von Mindestbestimmungsgrenzen (MBG). Eine zweite Anforderung an die Analytik war daher die Einhaltung dieser MBG.

Abbildung 3 zeigt die Bestimmungsgrenzen der angewandten analytischen Methoden relativ zur Mindestbestimmungsgrenze nach Anlage F der Neufassung 2017 der EmRegV-OW und relativ zur jeweiligen JD-UQN.

Der Vergleich zeigt, dass für die meisten der untersuchten Stoffe die jeweilige Bestimmungsgrenze deutlich unter den geforderten Mindestbestimmungsgrenzen lag. Für PFOS, Aclonifen, Dichlorvos, Quinoxifen und HBCDD ist die Bestimmungsgrenze gleich der geforderten MBG. Nur für Cybutryn liegt die geforderte MBG deutlich unter der erreichten Bestimmungsgrenze. So beträgt die geforderte MBG  $0,020 \mu\text{g/l}$  und erreicht wurde eine BG von  $0,050 \mu\text{g/l}$ .

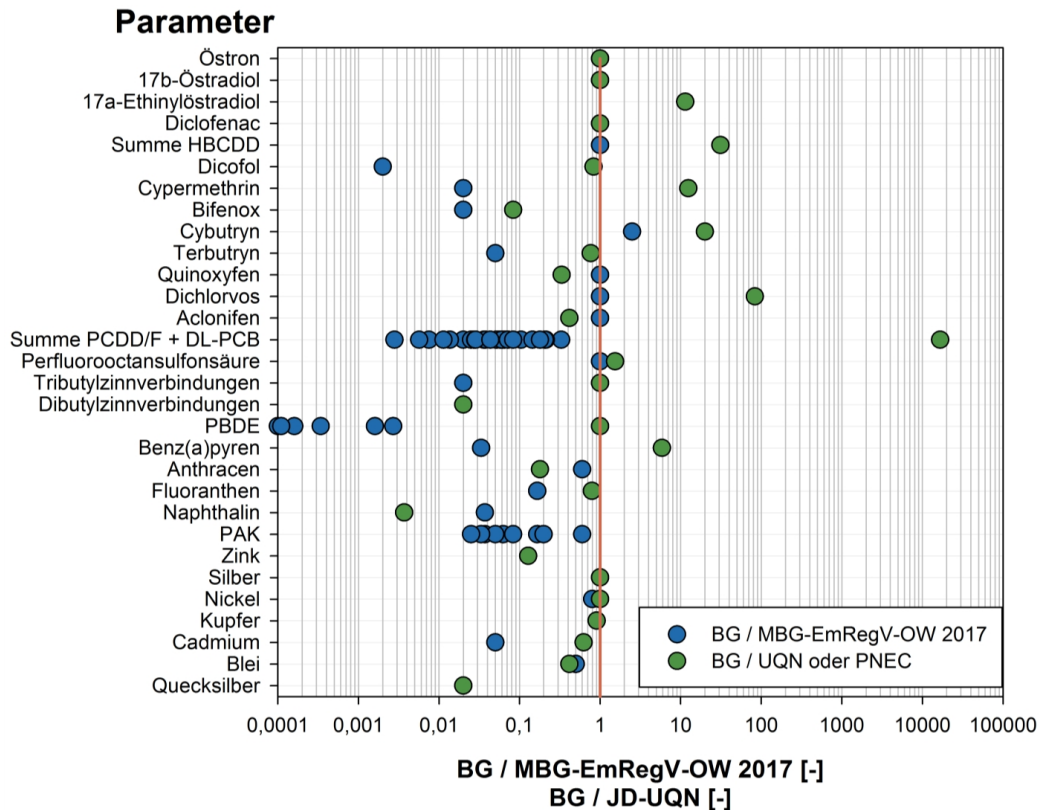


Abbildung 3: Bestimmungsgrenzen der angewandten analytischen Methoden relativ zur Mindestbestimmungsgrenze nach Anlage F der Neufassung EmRegV-OW 2017 und relativ zur jeweiligen UQN

Der Vergleich zwischen der erreichten BG und der jeweiligen JD-UQN ergibt ein differenzierteres Bild. Bei rund drei Viertel der untersuchten Stoffe bzw. Stoffgruppen war die erreichte BG kleiner oder gleich der jeweiligen JD-UQN. Zu den Stoffen bzw. Stoffgruppen mit einer BG gleich der JD-UQN zählen Nickel, Silber, PBDE, Tributylzinnverbindungen, Diclofenac, 17 $\beta$ -Östradiol und Östron. Zu Nickel und Blei ist anzumerken, dass die UQN auf den bioverfügbaren Anteil zu beziehen ist und in den Abwasserproben die Gesamtgehalte gemessen wurden. Auch bei Silber, Kupfer und Zink sind die JD-UQN auf die Konzentration in der filtrierten Probe bezogen. Damit werden bei den Metallen Gesamtgehalte im Abwasser mit Vorgaben für die gelöste Fraktion bzw. für den bioverfügbaren Anteil verglichen. Es ist davon auszugehen, dass im Ablauf kommunaler Kläranlagen mit guter Feststoffabtrennung die Metalle vorwiegend in gelöster Form vorliegen. Auch erfolgt kein Abgleich mit einem Grenzwert, sondern vielmehr dient die JD-UQN als Relevanzkriterium für die Identifikation potentiell relevanter Stoffe in Kläranlagenabläufen. Die Vorgehensweise erscheint daher zulässig, wobei jedoch der zuvor genannte Unterschied zu beachten und eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben sind.

Bei acht Stoffen bzw. Stoffgruppen war die UQN aber z.T. erheblich kleiner als die BG der angewandten Analysenmethoden. Dazu zählen Benz(a)pyren, Perfluorooctansulfonsäure, Summe PCDD/F + DL-PCB, Dichlorvos, Cybutryn, Cypermethrin, HBCDD und 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol. Für einige dieser Stoffe gibt die QZV Chemie OG Umweltqualitätsnormen für Biota vor, weil eine Messung in der Wasserphase nicht zielführend ist. Dies trifft auf Benz(a)pyren, Perfluorooctansulfonsäure, Summe PCDD/F + DL-PCB, Dichlorvos und HBCDD zu und die zurückgerechneten Wasserwerte sind sehr niedrig. Auch für Cypermethrin und 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol sind sehr niedrige UQN von 0,000080 und 0,000040  $\mu\text{g/l}$  festgelegt. Diese Werte sind mit Standardmethoden derzeit nicht erreichbar.

Mit Ausnahme von Cybutryn wurden die angewandten Methoden daher als geeignet für die Zielstellung bewertet. Bei Cybutryn lag die erreichte BG sowohl über der UQN als auch über der geforderten MBG. Da

auch die Nachweisgrenze über der UQN und der geforderten MBG lag und Cybutryn in keiner der untersuchten Proben nachweisbar war, ist eine Bewertung für diesen Wirkstoff nicht möglich.

### 5.3 RELEVANZBEWERTUNG

Neben der Verbesserung der Datenbasis zum Vorkommen der untersuchten Spurenstoffe im Ablauf kommunaler Kläranlagen ist die Identifikation potentiell relevanter Stoffe eines der Projektziele. In Anlehnung an die Vorgehensweise bei den Untersuchungen 2007/2008 (UMWELTBUNDESAMT, 2009) wird die Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) als Referenzkriterium herangezogen. Damit erfolgt eine Gegenüberstellung von Emissionsmessungen mit einem Immissionsgrenzwert. Dies ist zwar nur bedingt zulässig, erscheint jedoch in Ermangelung eines geeigneteren Relevanzkriteriums als sinnvoll. Für die Bewertung wurden die Umweltqualitätsnormen nach QZV Chemie OG (BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) herangezogen. Mit Verordnung BGBl. II Nr. 363/2016 wurden die aktuellsten Änderungen aus Richtlinie 2013/39/EU in die QZV Chemie OG übernommen.

Es werden die zwei Kriterien angesetzt, die bereits beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 angewandt wurden. Demnach werden Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet, wenn:

1. der Mittelwert aller gemessenen Ablaufkonzentrationen eines Stoffes bzw. einer Stoffgruppe größer ist als die halbe Umweltqualitätsnorm, oder
2. zumindest für eine Kläranlage der Mittelwert der Ablaufkonzentrationen größer als die Umweltqualitätsnorm ist.

Als Bewertungskriterien wurden in fast allen Fällen die auf die Wasserphase bezogenen Jahresdurchschnitts-UQN aus der QZV Chemie OG verwendet. Für einige der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen sind in der geltenden Fassung der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer keine JD-UQN definiert, sondern ausschließlich Biota-UQN ausgewiesen. Zu diesen Stoffen zählen die bromierten Diphenylether, Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen sowie Quecksilber. Um auch für diese Stoffe bzw. Stoffgruppen eine Bewertung durchführen zu können, wurden aus den Biota-UQN unter Berücksichtigung von Verteilungskoeffizienten (Bioakkumulation und Biomagnifikation) entsprechende Vergleichswerte für die Wasserphase berechnet. Dabei wurde auf die Stoffdossiers zur Gütezielableitung zurückgegriffen.

- **Polybromierte Diphenylether:** das UQN-Dossier für polybromierte Diphenylether weist einen aus der Biota-UQN abgeleiteten äquivalenten Wasserwert von  $4,9 \times 10^{-8} \mu\text{g/l}$  aus (PBDE, 2011). Diese Konzentration wurde aus der Biota-UQN unter Anwendung eines Bioakkumulationsfaktor von 35.100 l/kg sowie eines Biomagnifikationsfaktor von 5 berechnet.
- **Quecksilber:** VERBRUGGEN et al. (2015) haben einen äquivalenten Wasserwert aus der Biota-UQN von  $20 \mu\text{g/kg}$  Frischgewicht Fisch berechnet. Die Autoren schlagen  $0,000070 \mu\text{g/l}$  Quecksilber vor, wobei dieser Wert für gelöstes Quecksilber gilt.
- **Dioxine, Furane und dioxinähnliche Verbindungen:** das UQN-Dossier weist keinen äquivalenten Wasserwert aus. In Anlehnung an die Vorgehensweise bei den polybromierten Diphenylethern wird ein Vergleichswert aus der Biota-UQN unter Berücksichtigung der Bioakkumulation und der Biomagnifikation berechnet. Dazu werden die Werte aus dem Dossier zur UQN-Ableitung verwendet und ein Bioakkumulationsfaktor von 41.450 l/kg sowie ein Biomagnifikationsfaktor von 10 angewandt (Dioxin and dioxin-like PCBs, 2011). Diese Berechnung ergibt ein wasserbezogenes Referenzkriterium für diese Stoffgruppe von  $1,5 \times 10^{-8} \mu\text{g/l}$ .

Für die Stoffe der Beobachtungsliste sind derzeit keine verbindlichen UQN vorgegeben. Der Durchführungsbeschluss der Europäischen Kommission zur Erstellung einer Beobachtungsliste (EC, 2015) gibt aber PNEC-Werte an, die den Mindestanforderungen an die Analytik entsprechen. Diese PNEC-Werte wurden als Relevanzkriterien verwendet.

Zu den Metallen ist anzumerken, dass die angegebenen JD-UQN auf die gelöste Konzentration bzw. bei Nickel und Blei auf den bioverfügbaren Anteil bezogen sind. Die verwendeten Relevanzkriterien sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

**TABELLE 10: ZUSAMMENSTELLUNG DER VERWENDETEN RELEVANZKRITERIEN. DIE WERTE IN DEN KLAMMERN SIND ÄQUIVALENTE WASSERWERTE, DIE AUS DEN BIOTA-UQN ABGELEITET WURDEN.**

<b>Parametergruppe</b>	<b>Name</b>	<b>UQN [<math>\mu\text{g/l}</math>]</b>
Metalle	Quecksilber	0,000070 <sup>1)</sup>
Metalle	Blei	1,2
Metalle	Cadmium	0,080
Metalle	Kupfer	1,1
Metalle	Nickel	4,0
Metalle	Silber	0,10
Metalle	Zink	7,8
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Naphthalin	2,0
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Fluoranthren	0,0063
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Anthracen	0,10
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benz(a)pyren	0,00017
Flammschutzmittel	Summe PBDE	0,000000049 <sup>1)</sup>
Flammschutzmittel	Summe HBCDD	0,0016
Organozinnverbindungen	Dibutylzinnverbindungen	0,010
Organozinnverbindungen	Tributylzinnverbindungen	0,00020
Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansulfonsäure	0,00065
Dioxine/Furane und PCB	Summe PCDD/F + DL-PCB	0,000000015 <sup>1)</sup>
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Aclonifen	0,12
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Dichlorvos	0,00060
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Quinoxifen	0,15
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Terbutryn	0,065
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Irgarol	0,0025
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Bifenox	0,012
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Cypermethrin	0,000080
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Dicofol	0,0012
Arzneimittelwirkstoffe	Diclofenac	0,010
Hormone	17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol	0,000035
Hormone	17 $\beta$ -Östradiol	0,00040
Hormone	Östron	0,00040

<sup>1)</sup> aus Biota-UQN über Gleichgewichtskoeffizienten berechnet

## 6 ERGEBNISSE

### 6.1 REFERENZPARAMETER

**IN DEN ABWASSERPROBEN** wurden fünf Referenzparameter und 94 Spurenstoffe untersucht. Die Referenzparameter wurden gemessen, um diese Ergebnisse mit Erfahrungswerten und den Messungen der Kläranlagen zu vergleichen. Damit sollten mögliche Kontaminationen oder Auffälligkeiten untersucht und vermieden werden. Die gemessenen Konzentrationen der Referenzparameter sind in Abbildung 4 dargestellt. Diese Messergebnisse sind verschiedenen Vergleichswerten gegenübergestellt, wobei dafür Daten für CSB (gesamt), Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor genutzt wurden. Datenquellen waren EMREG-OW und der Kläranlagen-Leistungsvergleich des ÖWAV (LINDTNER und VOHRZYKA, 2016).

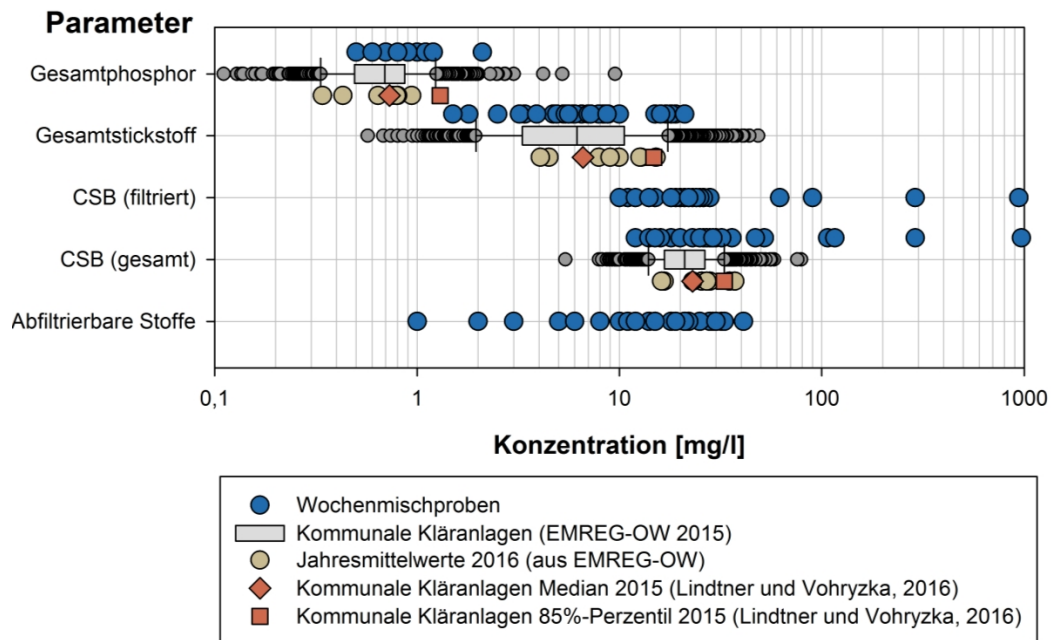


Abbildung 4: Konzentrationen der Referenzparameter in den untersuchten Wochenmischproben und Vergleichs- und Erfahrungswerte

Bei den Daten aus EMREG-OW wurden alle Datenmeldungen kommunaler Kläranlagen aus dem Berichtsjahr 2015 genutzt. Aus den gemeldeten Jahresfrachten der Abwasserinhaltsstoffe CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor und den jeweiligen Jahresabwassermengen wurden theoretische mittlere Konzentrationen berechnet. Dargestellt ist die Verteilung dieser berechneten mittleren Ablaufkonzentrationen in Form von Boxplots. Dabei gibt die Box das 25%-75%-Perzentil wieder und die Fehlerbalken zeigen das 10% und 90%-Perzentil an. Potentielle Ausreißer sind als Punkte dargestellt.

Zudem sind die theoretischen Jahresmittelwerte aus den EMREG-OW Datenmeldungen für das Berichtsjahr 2016 für die untersuchten Kläranlagen dargestellt. Diese liegen häufig im mittleren Bereich der statistischen Verteilung, bei einigen Proben für CSB und Gesamtstickstoff aber auch im oberen Konzentrationsbereich bzw. zwischen dem 75% und 90% Perzentil.

Zusätzlich zu den Daten aus EMREG-OW sind die Mediane und die 85%-Perzentile der Ablaufkonzentrationen aus dem Kläranlagen-Leistungsvergleich des ÖWAV (aus LINDTNER und VOHRZYKA, 2016) abgebildet. Diese Vergleichswerte zeigen eine gute Übereinstimmung mit der statistischen Verteilung der berechneten mittleren Konzentrationen aus EMREG-OW.

Die Konzentrationen der Referenzparameter in den Wochenmischproben liegen zumeist im Schwankungsbereich der Vergleichswerte. Auffällig ist ein Messwert für Gesamtphosphor von 2,1 mg/l in einer Mischprobe aus ARA 5, der aber auch im Schwankungsbereich anderer Extremwerte liegt. In den anderen drei Wochenmischproben dieser Kläranlage sind die Phosphorkonzentrationen kleiner 1,0 mg/l.

Die Messwerte für die abfiltrierbaren Stoffe (AFS) sind im Vergleich mit Erfahrungswerten sehr hoch. Dies ist auf das Einfrieren der Proben zurückzuführen und wurde auch bei anderen Untersuchungen bereits beschrieben. LAMBERT et al. (2014) haben nach dem Auftauen der gefrorenen Proben eine starke, vor dem Gefrieren nicht vorhandene Flockenbildung der Feinpartikel beobachtet. Diese starke Flockenbildung trat in den nur gekühlten Proben nicht auf. Das Gefrieren führte zur Aggregation von Feinpartikeln, die ohne diese das Analysenfilter passiert hätten. Die hohen AFS-Gehalte der Kläranlagenabläufe können jedenfalls nicht durch originäre abwasserbürtige Feinpartikel entstanden sein (LAMBERT et al., 2014). Dies wird durch den Vergleich der CSB Konzentrationen in der Gesamtprobe und in der filtrierten Probe bestätigt. Aus Erfahrungswerten kann der CSB von einem mg/l Schwebstoff im Ablauf mit rund einem mg/l CSB gleichgesetzt werden ( $CSB/TS=1$ ). Dieser Wert ist mit Unsicherheiten verbunden und eine bessere Abschätzung wäre über das Verhältnis von CSB zu organischer Trockenmasse möglich, das üblicherweise zwischen 1,4 und 1,5 liegt (SVARDAL et al., 1998). Nichtsdestotrotz ist die Annahme eines CSB/TS Verhältnisses zur Plausibilisierung der gemessenen Werte anwendbar und beruht auf der Annahme eines organischen Anteils in den Schwebstoffen von 65-70%. Die Differenz der CSB-Konzentrationen in der Gesamtprobe und in der filtrierten Probe ergäbe somit wesentlich geringere, aber plausiblere und mit Erfahrungswerten vergleichbare AFS-Konzentrationen. Die AFS-Konzentrationen sind daher ausgewiesen, werden aber nicht weiter ausgewertet.

Auf die Konzentration der Spurenstoffe sollte das Einfrieren keinen Einfluss haben. LAMBERT et al. (2014) haben jedenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den gekühlten und den tiefgefrorenen Proben beschrieben.

Unplausibel hohe Konzentrationen wurden in einigen Proben für CSB gemessen. Dies trifft auf vier Wochenmischproben zu. In einer Wochenmischprobe aus ARA 1 und in einer Probe aus ARA 2 wurden CSB Konzentrationen von rund 100 mg/l beobachtet und lagen somit deutlich über den Vergleichswerten in den anderen drei Wochenmischproben der jeweiligen Anlagen. Besonders hervorzuheben sind zwei Wochenmischproben der ARA 4, in denen CSB-Konzentrationen von rund 300 mg/l bzw. knapp 1.000 mg/l gemessen wurden. Vor allem bei diesen zwei Proben ist zudem auffällig, dass sowohl die filtrierte als auch die Gesamtprobe nahezu idente Belastungen zeigten.

Eine Kontamination dieser Proben ist nicht auszuschließen. Von ARA 4 wurden täglich Tagesmischproben übermittelt. Zur weiteren Abklärung wurden in diesen Tagesmischproben sowie in den Rückstellproben der Wochenmischproben die CSB-Messungen wiederholt. Diese Wiederholungsmessungen haben die hohen CSB-Konzentrationen in den Wochenmischproben bestätigt (rund 230 und 900 mg/l). Bei den Teilproben sind drei der sieben Proben der dritten Wochenmischprobe auffällig. Diese drei Tagesmischproben wiesen CSB Konzentrationen von 100, 436 und 2.260 mg/l auf. In allen anderen Tagesmischproben der dritten und der vierten Untersuchungswoche schwankten die CSB Konzentrationen im Bereich von 17 bis 28 mg/l. Bei der vierten Wochenmischprobe aus ARA 4 scheint somit bei der Mischung der Teilproben eine Kontamination der Probe erfolgt zu sein. Bei der dritten Wochenmischprobe könnten sowohl die vorgelegten Gebinde belastet gewesen sein oder eine Verunreinigung bei der Probenahme oder der Mischung der Wochenmischproben passiert sein. Da die Daten der Eigenüberwachung keine Auffälligkeiten zeigen, dürften die Verunreinigung auf die Gebinde oder das Mischen zurückzuführen sein.

Die Verunreinigung ist bei den Referenzparametern ausschließlich über den Parameter CSB zu beobachten, wohingegen die anderen Referenzparameter in diesen Proben unauffällig sind. Nichtsdestotrotz ist eine Beeinflussung der Spurenstoffkonzentrationen nicht auszuschließen. So wurden auch bei einigen

Spurenstoffen die Maximalwerte in diesen Proben gemessen. Dazu zählen z.B. Ibuprofen, 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol, Östriol oder Chrysen. Die Analyse aller Spurenstoffe in allen Teilproben ist sehr aufwändig und wurde daher nicht durchgeführt. Exemplarisch wurden aber die Arzneimittelwirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen in den Teilproben gemessen. Es wurden die Tagesmischproben untersucht und aus den Tagesmischproben eine neue Wochenmischprobe generiert und analysiert. Diese Analysenergebnisse und die Ergebnisse in der ursprünglichen Wochenmischprobe sind in Abbildung 5 dargestellt.

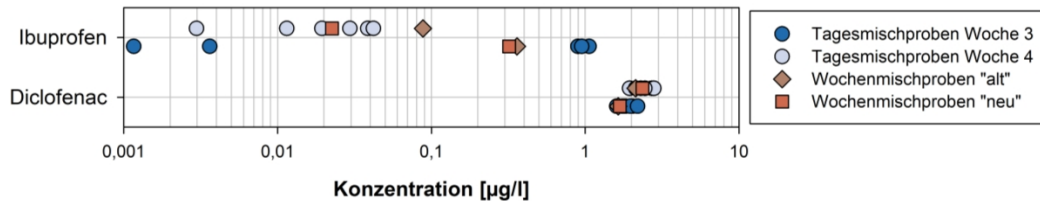


Abbildung 5: Diclofenac und Ibuprofen in den Tages- und Wochenmischproben aus Kläranlage 4

Dabei fällt auf, dass die Ibuprofen-Konzentrationen in drei Tagesmischproben in Woche 3 um ein Vielfaches über den sonstigen Messwerten liegen, wohingegen bei Diclofenac keine Auffälligkeiten zu beobachten sind. Die Ibuprofen Konzentrationen in den Tagesmischproben der dritten Woche zeigten somit ein ähnliches Muster wie die gemessenen CSB-Konzentrationen. Zur Prüfung der gemessenen Spurenstoffkonzentrationen wurden daher die zwei kontaminierten Wochenmischproben aus den Rückstellproben nochmals gemischt. Die Ergebnisse sind als Wochenmischprobe neu dargestellt. Mit Ausnahme der vierten Wochenmischprobe für Ibuprofen zeigen die Ergebnisse eine gute Übereinstimmung. Bei der vierten Wochenmischprobe weisen auch die Ergebnisse für Ibuprofen auf einen Fehler bei der Probenmischung hin.

In einem weiteren Schritt wurden aus den Rückstellproben neue Proben gemischt, wobei die kontaminierten Proben nicht berücksichtigt wurden. Es wurden somit Teilproben aus den unauffälligen Tagesmischproben generiert. So wurde für die Probenahmewoche 3 eine Vier-Tages-Mischprobe und für die Probenahmewoche 4 eine Sechs-Tages-Probe gemischt. Während die Konzentrationen für Diclofenac in diesen Teilproben (1,8 und 2,4 µg/l) ähnlich den Konzentrationen in den Wochenmischproben (2,0 und 2,4 µg/l) waren, wurden für Ibuprofen niedrigere Konzentrationen gemessen (<0,005 und 0,023 µg/l versus 0,35 und 0,088 µg/l). Für die weiteren Auswertungen wurden diese Wiederholungsmessungen in den Teilproben verwendet.

Ausgehend von diesen Beobachtungen wurden auch weitere Parameter in diesen Teilproben untersucht. Dazu ist aber anzumerken, dass nicht alle Spurenstoffanalysen wiederholt werden konnten, weil dafür nicht ausreichend Probenvolumen verfügbar war. Wiederholt wurden aber die Analysen der per- und polyfluorierten Tenside, der polybromierten Diphenylether, der Organozinnverbindungen, der Dioxine, Furane und PCB, der Arzneimittelwirkstoffe und der Hormone. Nicht wiederholt werden konnten die Analysen der Metalle und der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe. Auch nicht wiederholt wurden die Messungen der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und von HBCDD, weil diese Stoffe mit Ausnahme von wenigen Nachweisen für Terbutryn in keiner Probe gefunden wurden.

Abbildung 6 zeigt einen Vergleich der ursprünglichen Messungen mit diesen Wiederholungsmessungen. Dargestellt sind die jeweiligen Konzentrationen in den Wiederholungsproben relativ zu den ursprünglichen Wochenmischproben.



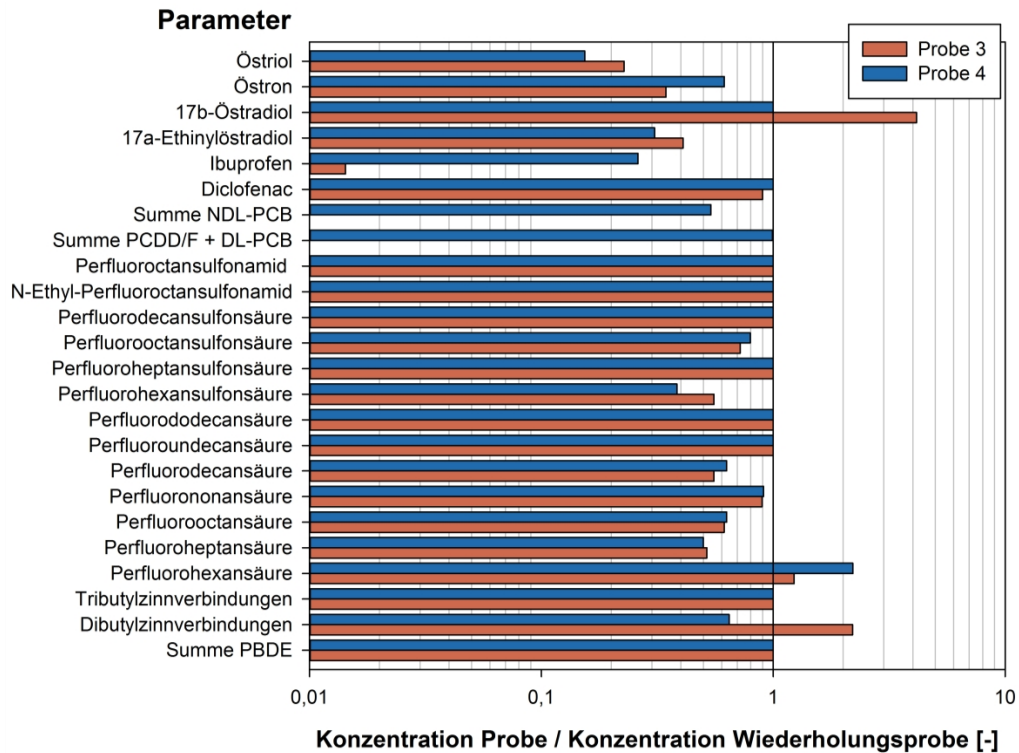


Abbildung 6: Verhältnis der Konzentrationen der untersuchten Spurenstoffe bzw. Stoffgruppen in den ursprünglichen Wochenmischproben und in den Wiederholungsproben

Bei den meisten Stoffen bzw. Stoffgruppen werden in den Wiederholungsproben ähnliche Konzentrationen beobachtet wie in den ursprünglichen Wochenmischproben. Unterschiede sind aufgrund der Analysenunsicherheiten zu erwarten und dadurch, dass es bei den Wiederholungsproben nicht möglich war, neue Wochenproben zu mischen, weil das Probenvolumen nicht ausgereicht hat. Auch ist bei den meisten Stoffen eine Konzentrationsabnahme zu beobachten, was eventuell auf einen Abbau in der Probe zurückzuführen sein könnte. Am stärksten abweichend ist das Ergebnis für Ibuprofen. Dies ist darin begründet, dass die hoch belasteten Tagesmischproben nicht in die Wochenprobe gemischt wurden. Die Ibuprofen-Konzentration in der Wiederholungsprobe liegt im Bereich der sonstigen Messwerte und von Literaturwerten. Für die weiteren Auswertungen werden mit Ausnahme von Ibuprofen alle Messwerte verwendet. Für Ibuprofen werden die Messwerte der Wiederholungsmessungen berücksichtigt.

Ein weiteres auffälliges Ergebnis der Messungen der Tagesmischproben der dritten und vierten Untersuchungswoche in der Kläranlage 4 ist ein erkennbarer Wochengang für Diclofenac bei beiden Probenahmezyklen (siehe Abbildung 7). So steigt die Konzentration von Diclofenac über das Wochenende an und fällt gegen Wochenmitte wieder ab. Dieser Verlauf ist bei beiden untersuchten Wochen zu beobachten.

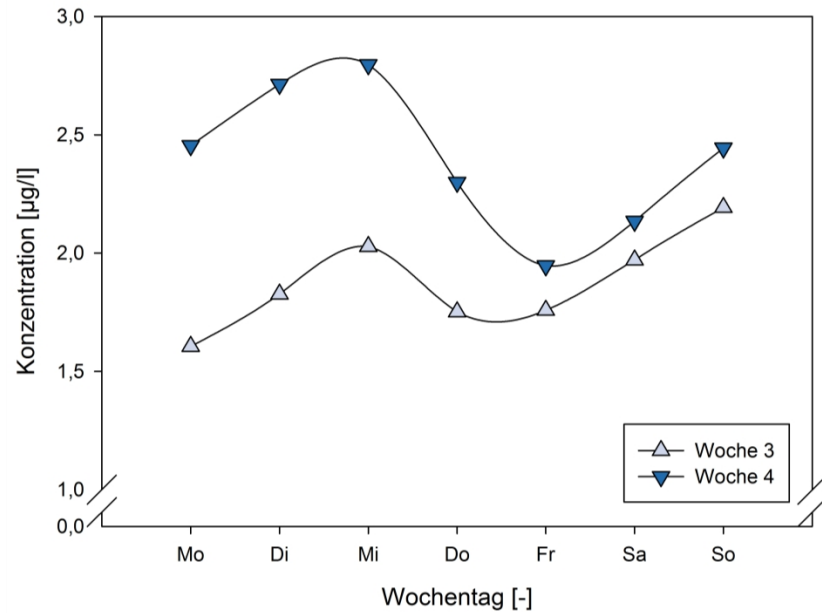


Abbildung 7: Diclofenac-Konzentrationen in den untersuchten Tagesmischproben der dritten und vierten Untersuchungsperiode in Kläranlage 4

## 6.2 SPURENSTOFFE

### 6.2.1 VORKOMMEN

Neben den Referenzparametern wurden 94 Spurenstoffe untersucht. 24 dieser Spurenstoffe waren in keiner der untersuchten Abwasserproben nachweisbar. Dazu zählen Perfluorododecansäure, Perfluorodecansulfonsäure und N-Ethyl-Perfluoroctansulfonamid, Vertreter der Dioxine, der Furane und der polychlorierten Biphenyle, HBCDD und die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Aclonifen, Dichlorvos, Quinoxifen, Cybutryn, Bifenox und Cypermethrin.

Abbildung 8 fasst die Häufigkeit der Nachweise zusammen und gibt die Anzahl der Messwerte, der Analyseergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze und die Anzahl der nicht nachweisbaren Stoffe bzw. Stoffgruppen an. Die Summenparametern PBDE, PAK, PCDD/F + DL-PCB wurden als nicht nachweisbar gezählt, wenn keiner der jeweiligen Einzelstoffe nachweisbar war. War einer der Einzelstoffe nachweisbar bzw. über der Bestimmungsgrenze, so wurde auch der Summenparameter entsprechend gezählt.

Blei, Cadmium, Fluoranthen, Anthracen, Benz(a)anthracen, Perfluoroctansulfonamid und Terbutryn waren zwar in zumindest einer Probe nachweisbar, aber alle Messwerte lagen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Nur vereinzelt oder nur in wenigen Proben nachweisbar waren Tributylzinnverbindungen, Silber, Dicofol, Perfluorundecansäure, Perfluorheptansulfonsäure und Östriol.

In allen Proben wurden Perfluoroktansäure (PFOA), Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Diclofenac, Kupfer, Quecksilber und Zink nachgewiesen. In fast allen Proben nachweisbar waren zudem Nickel, Perfluorhexansäure, PAK und Ibuprofen.

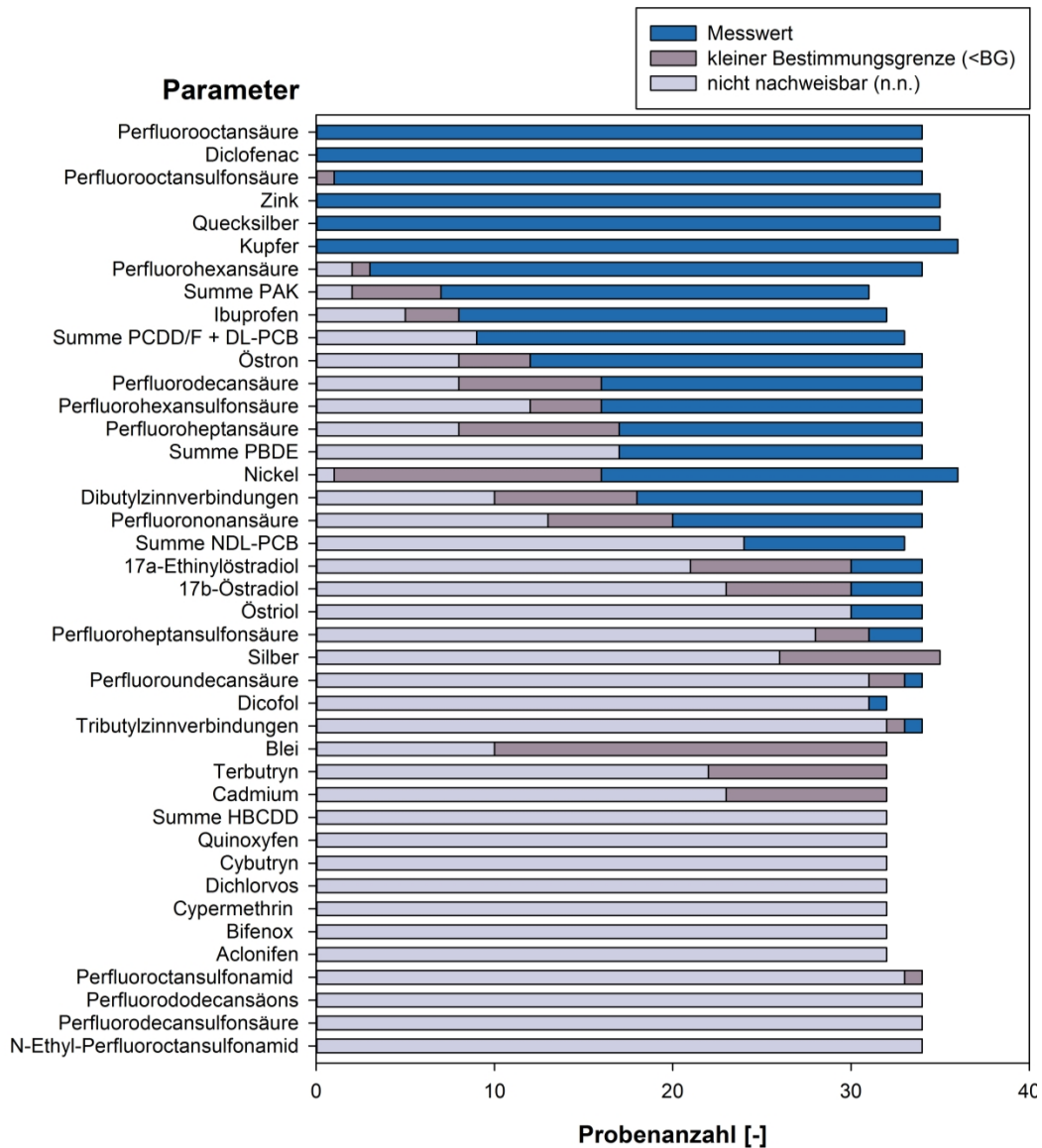


Abbildung 8: Zusammenfassung der Häufigkeit der Nachweise der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in den Abwasserproben

In Abbildung 9 sind die gemessenen Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen zusammengefasst. Dargestellt sind nur gemessene Konzentrationen. Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze und nicht nachweisbare Stoffe und Stoffgruppen sind nicht berücksichtigt.

Die höchsten Werte wurden für die Metalle Zink und Nickel gemessen, wobei die gemessenen Konzentrationen zumeist über 10 µg/l lagen. Für Kupfer und den Arzneimittelwirkstoff Diclofenac wurden Konzentrationen zwischen 1,0 und 10 µg/l beobachtet. Das Schmerzmittel Ibuprofen wurde von wenigen Nanogramm pro Liter bis zu rund 0,26 µg/l gemessen, wobei die Konzentrationen zumeist unter 0,10 µg/l lagen. Quecksilber und Naphthalin wurden zumeist im Konzentrationsbereich zwischen 0,010 und 0,10 µg/l gefunden. Die gemessenen Konzentrationen für Summe PAK, Östron und PFOS sind in den untersuchten Wochenmischproben sehr unterschiedlich und schwanken von 0,001 bis zu 0,10 µg/l. Im Bereich zwischen 0,0010 und 0,010 µg/l waren Östriol, zahlreiche Vertreter der per- und polyfluorierten Tenside (Perfluorooctansäure, Perfluorohexansäure, Perfluorohexansulfonsäure, Perfluoroheptansäure, Perfluoroheptansulfonsäure, Perfluorodecansäure, Perfluorononansäure, Perfluoroundecansäure) nachweisbar und in jeweils einer Probe wurden zudem Dicofol und Benzo(a)pyren gemessen. Die Organozinnverbindungen Tri- und Dibutylzinnverbindungen, die Dioxine/Furane und PCB, die

polybromierten Diphenylether und die Östrogenhormone 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol und 17 $\beta$ -Östradiol waren zumeist in Konzentrationen unter 0,0010  $\mu\text{g/l}$  in den Proben zu finden.

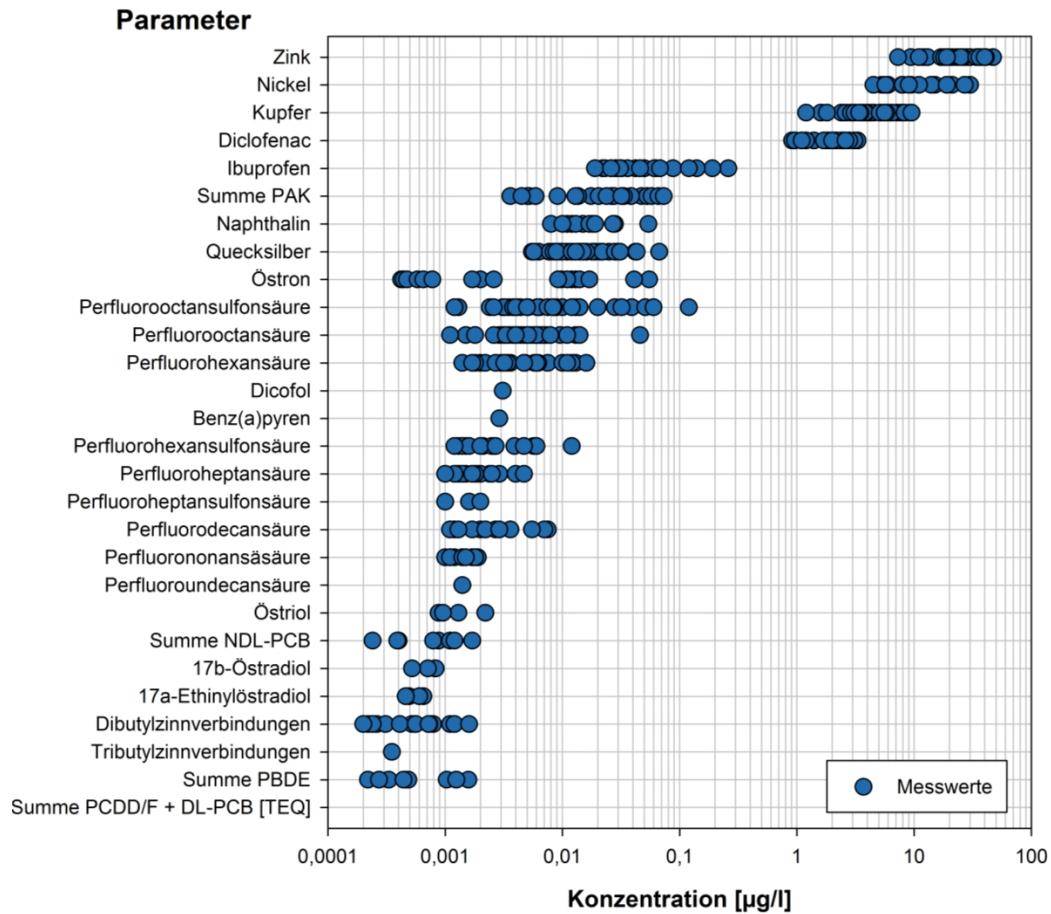


Abbildung 9: Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen, für die zumindest ein Messwert größer Bestimmungsgrenze vorliegt (Ergebnisse der Minimalbewertung)

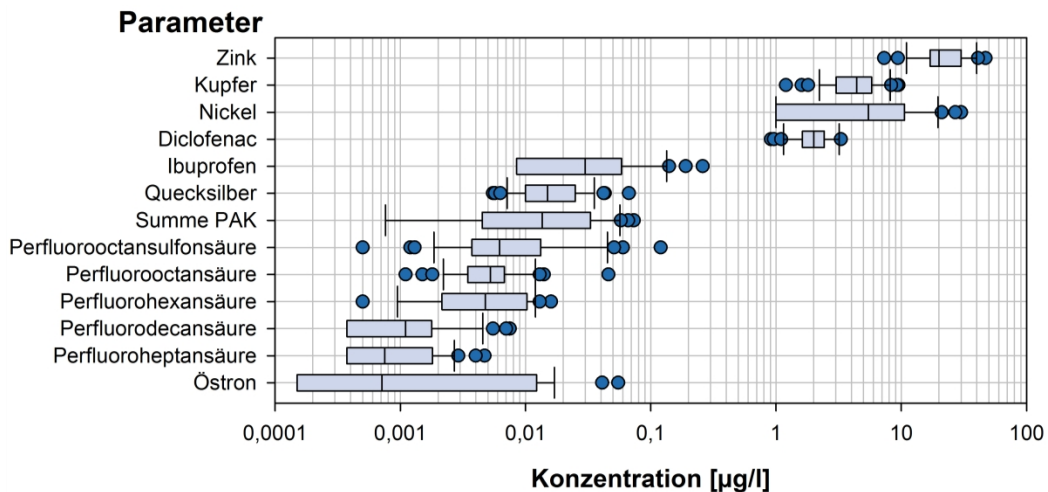


Abbildung 10: Boxplots der Stoffe und Stoffgruppen, die in zumindest 75% der Proben nachgewiesen wurden (Ergebnisse der Minimalbewertung)

Die Stoffe bzw. Stoffgruppen, die in zumindest drei Viertel (75%) der Proben nachgewiesen wurden, sind im Detail in Abbildung 10 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Minimalbewertung sind in Form von Boxplots dargestellt. Die Box gibt den Schwankungsbereich des 25-75% Perzentils wieder und enthält 50%

der Messwerte. Auch der Median ist dargestellt (Linie in der Box). Die Fehlerbalken bezeichnen das 10-90% Perzentil und die Punkte zeigen Extremwerte an. Für Zink, Kupfer, Diclofenac, Quecksilber und Perfluoroktansäure ist der Schwankungsbereich der Hälfte der gemessenen Konzentrationen (Boxen) gering. Der größte Schwankungsbereich wird für Östron beobachtet und die gemessenen Konzentrationen sind sehr unterschiedlich.

Bei den Metallen Quecksilber, Silber und Zink ist jeweils ein Messwert auffällig, der um eine Größenordnung über den anderen Messwerten lag. Alle diese Extremwerte stammen aus einer Probe aus ARA 8. Zur Abklärung dieser Extremwerte wurden im Frühjahr 2017 (März-April 2017) nochmals vier Wochenmischproben von ARA 8 gesammelt und auf die Schwermetalle untersucht. In diesen vier zusätzlichen Wochenmischproben lagen die Konzentrationen der Metalle im Bereich der drei Wochenmischproben aus 2016 und somit deutlich unter den Extremwerten. Die Ergebnisse des Vergleichs sind in Abbildung 11 dargestellt. Es sind die gemessenen Konzentrationen (Maximalbewertung) in den Anlagen 1-7 den Messwerten aus ARA 8 gegenübergestellt. Die Extremwerte aus ARA 8 sind gekennzeichnet.

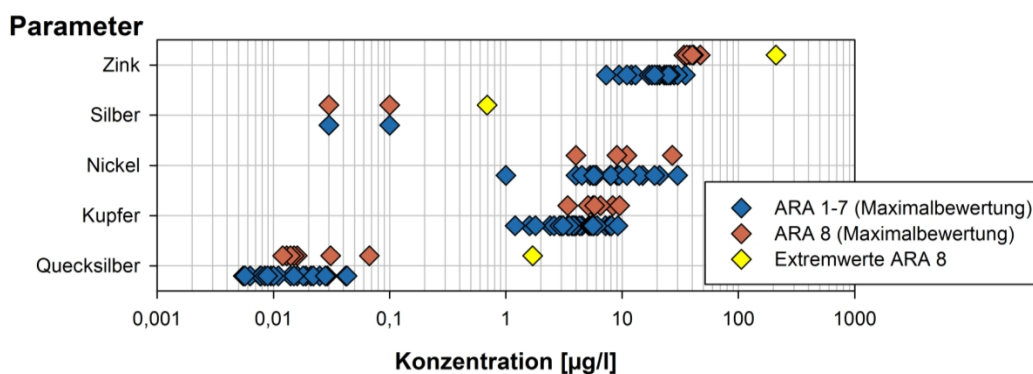


Abbildung 11: Vergleich der gemessenen Metallkonzentrationen (Maximalbewertung) in den Anlagen 1-7 und in ARA 8.

Diese Extremwerte in einer Wochenmischprobe aus ARA 8 liegen z.T. um über einen Faktor 10 über den Maximalwerten aus dem Untersuchungsprogramm und konnten bei den Wiederholungsbeprobungen nicht bestätigt werden. Auch nach Rücksprache mit dem Kläranlagenbetreiber konnte keine Erklärung für diese hohen Messwerte gefunden werden. Die gemessenen Extremwerte erscheinen im Vergleich zu den anderen Messwerten sehr hoch und werden als Ausreißer eingestuft. Diese Ausreißer für Quecksilber, Silber und Zink werden in den weiteren Auswertungen nicht berücksichtigt, weil sie den Mittelwert von ARA 8 aber auch die Mittelwerte aus allen Messwerten stark beeinflussen.

Eine Zusammenfassung der gemessenen Konzentrationen mit Angabe der Mittelwerte aus der Minimal- und der Maximalbewertung sowie der Minima aus der Minimal- und der Maxima aus der Maximalbewertung enthält Tabelle 12 in Abschnitt 8.2 im Anhang.

6.2.2 IDENTIFIKATION RELEVANTER ABWASSERINHALTSTOFFE

Es werden zwei Relevanzkriterien angewandt. Diese zwei Kriterien sind in Abschnitt 5.3 beschrieben und sind ident mit den Kriterien, die auch auf die Messergebnisse der Untersuchungen 2007/2008 angewandt wurden:

1. Der Mittelwert aller gemessenen Ablaufkonzentrationen eines Stoffes bzw. einer Stoffgruppe ist größer als die halbe Umweltqualitätsnorm.

Bifenox, Cypermethrin, Aclonifen, Dichlorvos, Quinoxifen, Cybutryn und Hexabromcyclododecan waren in keiner Wochenmischprobe nachweisbar. Für Bifenox, Aclonifen und Quinoxifen war die Nachweisgrenze kleiner der jeweiligen auf den Jahresdurchschnitt bezogenen UQN (JD-UQN) und diese Stoffe können als nicht relevant bewertet werden. Für Cypermethrin, Dichlorvos, Cybutryn und HBCDD sind die JD-UQN sehr niedrig und die Nachweisgrenzen der angewandten analytischen Methoden lagen z.T. deutlich darüber. Für diese Stoffe ist eine Bewertung der Relevanz nicht möglich.

Eine Gegenüberstellung aller Analysenergebnisse sowie der Mittelwerte mit dem jeweiligen Referenzkriterium zeigt Abbildung 12. Dargestellt sind die Werte der Minimal- und der Maximalbewertung (Einzelwerte und Mittelwerte) relativ zur JD-UQN. Sind nur Werte für die Maximalbewertung angegeben, so lagen alle Messwerte über der jeweiligen Bestimmungsgrenze und Minimal- und Maximalbewertung zeigten das gleiche Ergebnis. Dies trifft z.B. auf Quecksilber, Zink, Kupfer, PFOS und Diclofenac zu.

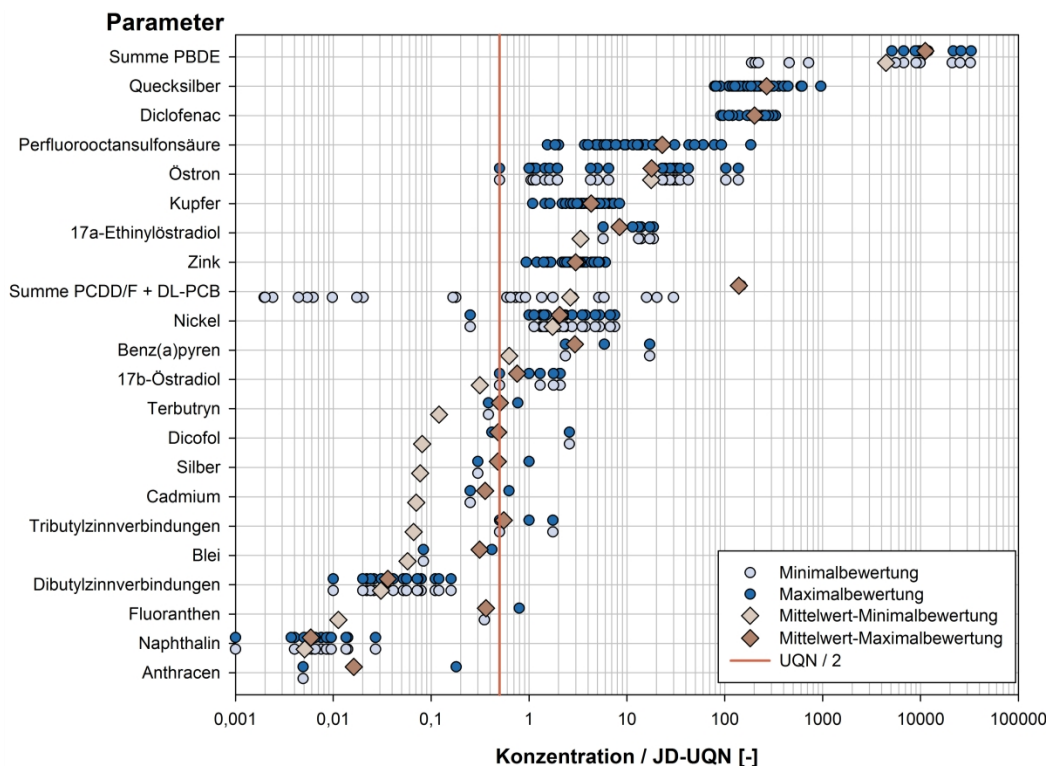


Abbildung 12: Gemessene Konzentrationen und Mittelwerte aus der Minimal- und der Maximalbewertung relativ zur jeweiligen JD-UQN.

Sind die dargestellten Mittelwerte größer als 0,5, so gilt das Relevanzkriterium als erfüllt. Dies gilt für polybromierte Diphenylether, Quecksilber, Diclofenac, PFOS, Östron, Kupfer, Zink, Nickel, 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol, Dioxine/Furane und PCB.

Der Mittelwert von Benzo(a)pyren wird sehr stark durch einen Extremwert beeinflusst, der in der kontaminierten Probe aus ARA 4 gemessen wurde. Alle anderen Messwerte sind kleiner Bestimmungsgrenze oder Benzo(a)pyren war nicht nachweisbar. Würde dieser Extremwert bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt, würde der Mittelwert der Minimalbewertung deutlich unter der halben UQN liegen. Der Mittelwert der Maximalbewertung würde aber auch bei Nichtberücksichtigung des Extremwertes die JD-UQN überschreiten. Dies ist auf die Auswertung zurückzuführen. Bei der Minimalbewertung werden alle nicht nachweisbaren Stoffe gleich Null gesetzt und alle Werte kleiner der Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt. Bei der Maximalbewertung werden alle nicht nachweisbaren Stoffe gleich der Nachweisgrenze gesetzt und alle Werte kleiner der Bestimmungsgrenze mit der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Benzo(a)pyren war nur in zwei Proben nachweisbar und von diesen zwei Messwerten stellt ein Messwert einen Extremwert dar und in der zweiten Probe lag die Konzentration unter der Bestimmungsgrenze. Die Bestimmungsgrenze der angewandten analytischen Methode war um einen Faktor von rund 2,5 höher als die JD-UQN. Damit wird bei der Maximalbewertung durch die Berechnung eine Überschreitung des Kriteriums erreicht und somit ein falsch positives Ergebnis erzielt. Da davon auszugehen ist, dass der Mittelwert zwischen den Mittelwerten der Minimal- und der Maximalbewertung liegen sollte und damit eine eindeutige Bewertung derzeit nicht möglich ist, wird Benzo(a)pyren derzeit als nicht relevant nach dem ersten Relevanzkriterium bewertet.

Die Bewertung von 17 $\beta$ -Östradiol (E2) ist schwierig, weil der Mittelwert der Minimalbewertung unter und der Mittelwert der Maximalbewertung über dem Relevanzkriterium liegen. Östron ist ein Abbauprodukt von E2 und wird als relevant bewertet. Es ist sinnvoll, die zwei Stoffe gemeinsam zu bewerten und bei gemeinsamer Bewertung sind die zwei Stoffe als relevant nach dem ersten Relevanzkriterium zu beurteilen.

Für Silber gilt Ähnliches wie für Benzo(a)pyren. Auch für Silber liegen der Mittelwert der Minimalbewertung unter dem Relevanzkriterium und der Mittelwert der Maximalbewertung im Bereich des Relevanzkriteriums. Dies ist auf die Auswertung zurückzuführen. Bei der Minimalbewertung werden alle nicht nachweisbaren Stoffe gleich Null gesetzt und alle Werte kleiner der Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt. Bei der Maximalbewertung werden alle nicht nachweisbaren Stoffe gleich der Nachweisgrenze gesetzt und alle Werte kleiner der Bestimmungsgrenze mit der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Für Silber lagen alle Messwerte mit Ausnahme des ausgeschiedenen Extremwertes unter der Bestimmungsgrenze. Die Bestimmungsgrenze der angewandten analytischen Methode entsprach der JD-UQN und somit dem Bewertungskriterium. Da davon auszugehen ist, dass der Mittelwert zwischen den Mittelwerten der Minimal- und der Maximalbewertung liegen sollte, ist anzunehmen, dass das Bewertungskriterium nicht erfüllt wird. Daher wird Silber als nicht relevant nach dem ersten Relevanzkriterium bewertet.

Tributylzinnverbindungen, Dicofol und Terbutryn werden als nicht relevant nach dem ersten Relevanzkriterium bewertet. Bei Dicofol liegen der Mittelwert der Minimalbewertung und der Mittelwert der Maximalbewertung unter dem Bewertungskriterium. Terbutryn wurde in rund 30% der Wochenmischproben in Konzentrationen kleiner Bestimmungsgrenze nachgewiesen und wurde in den anderen Proben nicht gefunden. Da die Bestimmungsgrenze im Bereich der UQN und damit über der halben UQN liegt, führt der Berechnungsansatz der Maximalbewertung zu einem potentiell falsch positiven Ergebnis, wohingegen die

Minimalbewertung deutlich darunter liegt. Ähnliches gilt für Tributylzinnverbindungen. Diese wurden in zwei Ablaufmischproben nachgewiesen und einer dieser Nachweise lag unter der Bestimmungsgrenze. Die Bestimmungsgrenze entspricht mit 0,00020 µg/l der JD-UQN und die Nachweisgrenze mit 0,00010 µg/l der halben UQN. Da bei der Maximalbewertung für die Mittelwertbildung alle nicht nachweisbaren Konzentrationen gleich der Nachweisgrenze gesetzt werden, führt diese Vorgehensweise zu einem potentiell falsch positiven Ergebnis. Da die Minimal- und die Maximalbewertung die zwei Extremvarianten darstellen und der Mittelwert der Maximalbewertung nur geringfügig über UQN/2 liegt, werden aufgrund der Unsicherheit einer falsch positiven Bewertung Tributylzinnverbindungen als nicht relevant eingestuft.

Jedenfalls nicht relevant nach diesem ersten Bewertungskriterium sind Blei, Dibutylzinnverbindungen, Fluoranthen, Naphthalin und Anthracen. Beide Mittelwerte aus der Minimal- und der Maximalbewertung liegen deutlich unter der halben UQN.

Zusammenfassend werden nach dem ersten Relevanzkriterium die folgenden Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet:

- **Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe:** Nickel, Quecksilber, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB und polybromierte Diphenylether (PBDE).
  - **Stoffe der Beobachtungsliste:** 17α-Ethinylöstradiol (EE2), Östron (E1) und 17β-Östradiol (E2) und Diclofenac.
  - **National geregelte bzw. sonstige Schadstoffe:** Kupfer und Zink.
2. Zumindest für eine Kläranlage ist der Mittelwert der Ablaufkonzentrationen größer als die Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN).

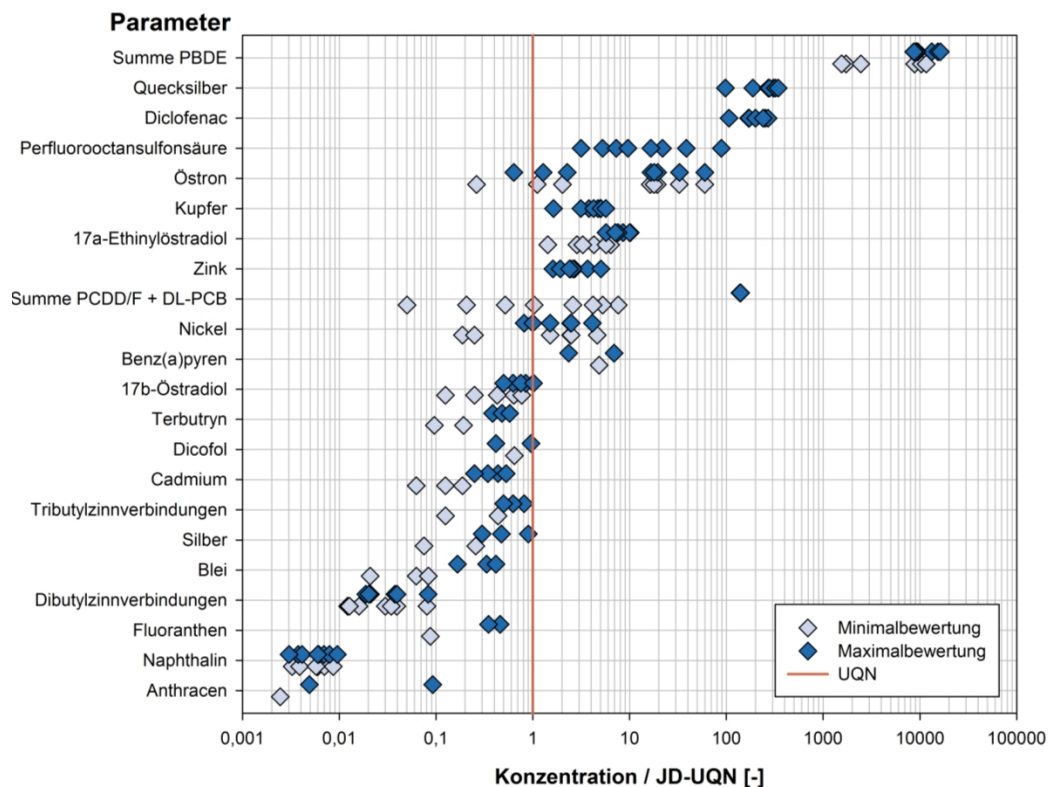


Abbildung 13: Vergleich der Mittelwerte der vier Wochenmischproben der acht beprobten Kläranlagen mit den jeweiligen JD-UQN für die untersuchten Stoffe und Stoffgruppen



Für das zweite Bewertungskriterium wurden die vier Messwerte je Kläranlage gemittelt und mit den JD-UQN bzw. PNEC-Werten der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen verglichen. Dieser Vergleich ist in Abbildung 13 für die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt.

Für bromierte Diphenylether, Quecksilber, Diclofenac, PFOS, Kupfer, Zink und 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol liegen die Anlagenmittelwerte aller acht beprobten Kläranlagen z.T. deutlich über der jeweiligen JD-UQN. Damit sind diese Stoffe als relevant zu bewerten.

Auch Östron wird als relevant bewertet, weil mit Ausnahme einer Kläranlage alle Anlagenmittelwerte über der JD-UQN liegen. Bei Nickel wird das Bewertungskriterium von vier der acht Mittelwerte sowohl bei der Minimal- als auch bei der Maximalbewertung überschritten. Damit ist das zweite Relevanzkriterium erfüllt und Nickel wird als relevanter Abwasserinhaltsstoff bewertet.

Für Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB weichen die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung sehr stark voneinander ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in vielen Proben einzelne Stoffe, die zu dieser Gruppe zusammengefasst werden, nicht nachweisbar waren. Bei der Maximalbewertung, bei der nicht nachweisbare Stoffe gleich der Nachweisgrenze gesetzt wurden, liegen alle Mittelwerte erheblich über dem Bewertungskriterium. Aber auch nach der Minimalbewertung überschreiten einige Anlagenmittelwerte die JD-UQN. Das ist darauf zurückzuführen, dass die JD-UQN sehr niedrig ist und jeder Messwert trotz der Mittelwertbildung zu einer Überschreitung des Kriteriums führt. Da einzelne Einzelstoffe der Stoffgruppe immer wieder in den untersuchten Wochenmischproben nachgewiesen wurden und diese Nachweise auch über dem äquivalenten Wasserwert der Biota-UQN liegen, sind Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB als relevante Stoffe im Kläranlagenablauf nach dem zweiten Relevanzkriterium einzustufen.

Benzo(a)pyren wurde nur in wenigen Proben nachgewiesen und in einer Probe wurde ein Extremwert bestimmt. Dieser Extremwert führt dazu, dass der Mittelwert der Kläranlage auch bei der Minimalbewertung deutlich über der JD-UQN liegt. Würde dieser Extremwert bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt werden, läge der Anlagenmittelwert der drei verbleibenden Proben unter dem Bewertungskriterium. Die Maximalbewertung ist auf Benzo(a)pyren nicht anwendbar, weil die JD-UQN mit 0,00017  $\mu\text{g/l}$  kleiner als die Nachweisgrenze von 0,00040  $\mu\text{g/l}$  ist. Da bei der Maximalbewertung nicht nachweisbare Stoffe mit der Nachweisgrenze berücksichtigt werden, führt diese Vorgehensweise auch zu einer Überschreitung der JD-UQN und zu potentiell falsch positiven Bewertungen. Die aufgezeigten Unterschiede in der Auswertung nach der Minimal- und der Maximalvariante zeigen auch die Unsicherheiten für die Bewertung und eine klare Aussage ist derzeit nicht möglich. Basierend auf den vorliegenden Daten und Unsicherheiten und zur Vermeidung einer falsch positiven Bewertung wird daher Benzo(a)pyren derzeit als nicht relevant eingestuft. Zur Abklärung der Unsicherheiten wäre eine Wiederholung der Untersuchungen mit niedrigeren Nachweisgrenzen erforderlich.

Bei 17 $\beta$ -Östradiol (E2) liegen alle Anlagenmittelwerte aus der Minimalbewertung unter dem PNEC-Wert von 0,00040  $\mu\text{g/l}$  und zwei der acht Anlagenmittelwerte aus der Maximalbewertung liegen darüber. Für E2 entsprach die erreichte Bestimmungsgrenze dem PNEC-Wert. Das führt dazu, dass bei der Maximalbewertung Nachweise kleiner Bestimmungsgrenze bei der Mittelwertbildung mit dem Bewertungskriterium berücksichtigt werden. Östron (E1) ist ein Oxidationsprodukt von E2 und wurde als relevant bewertet. Ungeachtet der Unsicherheit der Auswertungen für E2 und unter Berücksichtigung der

Verknüpfung mit E1, ist es sinnvoll, E2 und E1 gemeinsam zu behandeln und beide Stoffe als relevant im Ablauf kommunaler Kläranlagen zu bewerten.

Für Silber wird die JD-UQN von keinem Mittelwert überschritten und damit das Relevanzkriterium nicht erfüllt. Angemerkt wird, dass ein Extremwert nicht in die Auswertung einbezogen wurde. Mit Ausnahme dieses Extremwertes lagen alle Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 0,10 µg/l und damit unter dem Bewertungskriterium. Damit sind auch alle Anlagenmittelwerte kleiner oder maximal gleich dem Bewertungskriterium.

Bei allen anderen berücksichtigten Stoffen und Stoffgruppen sind alle Anlagenmittelwerte kleiner als die jeweiligen Bewertungskriterien (JD-UQN). Damit werden Terbutryn, Dicofol, Cadmium, Blei, die Organozinnverbindungen Tributyl- und Dibutylzinnverbindungen und die PAK Fluoranthen, Naphthalin und Anthracen als nicht relevant nach dem zweiten Relevanzkriterium bewertet.

Zusammenfassend werden nach dem zweiten Relevanzkriterium die folgenden Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet:

- **Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe:** Nickel, Quecksilber, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB und polybromierte Diphenylether (PBDE).
- **Stoffe der Beobachtungsliste:** 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2), Östron (E1) und 17 $\beta$ -Östradiol (E2) und Diclofenac.
- National geregelte bzw. **sonstige Schadstoffe:** Kupfer und Zink.

Die Anwendung der zwei Bewertungskriterien hat dasselbe Ergebnis erbracht und es wurden elf Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet. Diese Stoffe sind:

- **Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe:**
  - Nickel
  - Quecksilber
  - Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)
  - Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB
  - polybromierte Diphenylether (PBDE).
- **Stoffe der Beobachtungsliste:**
  - 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2)
  - Östron (E1) und 17 $\beta$ -Östradiol (E2)
  - Diclofenac.
- National geregelte bzw. **sonstige Schadstoffe:**
  - Kupfer
  - Zink

Relevante Emissionen prioritärer Stoffe sind gemäß Wasserrahmenrichtlinie in einem Emissionsinventar zu erfassen. Das Emissionsinventar für Emissionen aus Punktquellen in Österreich ist das Emissionsregister EMREG-OW. Dieses Emissionsregister basiert auf der Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW, BGBl. II Nr. 29/2009 idgF). Die Neufassung der EmRegV-OW 2017 gibt in Anlage F Analysenmethoden und Mindestbestimmungsgrenzen (MBG) für die Erfassung der prioritären Stoffe vor. Diese MBG liegen im zwischenzeitlich verlautbarten BGBl. II 207/2017 bei 5,0 µg/l für Nickel, bei 0,050 µg/l für Quecksilber, bei 0,0010 µg/l für Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), zwischen 0,000040 und 0,00050 µg/l für die Einzelstoffe der Stoffgruppe der Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB sowie bei jeweils 0,10 µg/l für die sechs zu erfassenden Kongenere der polybromierten Diphenylether (PBDE).

Abbildung 14 zeigt eine Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse für die relevanten prioritären Stoffe mit diesen MBG. Dargestellt sind die Konzentrationen aus der Minimal- und der Maximalbewertung relativ zur MBG. Für Quecksilber und mit einer Ausnahme auch für PFOS sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung ident, weil (fast) alle Messwerte über der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen.

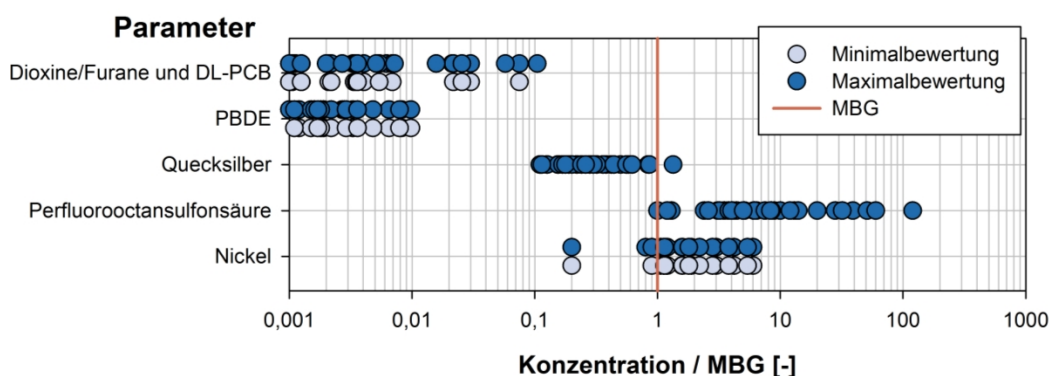


Abbildung 14: Messwerte der relevanten prioritären Stoffe relativ zur geforderten Mindestbestimmungsgrenze (MBG) laut Anlage F der Neufassung der EmRegV-OW 2017

Bei den Einzelstoffen, die in den Stoffgruppen der Dioxine/Furane und dioxinähnlichen PCB sowie der polybromierten Diphenylether zusammengefasst sind, lagen alle Messwerte deutlich unter den in der Anlage F der Neufassung der EmRegV-OW 2017 festgelegten MBG. Bei Quecksilber lagen ein Messwert über dieser MBG und alle anderen Messwerte darunter. Für Nickel und PFOS hingegen waren nahezu alle Messwerte größer als die MBG. Vor allem für PFOS überschritten zahlreiche Messwerte die MBG deutlich.

## 6.2.3 KURZBESCHREIBUNG DER RELEVANTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN

### 6.2.3.1 NICKEL

Nickel ist ein silberglänzendes Metall, das sich ähnlich wie Eisen polieren, schmieden, schweißen, zu Blech walzen und zu Draht ziehen lässt. Als Legierungsbestandteil erhöht es die Festigkeit, Härte und Korrosionsbeständigkeit metallischer Werkstoffe über einen weiten Temperaturbereich. Nickel findet daher sehr viele Anwendungen. Dazu zählen (UMWELTBUNDESAMT, 2007):

- Rostfreie, säurebeständige und hitzebeständige Stähle (RSH-Stähle): RSH-Stähle und Edelstahlteile sind der wichtigste Verwendungsbereich und kommen in unterschiedlichsten Produkten zur Anwendung (Fahrzeuge und Schiffe, Bauprodukte, Papierindustrie, chemische Industrie usw.).

## ERGEBNISSE

- Hochfeste Stähle, bei denen vorwiegend eine hohe mechanische Festigkeit im Vordergrund steht (z.B. Edelbaustahl, Sonderbaustahl, Wälzlagerstahl, usw.).
- Nickel-Basislegierungen werden vorwiegend in der Chemie und Petrochemie, dem Öl- und Gassektor, der Energie- und Umwelttechnik, im Ofenbau sowie im Flug- und Fahrzeugbau eingesetzt.
- Kupfer-Basislegierungen enthalten rund 10–25% Nickel und werden im Schiff-, Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau, in Geschirr, in Spielzeug, in Musikinstrumenten sowie für Beschläge und Münzen verwendet.
- Nickel-Beschichtungen für spezifische Einsatzgebiete.
- Sonstige Nickelverbindungen: Nickel, Nickel-Legierungen und Nickelverbindungen dienen als Katalysatoren für die unterschiedlichsten chemischen Reaktionen (z.B. in der Lebensmittelindustrie).
- Nickel ist Bestandteil von anorganischen Buntpigmenten, von denen Nickeltitangelb (Nickel-II-Titanat) und Kobaltgrün hervorzuheben sind. Diese Pigmente sind nicht wasserlöslich und werden zur Einfärbung von Kunststoffen, Keramik und Baumaterialien verwendet.

Nickel kann aus natürlichen und anthropogenen Quellen in die Umwelt gelangen und kommt ubiquitär vor. So wurde Nickel in der Deposition, in Böden, in Abwässern, im Grundwasser und in Fließgewässern nachgewiesen (TRAUTVETTER et al., 2015). Für viele Mikroorganismen-, Pflanzen- und Vertebratenspezies ist dieses Metall für ein normales Wachstum essentiell (ECB, 2008). Nickel besitzt auch toxische Eigenschaften: Nickelverbindungen sind als krebserregend eingestuft. Zudem wurden in Tierversuchsstudien teratogene und reproduktionstoxische Wirkungen nachgewiesen. Des Weiteren sind Nickel und Nickelverbindungen für Wasserorganismen toxisch, wobei der Toxizitätsgrad zwischen einzelnen Spezies stark schwankt. In einigen aquatischen aber auch terrestrischen Pflanzen kann sich Nickel anreichern (UMWELTBUNDESAMT, 2017a).

Nickel ist chemikalienrechtlich harmonisiert eingestuft, kann allergische Hautreaktionen verursachen, vermutlich Krebs erzeugen, die Organe schädigen und ist schädlich für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. Die Chemikalienverbots-Verordnung 2003 regelt das Inverkehrsetzen und die Verwendung von Nickel und Nickelverbindungen. So besteht ein Verbot einer Nickelabgabe von mehr als  $0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  pro Woche von Stäben, die in durchstochene Körperteile eingeführt werden sowie von mehr als  $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  pro Woche von Fertigwaren wie Schmuck, Uhren, Nietknöpfen oder Reisverschlüssen, die unmittelbar und länger mit der Haut in Kontakt kommen.

Nickel ist ein prioritärer Stoff nach Wasserrahmenrichtlinie. Die QZV Chemie OG übernimmt aus Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik in der Fassung der Richtlinie 2013/39/EU für Nickel und Nickel-Verbindungen eine UQN bezogen auf den Jahresdurchschnitt von  $4 \mu\text{g}/\text{l}$  bezogen auf die bioverfügbare Konzentration. Die zulässige Höchstkonzentration liegt bei  $34 \mu\text{g}/\text{l}$ . Nickel ist zudem in der allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idGF.) und in vielen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen geregelt.

Abbildung 15 zeigt die gemessenen Konzentrationen für Nickel in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

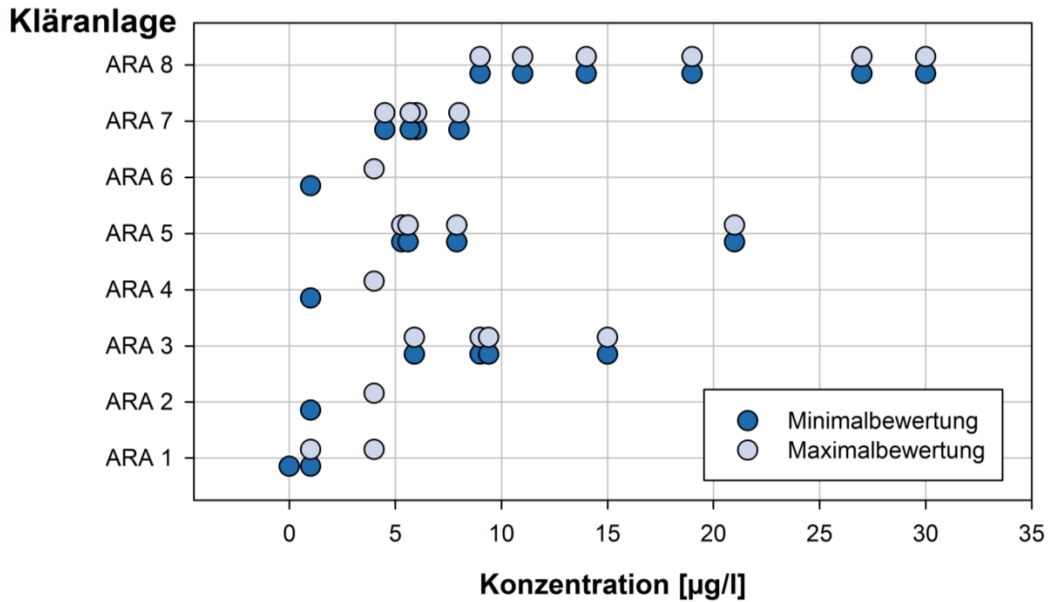


Abbildung 15: Nickelkonzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

#### 6.2.3.2 QUECKSILBER

Quecksilber ist ein giftiges Schwermetall, das in der Umwelt weit verbreitet ist. Es wird auf natürlichem Weg bei der Verwitterung von Gesteinen und bei Vulkanausbrüchen in Gewässer und in die Atmosphäre freigesetzt. Der Großteil der Emissionen erfolgt durch menschliche Aktivitäten, insbesondere durch die Verwertung fossiler Brennstoffe (v.a. Kohle), Bergbauaktivitäten, industrielle Prozesse und durch Hg-haltige Produkte (elektrische Geräte wie z. B. Schalter, Leuchtstoff- und Energiesparlampen), Zahnamalgam, Messinstrumente (Fieberthermometer, Barometer, Laborgeräte) und Batterien. In der Umwelt, insbesondere in Gewässerlebewesen wird Quecksilber zum organischen Methylquecksilber umgebaut, welches hinsichtlich seiner toxikologischen Eigenschaften, insbesondere auf das sich entwickelnde Nervensystem, von Bedeutung ist (UMWELTBUNDESAMT, 2016a).

Quecksilber ist ein ubiquitär vorkommender Schadstoff. UMWELTBUNDESAMT (2016a) gibt einen Überblick über in Österreich erhobene Quecksilberdaten und fasst Messungen in unterschiedlichsten Umweltkompartimenten (Deposition, Moose, Fichtennadeln, Böden, Grundwasser, Oberflächengewässer, Sedimente, Abwässer und Fische) zusammen. Auch Ergebnisse aus Human-Biomonitoring-Untersuchungen (Messungen in menschlichem Probenmaterial wie Haar, Harn, Blut, Muttermilch) sind in dem Bericht wiedergegeben.

Quecksilber ist in der Europäischen Union harmonisiert eingestuft und ist lebensgefährlich beim Einatmen, kann das Kind im Mutterleib schädigen, schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition, ist sehr giftig für Wasserorganismen und sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung (ECHA, 2016).

Für Quecksilber und Quecksilberverbindungen besteht ein Verbot für das Inverkehrsetzen und die Verwendung als Stoff oder als Bestandteil von Stoffen und Zubereitungen, die zur Aufbereitung von Brauchwasser im industriellen, gewerblichen und kommunalen Bereich, zum Schutz von Holz oder zur Imprägnierung von strapazierfähigen industriellen Textilien und zu deren Herstellung vorgesehenen Garnen verwendet werden. Des Weiteren ist das Inverkehrsetzen von Quecksilber in Fieberthermometern und anderen zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmten Messinstrumenten verboten. Nach REACH-Verordnung (Verordnung Nr. 1907/2006) Anhang XVII zu Beschränkungen von bestimmten gefährlichen

Stoffen dürfen Quecksilberverbindungen u.a. nicht an Bootskörpern und untergetauchten Geräten oder Einrichtungen zur Verhinderung eines Bewuchses durch Mikroorganismen, Pflanzen oder Tieren, als Holzschutz, als Imprägnierung von industriellen Textilien sowie zur Aufbereitung von Brauchwasser eingesetzt werden. Dasselbe gilt für Arsenverbindungen. Zudem ist ein Inverkehrbringen von Batterien und Akkumulatoren mit Quecksilbergehalten von mehr als 0,0005 Gewichtsprozent (mit Ausnahmen) verboten (siehe auch Änderung der REACH-Verordnung durch EG-Verordnung Nr. 847/2012).

Österreich hat das sogenannte „Minamata-Übereinkommen“ zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt vor Quecksilber bereits im Jahr 2013 unterzeichnet (UMWELTBUNDESAMT, 2016a).

Quecksilber ist ein prioritär gefährlicher Stoff nach Wasserrahmenrichtlinie. Die QZV Chemie OG übernimmt aus Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik in der Fassung der Richtlinie 2013/39/EU für Quecksilber und Quecksilber-Verbindungen eine Biota-UQN von 20 µg/kg Frischgewicht. Die Biota-UQN sind üblicherweise auf Fische bezogen. Die zulässige Höchstkonzentration liegt bei 0,070 µg/l. Quecksilber ist zudem in der allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF.) und in einigen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen geregelt.

Abbildung 16 zeigt die gemessenen Konzentrationen für Quecksilber in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

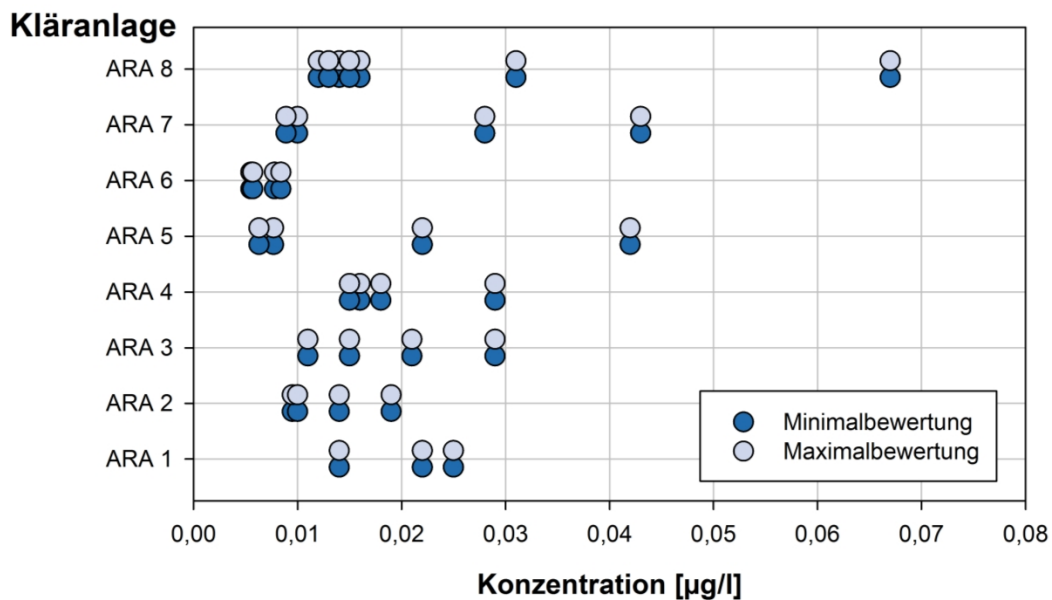


Abbildung 16: Quecksilberkonzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

### 6.2.3.3 PERFLUOROKTANSULFONSÄURE (PFOS)

Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) ist mit Perfluoroktansäure (PFOA) einer der bekanntesten Vertreter der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC). Diese PFC sind eine Stoffgruppe, die zu den Industriechemikalien gezählt wird. Neben den Perfluorcarbon- und Perfluorsulfonsäuren zählen auch Fluorpolymere zu den PFC. Von diesen Fluorpolymeren ist Polytetrafluorethylen (PTFE) der wichtigste Vertreter, besser bekannt unter Markennamen wie z.B. Teflon®. PFC zeichnen sich durch Chemikalien- und Hitzebeständigkeit aus und sind wasserabweisend (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

Mit PFOS und verwandten Stoffen werden Materialien wie Textilien, Teppiche und Papier sowie allgemein Beschichtungen fett-, öl- und wasserfest gemacht. Sie werden daher als Prozesshilfsmittel in der Papier-, Leder- und Photoindustrie eingesetzt. Außerdem sind sie Bestandteil einiger Feuerlöschmittel. Im Haushalt finden sie z.B. als Textil- und Möbelpflege sowie in Farben und Schmiermitteln ihre Anwendung (UMWELTBUNDESAMT, 2017).

Aufgrund der vielfältigen Anwendungen werden PFC bei der Herstellung (Produktion perfluorierter Chemikalien und Polymere) und Weiterverarbeitung (z.B. in der Textilveredelung, Galvanik oder Papierindustrie) in das Abwasser freigesetzt. Eine Freisetzung in das Abwasser kann aber auch durch die Verwendung von Verbraucherprodukten z.B. aus Rückständen in diesen Produkten, beim Waschen von PFC behandelten Textilien oder aus Haushaltschemikalien (z.B. Imprägniersprays) erfolgen (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

Informationen zum Vorkommen von PFOS in unterschiedlichen Umweltkompartimenten und Eintragspfaden in Gewässer enthält TRAUTVETTER et al. (2016).

PFOS ist in der Europäischen Union harmonisiert eingestuft und ist gesundheitsschädlich bei Verschlucken und Einatmen, vermutlich krebserregend, kann das Kind im Mutterleib schädigen, Säuglinge über die Muttermilch schädigen, ist organschädigend bei längerer oder wiederholter Exposition und giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung (ECHA, 2016).

PFOS ist im Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe sowie im Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe gelistet.

Laut Chemikalienverbotsverordnung (Chem-VerbotsV 2003, BGBl. II Nr. 477/2003 idgF) sind das Inverkehrsetzen und die Verwendung von Perfluorooctansulfonaten (PFOS) als Stoffe oder Bestandteile von Zubereitungen in einer Konzentration von 0,005 Masseprozent oder mehr verboten. Das Inverkehrsetzen von Halbfertigerzeugnissen oder Erzeugnissen sowie deren Bestandteilen ist dann verboten, wenn ihre PFOS-Massenkonzentration 0,1 % oder mehr beträgt. Im Falle von Textilien oder bei anderen beschichteten Werkstoffen gilt dieses Verbot dann, wenn der jeweilige PFOS-Anteil  $1 \mu\text{g}/\text{m}^2$  oder mehr des beschichteten Materials beträgt. Ausgenommen von diesen Verboten sind i) Fotoresistlacke und Antireflexbeschichtungen für fotolithografische Prozesse, ii) fotografische Beschichtungen von Filmen, Papieren und Druckplatten, iii) Antischleiermittel (Mittel zur Sprühnebelunterdrückung) für nicht-dekoratives Hartverchromen (Chrom VI) und Netzmittel für überwachte Galvanotechniksysteme sowie iv) Hydraulikflüssigkeiten für die Luft- und Raumfahrt.

PFOS ist in der REACH-Verordnung (EG-Verordnung Nr. 1907/2006, geändert durch EU-Verordnung Nr. 317/2014) in Anhang XVII – Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse enthalten. Zudem sind einige weitere PFC (z.B. PFOA, Perfluorundecansäure, Perfluordodecansäure) als besonders besorgniserregende Substanzen (SVHC, substance of very high concern) und somit als Zulassungskandidaten in der REACH-Kandidatenliste nach Artikel 59, Anhang 10 der REACH-Verordnung gelistet. Damit besteht für diese Substanzen eine Informationspflicht.

Mit Richtlinie 2013/39/EU (UQN-RL) wurde PFOS als prioritär gefährlicher Stoff nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) identifiziert und in den Anhang X der WRRL aufgenommen. Die WRRL gibt vor, dass für prioritär gefährliche Stoffe Einleitungen, Emissionen und Verluste innerhalb von 20 Jahren nach Ausweisung zu beenden oder schrittweise einzustellen sind. Die UQN-RL gibt auch Grenzwerte für PFOS in Gewässern vor. Die Konzentration darf im Jahresdurchschnitt nicht über

0,00065 µg/l liegen und die Maximalkonzentration darf 36 µg/l nicht überschreiten. In Fischen beträgt die Biota-UQN für PFOS 9,1 µg/kg Feuchtgewicht.

Abbildung 17 zeigt die gemessenen Konzentrationen für PFOS in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

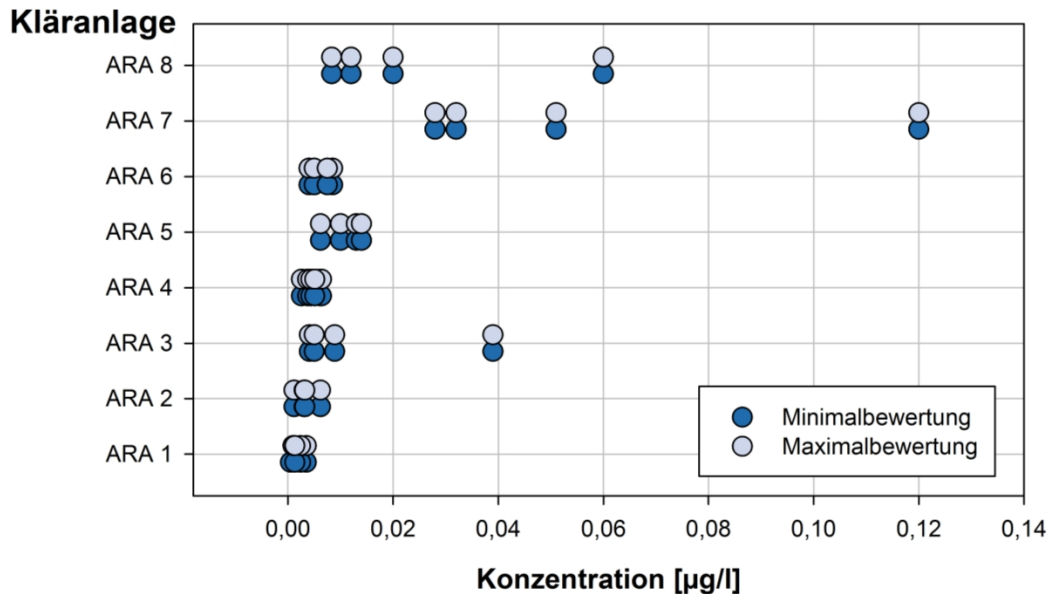


Abbildung 17: PFOS-Konzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

#### 6.2.3.4 DIOXINE/FURANE UND DIOXINÄHNLICHE POLYCHLORIERTE BIPHENYLE

Dioxine und Furane werden nicht gezielt produziert, sondern gelangen als Verunreinigungen bei technischen Prozessen (z.B. bei Verbrennungsprozessen) in die Umwelt. Im Gegensatz dazu wurden polychlorierte Biphenyle (PCB) in großen Mengen industriell erzeugt und in verschiedenen Anwendungen und Produkten eingesetzt (vor allem in Transformatoren, elektrischen Kondensatoren, in Hydraulikanlagen als Hydraulikflüssigkeit, sowie als Weichmacher in Lacken, Dichtungsmassen, Isoliermitteln und Kunststoffen verwendet). PCB gehören zu einer chemisch ähnlich aufgebauten Stoffgruppe, die zahlreiche Kongenere umfasst. Zwölf dieser Kongenere haben dioxinähnliche Eigenschaften und sind daher mit den polychlorierten Dioxinen und Furanen gemeinsam geregelt (UMWELTBUNDESAMT, 2017b).

Insgesamt umfasst die Stoffgruppe der Dioxine und Furane 75 polychlorierte Dibenzo-para-Dioxine (PCDD) und 135 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF). Dioxine liegen immer als Gemische von Einzelverbindungen (Kongenere) mit unterschiedlicher Zusammensetzung vor. Für die toxische Wirkung der insgesamt 210 Dioxin- und Furankongenere sind 17 Verbindungen relevant, weil sie sich in Lebewesen stark anreichern. Es handelt sich um diejenigen Kongenere, bei denen an allen vier seitlichen Kohlenstoffatomen mit den Positionen 2, 3, 7 und 8 jeweils ein Chloratom anstelle eines Wasserstoffatoms gebunden ist. Das toxischste Dioxin dieser 17 ist 2,3,7,8-Tetrachlor-Dibenzo-p-Dioxin (2,3,7,8-TCDD), das seit dem Chemieunfall in Seveso im Juli 1976 auch als „Seveso-Gift“ bezeichnet wird. PCB sind chlorierte Kohlenwasserstoffe, deren einheitliches Grundgerüst ähnlich wie das der Dioxine aufgebaut ist. Insgesamt gibt es 209 mögliche Verbindungen (Kongenere). Zwölf dieser Kongenere werden als dioxinähnliche PCB bezeichnet, weil sie eine den Dioxinen ähnliche räumliche und elektronische Struktur haben. Die giftigste dioxinähnliche Wirkung zeigt PCB 126. (UMWELTBUNDESAMT, 2017b). Diese 29 Einzelstoffe (7 PCDD, 10 PCDF und 12 DL-PCB) wurden auch im Untersuchungsprogramm in den Ablaufmischproben untersucht.



Diese 29 Einzelstoffe haben zwar einen ähnlichen Wirkmechanismus, unterscheiden sich aber in der Stärke der Wirkung. Diese unterschiedliche Wirkungsstärke wird mit dem Toxizitätsäquivalenzfaktor (TEQ) berücksichtigt und gibt die relative Toxizität der einzelnen Verbindungen im Vergleich zu 2,3,7,8-TCDD an. Die TEQ-Werte der untersuchten PCDD, PCDF und DL-PCB sind in Tabelle 9 in Abschnitt 5.2.1.2 angegeben.

Dioxine können als unerwünschte Begleitstoffe in der Chlorchemie entstehen und so als Verunreinigungen in Chemikalien und Produkten enthalten sein, z. B. in PCB, in Pentachlorphenol und anderen chlororganischen Pestiziden. Bei Verbrennungsprozessen in Anwesenheit von Chlor und organischem Kohlenstoff entstehen Dioxine. Temperaturen von 300 bis 400 °C begünstigen die Bildung dieser Schadstoffe besonders stark, wohingegen sie ab einer Temperatur von 900°C zerstört werden. Eine Rolle spielen außer der Temperatur die Art des eingesetzten Brennstoffes, der Sauerstoffgehalt und die Verweilzeit des Brenngases im Brennraum. Begünstigt wird der Ausstoß zudem durch das Vorhandensein von Katalysatoren im Brennraum (z.B. bestimmte Metalle). Weitere relevante Quellen für Dioxinmissionen aus der Stahlindustrie sind Sinteranlagen und Elektrostahlwerke. Dioxine können auch als Verunreinigung in Materialien enthalten sein, z. B. in Asphalt, in Bauschutt, in PCB-Dichtungsmassen. Das Herstellen und Inverkehrbringen von PCB ist seit Ende der 1980er Jahre verboten (UMWELTBUNDESAMT, 2017b).

Das 2,3,7,8 TCDD (Seveso-Gift) ist bereits in kleinsten Mengen extrem giftig. Durch Dioxine können Hautschädigungen (Chlorakne), Störungen des Immunsystems, des Nervensystems, des Hormonhaushalts, der Reproduktionsfunktionen und der Enzymsysteme mit all ihren Folgen hervorgerufen werden. Eine akute Wirkung von Dioxin ist beim Menschen nur bei sehr hohen Mengen, zum Beispiel durch Vergiftungen zu erwarten. Die Gefahren des Dioxins liegen darin, dass es im Körperfett gespeichert wird, sich dort anreichert und nur sehr langsam eliminiert wird. 2,3,7,8-TCDD ist von der Weltgesundheitsorganisation WHO im Februar 1997 als humankarzinogen (krebserzeugend für den Menschen) eingestuft worden. Andere Dioxine stehen im Verdacht krebserzeugend zu sein. Aus Tierversuchen sind Störungen des Immunsystems und der Reproduktion schon bei sehr niedrigen Dioxinkonzentrationen bekannt. In der Umwelt treten je nach Spezies unterschiedliche Effekte auf, insbesondere Reproduktionstoxizität und Entwicklungsstörungen, aber auch Beeinträchtigungen des Immunsystems, Leberschäden sowie Neurotoxizität. Vor allem Fische in frühen Entwicklungsstadien reagieren besonders empfindlich (UMWELTBUNDESAMT, 2017b).

Dioxine gelangen über die Luft, Produkte (Chemikalien, Papier), feste Rückstände (Asche, Schlacke, Klärschlamm) und Abwässer (Zellstoffmühlen, Deponiesickerwasser) in die Umwelt. Obwohl Dioxine nie im industriellen Maßstab produziert wurden, sind sie in der Umwelt verbreitet und haben sich im Boden angereichert. In den Boden gelangen PCDD und PCDF hauptsächlich über die Luft, aber auch über die Bewirtschaftung, zum Beispiel über die Klärschlammasbringung. Eine wichtige Quelle für lokale Dioxinkonzentrationen kann auch das unkontrollierte Verbrennen von lackiertem oder behandeltem Holz oder anderen Abfällen sein. Mit einer Halbwertszeit von mehreren Jahrzehnten ist Dioxin im Boden sehr langlebig und wird kaum verlagert. Die Dioxine aus dem Boden gelangen hauptsächlich über Bodenpartikel in die Nahrungskette. In den Tieren und im Menschen werden Dioxine lange Zeit im Fett gespeichert und können sich so dort anreichern (UMWELTBUNDESAMT, 2017).

Die Umweltbelastung, aber auch die Belastung von Lebensmitteln und des Menschen durch Dioxine sind seit Ende der 1980er-Jahre deutlich zurückgegangen. Grund dafür waren technische und rechtliche Maßnahmen, vor allem bei Verbrennungsprozessen, Emissionsbeschränkungen und in der Chemikalienproduktion sowie Verbotsvorordnungen. Dioxine und PCB sind persistente organische Schadstoffe und als solche Gegenstand der Stockholm Konvention zu persistenten organischen Verbindungen und der Europäischen POP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe).

Mit Richtlinie 2013/39/EU (UQN-RL) wurden Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB als prioritär gefährliche Stoffe nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) identifiziert und in den Anhang X der WRRL aufgenommen. Die WRRL gibt vor, dass für prioritär gefährliche Stoffe Einleitungen, Emissionen und Verluste innerhalb von 20 Jahren nach Ausweisung zu beenden oder schrittweise einzustellen sind. Die UQN-RL gibt auch Grenzwerte in Gewässern vor. Die UQN für PCDD/F und DL-PCB ist auf Biota (Fische) bezogen und beträgt 0,0065 µg/kg Frischgewicht. Der Grenzwert ist auf die Summe der 29 zuvor genannten Einzelstoffe anzuwenden, wobei die Einzelstoffe mit ihren jeweiligen Toxizitätsäquivalenten zu berücksichtigen sind.

Emissionsgrenzwerte für Abwässer sind in einigen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen vorgegeben. Die allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idGF.) legt keine Emissionsbegrenzungen für Dioxine und Furane fest.

### 6.2.3.5 POLYBROMIERTE DIPHENYLETHER (PBDE)

Polybromierte Diphenylether zählen zu den bromierten Flammschutzmitteln und sind zumeist Gemische mehrerer Stoffe. Die Gruppe der polybromierten Diphenylether (PBDE) umfasst mehr als 200 Substanzen, die als Kongenere bezeichnet werden. Sie unterscheiden sich in Anzahl und Position der Bromatome an den Phenylringen. Technische Mischungen dieser Verbindungen wurden weltweit in großen Mengen als Flammschutzmittel für Polymere vor allem in Polyurethanschäumen (bis zu 30% PBDE), in Kunststoffen (bis zu 15% PBDE) sowie in der Textil-, Elektro-, Elektronik- und Computerindustrie verwendet (UMWELTBUNDESAMT, 2009; LfU, 2014).

Generell sind PBDE bioakkumulativ und persistent, wobei das jeweilige Potential vom spezifischen Gemisch sowie dem entsprechenden Kongener abhängt. Einige Kongenere sind auch ubiquitär in Biota nachweisbar und können in Lebensmitteln und Futtermitteln akkumulieren. Zudem stellen die niedermolekularen PBDE (bis HexaBDE) ein Problem aufgrund ihres Potentials zum atmosphärischen Ferntransport dar. Trotz ihrer Persistenz sind die PBDE-Kongenere u.a. durch Photolyse und reduktive Debromierung in Luft, Pflanzen, Tieren, Boden und Sedimenten zum Teil abbaubar (EFSA, 2011). Von primärem Interesse für weitere Untersuchungen zum Vorkommen in der Umwelt und Toxizität sind insgesamt acht verschiedene Kongenere (EFSA, 2011), wovon sechs auch im Zuge der vorliegenden Untersuchung betrachtet werden. Untersucht wurden die sechs Kongenere BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153 und BDE 154, die die Hauptbestandteile des technischen Gemisches der Pentabromdiphenylether (Penta-BDE) bilden.

Informationen zum Vorkommen von PBDE in unterschiedlichen Umweltkompartimenten und Eintragspfaden in Gewässer enthält TRAUTVETTER et al. (2016).

Seit 2009 sind Penta- und OctaBDE in Annex A der POP-Liste der Stockholm-Konvention aufgenommen (UNEP, 2014; UNIDO, 2012). DecaBDE ist nach Artikel 59, Anhang 10 der REACH-Verordnung (Nr. 1907/2006) auf der Liste der besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC-Stoffe) als Kandidatenstoff angeführt und unterliegt der Informationspflicht. Lt. Chemikalienverbots-Verordnung 2003 sind das Inverkehrsetzen und die Verwendung von Diphenylether-Pentabromderivat (CAS 32534-81-9) und Diphenylether-Oktabromderivat (CAS 32536-52-0) als Stoffe oder Bestandteile von Stoffen und Zubereitungen in einer Konzentration von  $\geq 0,1$  Masseprozent verboten.

Bromierte Diphenylether sind als prioritär gefährliche Stoffe nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Anhang X gelistet. Die WRRL gibt vor, dass für prioritär gefährliche Stoffe Einleitungen, Emissionen und Verluste innerhalb von 20 Jahren nach Ausweisung zu beenden oder schrittweise einzustellen sind. Die Überwachung erfolgt über die Summe von sechs definierten Kongeneren der Tetra-, Penta-, Hexa- und Heptabromdiphenylether. Die UQN-RL (2008/105/EU) gibt auch Grenzwerte für

bromierte Diphenylether in Gewässern vor. So darf die Maximalkonzentration 0,14 µg/l nicht überschreiten. Zudem ist ein Biota-Grenzwert (Fische) von 0,0085 µg/kg Feuchtgewicht vorgegeben.

Abbildung 18 zeigt die gemessenen Konzentrationen der Summe der sechs analysierten Kongenere der polybromierten Diphenylether in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

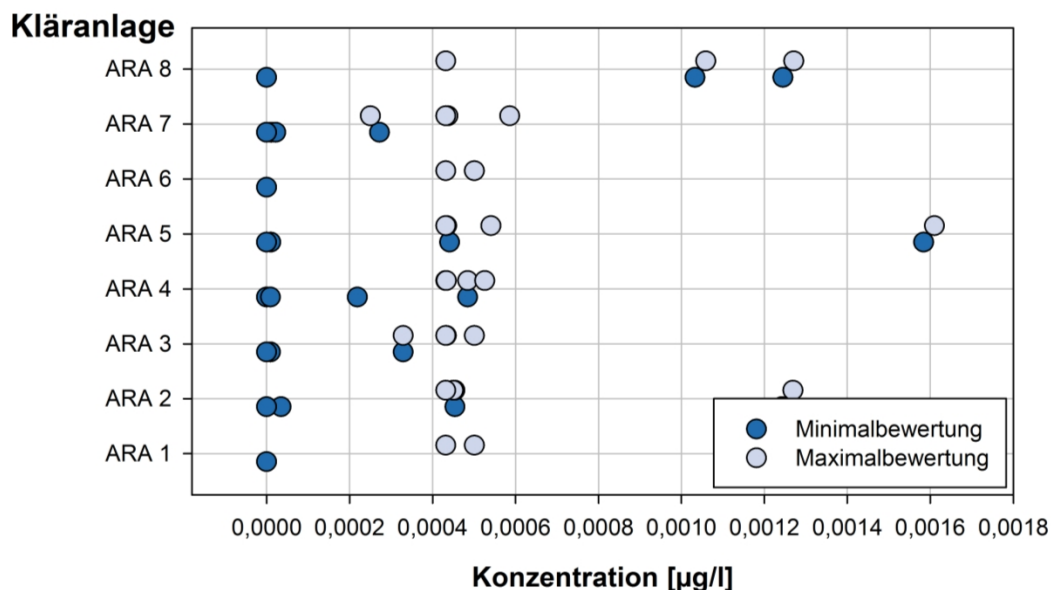


Abbildung 18: Konzentrationen [µg/l] der Summe der sechs untersuchten Kongenere der polybromierten Diphenylether in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

### 6.2.3.6 STEROIDHORMONE (17 $\alpha$ -ETHINYLÖSTRADIOL, ÖSTRON UND 17 $\beta$ -ÖSTRADIOL)

Östrogene führen u. a. zum Wachstum der weiblichen Sexualorgane, zu Veränderungen in der Gebärmutter Schleimhaut und beeinflussen verschiedene Stoffwechselfvorgänge im Körper. In der Medizin werden Östrogene bei einem Östrogenmangel wie etwa nach einer Entfernung der Eierstöcke oder zur postmenopausalen Osteoporoseprophylaxe sowie als medikamentöse Kontrazeptiva und zur postmenopausalen Hormonersatztherapie eingesetzt. In Österreich wurden im Jahr 2014 rund 23 kg Östrogene verbraucht (UMWELTBUNDESAMT, 2016b).

Die wichtigsten Vertreter der Östrogene sind Ethinylöstradiol, Östradiol, Östriol und Östron (ARCEM, 2003):

- 17 $\beta$ -Östradiol (E2) ist das wichtigste weibliche Sexualhormon. Die Wirkung von E2 dient auch als Referenz beim Vergleich der östrogenen Wirkung diverser Stoffe.
- Östron (E1) ist ein Metabolit von 17 $\beta$ -Östradiol mit einer etwas geringeren östrogenen Wirkung.
- Östriol (E3) ist ein Metabolit von 17 $\beta$ -Östradiol und zeigt etwa 1/100 von dessen östrogenen Wirksamkeit.
- 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2) ist ein synthetischer Wirkstoff in Kontrazeptiva mit einer ungefähr zehnfach höheren östrogenen Wirkung als E2.

Die Hauptquelle der natürlichen Steroidöstrogene (E2, E1 und E3), die in die aquatische Umwelt gelangen, sind Exkrete von Mensch und Tier. Als weitere Quelle natürlicher Steroidhormone sind Abläufe aus landwirtschaftlichen Nutzflächen in Betracht zu ziehen, hierüber liegen jedoch nur wenige Untersuchungen vor. Das Vorkommen von Ethinylöstradiol in der Umwelt ist auf anthropogene Einträge zurückzuführen und als wesentlicher Eintragspfad in die aquatische Umwelt ist das häusliche Abwasser via Kläranlage anzusehen.

Steroidhormone werden aus dem Körper in Form von hormonell-inaktiven Konjugaten ausgeschieden, in der Umwelt können aus diesen Konjugaten durch Mikroorganismen die hormon-aktiven Substanzen durch enzymatische Spaltung wieder freigesetzt werden. Ethinylöstradiol (EE2)-Konjugate sind relativ stabil im Vergleich zu denen der natürlichen Östrogene. Dies ist nicht überraschend, denn EE2 wurde mit dem Ziel seiner oralen Wirksamkeit, d.h. seiner relativen Stabilität gegenüber dem enzymatischen Abbau im Menschen, entwickelt.

Natürliche Östrogene werden in Gewässern mit Halbwertszeiten von drei bis vier Tagen abgebaut. Dabei wird in einem ersten Schritt  $17\beta$ -Östradiol zu Östron oxidiert und Östron wird weiter abgebaut. Dieser weitere Abbau erfolgt langsamer als der erste Oxidationsschritt. Für den biologischen Abbau von EE2 in Oberflächengewässern werden Halbwertszeiten von 17 und 46 Tagen berichtet (ARCEM, 2003).

Daten zum Vorkommen in der Umwelt (Grundwasser, Abwasser, Fließgewässer, Klärschlamm und Boden) enthält UMWELTBUNDESAMT (2016b).

Für die Steroidhormone liegen keine Immissions- oder Emissionsgrenzwerte vor. EE2, E2 und E1 sind aber in der ersten europäischen Beobachtungsliste enthalten (EC, 2015). Damit sind diese Wirkstoffe von den Mitgliedstaaten jährlich in einer vorgegebenen Anzahl von Fließgewässermessstellen zu untersuchen und die Ergebnisse sind an die Europäische Umweltagentur zu übermitteln. Der Anhang des Kommissionsbeschlusses zur Beobachtungsliste gibt für EE2 einen PNEC (predicted no effect concentration) Wert von  $0,000035 \mu\text{g/l}$  und für E2 und E1 einen PNEC-Wert von  $0,00040 \mu\text{g/l}$  an.

Abbildung 19 zeigt die gemessenen Konzentrationen für  $17\alpha$ -Ethinylöstradiol,  $17\beta$ -Östradiol und Östron in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

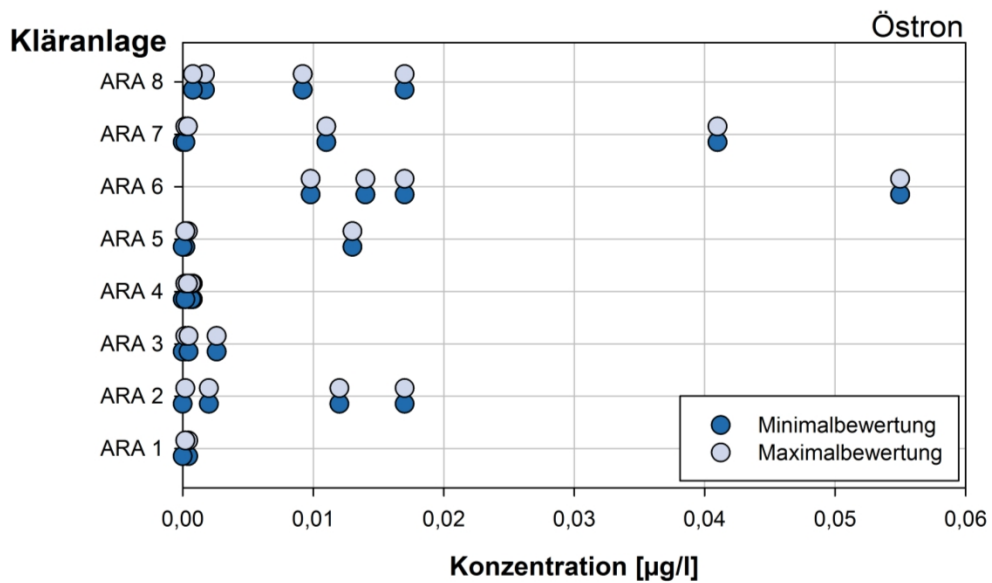
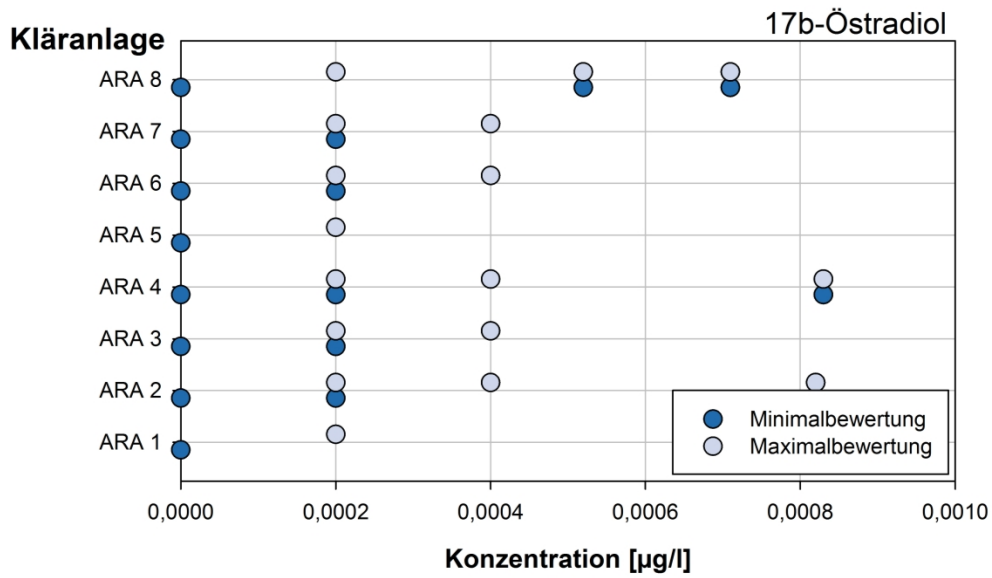
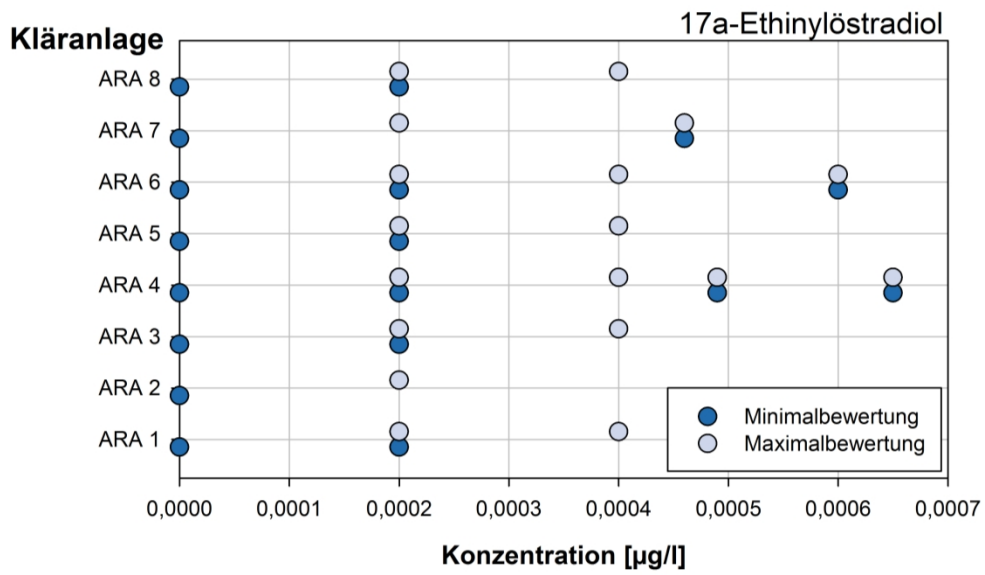


Abbildung 19: Konzentrationen [µg/l] für 17a-Ethinylöstradiol, 17b-Östradiol und Östron in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

6.2.3.7 DICLOFENAC

Diclofenac ist ein nichtsteroidales Antiphlogistikum und Antirheumatikum und wird zur Behandlung von diversen akuten Schmerzzuständen wie beispielweise bei postoperativen Entzündungen, Gichtanfällen, Wirbelsäulensyndromen oder schweren Entzündungen von Hals, Nase und Ohren verwendet. Nach der Verabreichung wird Diclofenac schnell resorbiert und im Blutplasma an Proteine gebunden. In der Leber erfolgt die Metabolisierung zu mehreren phenolischen Metaboliten, die in weiterer Folge konjugiert werden. Die Ausscheidung erfolgt zu ca. 60% über den Harn und nur ein geringer Anteil wird über Galle und Fäzes eliminiert. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie in Form der gebildeten Metaboliten und weniger als 1% verlässt unverändert den Körper (UMWELTBUNDESAMT, 2016b).

Die Verbrauchsmengen von Diclofenac erreichten 2014 in Österreich rund 5.600 kg. Damit zählt Diclofenac zu den zehn Vertretern dieser Indikationsgruppe mit den höchsten Verbräuchen. Weitere Informationen sowie Daten zum Vorkommen in der Umwelt (Grundwasser, Abwasser, Fließgewässer, Klärschlamm und Boden) enthält UMWELTBUNDESAMT (2016b).

Für Diclofenac liegen keine Immissions- oder Emissionsgrenzwerte vor. Diclofenac ist aber in der ersten europäischen Beobachtungsliste enthalten (EC, 2015). Damit ist dieser Wirkstoff von den Mitgliedstaaten jährlich in einer vorgegebenen Anzahl von Fließgewässermessstellen zu untersuchen und die Ergebnisse sind an die Europäische Umweltagentur zu übermitteln. Der Anhang des Kommissionsbeschlusses zur Beobachtungsliste gibt einen PNEC (predicted no effect concentration) Wert von 0,010 µg/l an.

Abbildung 20 zeigt die gemessenen Konzentrationen für Diclofenac in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

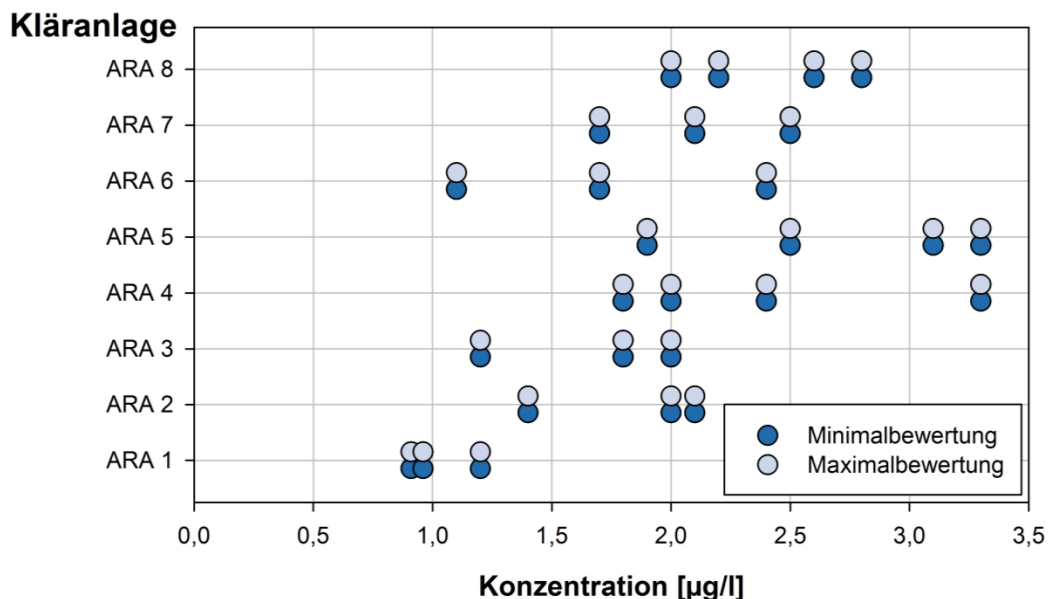


Abbildung 20: Diclofenac-Konzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

### 6.2.3.8 KUPFER

Kupfer ist ein in der Natur weit verbreitetes und von Menschen vielfach genutztes Metall. Anwendung findet es vor allem in der Elektro- und metallverarbeitenden Industrie, aber auch in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Kupferverbindungen sind Bestandteil von Düngern, Futteradditiven, Bioziden und Pflanzenschutzmitteln (UMWELTBUNDESAMT, 2017a).

Kupfer wird für Münzen, Stromkabel, Schmuck, Besteck, Armaturen, Kessel, Präzisionsteile, Kunstgegenstände, Musikinstrumente, Rohrleitungen und vieles mehr verwendet. Auch Dächer werden mit Kupferblech gedeckt. Kupfer ist auch Bestandteil vieler Legierungen wie z. B. Messing (mit Zink), Bronze (mit Zinn) und Neusilber (mit Zink und Nickel). Diese Kupferlegierungen werden wegen ihrer positiven Eigenschaften wie Farbe, Korrosionsbeständigkeit und Verarbeitbarkeit vielfältig eingesetzt (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

Kupfer gelangt durch Verwitterung, Auswaschung und biologische Prozesse sowie durch anthropogene Aktivitäten in die Umwelt. Als Bestandteil vieler Proteine und Enzymkomplexe ist Kupfer für alle höheren Organismen essentiell (UMWELTBUNDESAMT, 2017a). Kupfer ist in Pflanzen und Tieren nachweisbar, aber auch in vielen Lebensmitteln und Getränken. Generell ist Kupfer ein essentielles Metall. Bei höheren Expositionen kann es allerdings zu gesundheitlichen Schädigungen kommen.

Die Herkunft von Kupfer im Abwasser ist vielfältig. Zumeist überwiegt der Eintrag aus Oberflächenabschwemmungen und Haushalten gegenüber jenen aus der Industrie. Einträge, welche über Oberflächenabschwemmungen in die Kanalisation gelangen, entstammen zu einem wesentlichen Teil dem Abrieb von Bremsbelägen sowie Dachblechen. Im Haushalt sind Kupferrohre in der Trinkwasserversorgung (vor allem bei weichem Wasser), Hausstaub und Fäkalien wesentliche Quellen von Kupfer-Emissionen. In Gegenden mit Weinbau können auch Reste von Spritzmitteln wesentliche Kupfereinträge in die Kanalisation bewirken (UMWELTBUNDESAMT, 2009). Kupfer ist sowohl in der allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF.) als auch in vielen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen geregelt.

Kupfer ist kein prioritärer Stoff nach Wasserrahmenrichtlinie, aber als nationaler Stoff in der QZV Chemie OG geregelt. Für Kupfer gibt die QZV Chemie OG eine härteabhängige UQN vor. In Abhängigkeit von der Wasserhärte schwankt diese UQN für Kupfer von 1,1 bis 8,8 µg/l.

Das Vorkommen von Kupfer in unterschiedlichen Umweltkompartimenten und Eintragungspfad in Oberflächengewässer (atmosphärische Deposition, industrielle und kommunale Abwässer, Böden, Grundwasser) ist in CLARA et al. (2014) dokumentiert.

Abbildung 21 zeigt die gemessenen Konzentrationen für Kupfer in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

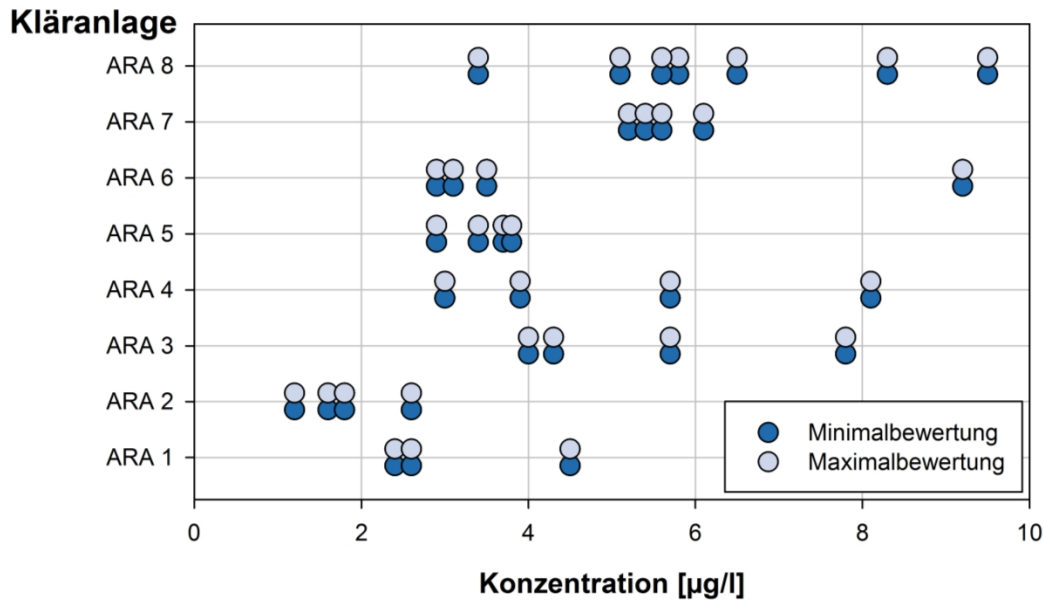


Abbildung 21: Kupferkonzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

### 6.2.3.9 ZINK

Auch Zink ist ein in der Natur weit verbreitetes und von Menschen vielfach genutztes Metall. Zink wird vorwiegend in der metallverarbeitenden Industrie verwendet, kommt aber auch in der Elektroindustrie, der Bauwirtschaft, der chemischen und der pharmazeutischen Industrie zur Anwendung (UMWELTBUNDESAMT, 2017a).

Über Gesteinsverwitterung, Luftdeposition, Abwässer, Klärschlämme und Deponien gelangt Zink in Böden und Gewässer. Aufgrund des weiten Einsatzbereiches sind die Eintragspfade von Zink in Kanal und Kläranlagen vielfältig. Generell dominieren die Einträge aus Oberflächenabschwemmungen und Haushalten gegenüber jenen aus dem industriellen Bereich. Quellen der Einträge über Oberflächenabschwemmung sind vor allem Reifenabrieb und Korrosion verzinkter Dachverblechungen und Regenrinnen. Aus dem Haushalt kommt Zink vornehmlich aus Reinigungsprozessen (Hausstaub, Abrieb verzinkter Gebrauchsgegenstände), Ausscheidungen und Speiseresten, aber auch aus dem Leitungswasser über verzinkte Rohre. Zusätzlich können auch metallverarbeitende Betriebe zu Zinkemissionen in die Kanalisation beitragen (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

Zink ist für alle Organismen ein essentielles Element und die Körperkonzentrationen werden bei höheren Tieren effektiv reguliert, um Zink-Mangel zu vermeiden. Es besitzt jedoch auch toxische Eigenschaften und kann die Entwicklung beeinträchtigen. Einige Pflanzen und Tiere sind in der Lage, Zink anzureichern (UMWELTBUNDESAMT, 2017a). Zink ist in der Europäischen Union als sehr giftig für Wasserorganismen und als sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung eingestuft (ECHA, 2016).

Zink ist sowohl in der allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF.) als auch in vielen branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen geregelt. Zink ist kein prioritärer Stoff nach Wasserrahmenrichtlinie, aber als nationaler Stoff in der QZV Chemie OG geregelt. Für Zink gibt die QZV Chemie OG eine härteabhängige UQN vor. In Abhängigkeit von der Wasserhärte schwankt diese UQN von 7,8 bis 52 µg/l.



Das Vorkommen von Zink in unterschiedlichen Umweltkompartimenten und Eintragspfaden in Oberflächengewässer (atmosphärische Deposition, industrielle und kommunale Abwässer, Böden, Grundwasser) ist in CLARA et al. (2014) dokumentiert.

Abbildung 22 zeigt die gemessenen Konzentrationen für Zink in den untersuchten Wochenmischproben aus den acht Kläranlagen. Es sind die Ergebnisse der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt. Wenn ein Messwert verfügbar ist, zeigen die Minimal- und die Maximalbewertung dasselbe Ergebnis.

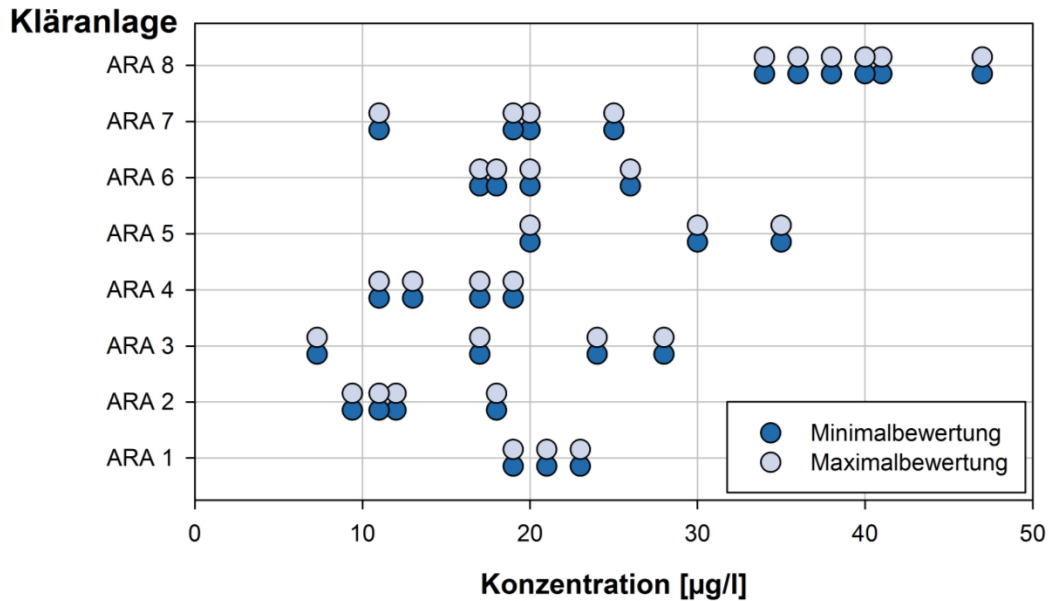


Abbildung 22: Zinkkonzentrationen [µg/l] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage

#### 6.2.4 VERGLEICH MIT DEN UNTERSUCHUNGEN 2007/2008

Einige der untersuchten Stoffe bzw. Stoffgruppen wurden auch bei den Untersuchungen 2007/2008 berücksichtigt. Bei der Auswahl der Projektstoffe für das vorliegende Untersuchungsprogramm wurden Stoffe und Stoffgruppen gewählt, die bei diesen Untersuchungen als relevant bewertet, im Jahr 2009 aber nicht in die EmRegV-OW aufgenommen wurden. Zudem werden Stoffe und Stoffgruppen berücksichtigt, die als nicht relevant bewertet wurden und für die mittlerweile neue Bewertungskriterien verfügbar sind. Zu diesen Stoffen zählen die Metalle Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink und Quecksilber, die Organozinnverbindungen Dibutyl- und Tributylzinnverbindungen, die polybromierten Diphenylether sowie die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Anthracen, Fluoranthren, Naphthalin und Benzo(a)pyren.

Die Daten dieser Stoffe und Stoffgruppen aus dem Untersuchungsprogramm 2007/2008 wurden für diesen Vergleich nach der Minimal- und der Maximalbewertung ausgewertet. Die Ergebnisse der zwei Untersuchungen sind in Abbildung 23 gegenübergestellt. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte der Untersuchungsprogramme sowie die Minima und die Maxima.

Bei den Metallen Zink, Kupfer und Nickel werden 2016 ähnliche mittlere Konzentrationen beobachtet wie bei den Untersuchungen 2007/2008. Die Mittelwerte für Zink, Kupfer und Nickel erreichten 2007/2008 rund 32 µg/l, 7,2 µg/l und 5,6 µg/l und lagen 2016 bei etwa 23 µg/l, 4,8 µg/l und 7,0-8,2 µg/l. Bei Zink wurde für diese Auswertung ein Extremwert von 210 µg/l nicht berücksichtigt, der weit über den sonstigen Messwerten und auch über den gemessenen Konzentrationen in den Wiederholungsproben lag.

Blei war 2016 in 22 der 32 Ablaufwochenmischproben über der Bestimmungsgrenze nachweisbar, aber alle Nachweise waren kleiner der BG von 0,50 µg/l. In zehn Ablaufproben war Blei bei einer Nachweisgrenze von 0,10 µg/l nicht nachweisbar. Blei wurde nur in Modul 1 des Vorgängerprojektes in 15 Kläranlagenabläufen untersucht und der maximale Messwert lag bei 3,7 µg/l. Damit wurden bei der laufenden Untersuchung deutlich niedrigere Blei-Konzentrationen im gereinigten Abwasser gemessen.

Ähnliches gilt auch für Cadmium. Cadmium war in 23 der 32 Ablaufmischproben nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,020 µg/l) und in neun Wochenmischproben lagen die Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 0,050 µg/l. Auch bei den Untersuchungen 2007/2008 waren alle Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenzen von 0,50 bzw. 0,10 µg/l.

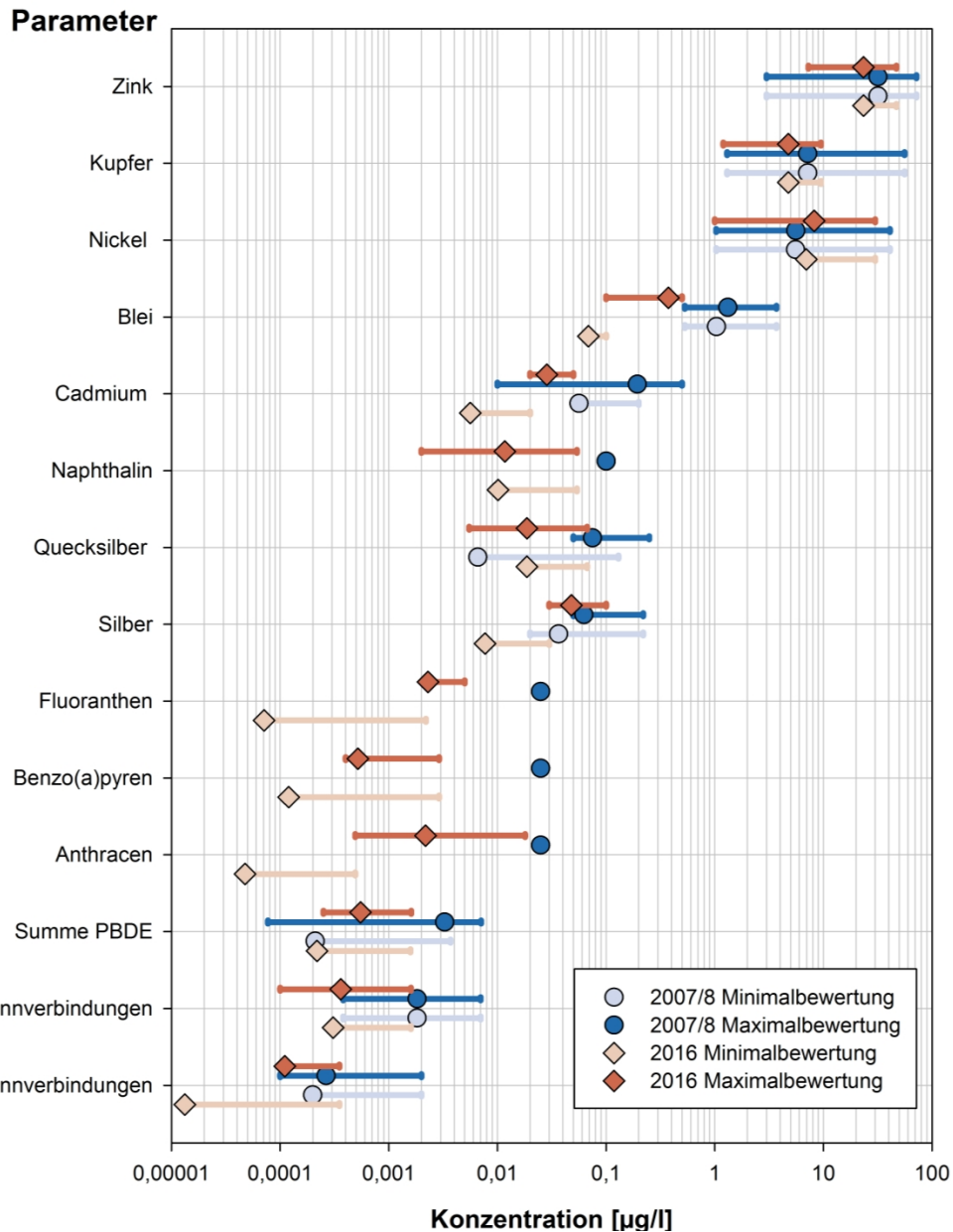


Abbildung 23: Vergleich der gemessenen Konzentrationen in den Untersuchungsprogrammen 2007/8 und 2016 (dargestellt sind die jeweiligen Mittelwerte sowie die Maximal- und Minimalwerte nach der Minimal- und der Maximalbewertung)

Für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen und Naphthalin haben die Untersuchungen 2016 zu einer deutlichen Verbesserung der Datenbasis beigetragen.

## ERGEBNISSE

Beim Untersuchungsprogramm 2007/2008 wurden diese PAK nur in den 15 Proben in Modul 1 gemessen und waren in keiner dieser Tagesmischproben nachweisbar. Die Nachweisgrenzen lagen bei 0,025 µg/l für Anthracen, Benzo(a)pyren und Fluoranthen sowie bei 0,10 µg/l für Naphthalin. Bei den aktuellen Untersuchungen wurde eine deutlich sensitivere Analysenmethode angewandt und Naphthalin war in 23 der 32 Ablaufproben nachweisbar. Der Mittelwert der Messungen beträgt rund 0,010 µg/l und die maximale Konzentration erreichte 0,054 µg/l. Anthracen wurde nur in zwei der 31 Proben in Konzentrationen kleiner der Bestimmungsgrenze von 0,018 µg/l gefunden. Auch nur in diesen zwei Proben war zudem Benzo(a)pyren nachweisbar. Fluoranthen wurde in drei Proben in einer Konzentration kleiner der Bestimmungsgrenze von 0,0050 µg/l gemessen und war in allen anderen 30 Ablaufproben nicht nachweisbar.

Auch für Quecksilber haben die aktuellen Untersuchungen zu einer wesentlichen Verbesserung der Datenlage geführt und erstmals wurden für eine repräsentative Auswahl von Kläranlagen in Österreich Konzentrationen für Quecksilber im Ablauf generiert. Bei den Untersuchungen 2007/2008 wurde Quecksilber in zwei Proben unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l gefunden und war in allen anderen Proben nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,13 µg/l). Bei den aktuellen Untersuchungen wurde eine deutlich empfindlichere Analysenmethode angewandt und Quecksilber wurde in allen 32 Ablaufproben nachgewiesen. Wird ein Extremwert nicht berücksichtigt so schwanken die Quecksilberkonzentrationen zwischen 0,0055 und 0,067 µg/l und liegen im Mittel bei rund 0,019 µg/l.

Silber wurde nur 2007 in den 15 Ablaufproben in Modul 1 untersucht. In zwei Proben war Silber in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,020 µg/l enthalten und in allen anderen Proben wurde Silber in Konzentrationen kleiner der Bestimmungsgrenze gemessen. Bei den aktuellen Untersuchungen war Silber in neun Proben nachweisbar und in den restlichen 26 Proben war Silber nicht nachweisbar (Bestimmungsgrenze 0,10 µg/l und Nachweisgrenze 0,030 µg/l). Die Ergebnisse der zwei Untersuchungskampagnen sind somit ähnlich.

Für die polybromierten Diphenylether ist ein direkter Vergleich schwierig. Bei den Untersuchungen 2007/2008 wurden fünf Kongenere berücksichtigt, wohingegen bei den aktuellen Messungen sechs Kongenere untersucht wurden. Bei den früheren Messungen waren einzelne dieser Kongenere in den meisten Proben nachweisbar, aber nur wenige Messwerte über Bestimmungsgrenze wurden gefunden. Auch das Verhältnis zwischen Bestimmungs- zu Nachweisgrenze war sehr hoch, was aus der starken Abweichung zwischen Minimal- und Maximalbewertung zu ersehen ist. Zudem schwankten die Ergebnisse sehr stark. Bei den aktuellen Untersuchungen wurde eine etwas empfindlichere Methode angewandt und alle Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze wurden als nicht nachweisbar gewertet, ohne Angabe einer Nachweisgrenze. Die Mittelwerte der Minimal- und der Maximalbewertung lagen 2007/2008 zwischen 0,00021 und 0,0033 µg/l und betragen 2016 rund 0,00022 und rund 0,00055 µg/l.

Für die Organozinnverbindungen Di- und Tributylzinnverbindungen wurden 2016 niedrigere Konzentrationen gemessen als im Untersuchungsprogramm 2007/2008. Dibutylzinnverbindungen wurden 2007/2008 in allen Ablaufproben in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,00020 µg/l gemessen. Bei den aktuellen Untersuchungen waren Dibutylzinnverbindungen in zehn Wochenmischproben nicht nachweisbar, in acht Wochenmischproben in Konzentrationen kleiner der Bestimmungsgrenze von 0,00020 µg/l vorlagen und in 16 weiteren Wochenmischproben wurden Konzentrationen über der BG gemessen. Während bei den Untersuchungen 2007/2008 mittlere Dibutylzinnkonzentrationen von 0,0018 µg/l (0,00038-0,0070 µg/l) beobachtet wurden, lagen diese 2016 im Mittel bei etwa 0,00031-0,00036 µg/l (<0,00010-0,0016 µg/l). Tributylzinnverbindungen waren 2007/2008 in etwas über 60% der Proben nachweisbar und in der Hälfte dieser Proben wurden Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,00020 µg/l gemessen. Die mittlere Konzentration lag zwischen 0,00020 und 0,00026 µg/l und die Maximalkonzentration erreichte rund 0,0020 µg/l. Bei den aktuellen Untersuchungen waren Tributylzinnverbindungen nur in zwei der 32 Ablaufproben (6%) nachweisbar. In einer der Proben wurde die Maximalkonzentration von 0,00035 µg/l gemessen und in der zweiten Probe lag die Konzentration unter

der Bestimmungsgrenze von 0,00020 µg/l. Damit ist vor allem für Tributylzinnverbindungen eine deutliche Abnahme der Konzentrationen im Kläranlagenablauf in den letzten knapp zehn Jahren zu beobachten.

Bei den Untersuchungen 2007/2008 wurden die prioritären Stoffe und Stoffgruppen der polybromierten Diphenylether, Cadmium, Diuron, Nonylphenole und Tributylzinnverbindungen sowie die sonstigen Stoffe bzw. Stoffgruppen EDTA, NTA, Kupfer, Selen und Zink sowie der Summenparameter AOX als relevant identifiziert. Einige dieser Stoffe wurden beim aktuellen Untersuchungsprogramm nicht berücksichtigt. Dazu zählen Diuron, Nonylphenole, EDTA, NTA, Selen und AOX. Die aktuellen Messungen bestätigen die Relevanz der polybromierten Diphenylether sowie von Kupfer und Zink. Nicht weiter als relevant werden Cadmium und Tributylzinnverbindungen bewertet. Demgegenüber wurden Nickel und Quecksilber bei den früheren Untersuchungen als nicht relevant bewertet. Basierend auf den aktuellen Messergebnissen sind diese zwei Stoffe aber als relevante Abwasserinhaltsstoffe zu führen. Diese Änderung der Bewertung ist vorwiegend auf eine Verbesserung der verfügbaren Daten (Quecksilber) und auf eine Änderung des Bewertungskriteriums für die Relevanzprüfung (Nickel und Quecksilber) zurückzuführen.

#### 6.2.5 VERGLEICH MIT WEITEREN UNTERSUCHUNGSPROGRAMMEN

Für den Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit ähnlichen Messkampagnen wurde vorwiegend auf zwei Studien zurückgegriffen, die zum Einen eine ähnliche Methode der Probengenerierung angewandt und zum Anderen umfassend Kläranlagen über Europa verteilt auf eine Vielzahl von Stoffen und Stoffgruppen untersucht haben:

- LAMBERT et al. (2014): Es wurden drei Kläranlagen in Deutschland über vier Monate untersucht und jeweils 7-Tagesmischproben für Trockenwetter- und Regenwetterphasen generiert, wobei von Tagesmischproben ausgegangen wurde. Diese Tagesmischproben wurden tiefgefroren und in einem Gebinde zu sieben Tagesmischproben vereint. Die Probenahme erfolgte somit ähnlich wie bei den vorliegenden Untersuchungen. Untersucht wurden u.a. die Metalle Cadmium, Quecksilber, Nickel und Blei, die polybromierten Diphenylether sowie die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe.
- LOOS et al. (2012): Erstmals wurden prioritäre und sonstige Stoffe in Kläranlagenabläufen in Europa systematisch untersucht. Es wurden 91 Kläranlagen berücksichtigt, wobei die Mehrzahl kommunale Kläranlagen waren. Untersucht wurden eine Vielzahl von Stoffen und Stoffgruppen, darunter die Metalle, die Arzneimittelwirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen sowie Vertreter der per- und polyfluorierten Tenside. Es wurden auch die Östrogene analysiert. Diese konnten aber in keiner der Ablaufproben in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,010 µg/l nachgewiesen werden.

Abbildung 24 zeigt eine Gegenüberstellung der Messergebnisse aus den unterschiedlichen Untersuchungsprogrammen. Um die Daten vergleichen zu können, wurden die dokumentierten Messergebnisse nach der Maximalbewertung neu ausgewertet. Es wurden alle in den jeweiligen Berichten angeführten Messergebnisse berücksichtigt. LAMBERT et al. (2014) geben aber keine Nachweisgrenzen an und sowohl nicht nachweisbare Stoffe bzw. Stoffgruppen als auch Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze sind mit <BG angegeben. Für die Auswertungen wurden daher alle diese Ergebnisse mit der Bestimmungsgrenze eingerechnet, womit eine Überschätzung vorliegt. Diese Berechnungsergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Maximalbewertung verglichen. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Maximalwerte. Für die Untersuchungen von LOOS et al. (2012) sind zudem die Mediane angeführt, weil die Mittelwerte durch einige sehr hohe Werte beeinflusst sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass LOOS et al. (2012) auch Proben aus industriellen Kläranlagen sowie aus Kläranlagen ohne Nährstoffentfernung untersucht haben.

## ERGEBNISSE

Für die Metalle sind Ergebnisse aus den drei Untersuchungskampagnen verfügbar. Die höchsten Messwerte werden zumeist von LOOS et al. (2012) beobachtet. Für Kupfer, Zink und Nickel wurden ähnliche mittlere Konzentrationen beschrieben. Für Silber, Cadmium, Blei und Quecksilber lagen alle Messungen unter der Bestimmungsgrenze von 1,0 µg/l. LAMBERT et al. (2014) dokumentieren für Cadmium, Blei und Nickel ähnliche mittlere Konzentrationen, wie bei den aktuellen Untersuchungen gemessen wurden, wohingegen für Quecksilber deutlich niedrigere Konzentrationen beobachtet wurden.

Für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe berichten LAMBERT et al. (2014) tendenziell höhere Konzentrationen in den untersuchten Ablaufproben, vor allem für Benzo(a)pyren und Naphthalin. Ähnliche mittlere Konzentrationen wurden für Anthracen und für Fluroanthen bestimmt.

Für polybromierte Diphenylether und Tributylzinnverbindungen wurden von LAMBERT et al. (2014) etwas geringere mittlere Konzentrationen beobachtet, diese Unterschiede sind jedoch gering.

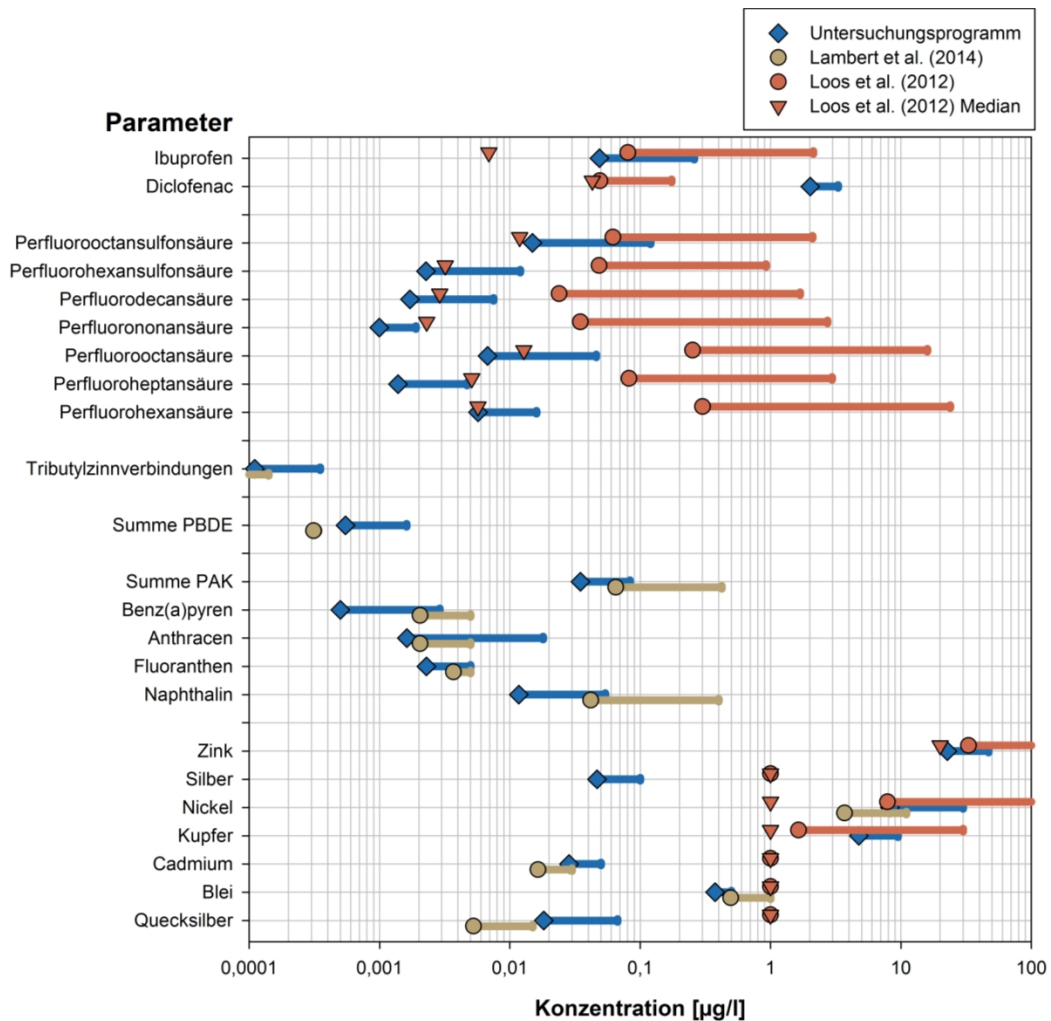


Abbildung 24: Gegenüberstellung der Messergebnisse aus unterschiedlichen Untersuchungsprogrammen

Die perfluorierten Verbindungen wurden von LAMBERT et al. (2014) nicht gemessen, wurden aber von LOOS et al. (2012) analysiert. Dabei wurden häufig erheblich höhere Konzentrationen als bei den aktuellen Untersuchungen nachgewiesen. Abbildung 24 zeigt aber auch, dass diese Mittelwerte sehr stark von Extremwerten beeinflusst sind. Die Medianwerte aus LOOS et al. (2012) liegen mit wenigen Ausnahmen (z.B. Perfluorheptansäure) im Bereich der Mittelwerte der aktuellen Untersuchungen.

Für Diclofenac geben LOOS et al. (2012) sehr niedrige Konzentrationen an. Diese Diclofenac-Ergebnisse sind aber im Bericht gekennzeichnet und mit dem Vermerk versehen, dass die Diclofenac-Konzentrationen auch höher sein können.

In Irland haben JONES et al. (2013) neun Kläranlagen regelmäßig beprobt und u.a. PAK und Metalle untersucht. Hormone, Arzneimittelwirkstoffe und perfluorierte Tenside wurden nicht untersucht. Auch sind keine Ergebnisse für polybromierte Diphenylether dokumentiert. Es sind die Medianwerte sowie die Maximalkonzentrationen in den neun Kläranlagen ausgewiesen. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 25 den Medianen und Maximalwerten der Maximalbewertung gegenübergestellt.

Die Ergebnisse zeigen grundsätzlich eine gute Übereinstimmung. Vor allem für Anthracen, Fluoranthen und Nickel sind sowohl Medianwerte als auch Maximalwerte ähnlich. Für die Metalle Zink und Kupfer liegen die Konzentrationen aus dem aktuellen Untersuchungsprogramm im unteren Bereich der Vergleichsergebnisse aus Irland. Ähnliches gilt auch für Benzo(a)pyren. Für Blei wurden bei den Untersuchungen in den österreichischen Kläranlagen deutlich niedrigere Konzentrationen beobachtet. Im Gegensatz dazu wurden in den österreichischen Kläranlagenabläufen tendenziell höhere Ablaufkonzentrationen für Naphthalin beobachtet.

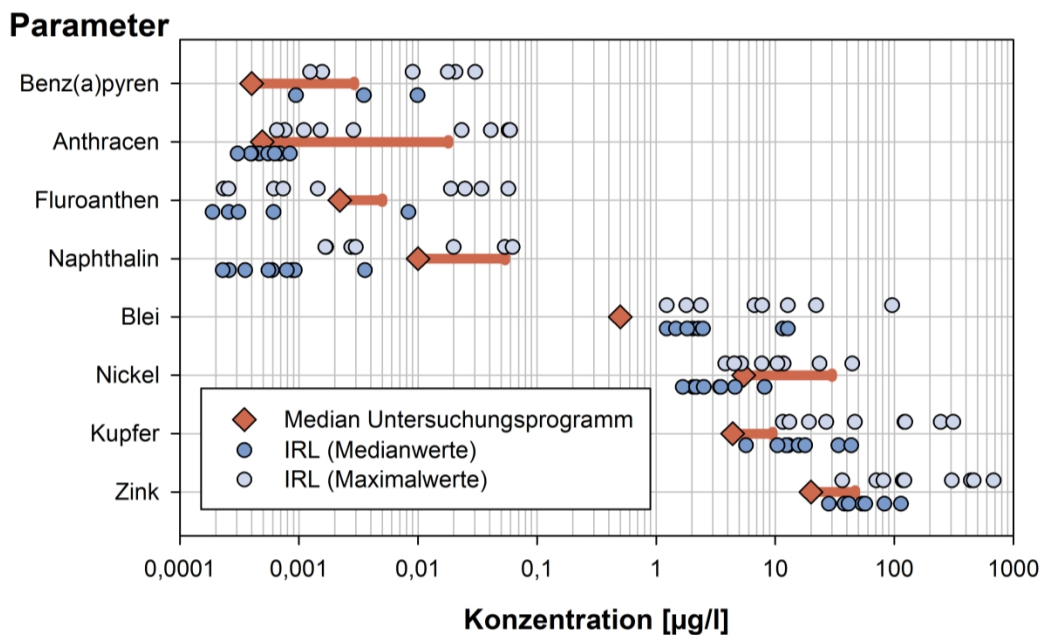


Abbildung 25: Gegenüberstellung der Mediane und der Maximalkonzentrationen der Untersuchungsergebnisse aus Irland mit den aktuellen Messergebnissen für PAK und Metalle

In Frankreich wurden im Zuge des Projektes AMPERES 21 kommunale Kläranlagen auf prioritäre und sonstige Spurenstoffe untersucht. In über 70% der Proben wurden die Metalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber nachgewiesen. Die Konzentrationen von Nickel lagen zwischen 1,0 und 10 µg/l. Blei wurde in Konzentrationen zwischen 0,10 und 1,0 µg/l gemessen und die Konzentrationen von Quecksilber und Cadmium erreichten 0,010 bis 0,10 µg/l (CHOUBERT und COQUERY, 2011). Bei den aktuellen Untersuchungen wurden ähnliche Ergebnisse erzielt.

Deutlich höhere Konzentrationen haben CHOUBERT und COQUERY (2011) für Vertreter der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe gemessen. Fluoranthen wurde in 30-70% der Proben in Konzentrationen zwischen 0,010 und 0,10 µg/l gefunden. Anthracen und Naphthalin wurden nur in weniger als 30% der Proben in Konzentrationen zwischen 0,10 und 1,0 µg/l beobachtet. Benzo(a)pyren war in keiner der untersuchten Abwasserproben über der Bestimmungsgrenze zu finden.

Auch Tributylzinnverbindungen wurden untersucht und in weniger als 30% der Proben nachgewiesen. Die gemessenen Konzentrationen lagen aber zwischen 0,010 und 0,10 µg/l und somit um ein Vielfaches über den Konzentrationen, die bei den aktuellen Untersuchungen gemessen wurden.

Im Jahr 2016 wurden zudem im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung zwei weitere Kläranlagen in Vorarlberg beprobt. Eine dieser Kläranlagen wurde zweimal und eine Anlage nur einmal untersucht. Die Vorgehensweise der Probenahme entsprach der Probenahme bei den aktuellen Untersuchungen und es wurden Wochenmischproben generiert und eingefroren. Auch der Parameterumfang der Analysen war an das aktuelle Untersuchungsprogramm angelehnt. Im Rahmen der Studie wurden zudem die Kläranlagenzuläufe und die empfangenden Gewässer vor und nach der Abwassereinleitung beprobt. Die Ergebnisse sind in CLARA et al. (2017) zusammengefasst und Abbildung 26 zeigt einen Vergleich der Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in zwei Kläranlagen in Vorarlberg mit dem Schwankungsbereich des österreichweiten Messprogrammes.

Der dargestellte Schwankungsbereich der aktuellen Untersuchungen beruht auf den Ergebnissen der Maximalbewertung. Diese Darstellung wurde der Übersichtlichkeit halber gewählt, weil damit nicht nachweisbare Stoffe und Stoffgruppen mit der Nachweisgrenze dargestellt werden und damit der Balken nach unten begrenzt ist. Für die zwei Kläranlagen in Vorarlberg sind die Ergebnisse der Einzelmessungen nach der Minimal- und der Maximalbewertung dargestellt.

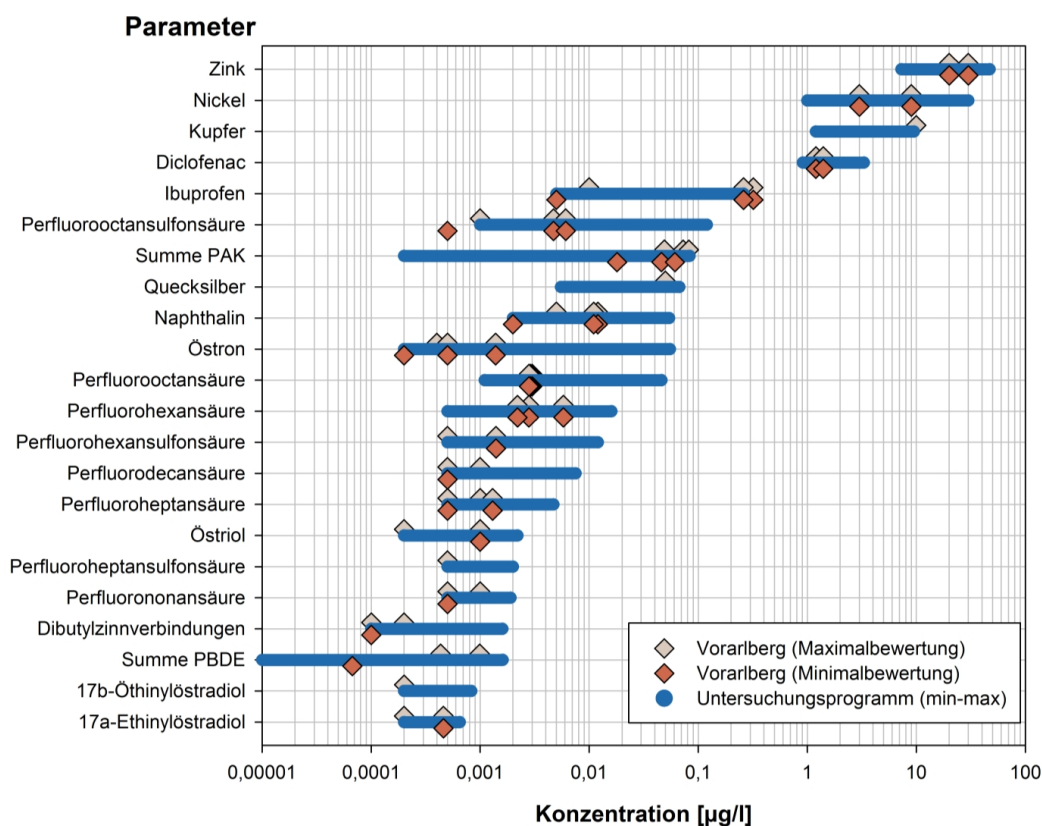


Abbildung 26: Vergleich der Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in zwei Kläranlagen in Vorarlberg mit dem Schwankungsbereich des österreichweiten Messprogrammes

Die gemessenen Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in den drei Proben der zwei Vorarlberger Kläranlagen liegen im Schwankungsbereich der Messwerte des österreichweiten Messprogrammes. Auffällig ist Ibuprofen. Für diesen Arzneimittelwirkstoff entsprechen die Messwerte aus Vorarlberg den oberen und unteren Extremwerten.

### 6.3 FAZIT

Die Untersuchungen haben zu einer deutlichen Verbesserung der Datenbasis zum Vorkommen von Spurenstoffen in den Abläufen kommunaler Kläranlagen beigetragen. Durch die Anwendung zweier Bewertungskriterien war es zudem möglich, relevante Stoffe und Stoffgruppen im Ablauf kommunaler Kläranlagen zu identifizieren und diese Bewertung mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen zu vergleichen.

So wurden ein Stoff bzw. eine Stoffgruppe als relevant im Ablauf kommunaler Kläranlagen definiert, wenn i) der Mittelwert aller gemessenen Ablaufkonzentrationen eines Stoffes bzw. einer Stoffgruppe größer als die halbe Umweltqualitätsnorm war oder ii) zumindest für eine Kläranlage der Mittelwert der Ablaufkonzentrationen über der jeweiligen Umweltqualitätsnorm lag.

Ausgehend von diesen zwei Kriterien wurden elf Stoffe bzw. Stoffgruppen als relevant bewertet. Dazu zählen die prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe Nickel, Quecksilber, Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB und polybromierte Diphenylether (PBDE), die Stoffe der Beobachtungsliste 17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2), Östron (E1), 17 $\beta$ -Östradiol (E2) und Diclofenac sowie die national geregelten bzw. den sonstigen Schadstoffen zugeordneten Metalle Kupfer und Zink.

Cadmium und Tributylzinnverbindungen werden im Gegensatz zum Monitoringprogramm 2007/2008 nicht weiter als relevant bewertet.

Zu diesen Auswertungen ist anzumerken, dass für Quecksilber, Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB und polybromierte Diphenylether (PBDE) keine UQN für die Wasserphase rechtlich verbindlich vorgegeben sind. Als Bewertungskriterien für diese Stoffe wurden daher die aus den Biota-UQN rückgerechneten Wasserwerte verwendet. Die Rückrechnung basiert auf Verteilungs- und Anreicherungskoeffizienten und es wird angenommen, dass diese rückgerechneten Konzentrationen ein äquivalentes Schutzniveau zur Biota-UQN darstellen.

Im Vergleich mit internationalen Untersuchungen bzw. vergleichbaren Monitoringprogrammen in anderen europäischen Ländern werden ähnliche Konzentrationen beobachtet, auch wenn bei einigen Stoffen und Stoffgruppen der Schwankungsbereich sehr groß ist. Diesbezüglich haben auch methodische Aspekte wie z.B. die Berücksichtigung von Messwerten kleiner Bestimmungsgrenze einen Einfluss.



## 7 REFERENZEN

- ARCEM (2003). Austrian Research Cooperation on Endocrine Modulators, Endbericht 2003. Umweltbundesamt, Wien, <http://www.arcem.at/endbericht.pdf>.
- ATV-DVWK (2000). Arbeitsblatt A131. Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, ed. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., GFA-Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik. ISBN 3-933707-41-2.
- BGBI. II Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (AAEV). <http://www.ris.bka.gv.at/>.
- BGBI. II Nr. 477/2003 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über weitere Verbote und Beschränkungen bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren (Chemikalien-Verbotsverordnung 2003 – Chem-VerbotsV 2003). <http://www.ris.bka.gv.at/>.
- BGBI. II Nr. 96/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG). <http://www.ris.bka.gv.at/>.
- BGBI. II Nr. 29/2009. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW). <http://www.ris.bka.gv.at/>.
- BGBI. II Nr. 207/2017. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen 2017 (Emissionsregisterverordnung 2017 - EmRegV-OW 2017). <http://www.ris.bka.gv.at/>.
- CHOUBERT, J.-M., COQUERY, M. (2011). Removal of priority and emerging substances by municipal treatment plants. 7<sup>th</sup> EWA Brussels Conference, Effective Urban Waste Water Treatment. 25. Oktober 2011. Brüssel. [http://www.ewa-online.eu/7th-annual-brussels-conference-proceedings.html?file=tl\\_files/media/content/documents\\_pdf/Publications/Proceedings/Brussels-Conference/2011\\_7th\\_Brussels\\_Conference/EWA\\_7th\\_Brussels\\_06-Choubert.pdf](http://www.ewa-online.eu/7th-annual-brussels-conference-proceedings.html?file=tl_files/media/content/documents_pdf/Publications/Proceedings/Brussels-Conference/2011_7th_Brussels_Conference/EWA_7th_Brussels_06-Choubert.pdf).
- CLARA, M., KREUZINGER, N., STRENN, B., GANS, O., KROISS, H. (2005). The solids retention time – a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants. Water Research 39, 97-106.
- CLARA, M., HOCHEDLINGER, G., WEISS, S., HANEFELD, W., SCHEFFKNECHT, C., ZESSNER, M. (2014). Emissionsmodellierung ausgewählter organischer und anorganischer Parameter im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach. Kooperationsprojekt zwischen dem Amt der Vorarlberger Landesregierung und dem Umweltbundesamt.. Wien und Bregenz, 2014. [https://www.vorarlberg.at/vorarlberg/umwelt\\_zukunft/umwelt/umweltundlebensmittel/weitereinformationen/abwasser\\_abfall\\_schadstoff/spurenstoffe.htm](https://www.vorarlberg.at/vorarlberg/umwelt_zukunft/umwelt/umweltundlebensmittel/weitereinformationen/abwasser_abfall_schadstoff/spurenstoffe.htm).
- CLARA, M., HANEFELD, W., SCHEFFKNECHT, C. (2017). Untersuchung ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe in kommunalen Kläranlagen und Fließgewässern in Vorarlberg. Studie im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung. Wien und Bregenz, 2017.
- Dioxin and dioxin-like PCBs (2011). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (DL-PCBs). EQS-Dossier 2011. Europäische Kommission, CIRCABC, 28.4.2017. <https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/f0d90906-c361-4af1-82b1-d2e52f826c14/Dioxins%20%26%20PCB-DL%20EQS%20dossier%202011.pdf>

- EC (2015). Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 der Kommission vom 20. März 2015 zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union L78/40, 24.3.2015. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D0495&from=DE>.
- ECB (2008). European Union Risk Assessment Report: Nickel. Europäisches Chemikalienbüro (ECB), Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, 2008. <http://echa.europa.eu/documents/10162/cefda8bc-2952-4c11-885f-342aac769b3>.
- ECHA (2016). Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis: Datenbank des C&L-Verzeichnisses. Europäische Chemikalienagentur, Helsinki, Finnland. 27.04.2017, 10.05.2017, 11.05.2017. <http://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/cl-inventory-database>.
- EFSA (2011). Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit. EFSA Journal 9(5) 2156, 1-274. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/2156>.
- Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. <http://data.europa.eu/eli/dec/2001/2455/oj>.
- EPA (2016). Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in Your Environment. United States Environmental Protection Agency. 25.4.2017. <https://www.epa.gov/pfas>.
- JONES, L., CHAPMAN, J., REGAN, F. (2013). Monitoring criteria for priority chemicals leading to emission factors. EPA STRIVE Programme 2007-2013. Final technical report for the Environmental Protection Agency Ireland. Ireland. <http://erc.epa.ie/safer/iso19115/displayISO19115.jsp?isoID=3004#files>.
- LAMBERT, B., FUCHS, S., TOSHOVSKI, S., SACHER, F., THOMA, A. (2014). Entwicklung eines Bilanzierungsinstrumentes für den Eintrag von Schadstoffen aus kommunalen Kläranlagen in Gewässer. Forschungsvorhaben gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Länder, 2014. <http://bibliothek.dbu.de/libero/WebOpac.cls?VERSION=2&ACTION=DISPLAY&RSN=400017900&DATA=DBU&TOKEN=cC4FMxnML39246&Z=1&SET=1>.
- LfU (2014). Bromierte Diphenylether: Stoffinformationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Augsburg, 2014. [https://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/doc/infoblatt\\_bromierte\\_diphenylether.pdf](https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/doc/infoblatt_bromierte_diphenylether.pdf).
- LINDTNER, S., VOHRZYKA, F. (2016). 23. Kläranlagen-Leistungsvergleich der ÖWAV-KAN: Betriebsjahr 2015. In ÖWAV (Hrsg): Kanal- und Kläranlagennachbarschaften 2016. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 24. Wien 2016.
- LINDTNER, S., ZESSNER M. (2003). Abschätzung von Schmutzfrachten in der Abwasserentsorgung bei unvollständiger Datenlage. In H. Kroiss (Hrsg.), Fortbildungsseminar Abwasserentsorgung. Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer, Band 183, 195-227.
- LOOS, R., CARVALHO, R., COMERO, S., ANTÓNIO, D. C., GHIANI, M., LETTIERI, T. (2012). EU Wide Monitoring Survey on Waste Water Treatment Plant Effluents, 2012. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/26927/1/lb-na-25563-en.pdf.pdf>.
- ÖWAV (2002). Kanal- und Kläranlagennachbarschaften 2002. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 10. Wien 2002.

## REFERENZEN

- ÖWAV (2006). Kanal- und Kläranlagennachbarschaften 2006. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 14. Wien 2006.
- ÖWAV (2014). Kanal- und Kläranlagennachbarschaften 2014. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 22. Wien 2014.
- PBDE (2011). Polybrominated diphenyl-ethers (BDEs). EQS Dossier 2011. Europäische Kommission, CIRCABC, 28.4.2017. <https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/d07ed9f5-0760-4561-b642-04bc1e4a580e/PBDE%20EQS%20dossier%202011.pdf>.
- RL 91/271/EWG. Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj>.
- RL 60/2000/EG. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/2014-11-20>.
- RL 2008/105/EG. Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.
- RL 2013/39/EU. Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/39/oj>.
- SVARDAL, K., NOWAK, O., SCHWEIGHOFER, P. (1998). Datendokumentation und Auswertung – Plausibilitätsanalyse von Messwerten. In Kroiss, H. und Haberl, R. (Hrsg.). Eigenüberwachung und Fremdüberwachung bei Kläranlagen. Wiener Mitteilungen, Band 147, 439-475.
- TRAUTVETTER, H., CLARA, M., GABRIEL, O., STRENN, B., ZESSNER, M. (2015). Emissionsabschätzung für prioritäre Stoffe. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Österreich. [http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/allgemeines/emissionsab\\_prio.html](http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/allgemeines/emissionsab_prio.html).
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie – Stoffdatenblätter. Forschungsbericht 203 21 280, UBA-FB 001011, Texte 29/07, Umweltbundesamt. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3312.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2009). Per- und polyfluorierte Chemikalien: Einträge vermeiden – Umwelt schützen. Umweltbundesamt, Dessau, Deutschland. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3812.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2017a). Umweltprobenbank des Bundes, Metalle. Umweltbundesamt Dessau, 10.05.2017; 11.05.2017, <http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/10039>.
- UMWELTBUNDESAMT (2017b). Dioxine und dioxinähnliche PCB in Umwelt und Nahrungsketten. Hintergrund. Umweltbundesamt, Dessau. Februar 2017. [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/170210\\_uba\\_hg\\_dioxine\\_bf.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/170210_uba_hg_dioxine_bf.pdf).
- UMWELTBUNDESAMT (2009). Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M.: Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Report REP-0247, Umweltbundesamt, Wien. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0247.pdf>.

## REFERENZEN

- UMWELTBUNDESAMT (2016a). Uhl, M., Leitner, S. Umsetzung des Minamata-Übereinkommens über Quecksilber in Österreich: Datengrundlagen/Monitoring 2016. Report REP-0578. Umweltbundesamt, Wien. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0578.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2016b). Hartmann, C. Arzneimittelrückstände in der Umwelt. Umweltbundesamt, Report REP-0573, Wien. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0573.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2017). Perfluorierte Tenside. Umweltbundesamt. 25.4.2017, 11.05.2017. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/pfos/>.
- UNEP (2014). Listing of POPs in the Stockholm Convention. Secretariat of the Stockholm Convention, United Nations Environment Programme. Châtelaine, Switzerland. <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ListingofPOPs/tabid/2509/Default.aspx>.
- UNIDO (2012). Guidance for the inventory of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. United Nations Industrial Development Organisation. [http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Environmental\\_Management/Stockholm\\_Convention/Guidance\\_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-PBDEs-Inventory.En.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-PBDEs-Inventory.En.pdf).
- VERBRUGGEN, E.M.J., VAN HERWIJNEN, R., SMIT, C.E. (2015). Derivation of a water-based quality standard for secondary poisoning of mercury. National Institute for Public Health and the Environment, The Netherlands, 2015. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0058.pdf>.
- Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG. <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1907/2014-04-10>.
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1272/oj>.
- Verordnung (EU) Nr. 847/2012 der Kommission vom 19. September 2012 zur Änderung von Anhang XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) hinsichtlich Quecksilber. <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/847/oj>.

## 8 ANHANG

### 8.1 UNTERSUCHUNGSUMFANG

TABELLE 11: ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHTEN PARAMETER UND ANGABE [ $\mu\text{g/L}$ ] DER JEWEILIGEN BESTIMMUNG- (BG) UND NACHWEISGRENZEN (NG) (LABOR: OÖ...AMT DER OBERÖSTEREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, UBA... UMWELTBUNDESAMT). FÜR DIOXINE, FURANE UND DIOXINÄHNLICHE PCB SIND DIE TOXIZITÄTSÄQUIVALENTE (TEQ) NACH WHO 2005 ANGEGEBEN

Nr.	Stoffgruppe	Stoff	Labor	BG [ $\mu\text{g/l}$ ]	NG [ $\mu\text{g/l}$ ]	TEQ [-]
1	Referenzparameter	Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	OÖ	1.000	-	-
2	Referenzparameter	CSB (Gesamtprobe)	OÖ	10.000	-	-
3	Referenzparameter	CSB (filtrierte Probe)	OÖ	10.000	-	-
4	Referenzparameter	Gesamtstickstoff (Nges)	OÖ	500	-	-
5	Referenzparameter	Gesamtphosphor (Pges)	OÖ	500	-	-
6	Metalle	Quecksilber (Hg)	OÖ	0,0010	0,00030	-
7	Metalle	Blei (Pb)	OÖ	0,50	0,10	-
8	Metalle	Cadmium (Cd)	OÖ	0,050	0,020	-
9	Metalle	Kupfer (Cu)	OÖ	1,0	0,10	-
10	Metalle	Nickel (Ni)	OÖ	4,0	1,0	-
11	Metalle	Silber (Ag)	OÖ	0,10	0,030	-
12	Metalle	Zink (Zn)	OÖ	1,0	0,20	-
13	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Pyren	OÖ	0,0025	0,00088	-
14	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Phenanthren	OÖ	0,0025	0,00064	-
15	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Naphthalin	OÖ	0,0074	0,0020	-
16	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Indeno(123cd)pyren	OÖ	0,0010	0,00057	-
17	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Fluoren	OÖ	0,0025	0,0015	-
18	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Chrysen	OÖ	0,0025	0,00057	-
19	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Dibenz(ah)anthracen	OÖ	0,0025	0,00047	-
20	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Fluoranthen	OÖ	0,0050	0,0022	-
21	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzo(ghi)perylen	OÖ	0,0010	0,00059	-
22	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benz(k)fluoranthen	OÖ	0,0010	0,00044	-
23	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Acenaphthen	OÖ	0,0025	0,0015	-
24	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Acenaphthylen	OÖ	0,0025	0,00076	-
25	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Anthracen	OÖ	0,018	0,00049	-

Nr.	Stoffgruppe	Stoff	Labor	BG [µg/l]	NG [µg/l]	TEQ [-]
26	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benz(a)anthracen	OÖ	0,0025	0,00019	-
27	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benz(a)pyren	OÖ	0,0010	0,00040	-
28	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Benz(b)fluoranthren	OÖ	0,0010	0,00086	-
29	Bromierte Flammschutzmittel	2,4,4'-Tribromdiphenylether (BDE 28)	UBA	-	0.00000036-0.00001	-
30	Bromierte Flammschutzmittel	2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether (BDE 47)	UBA	-	0.0001-0.00027	-
31	Bromierte Flammschutzmittel	2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether (BDE 99)	UBA	-	0.00011-0.00016	-
32	Bromierte Flammschutzmittel	2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether (BDE 100)	UBA	-	0.000021-0.000034	-
33	Bromierte Flammschutzmittel	2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether (BDE 153)	UBA	-	0.0000084-0.000016	-
34	Bromierte Flammschutzmittel	2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether (BDE 154)	UBA	-	0.0000026-0.000011	-
35	Organozinnverbindungen	Dibutylzinnverbindungen (DBT)	UBA	0,00020	0,00010	-
36	Organozinnverbindungen	Tributylzinnverbindungen (TBT)	UBA	0,00020	0,00010	-
37	Perfluorierte Tenside	Perfluorohexansäure (PF6C)	UBA	0,0010	0,00050	-
38	Perfluorierte Tenside	Perfluoroheptansäure (PF7C)	UBA	0,0010	0,00050	-
39	Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansäure (PFOA)	UBA	0,0010	0,00050	-
40	Perfluorierte Tenside	Perfluorononansäure (PF9C)	UBA	0,0010	0,00050	-
41	Perfluorierte Tenside	Perfluorodecansäure (PF10C)	UBA	0,0010	0,00050	-
42	Perfluorierte Tenside	Perfluoroundecansäure (PF11C)	UBA	0,0010	0,00050	-
43	Perfluorierte Tenside	Perfluorododecansäure (PF12C)	UBA	0,0010	0,00050	-
44	Perfluorierte Tenside	Perfluorohexansulfonsäure (PF6S)	UBA	0,0010	0,00050	-
45	Perfluorierte Tenside	Perfluoroheptansulfonsäure (PF7S)	UBA	0,0010	0,00050	-
46	Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	UBA	0,0010	0,00050	-
47	Perfluorierte Tenside	Perfluorodecansulfonsäure (PF10S)	UBA	0,0010	0,00050	-
48	Perfluorierte Tenside	N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid (PF8S_A)	UBA	0,0010	0,00050	-
49	Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansulfonamid (PFOSA)	UBA	0,0010	0,00050	-
50	Polychlorierte Dioxine	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,00000042	1,0
51	Polychlorierte Dioxine	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,00000023	1,0
52	Polychlorierte Dioxine	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,00000052	0,10
53	Polychlorierte Dioxine	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,00000062	0,10
54	Polychlorierte Dioxine	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,00000036	0,10
55	Polychlorierte Dioxine	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,0000066	0,010
56	Polychlorierte Dioxine	Octachlordibenzo-p-dioxin	UBA	-	0,0000029	0,00030
57	Polychlorierte Furane	2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000085	0,10
58	Polychlorierte Furane	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000015	0,030
59	Polychlorierte Furane	2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000021	0,30
60	Polychlorierte Furane	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000051	0,10

Nr.	Stoffgruppe	Stoff	Labor	BG [µg/l]	NG [µg/l]	TEQ [-]
61	Polychlorierte Furane	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	UBA	-	0,0000002	0,10
62	Polychlorierte Furane	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000027	0,10
63	Polychlorierte Furane	2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000051	0,10
64	Polychlorierte Furane	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	UBA	-	0,0000005	0,010
65	Polychlorierte Furane	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	UBA	-	0,00000015	0,010
66	Polychlorierte Furane	Octachlordibenzofuran	UBA	-	0,0000013	0,00030
67	Polychlorierte Biphenyle	PCB 77	UBA	-	0,000012	0,00010
68	Polychlorierte Biphenyle	PCB 81	UBA	-	0,0000056	0,00030
69	Polychlorierte Biphenyle	PCB 126	UBA	-	0,0000072	0,10
70	Polychlorierte Biphenyle	PCB 169	UBA	-	0,0000057	0,030
71	Polychlorierte Biphenyle	PCB 105	UBA	-	0,000062	0,000030
72	Polychlorierte Biphenyle	PCB 114	UBA	-	0,0000041	0,000030
73	Polychlorierte Biphenyle	PCB 118	UBA	-	0,00009	0,000030
74	Polychlorierte Biphenyle	PCB 123	UBA	-	0,0000017	0,000030
75	Polychlorierte Biphenyle	PCB 156	UBA	-	0,000025	0,000030
76	Polychlorierte Biphenyle	PCB 157	UBA	-	0,00000084	0,000030
77	Polychlorierte Biphenyle	PCB 167	UBA	-	0,000013	0,000030
78	Polychlorierte Biphenyle	PCB 189	UBA	-	0,0000034	0,000030
79	Polychlorierte Biphenyle	PCB 28	UBA	-	0,00036	-
80	Polychlorierte Biphenyle	PCB 52	UBA	-	0,00015	-
81	Polychlorierte Biphenyle	PCB 101	UBA	-	0,00012	-
82	Polychlorierte Biphenyle	PCB 138	UBA	-	0,00011	-
83	Polychlorierte Biphenyle	PCB 153	UBA	-	0,00013	-
84	Polychlorierte Biphenyle	PCB 180	UBA	-	0,00011	-
85	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Aclonifen	UBA	0,050	0,025	-
86	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Dichlorvos	UBA	0,050	0,025	-
87	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Quinoxifen	UBA	0,050	0,025	-
88	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Terbutryn	UBA	0,050	0,025	-
89	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Irgarol	UBA	0,050	0,025	-
90	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Bifenox	UBA	0,0010	0,00050	-
91	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Cypermethrin	UBA	0,0010	0,00050	-
92	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Dicofol	UBA	0,0010	0,00050	-
93	Bromierte Flammschutzmittel	Hexabromcyclododecan (HBCDD)	UBA	0,050	0,025	-
94	Arzneimittelwirkstoffe	Diclofenac	UBA	0,010	0,0050	-
95	Arzneimittelwirkstoffe	Ibuprofen	UBA	0,010	0,0050	-

<b>Nr.</b>	<b>Stoffgruppe</b>	<b>Stoff</b>	<b>Labor</b>	<b>BG [µg/l]</b>	<b>NG [µg/l]</b>	<b>TEQ [-]</b>
96	Hormone	17 $\alpha$ -Ethinylöstradiol (EE2)	UBA	0,00040	0,00020	-
97	Hormone	17 $\beta$ -Östradiol (E2)	UBA	0,00040	0,00020	-
98	Hormone	Östron (E1)	UBA	0,00040	0,00020	-
99	Hormone	Östriol (E3)	UBA	0,00040	0,00020	-



## 8.2 ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

TABELLE 12: ZUSAMMENFASSUNG DER HÄUFIGKEIT DER NACHWEISE VON MESSWERTEN, VON MESSWERTEN KLEINER BESTIMMUNGSGRENZE UND VON NICHT NACHWEISBAREN STOFFEN SOWIE ANGABE DER MITTLEREN, DER MINIMALEN UND DER MAXIMALEN KONZENTRATIONEN [ $\mu\text{G/L}$ ] (MITTELWERT: SCHWANKUNGSBEREICH DER MINIMAL- UND DER MAXIMALBEWERTUNG; MINIMUM: MINIMUM DER MINIMALBEWERTUNG; MAXIMUM: MAXIMUM DER MAXIMALBEWERTUNG)

Parameter	Anzahl	n.n.	<BG	Messwerte	Mittelwert	Minimum	Maximum
Quecksilber	35	-	-	35	0,019	0,0055	0,067
Blei	32	10	22	-	0,069-0,38	0	0,50
Cadmium	32	23	9	-	0,0056-0,028	0	0,050
Kupfer	36	-	-	36	4,8	1,2	9,5
Nickel	36	1	15	20	7,0-8,2	0	30
Silber	35	26	9	-	0,0077-0,048	0	0,10
Zink	35	-	-	35	23	7,3	47
Pyren	31	28	2	1	0,00018-0,0011	0	0,0039
Phenanthren	31	8	7	16	0,0039-0,0045	0	0,019
Naphthalin	31	8	6	17	0,010-0,012	0	0,054
Indeno(123cd)pyren	31	27	2	2	0,00017-0,00069	0	0,0022
Fluoren	31	18	2	11	0,0015-0,0025	0	0,0073
Chrysen	31	27	3	1	0,00014-0,00082	0	0,0025
Dibenz(ah)anthracen	31	28	2	1	0,00061-0,0012	0	0,018
Fluoranthren	31	30	1	-	0,000071-0,0023	0	0,0050
Benzo(ghi)perylene	31	-	1	31	0,00049-0,0010	0	0,013
Benzo(k)fluoranthren	31	28	1	2	0,00014-0,00055	0	0,0030
Acenaphthen	31	29	-	2	0,0015-0,0024	0	0,0079
Acenaphthylen	31	15	8	8	0,0019-0,0026	0	0,0059
Anthracen	31	11	7	13	0,000032-0,0016	0	0,018
Benzo(a)anthracen	31	29	2	-	0,000011-0,00041	0	0,0025
Benzo(a)pyren	31	28	3	-	0,00011-0,00050	0	0,0029
Benzo(b)fluoranthren	31	29	1	1	0,00013-0,00094	0	0,0032
Summe PAK	31	2	5	24	0,021-0,035	0	0,083
BDE 28	34	22	-	12	0,0000039-0,000010	0	0,000039
BDE 47	34	27	-	7	0,00011-0,00032	0	0,00098
BDE 99	34	24	-	10	0,000078-0,00016	0	0,00048
BDE 100	34	25	-	9	0,000017-0,000039	0	0,00011

Parameter	Anzahl	n.n.	<BG	Messwerte	Mittelwert	Minimum	Maximum
BDE 153	34	27	-	7	0,0000069-0,000016	0	0,000081
BDE 154	34	25	-	9	0,0000035-0,0000093	0	0,000028
Summe PBDE	34	17	-	17	0,00022-0,00055	0	0,0016
Dibutylzinnverbindungen	34	10	8	16	0,00031-0,00036	0	0,0016
Tributylzinnverbindungen	34	32	1	1	0,000013-0,00011	0	0,00035
Perfluorohexansäure	34	2	1	31	0,0057	0	0,016
Perfluoroheptansäure	34	8	9	17	0,0011-0,0014	0	0,0047
Perfluorooctansäure	34	-	-	34	0,0067	0,0011	0,046
Perfluorononansäure	34	13	7	14	0,00070-0,00099	0	0,0019
Perfluorodecansäure	34	8	8	18	0,0015-0,0017	0	0,0075
Perfluoroundecansäure	34	31	2	1	0,000071-0,00056	0	0,0014
Perfluorododecansäure	34	34	-	-	-	0	0,00050
Perfluorohexansulfonsäure	34	12	4	18	0,0020-0,0023	0	0,012
Perfluoroheptansulfonsäure	34	28	3	3	0,00018-0,00064	0	0,0020
Perfluorooctansulfonsäure	34	-	1	33	0,015	0,00050	0,12
Perfluorodecansulfonsäure	34	34	-	-	-	0	0,00050
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	34	34	-	-	-	0	0,00050
Perfluorooctansulfonamid	34	33	1	-	0,000015-0,00051	0	0,0010
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	33	33	-	-	-	0	0,00000042
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	33	32	-	1	0,0000000091-0,00000023	0	0,00000030
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	33	33	-	-	-	0	0,000000052
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	33	33	-	-	-	0	0,000000062
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	33	32	-	1	0,0000000021-0,000000037	0	0,000000069
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	33	33	-	-	-	0	0,000000066
Octachlordibenzo-p-dioxin	33	33	-	-	-	0	0,0000000087
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	33	32	-	1	0,0000000036-0,000000086	0	0,00000012
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	33	31	-	2	0,0000000090-0,000000051	0	0,000000016
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	33	31	-	2	0,0000000057-0,000000065	0	0,00000010
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	33	33	-	-	-	0	0,000000051
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	33	30	-	3	0,0000000024-0,000000021	0	0,000000035
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	33	32	-	1	0,0000000011-0,000000027	0	0,000000036
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	33	32	-	1	0,0000000016-0,000000051	0	0,000000054
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	33	25	-	8	0,0000000038-0,000000076	0	0,000000025
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	33	33	-	-	-	0	0,000000015
Octachlordibenzofuran	33	26	-	7	0,0000000016-0,0000000047	0	0,000000013

Parameter	Anzahl	n.n.	<BG	Messwerte	Mittelwert	Minimum	Maximum
PCB 77	33	33	-	-	-	0	0,0000000012
PCB 81	33	30	-	3	0,00000000021-0,0000000017	0	0,0000000024
PCB 126	33	33	-	-	-	0	0,000000072
PCB 169	33	32	-	1	0,00000000075-0,000000017	0	0,000000025
PCB 105	33	33	-	-	-	0	0,0000000019
PCB 114	33	33	-	-	-	0	0,00000000012
PCB 118	33	28	-	5	0,00000000091-0,0000000032	0	0,0000000084
PCB 123	33	26	-	7	0,000000000055-0,000000000095	0	0,00000000045
PCB 156	33	29	-	4	0,00000000014-0,00000000080	0	0,0000000018
PCB 157	33	17	-	16	0,000000000047-0,000000000060	0	0,00000000024
PCB 167	33	29	-	4	0,000000000098-0,000000000044	0	0,0000000011
PCB 189	33	29	-	4	0,000000000018-0,000000000011	0	0,00000000019
PCB 28	33	25	-	8	0,00023-0,00050	0	0,0017
PCB 52	33	33	-	-	-	0	0,00015
PCB 101	33	33	-	-	-	0	0,00012
PCB 138	33	32	-	1	0,0000039-0,00011	0	0,00013
PCB 153	33	33	-	-	-	0	0,00013
PCB 180	33	32	-	1	0,0000033-0,00011	0	0,00011
Summe PCDD/F + DL-PCB	33	9	-	24	0,000000040-0,00000021	0	0,0000022
Summe NDL-PCB	33	24	-	9	0,00024-0,0011	0	0,00232
Aclonifen	32	32	-	-	-	0	0,025
Dichlorvos	32	32	-	-	-	0	0,025
Quinoxifen	32	32	-	-	-	0	0,025
Terbutryn	32	22	10	-	0,0078-0,033	0	0,050
Irgarol	32	32	-	-	-	0	0,025
Bifenox	32	32	-	-	-	0	0,0005
Cypermethrin	32	32	-	-	-	0	0,0005
Dicofol	32	31	-	1	0,000097-0,00058	0	0,0031
Summe HBCDD	32	32	-	-	-	0	0,025
Diclofenac	34	-	-	34	2,0	0,91	3,3
Ibuprofen	32	5	3	24	0,058-0,059	0	0,26
17a-Ethinylöstradiol	34	21	9	4	0,00012-0,00029	0	0,00065
17b-Östradiol	34	23	7	4	0,00013-0,00030	0	0,00083
Östron	34	8	4	22	0,0071	0	0,055
Östriol	34	30	-	4	0,00016-0,00033	0	0,0022

### 8.3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE JE ANLAGE

Die Konzentration sind für die meisten der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in µg/l angegeben. Ausnahmen bilden die Referenzparameter, die in mg/l und die Dioxine/Furane und PCB, die in ng/l angegeben sind.

#### 8.3.1 KLÄRANLAGE 1

TABELLE 13: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 1

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		28	<BG	29	5,0
CSB	mg/l	10		12	14	107	15
CSB-filtriert	mg/l	10		11	12	62	<BG
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		5,3	5,9	1,5	6,5
Gesamthosphor	mg/l	0,5		<BG	<BG	<BG	<BG
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,025	0,025	0,022	0,014
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	n.n.	<BG	<BG
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	<BG
Kupfer	µg/l	1	0,1	7,2	2,4	2,6	4,5
Nickel	µg/l	4	1	<BG	<BG	<BG	n.n.
Silber	µg/l	0,1	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	23	19	21	21
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	0,0039	n.n.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	n.n.	<BG	0,011	0,0043
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	n.n.	n.n.	0,015	0,011
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0033	n.n.
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthen	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(k)fluoranthen	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0045	<BG
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	0,005	0,0046	0,0059	<BG
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(b)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,005-0,0183	0,0052-0,020	0,047-0,055	0,018-0,029
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0-0,00050	0-0,00050	0-0,00043	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	<BG	n.n.	0,0011
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	0,00035
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	<BG	0,0014	0,0036	n.n.
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0013	n.n.
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0015	0,0018	0,0038	0,0011
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	<BG	0,0011	n.n.
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0011	n.n.
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0035	<BG	0,0024	0,0013
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	0,0016	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	0,0073	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,005	n.n.	n.n.	0,0012
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	0,0051	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	0,13	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	0,11	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,00000030-0,0021	0,0000027-0,0021	0-0,0021	0,000000036-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0,24-1,0	0-0,98	0-0,98	0-0,98
<b>Pflanzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	0,91	1,2	0,96	1,2
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,26	n.n.	0,19	0,14
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	<BG
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	0,00042	n.n.	n.n.
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## 8.3.2 KLÄRANLAGE 2

TABELLE 14: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 2

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		32	33	21	28
CSB	mg/l	10		15	14	116	18
CSB-filtriert	mg/l	10		15	14	90	10
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		5,9	2,5	2,5	1,8
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		<BG	<BG	<BG	<BG
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,0095	0,014	0,019	0,010
Blei	µg/l	0,5	0,1	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	<BG	<BG	n.n.	n.n.
Kupfer	µg/l	1	0,1	1,6	1,2	2,6	1,8
Nickel	µg/l	4	1	<BG	<BG	<BG	<BG
Silber	µg/l	0,1	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	12	9,4	18	11
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	0,0034	n.n.	0,0075	0,019
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,017	n.n.	0,011	0,019
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0027	0,0073
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	<BG	0,0038
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	n.n.	n.n.	0,0045	0,0037
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.



Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Benz(b)fluoranthen	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,020-0,032	0-0,014	0,027-0,036	0,053-0,060
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	0,0000056	0,000011	0,0000082	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	0,00019	0,00082	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	0,00018	0,00033	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	0,000047	0,000081	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	0,000022	n.n.	0,000027	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,0000093	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,00045-0,00045	0,0012-0,0013	0,000035-0,00045	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	0,00024	0,00026	0,00055	0,00052
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0014	0,006	0,0048	0,0033
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	<BG	0,0019	<BG	0,0010
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0039	0,0058	0,0065	0,0067
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	<BG	0,0012	n.n.
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	0,0013	0,0011	n.n.
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	0,0014
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0013	0,0013
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0012	0,0062	0,0031	0,0032
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	0,00078	n.n.	0,0013	n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	0,0031	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	0,0073	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	0,18	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	0,012	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	0,027	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0017	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	0,020	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	0,88	n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,000011-0,0021	0-0,0021	0,000020-0,0021	0-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0-0,98	0-0,98	0,88-1,5	0-0,98
<b>Planzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>							

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	<BG
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	2,0	2,1	1,4	1,4
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,088	0,023	0,031	0,063
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	<BG	0,00082
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	0,0020	0,012	0,017
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## 8.3.3 KLÄRANLAGE 3

TABELLE 15: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 3

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		18	3,0	8,0	19
CSB	mg/l	10		30	25	20	52
CSB-filtriert	mg/l	10		25	20	20	20
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		6,0	4,7	4,9	5,4
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		<BG	<BG	<BG	0,60
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,015	0,011	0,021	0,029
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Kupfer	µg/l	1	0,1	5,7	7,8	4,0	4,3
Nickel	µg/l	4	1	5,9	9	9,4	15
Silber	µg/l	0,1	0,03	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	28	24	7,3	17
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	0,006	<BG	0,0041	0,0045
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,018	n.n.	<BG	0,028
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	0,0027	n.n.	<BG	0,0031
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	<BG	n.n.	<BG	0,0030
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	0,0042	0,0044	n.n.	n.n.
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Benz(b)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,033-0,041	0,0050-0,020	0,0091-0,025	0,039-0,047
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	0,0000065	n.n.	0,0000092	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	0,00012	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	0,00015	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	0,000034	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	0,0000086	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,00001	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,00033	0-0,000501	0,0000092-0,00043	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	0,0012
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0020	0,0030	0,0022	0,0018
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0029	0,003	0,0050	0,0032
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0010	n.n.
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	<BG	0,0013	<BG
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0039	<BG
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0016	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0041	0,0089	0,039	0,0050
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	0,0003
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	0,00069
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	0,00021
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	0,00036
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	0,0005	0,0021
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	n.n.	n.n.	0,0028
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	0,12	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	0,0071	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0039	n.n.	0,0025	n.n.
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	0,0048	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	1,1	n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,00000026-0,0021	0-0,0021	0,0000089-0,0021	0,00045-0,0022
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0-0,98	0-0,98	1,1-1,7	0-0,98
<b>Pflanzenschutzmittelwirkstoffe/biozide</b>							

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	2,0	1,8	1,2	1,8
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,032	0,022	0,029	0,042
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	<BG	<BG
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	0,00044	0,0026
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## 8.3.4 KLÄRANLAGE 4

TABELLE 16: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 4

	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 3-WH	Probe 4-WH
<b>Referenzparameter</b>									
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		11	2,0	10	15		
CSB	mg/l	10		23	26	290	970		
CSB-filtriert	mg/l	10		22	22	289	940		
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		3,4	3,2	1,5	1,5		
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		<BG	0,70	<BG	<BG		
<b>Metalle</b>									
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,016	0,018	0,029	0,015		
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	<BG	<BG	<BG		
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	<BG	n.n.	n.n.	n.n.		
Kupfer	µg/l	1	0,1	8,1	3,9	3	5,7		
Nickel	µg/l	4	1	<BG	<BG	<BG	<BG		
Silber	µg/l	0,1	0,03	<BG	n.n.	n.n.	n.n.		
Zink	µg/l	1	0,2	19	17	11	13		
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>									
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	<BG		
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	0,0091	n.n.	0,0065	0,016		
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,008	n.n.	0,011	0,012		
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	0,0022		
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	0,004	n.n.	0,0042	0,0052		
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	<BG	0,0025		
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	<BG	<BG		
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	0,0015		
Benz(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	0,003		
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	<BG	n.n.	0,0051	0,0031		
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	0,0037	0,0036	0,0045	0,004		
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	<BG	<BG		
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	<BG	<BG		
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	<BG	0,0029		



	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 3-WH	Probe 4-WH
Benz(b)fluoranthen	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	0,0032		
Summe PAK	µg/l			0,026-0,035	0,0036-0,017	0,033-0,063	0,058-0,083		
<b>Polybromierte Diphenylether</b>									
BDE 28	µg/l		0,00001	0,0000065	n.n.	n.n.	0,0000092	n.n.	0,0000092
BDE 47	µg/l		0,00027	0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	0,00022	0,00018	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	0,000046	0,000039	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	0,000034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,000028	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,00048	2,2-5,3x10 <sup>-4</sup>	0-0,00043	0,092-4,3x10 <sup>-4</sup>	0-0,00043	0,092-4,3x10 <sup>-4</sup>
<b>Organozinnverbindungen</b>									
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	<BG	n.n.	n.n.	0,00031	0,00022	<BG
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>									
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,011	0,012	0,013	0,0034	0,016	0,0075
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0024	0,0018	0,0029	0,002	0,0015	0,0010
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0054	0,007	0,0096	0,0073	0,0059	0,0046
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0011	0,0015	0,0019	0,0011	0,0017	<BG
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0013	<BG	0,0036	0,0027	0,0020	0,0017
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0027	0,0026	0,0015	<BG
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0026	0,0038	0,0061	0,0064	0,0044	0,0051
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>									
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.

	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 3-WH	Probe 4-WH
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>									
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	0,00054		n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	0,0016		n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	n.n.	n.n.	0,0015		n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>									
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	n.n.	0,18		n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	n.n.	0,03		n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,98	n.n.	0,001	0,0017		0,0000031
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	n.n.	0,022		n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.

	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 3-WH	Probe 4-WH
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	0,4	1,2		n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB	ng/l			0,000029-2,1 x 10 <sup>-3</sup>	0-0,0021	0,00003-2,1 x 10 <sup>-3</sup>	0,077-2,1x10 <sup>-3</sup>		0,000093-2,1 x 10 <sup>-3</sup>
Summe NDL-PCB	ng/l			0-0,98	0-0,98	0,4-1,0	1,2-1,8		0-0,00098
<b>Planzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>									
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	<BG	<BG		
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
<b>Hexabromcyclododecan</b>									
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>									
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	3,3	3,3	2,0	2,4	1,8	2,4
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,046	0,036	0,35	0,088	n.n.	0,023
<b>Hormone</b>									
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	0,00049	0,00065	n.n.	n.n.
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	<BG	n.n.	n.n.	0,00083	n.n.
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	0,00047	0,00077	0,00058	0,00065	n.n.	<BG
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	0,00088	0,0013	n.n.	n.n.

8.3.5 KLÄRANLAGE 5

TABELLE 17: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 5

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		11	25	6,0	41
CSB	mg/l	10		28	26	23	27
CSB-filtriert	mg/l	10		23	20	14	15
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		19	8,8	5,6	8,5
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		2,1	0,60	0,60	1,0
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,0077	0,022	0,0063	0,042
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	<BG	<BG	<BG
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Kupfer	µg/l	1	0,1	3,7	2,9	3,4	3,8
Nickel	µg/l	4	1	7,9	5,3	21	5,6
Silber	µg/l	0,1	0,03	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	35	30	20	30
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	Gebinde beim Transport gebrochen.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	<BG	n.n.	0,0079	
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,027	<BG	0,013	
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	0,002	
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0037	
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	<BG	
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	0,018	
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	0,013	
Benz(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	0,0013	
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0032	
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	n.n.	n.n.	0,0033	
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Benz(b)fluoranthen	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	
Summe PAK	µg/l			0,028-0,041	0,0020-0,019	0,066-0,073	
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	0,000039	n.n.	0,000010	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	n.n.	0,00098	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	0,00029	0,00048	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	0,000049	0,00011	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	0,000054	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,0000089	0,000014	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,00044-0,00054	0,0016	0,000010-0,00043	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	0,00024	<BG	<BG	0,00020
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,012	0,012	0,0048	0,012
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0040	0,0018	0,0014	<BG
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,046	0,0064	0,013	0,014
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0017	<BG	0,0019	0,0018
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0075	0,0013	0,0070	0,0055
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	<BG	<BG
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0014	n.n.	0,0021	0,0016
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,01	0,0062	0,013	0,014
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	0,00035
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	0,0020
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	n.n.	n.n.	0,0020
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	0,0081	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	0,0083
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	0,24	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	0,012	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	0,041	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0024	n.n.	0,0034	n.n.
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	0,028	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	1,7	n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,0000025-0,0021	0-0,0021	0,0000097-0,0021	0,00030-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0-0,98	0-0,98	1,7-2,3	0-0,98

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Pflanzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	<BG	<BG
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	0,0031	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	3,3	3,1	1,9	2,5
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,05	0,019	n.n.	<BG
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	<BG	<BG
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	0,013	0,013
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## 8.3.6 KLÄRANLAGE 6

TABELLE 18: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 6

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		22	14	10	12
CSB	mg/l	10		30	16	15	27
CSB-filtriert	mg/l	10		28	12	14	19
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		18	15	17	21
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		<BG	<BG	<BG	<BG
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,0078	0,0055	0,0057	0,0084
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	n.n.	<BG	<BG	<BG
Kupfer	µg/l	1	0,1	9,2	2,9	3,5	3,1
Nickel	µg/l	4	1	<BG	<BG	<BG	<BG
Silber	µg/l	0,1	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	17	20	18	26
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	0,0039	n.n.	<BG	n.n.
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	<BG	n.n.	<BG	<BG
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benz(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	n.n.	n.n.	<BG	0,0025
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.



Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Benz(b)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,0059-0,023	0-0,014	0,0066-0,027	0,0045-0,021
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0-0,00050	0-0,00043	0-0,00043	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	<BG	0,00041
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0030	n.n.	0,0017	0,0027
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	<BG	n.n.	n.n.	<BG
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0026	0,0044	0,0035	0,0033
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	<BG
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	0,0012	<BG	<BG
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	0,0012	<BG	<BG
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0040	0,0085	0,005	0,0075
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	0,00029	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	0,00022	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	0,0025	0,0019	n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	0,0043	0,0024	n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	0,0038	n.n.	0,0057	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0057	n.n.	n.n.	0,0027
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	n.n.	0,39
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,000087-0,0021	0,000026-0,0021	0,000042-0,0021	0,00000081-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	µg/l			0-0,98	0-0,98	0-0,98	0,39-0,10
<b>Pflanzenschutzmittelwirkstoffe/biozide</b>							

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	ng/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	1,1	1,7	1,7	2,4
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,029	n.n.	<BG	<BG
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	<BG	0,00060	n.n.
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	<BG	n.n.	n.n.
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	0,055	0,014	0,017	0,0098
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	0,00096

## 8.3.7 KLÄRANLAGE 7

TABELLE 19: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN IN KLÄRANLAGE 7

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	1		19	30	21	19
CSB	mg/l	10		36	32	47	32
CSB-filtriert	mg/l	10		26	21	19	19
Gesamtstickstoff	mg/l	0,5		16	8,3	3,9	10
Gesamtphosphor	mg/l	0,5		1,1	0,90	0,60	1,1
<b>Metalle</b>							
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,010	0,0089	0,043	0,028
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	<BG	<BG	<BG
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	n.n.	<BG	n.n.	n.n.
Kupfer	µg/l	1	0,1	5,2	6,1	5,4	5,6
Nickel	µg/l	4	1	6	8	4,5	5,7
Silber	µg/l	0,1	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	1	0,2	20	25	11	19
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	<BG	<BG	0,0036	n.n.
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,013	<BG	0,054	n.n.
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0058	n.n.
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	0,0079	n.n.
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	n.n.	n.n.	<BG	<BG
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Benz(b)fluoranthen	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,014-0,027	0,0026-0,021	0,073-0,082	0,00076-0,016
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	0,0000060	n.n.	0,000013	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	n.n.	0,00017	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 153	µg/l		0,000016	n.n.	0,000081	0,0000093	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,0000048	0,000021	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,000011-0,00025	0,00027-0,00059	0,000022-0,00044	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	<BG	0,00079	0,00073	0,0016
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	<BG	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0062	0,010	0,0048	0,0058
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0025	0,0047	<BG	<BG
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0061	0,011	0,0066	0,0060
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	<BG	0,0014	0,0014	0,0015
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0011	0,0022	0,0029	0,0013
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0025	0,012	0,0057	0,0060
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	0,0010	<BG	<BG
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,028	0,12	0,051	0,032
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	<BG	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	0,28	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	0,015	0,0049
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	0,059	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0022	n.n.	0,008	n.n.
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	0,038	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	n.n.	n.n.	0,0064	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	1,2	0,79
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	pg/l			0,000000066-0,0021	0-0,0021	0,000012-0,0021	0,00000015-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0-0,98	0-0,98	1,2-1,8	0,79-1,4

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Planzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	<BG	<BG
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	2,5	1,7	1,7	2,1
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,061	0,046	0,028	0,031
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	0,00046	n.n.
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	<BG	n.n.	n.n.	<BG
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	<BG	0,011	0,041
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

## 8.3.8 KLÄRANLAGE 8

TABELLE 20: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE UND STOFFGRUPPEN (AUSGENOMMEN METALLE) IN KLÄRANLAGE 8

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
<b>Referenzparameter</b>							
Abfiltrierbare Stoffe	µg/l	1		11	12	15	30
CSB	µg/l	10		29	25	29	29
CSB-filtriert	µg/l	10		25	24	18	22
Gesamtstickstoff	µg/l	0,5		7,9	7,0	7,2	8,7
Gesamtphosphor	µg/l	0,5		1,1	0,60	0,80	1,2
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>							
Pyren	µg/l	0,0025	0,00088	n.n.	n.n.	n.n.	<BG
Phenanthren	µg/l	0,0025	0,00064	<BG	n.n.	0,0040	0,0071
Naphthalin	µg/l	0,0074	0,002	0,01	n.n.	0,017	0,019
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,001	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	µg/l	0,0025	0,0015	n.n.	n.n.	n.n.	0,0027
Chrysen	µg/l	0,0025	0,00057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,0025	0,00047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthren	µg/l	0,005	0,0022	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(ghi)perylen	µg/l	0,001	0,00059	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00044	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	µg/l	0,0025	0,0015	<BG	n.n.	0,0028	<BG
Acenaphthylen	µg/l	0,0025	0,00076	<BG	<BG	n.n.	<BG
Anthracen	µg/l	0,018	0,00049	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,0025	0,00019	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	0,001	0,00086	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PAK	µg/l			0,013-0,027	0,00076-0,016	0,024-0,034	0,032-0,043
<b>Polybromierte Diphenylether</b>							
BDE 28	µg/l		0,00001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 47	µg/l		0,00027	0,00065	0,00079	n.n.	n.n.
BDE 99	µg/l		0,00016	0,00029	0,00036	n.n.	n.n.
BDE 100	µg/l		0,000034	0,000081	0,000084	n.n.	n.n.



Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
BDE 153	µg/l		0,000016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
BDE 154	µg/l		0,000011	0,000012	0,000011	n.n.	n.n.
Summe PBDE	µg/l			0,0010-0,0011	0,0012-0,0013	0-0,00043	0-0,00043
<b>Organozinnverbindungen</b>							
Dibutylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	<BG	n.n.	0,00056	0,00072
Tributylzinnverbindungen	µg/l	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Perfluorierte Tenside</b>							
Perfluorohexansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0032	0,0060	0,0047	0,011
Perfluoroheptansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0012	0,0017	0,0010	<BG
Perfluorooctansäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0041	0,0051	0,0040	0,0079
Perfluorononansäure	µg/l	0,001	0,0005	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorodecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	<BG	<BG	<BG
Perfluoroundecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorododecansäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorohexansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0020	0,0027	0,0047	0,012
Perfluoroheptansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	<BG	0,002
Perfluorooctansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	0,0083	0,012	0,020	0,060
Perfluorodecansulfonsäure	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Perfluorooctansulfonamid	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Dioxine</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00052	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,00036	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0066	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzo-p-dioxin	ng/l		0,0029	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Furane</b>							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	ng/l		0,00085	n.n.	n.n.	n.n.	0,0012
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	0,00045	n.n.	n.n.	0,00054
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	ng/l		0,00021	n.n.	n.n.	n.n.	0,00034
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	ng/l		0,00051	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	ng/l		0,00015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzofuran	ng/l		0,0013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>							
PCB 77	ng/l		0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 81	ng/l		0,0056	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 126	ng/l		0,0072	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 169	ng/l		0,0057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 105	ng/l		0,062	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 114	ng/l		0,0041	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118	ng/l		0,09	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 123	ng/l		0,0017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 156	ng/l		0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 157	ng/l		0,00084	0,0066	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 167	ng/l		0,013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 189	ng/l		0,0034	0,0034	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	ng/l		0,36	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 52	ng/l		0,15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101	ng/l		0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 153	ng/l		0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 180	ng/l		0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCDD/F + DL-PCB [TEQ]	ng/l			0,000014-0,0021	0-0,0021	0-0,0021	0,00024-0,0021
Summe NDL-PCB [TEQ]	ng/l			0-0,98	0-0,98	0-0,98	0-0,98
<b>Planzenschutzmittelwirkstoffe/biozide Wirkstoffe</b>							
Aclonifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dichlorvos	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Quinoxifen	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terbutryn	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	<BG	<BG
Irgarol	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Bifenox	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Cypermethrin	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Dicofol	µg/l	0,001	0,0005	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Hexabromcyclododecan</b>							
Summe HBCDD	µg/l	0,05	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>							
Diclofenac	µg/l	0,01	0,005	2,2	2,8	2,0	2,6
Ibuprofen	µg/l	0,01	0,005	0,12	n.n.	0,068	0,026
<b>Hormone</b>							
17a-Ethinylöstradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	<BG	n.n.	n.n.
17b-Östradiol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	0,00071	0,00052
Östron	µg/l	0,0004	0,0002	0,0017	0,00078	0,0092	0,017
Östriol	µg/l	0,0004	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	0,0022

TABELLE 21: GEMESSENE KONZENTRATIONEN DER UNTERSUCHTEN METALLE IN KLÄRANLAGE 8

Parameter	Einheit	BG	NG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8
<b>Metalle</b>											
Quecksilber	µg/l	0,001	0,0003	0,014	0,067	1,7	0,012	0,016	0,015	0,013	0,031
Blei	µg/l	0,5	0,1	<BG	<BG	<BG	<BG				
Cadmium	µg/l	0,05	0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.				
Kupfer	µg/l	1	0,1	5,1	3,4	6,5	5,8	5,8	5,6	8,3	9,5
Nickel	µg/l	4	1	14	11	19	30	11	11	9,0	27
Silber	µg/l	0,1	0,03	<BG	n.n.	0,69	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
Zink	µg/l	1	0,2	38	34	210	36	47	41	40	40

## 9 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zusammenfassung der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen .....	12
Tabelle 2: Kläranlagenzuordnung aufgrund des Indirekteinleiteranteils .....	16
Tabelle 3: Kläranlageneinteilung nach der Ausbaugröße .....	17
Tabelle 4: Ergebnisse der Kläranlagenzuordnung / -kategorisierung .....	18
Tabelle 5: Zuordnung der Kläranlagen (Anzahl) nach dem angewandten Reinigungsverfahren (SBR... Sequencing Batch Reactor) .....	18
Tabelle 6: Grobcharakterisierung der ausgewählten Kläranlagen (M... Mischkanalisation, T... Trennkanalisation, C... Kohlenstoffentfernung, P... Phosphorentfernung, N... Nitrifikation, D... Denitrifikation) .....	19
Tabelle 7: Bestimmungs- (BG) und Nachweisgrenzen (NG) der untersuchten Metalle .....	23
Tabelle 8: Bestimmungs- (BG) und Nachweisgrenzen (NG) der untersuchten PAK .....	23
Tabelle 9: Nachweisgrenzen (NG) der untersuchten der polychlorierten Dioxine und Furane sowie der polychlorierten Biphenyle .....	24
Tabelle 10: Zusammenstellung der verwendeten Relevanzkriterien. Die Werte in den Klammern sind äquivalente Wasserwerte, die aus den Biota-UQN abgeleitet wurden. ....	29
Tabelle 11: Zusammenfassung der untersuchten Parameter und Angabe [ $\mu\text{g/l}$ ] der jeweiligen Bestimmungs- (BG) und Nachweisgrenzen (NG) (Labor: OÖ... Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, UBA... Umweltbundesamt). Für dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB sind die Toxizitätsäquivalente (TEQ) nach WHO 2005 angegeben .....	69
Tabelle 12: Zusammenfassung der Häufigkeit der Nachweise von Messwerten, von Messwerten kleiner Bestimmungsgrenze und von nicht nachweisbaren Stoffen sowie Angabe der mittleren, der minimalen und der maximalen Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] (Mittelwert: Schwankungsbereich der Minimal- und der Maximalbewertung; Minimum: minimum der Minimalbewertung; Maximum: Maximum der Maximalbewertung) .....	73
Tabelle 13: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 1 .....	76
Tabelle 14: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 2 .....	80
Tabelle 15: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 3 .....	84
Tabelle 16: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 4 .....	88
Tabelle 17: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 5 .....	92
Tabelle 18: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 6 .....	96
Tabelle 19: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in Kläranlage 7 .....	100
Tabelle 20: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen (ausgenommen Metalle) in Kläranlage 8 .....	104
Tabelle 21: Gemessene Konzentrationen der untersuchten Metalle in Kläranlage 8 .....	107

## 10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kläranlagenkategorisierung.....	15
Abbildung 2: Summenhäufigkeiten der Kapazität und der mittleren Belastung für die 634 kommunalen Kläranlagen .....	17
Abbildung 3: Bestimmungsgrenzen der angewandten analytischen Methoden relativ zur Mindestbestimmungsgrenze nach Anlage F der Neufassung EmRegV-OW 2017 und relativ zur jeweiligen UQN .....	27
Abbildung 4: Konzentrationen der Referenzparameter in den untersuchten Wochenmischproben und Vergleichs- und Erfahrungswerte.....	30
Abbildung 5: Diclofenac und Ibuprofen in den Tages- und Wochenmischproben aus Kläranlage 4 .....	32
Abbildung 6: Verhältnis der Konzentrationen der untersuchten Spurenstoffe bzw. Stoffgruppen in den ursprünglichen Wochenmischproben und in den Wiederholungsproben .....	33
Abbildung 7: Diclofenac-Konzentrationen in den untersuchten Tagesmischproben der dritten und vierten Untersuchungsperiode in Kläranlage 4 .....	34
Abbildung 8: Zusammenfassung der Häufigkeit der Nachweise der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in den Abwasserproben .....	35
Abbildung 9: Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen, für die zumindest ein Messwert größer Bestimmungsgrenze vorliegt (Ergebnisse der Minimalbewertung).....	36
Abbildung 10: Boxplots der Stoffe und Stoffgruppen, die in zumindest 75% der Proben nachgewiesen wurden (Ergebnisse der Minimalbewertung).....	36
Abbildung 11: Vergleich der gemessenen Metallkonzentrationen (Maximalbewertung) in den Anlagen 1-7 und in ARA 8. ....	37
Abbildung 12: Gemessene Konzentrationen und Mittelwerte aus der Minimal- und der Maximalbewertung relativ zur jeweiligen JD-UQN. ....	38
Abbildung 13: Vergleich der Mittelwerte der vier Wochenmischproben der acht beproben Kläranlagen mit den jeweiligen JD-UQN für die untersuchten Stoffe und Stoffgruppen.....	40
Abbildung 14: Messwerte der relevanten prioritären Stoffe relativ zur geforderten Mindestbestimmungsgrenze (MBG) laut Anlage F der Neufassung der EmRegV-OW 2017.....	43
Abbildung 15: Nickelkonzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	45
Abbildung 16: Quecksilberkonzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	46
Abbildung 17: PFOS-Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	48
Abbildung 18: Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] der Summe der sechs untersuchten Kongenere der polybromierten Diphenylether in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	51
Abbildung 19: Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] für 17a-Ethinylöstradiol, 17b-Östradiol und Östron in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	53
Abbildung 20: Diclofenac-Konzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	54
Abbildung 21: Kupferkonzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	56
Abbildung 22: Zinkkonzentrationen [ $\mu\text{g/l}$ ] in den untersuchten Wochenmischproben je Kläranlage .....	57
Abbildung 23: Vergleich der gemessenen Konzentrationen in den Untersuchungsprogrammen 2007/8 und 2016 (dargestellt sind die jeweiligen Mittelwerte sowie die Maximal- und Minimalwerte nach der Minimal- und der Maximalbewertung).....	58
Abbildung 24: Gegenüberstellung der Messergebnisse aus unterschiedlichen Untersuchungsprogrammen .....	61
Abbildung 25: Gegenüberstellung der Mediane und der Maximalkonzentrationen der Untersuchungsergebnisse aus Irland mit den aktuellen Messergebnissen für PAK und Metalle .....	62

Abbildung 26: Vergleich der Konzentrationen der untersuchten Stoffe und Stoffgruppen in zwei Kläranlagen in Vorarlberg mit dem Schwankungsbereich des österreichweiten Messprogrammes .....63



**MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH**

[bmlfuw.gv.at](http://bmlfuw.gv.at)

## **FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.**

**UNSER ZIEL** ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln. Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

**WIR ARBEITEN** für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH**

[www.bmlfuw.gv.at](http://www.bmlfuw.gv.at)