Landratsamt Rastatt
Umweltamt
Wasser / Boden / Altlasten

Daniel Noyes
Zimmer: B 3.24
Telefon: 07222 381-4215
Fax: 07222 381-4299
E-Mail: d.noyes@landkreis-rastatt.de
Datum: 8. August 2017
Aktenzeichen 4.2/

Oberflächengewässermonitoring PFC Landkreis Rastatt

Mai/Juni 2017

INHALT

I. VERANLASSUNG 1

II. METHODIK 1

III. GRUNDLAGEN 3

1) Grenz- und Prüfwerte für Oberflächengewässer 3

2) Ubiquitäre Belastung („Hintergrundwerte“) 5

IV. ERGEBNISSE 7

1) Fließgewässer 7
i) Süd 7
ii) Mitte 10
iii) Nord 14
iv) Zeitliche Entwicklung 17

2) Seen 19
i) Zeitliche Entwicklung 22

3) Kläranlagenabläufe 24

V. DISKUSSION 25

VI. ZUSAMMENFASSUNG 26

I. Veranlassung

Im Raum Rastatt/Baden-Baden liegen großflächige Belastungen mit PFC (Per- und polyfluorierte Chemikalien) im Boden und Grundwasser vor. Die Ergebnisse von mehr als 2.000 Grundwasseranalysen verdeutlichen das Ausmaß und zeigen die einzelnen Belastungsschwerpunkte. Da die Oberflächengewässer mit dem Grundwasser im kiesigen Untergrund in Wechselwirkung stehen und oftmals als Vorflut dienen, werden seit 2015 im Landkreis Rastatt die Oberflächengewässer jährlich auf eine Belastung mit PFC untersucht.

Mit dem Monitoringprogramm soll ein Überblick der PFC Konzentrationen in den Fließgewässern im Landkreis Rastatt erhalten werden. Auf Grund der variierenden Abflüsse in den Gewässern stellen die Untersuchungen Momentaufnahmen zum Zeitpunkt der Probenahme dar.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der 3. Probenahmekampagne des Oberflächengewässermonitoring vorgestellt. Die gefundenen Konzentrationen in den Gewässern werden im Hinblick auf mögliche Schadstoffquellen und das umliegende Belastungsbild diskutiert. Des Weiteren werden die Ergebnisse mit früheren Befunden verglichen, um mögliche Zu- oder Abnahmen der Konzentrationen festzustellen.

II. Methodik

Die Probenahme in den Seen und Fließgewässern erfolgte vom 19. bis 21. Juni. In Begleitung eines Mitarbeiters des Umweltamtes (UA) hat das Labor „synlab Umweltinstitut GmbH" die Probenahme durchgeführt. Es wurden 45 Fließgewässer und 14 Seen beprobt. Die Probenahme erfolgte als Schöpfprobe.
Drei Fließgewässer (Hornungsgraben, Alter Bannwaldgraben, Fuchsgraben) führten zum Zeitpunkt der Probenahme kein Wasser. Neben den Vor-Ort-Parametern (Farbe, Trübung, Temperatur, Leitfähigkeit) umfasste der Analysenumfang die in der Tabelle 1 aufgeführten 22 PFC-Einzelparameter. Die Bestimmungsgrenze für jeden Parameter liegt bei 0,001 µg/L.

Zusätzlich wurden am 07. und 08. Juni 2017 die Abläufe von 7 Kläranlagen beprobt. Hierzu wurden durch die Betreiber 24 Stundenmischproben bereitgestellt. Die Analytik erfolgte durch das Technologiezentrum Wasser TZW in Karlsruhe. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 genannten Parametern, wurden die Proben auf den Summenparameter AOF (adsorbierbares organisch gebundenes Fluor) untersucht. Bei der Untersuchung der Kläranlagenabläufe wurde eine Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/L für die PFC-Einzelsubstanzen erreicht. Die Bestimmungsgrenze bei der Analyse des Parameter AOF beträgt 1 µg/L.

Parallel erfolgte im Rahmen der Badeseenuntersuchung am 22. und 23. Mai 2017 durch das Gesundheitsamt (GA) ebenfalls die Bestimmung der PFC Konzentrationen. Hierbei wurden 6 Seen auf PFC untersucht. Die Analytik erfolgte durch die CVUA Sigmaringen. Bei dieser Untersuchung wurden die Wasserproben auf 12 Einzelparameter getestet. Die Bestimmungsgrenzen liegen bei 0,01/0,02 µg/L.

Aus dem Aspekt der Anschaulichkeit wurde bei der tabellarischen Darstellung der Ergebnisse der Parameterumfang auf die Leitsustanzen PFOA und PFOS, sowie die Parameter, bei denen ein PNE-$C_{aquatisch}$ (siehe III. 1)) festgelegt wurde, beschränkt. Die vollständigen Analysenbefunde sind als Anhang F beigelegt. Neben der tabellarischen Darstellung werden die Ergebnisse in Karten (siehe auch Anhang E präsentiert.

Zur eindeutigen Identifizierung der Gewässer sind neben der Darstellung auf Karten (Anhang C , in den in Anhang A und B aufgeführten Tabellen für die Seen der AWGN-Kurzname und für die Fließgewässer der Lokale Gewässername nach RIPS bereitgestellt.

Tabelle 1: Analysenumfang PFC-Einzelparameter (mit * markierte Parameter – Untersuchung Badeseen/Gesundheitsamt)

Perfluorbutansäure (PFBA)*
Perfluorpentansäure (PFPeA)*
Perfluorhexansäure (PFHxA)*
Perfluorheptansäure (PFHpA)*
Perfluoroctansäure (PFOA)*
Perfluornonansäure (PFNoA)*
Perfluordecansäure (PFDA)*
Perfluorundecansäure (PFUdA)
Perfluordodecansäure (PFDoDA)
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)*
Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)*
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)*
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)*
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)*
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)
7H-Dodecafluorheptanoat (HPFHpA)
2H,2H-Perfluordecanoat (H2PFDA)
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecanoat (H4PFUnA)
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (4:2 FTS)
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (6:2 FTS, H4PFOS)
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (8:2 FTS)

III. Grundlagen

1) Grenz- und Prüfwerte für Oberflächengewässer

Normierte Grenz- und Prüfwerte für Oberflächengewässer existieren bisher nicht. Mit der Umweltqualitätsnorm-Richtlinie 2013/39/EU seitens der EU-Kommission und der Umsetzung dieser in nationales Recht innerhalb der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) wurde Perfluoroktansäure (PFOS) und deren Derivate als prioritäre Stoffe eingestuft und eine Umweltqualitätsnorm von 0,00065 µg/l (analytisch noch nicht bestimmbar) als Jahresdurchschnittswert und 36 µg/l als zulässige Höchstkonzentration festgelegt. Vorläufige Maßnahmenprogramme zur Erreichung dieser Zielwerte bis 2027 sind bis 22.01.2021 zu erstellen.
Zusätzlich wurde die Umweltqualitätsnorm für Biota auf 9,1 µg/kg Frischgewicht für PFOS festgesetzt. Dieser Wert wurde für das Schutzgut menschliche Gesundheit über den Fischkonsum abgeleitet.

Für die Bewertung der PFC-Belastung in Oberflächengewässern können die PNEC-Werte für den Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft herangezogen werden. (Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden; Stand April 2017). Für sechs Substanzen (H4PFOS, PFHxS, PFHxA, PFPeA, PFBS, PFBA) stehen $PNEC_{aquatisch}$-Werte zur Verfügung (siehe Tabelle 2).
Die langkettigen PFC-Substanzen PFOS, PFOA, PFNA und PFDA wurden als SVHC-Stoffe („Substances of very high concern") in die Kandidatenliste der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) nach § 59 der REACH-Verordnung aufgenommen, nachdem zuvor eine Einstufung als PBT (Persistent, Bioakkumulierend und Toxisch) erfolgt ist. Diese Einstufung verhindert die grundsätzliche Ableitung eines „sicheren" Schwellenwertes, die Emission dieser Stoffe ist auf Grund ihrer Persistenz soweit wie möglich zu minimieren (siehe auch http://www.reach-info.de/wirksame_kontrolle.htm).

Tabelle 2: PNECaquatisch-Werte für PFC für die Beurteilung von Oberflächengewässern (LFU Bayern, April 2017; *LAWA-/LABO-Kleingruppe „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Per- und polyfluorierte Chemikalien, Entwurf 2016)

Stoff	$PNEC_{aquatisch}$ (Predicted No Effect Concentration, in µg/l)	Quelle
H4-Polyfluoroktansulfonsäure **H4PFOS**	870	LAWA/LABO *
Perfluorhexansulfonsäure **PFHxS**	250	
Perfluorhexansäure **PFHxA**	1000	
Perfluorpentansäure **PFPeA**	320	
Perfluorbutansulfonsäure **PFBS**	3700	
Perfluorbutansäure **PFBA**	1260	

In der vorliegenden Untersuchung wurden Oberflächengewässer in der Rheinebene auf eine PFC-Belastung hin untersucht. Im Untersuchungsbereich liegen wechselnde Verhältnisse zwischen

effluenten und influenten Gewässerabschnitten vor. So können im Gewässerverlauf mehrmals die Bereiche wechseln, in denen ein Fließgewässer ins Grundwasser infiltriert oder aber der Fluss Wasser aus dem Grundwasser aufnimmt.

Auf Grund dieser lokalen Gegebenheiten können die mit Erlass des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 17.06.2015 verabschiedeten „Vorläufigen GFS-Werte für PFC für das Grundwasser und Sickerwasser aus schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten" auch für Oberflächengewässer als Orientierung herangezogen werden (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Vorläufige GFS-Werte für PFC (PFAS)

Nr.	**PFC (PFAS)**	**Vorläufiger GFS-Wert in µg/l**	**Begründung**
	PFOS Perfluoroktansulfonsäure	0,23	Übernahme des aktuell vorliegenden GFS-Wert-Vorschlags der LAWA (2013); berücksichtigt auch ökotoxikologische Kriterien; **nicht** in die Quotientensumme einzurechnen
1	PFOS Perfluoroktansulfonsäure	0,3	Übernahme des LW der TW-Kommission am UBA (Lud et al., 2010; Wilhelm et al., 2010; UBA, 2011)
2	PFOA Perfluoroktansäure	0,3	
3	H_4PFOS 6:2 Fluortelomersulfonsäure	0,3	PFOS-Ersatzstoff; Übernahme des GOW aus UBA-Liste (UBA, 2015)
4	PFNoA Perfluornonansäure	0,3	Anlehnung an LW für PFOS und PFOA
5	PFDeA Perfluordekansäure	0,3	
6	PFHpS Perfluorheptansulfonsäure	0,3	Übernahme des GOW des UBA (Lud et al., 2010; Wilhelm et al., 2010; UBA, 2011; UBA, 2015)
7	PFHpA Perfluorheptansäure	0,3	
8	PFHxS Perfluorhexansulfonsäure	0,3	
9	PFHxA Perfluorhexansäure	1,0	
10	PFPeS Perfluorpentansulfonsäure	1,0	
11	PFPeA Perfluorpentansäure	3,0	
12	PFBS Perfluorbutansulfonsäure	3,0	
13	PFBA Perfluorbutansäure	7,0	Übernahme des LW der TW-Kommission am UBA (Lud et al., 2010; Wilhelm et al., 2010; UBA, 2011)
	weitere per- und polyfluorierte Substanzen	jeweils 1,0	aus dem GOW-Konzept der TW Kommission am UBA abgeleiteter Screeningwert; **nicht** in die Quotientensumme einzurechnen

Zusätzlich zu den Einzelwerten ist die sogenannte Additionsregel zu beachten:

„Zur Bewertung des gemeinsamen Auftretens mehrerer PFC-Substanzen ist die Quotientensumme anhand der Additionsregel gemäß den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 403) heranzuziehen (LAWA, 2010). Die Additionsregel bedeutet, dass Quotienten aus gemessener Konzentration und zugehörigem, stoffspezifischem GOW oder LW gebildet werden. Wenn als Summe aller Quotienten der Bewertungsindex "kleiner oder gleich 1" erhalten wird, liegt für das Grundwasser – entsprechend dem für das Trinkwasser geregelten gesundheitlichen Schutz aller Bevölkerungsgruppen für die lebenslange Exposition – keine Gefährdung vor (LAWA, 2010; MLR, 2015)."

Für die Einleitung von PFC-haltigem Wasser aus Abwasserreinigungsanlagen in Gewässer enthält die Abwasserverordnung (AbwV) keine konkreten stoffspezifischen Überwachungs- bzw. Grenzwerte. Nach § 57 Abs. 1 Nr. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist die eingeleitete Schadstofffracht nach dem Stand der Technik zu minimieren, § 57 Abs. 1 Nr. 2 beschreibt zusätzlich die Berücksichtigung der bereits im Gewässer vorhandenen Belastung und die Auswirkungen der Einleitung auf diese.
PFC-Einträge aus Abwasserreinigungsanlagen sind soweit zu begrenzen, dass nach vollständiger Durchmischung keine schädlichen Gewässerveränderungen hervorgerufen werden, wobei die PNE-$C_{aquatisch}$-Werte bzw. JD-UQN herangezogen werden können.

2) Ubiquitäre Belastung („Hintergrundwerte")

An insgesamt 20 Messstellen an Fließgewässern verschiedener Größen, mit unterschiedlichem Einzugsgebiet und unterschiedlichem Abwasseranteil, hat die LUBW von Mai 2012 bis April 2013 in vierwöchigem Abstand insgesamt zwölfmal auf das Vorkommen organischer Spurenstoffe in Fließgewässern in Baden-Württemberg, darunter auch PFC, untersucht. In ihrem Bericht „Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg" werden für alle Fließgewässer Konzentrationen für die Summe von 9 PFC-Einzelsubstanzen in Höhe von 0,004 µg/l bis 0,030 µg/l ausgewiesen.

Nach einer Veröffentlichung[1] wurden in Frankreich an 133 Flüssen die Konzentrationen von 22 PFC Einzelsubstanzen analysiert. Insgesamt wurden 333 Wasserproben gezogen. Der Durchschnitt aller Proben lag hier bei 0,028 µg/l. Der höchste gemessene Wert wurde in der Nähe von Paris mit 0,725 µg/l gemessen. Weitere statistische Werte zur Einstufung einer Beeinflussung durch die bekannten Schadensherde im Vergleich zur ubiquitären Hintergrundbelastung sind hier nicht bekannt.
Bei einer weiteren Studie[2] wurden u.a. 40 Fließgewässer in Schweden auf PFC untersucht. Im Mittel wurde eine Summenkonzentration von 0,01 µg/l ermittelt, der Maximalwert erreichte 0,06 µg/l. Den größten Anteil machten die kurzkettigen PFC-Einzelsubstanzen PFBS (21%), PFHxS (18%) und PFBA (14%) aus.

3) Abflussermittlung für Oberflächengewässer

Für den Gesamtraum der PFC-Belastung wurde ein dreidimensionales Grundwasserströmungsmodell anhand aller verfügbaren Daten entsprechend dem hydrogeologischen Modell aufgebaut. Oberirdische Gewässer sind im vorliegenden Grundwassermodell Mittelbaden ebenso zu berücksichtigen, da der Rhein und das weit verzweigte Gewässernetz in Wechselwirkung mit dem Grundwasser stehen. Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden auch die Austauschkoeffizienten mit den Gewässern im Untersuchungsraum so lange variiert, bis eine bestmögliche Übereinstim-

[1] Munoz et al., Spatial distribution and partioning behavior of selected poly- and perfluoroalkyl substances in freshwater ecosystems: A French nationwide survey, Science of the Total Environment 517 (2015) 48-56
[2] Nguyen et al., Spatial distribution and source tracing of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in surface water in Northern Europe, Environmental Pollution 220 (2017) 1438-1446

mung zwischen gemessenen und berechneten Grundwasserständen vorhanden war. Für das Gewässernetz stehen somit Informationen zu In- und Exfiltration zur Verfügung und ebenso zum davon abhängigen Abfluss im Gewässer selbst. Die vom Grundwassermodell berechneten Abflusswerte sind jedoch als vergleichsweise unsicher zu betrachten, da diese auf stark vereinfachte Weise berechnet werden und bisher keinen weiteren Überprüfungen unterzogen wurden. Daher sollte bei einer Wiederholung der Messkampagne eine begleitende Abflussmessung oder –schätzung mit einfachen Mitteln erfolgen.

IV. Ergebnisse

1) Fließgewässer

i) Süd

Im südlichen Landkreis zeigen alle ermittelten Analysenbefunde eine Unterschreitung der zur Bewertung herangezogenen $PNEC_{aquatisch}$. Weiterhin gibt es keine Überschreitung des Summenwertes von 1 µg/L.
Bis auf eine Probe zeigen alle Fließgewässer eine Unterschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte. Einzig der Steinbach in Bühl-Weitenung überschreitet die GFS mit einer Quotientensumme von 1,2 und einer PFC-Gesamtsumme von 0,58 µg/L.

In allen beprobten Fließgewässern finden sich bestimmbare Konzentrationen von mindestens zwei PFC-Einzelsubstanzen. PFHxA wurde als einziger Stoff in allen Proben vorgefunden. Die höchsten Werte finden sich im Schwarzbach mit einer PFC-Summe von 0,68 µg/L.
An drei Messstellen (Steinbach, Sandbach I, Rittgraben II) wurde PFOS in bestimmbaren Konzentrationen gemessen, die Werte liegen nur knapp über der Bestimmungsgrenze (0,002/0,003 µg/L).

Im Mittel wird in den Fließgewässern im südlichen Bereich 0,18 µg/L und ein Median von 0,05 µg/L bei der PFC-Summe erreicht.

Von den 12 untersuchten Messstellen konnten 11 beprobt werden, im Fuchsgraben befand sich zur Zeit der Probenahme kein Wasser.
Auffällig sind 4 von 11 Messstellen mit Gesamtsummen größer 0,1 µg/L. Hierbei handelt es sich um den Schwarzbach mit einer QS von 0,94, die Messstellen am Rittgraben mit QS von 0,53 (I) und 0,28 (II), sowie der bereits erwähnte Steinbach.

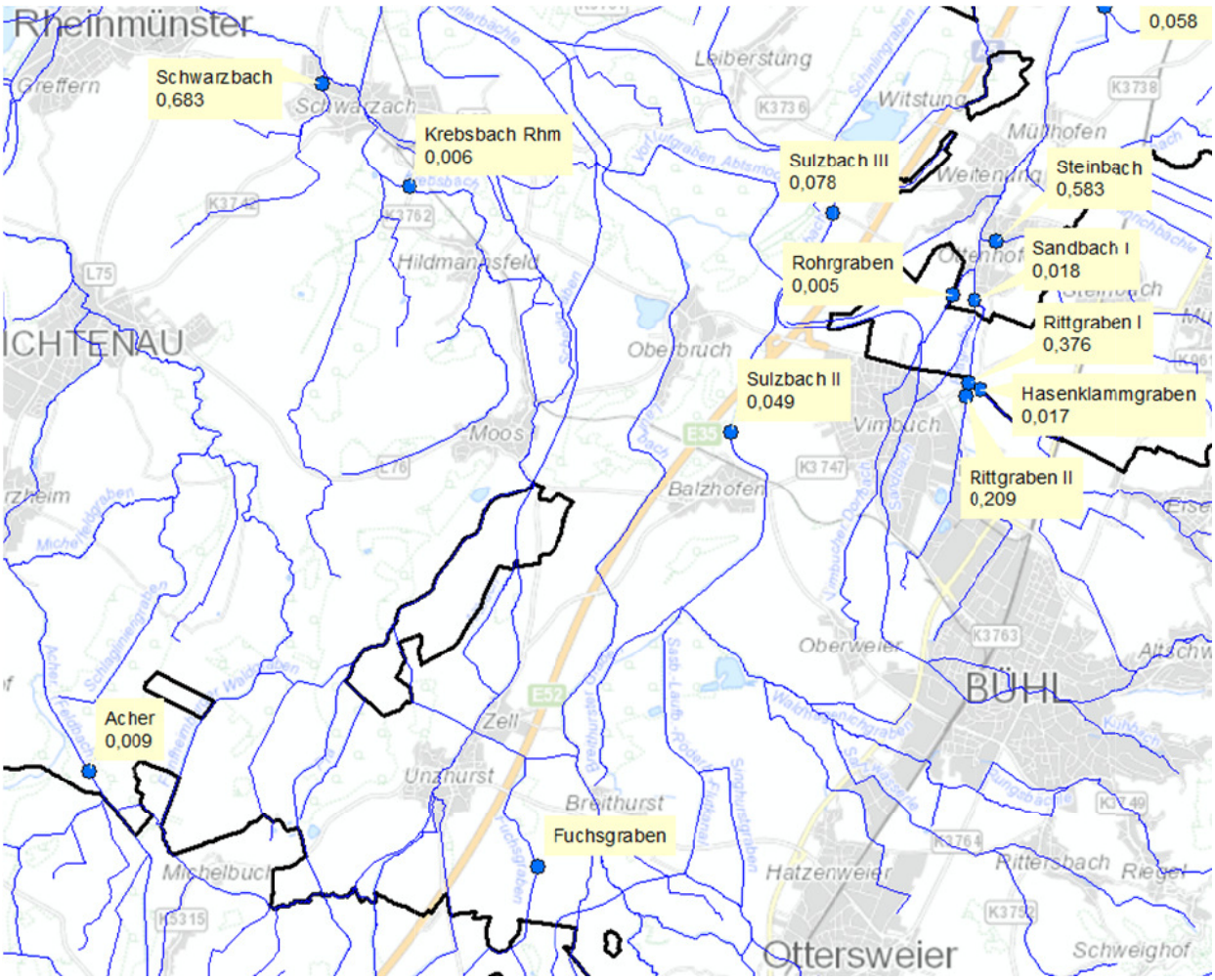


Abbildung 1: Karte Fließgewässer Süd mit PFC-Summe [µg/L], 1:50.000

Bei der diesjährigen Untersuchungskampagne ist der **Schwarzbach** zum ersten Mal beprobt worden. Es finden sich nur PF-Carbonsäuren (C4 bis C9), die PFC-Summe beträgt 0,68 µg/L. Damit erreicht der Schwarzbach die höchsten Gesamtgehalte aller untersuchten Fließgewässer. Die Zusammensetzung entspricht dem Schadstoffspektrum der im letzten Jahr beprobten und festgestellten belasteten Flächen im Gewann Schwarzach-Güterort, welche sich im Zustrombereich der hier beprobten Messstelle befinden.
Auf Grund der im gesamten Schwarzbach mutmaßlich vorherrschenden influenten Verhältnisse (Oberflächengewässer ins Grundwasser) ist ein Zusammenhang zwischen den Analysenbefunden im Fließgewässer und dem Wechselspiel mit einer ausgebildeten Schadstofffahne im Grundwasser aus den belasteten Flächen zu hinterfragen. Demnach sind weitere Schadstoffherde im Bereich des oberen Schwarzbach eine weitere mögliche Erklärung für die gefundene Belastung mit PF-Carbonsäuren. Der tatsächliche Austausch des Fließgewässers mit dem Grundwasser oberhalb der Messstelle ist abzuklären.

Die Messstellen **Rittgraben I + II** und **Steinbach** befinden sich innerhalb des Teilbearbeitungsgebietes Bühl-Vimbuch/Steinbach, welches durch eine Vielzahl von belasteten Flächen gekennzeichnet ist.
Im Rittgraben herrschen in diesem Bereich effluente Verhältnisse (Grundwasser ins Fließgewässer), während bei Sandbach I influente Verhältnisse herrschen.
Alle drei Analysenbefunde belegen überwiegende Belastungen mit PF-Carbonsäuren, zusätzlich finden sich geringe Konzentrationen (< 0,01 µg/L) von PF-Sulfonsäuren (PFBS, PFHxS, PFOS).
Die gemessenen Werte im Rittgraben lassen sich durch Grundwassereintritte aus den direkt angrenzenden belasteten Flächen erklären. Zwischen beiden Messstellen mündet der Hasenklammgraben, welcher jedoch keine Erklärung (PFC-Summe 0,017 µg/L) für den sprunghaften Anstieg (PFC-Summen-Differenz 0,167 µg/L) bereitstellt.
Auf Grund des vergleichbaren Schadstoffspektrums im umliegenden Grundwasser an der Messstelle Steinbach ist auch hier, wie beim Schwarzbach, der Austausch des Fließgewässers mit dem Grundwasser zu hinterfragen. Im oberen Verlauf des Steinbachs liegen im Moment keine Hinweise auf belastete Flächen vor.
Im Vergleich zum Vorjahr zeigt insbesondere der Steinbach eine massive Erhöhung mit einer Steigerung von 0,019 µg/l auf 0,58 µg/l[GT1] Im Rittgraben zeigt sich hier ein differenziertes Bild mit einer Erhöhung an der Messstelle I um rund 120% und einer Absenkung der Werte an der Messstelle II um etwa 70%.

Tabelle 4: Ergebnisse Fließgewässer Süd I in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083595-01	UET-17-0083595-02	UET-17-0083595-03	UET-17-0083595-22	UET-17-0083595-23	UET-17-0083595-24
Bezeichnung	F01 - Acher	F46 - Krebs-bach Rhm	F45 - Schwarz-bach	F48 - Sulz-bach III	F41 - Stein-bach	F34 - Rohr-graben
PFBA	<0,001	<0,001	0,083	0,014	0,043	<0,001
PFPeA	<0,001	<0,001	0,209	0,02	0,134	0,002
PFHxA	0,005	0,004	0,196	0,019	0,097	0,003
PFOA	0,005	0,002	0,107	0,018	0,258	<0,001
PFBS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,009**	**0,006**	**0,683**	**0,078**	**0,583**	**0,005**
Quotienten-summe	0,034	0,023	0,937	0,120	1,188	0,019
Summe PFC 2016	*0,007*	-	-	-	*0,019*	*0,009*
Veränderung in % 2016 -> 2017	*+28,6*	-	-	-	*+2968,4*	*-44,4*

Tabelle 5: Ergebnisse Fließgewässer Süd II in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083595-25	UET-17-0083595-26	UET-17-0083595-27	UET-17-0083595-28	UET-17-0083595-29
Bezeichnung	F35 - Sand-bach I	F32 - Rittgra-ben I	F33 - Rittgra-ben II	F12 - Hasen-klammgraben	F43 - Sulz-bach II
PFBA	<0,001	0,035	0,024	0,006	0,007
PFPeA	0,008	0,128	0,068	<0,001	0,009
PFHxA	0,007	0,102	0,051	0,005	0,014
PFOA	<0,001	0,078	0,036	0,002	0,013
PFBS	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001
PFHxS	<0,001	0,002	0,002	<0,001	<0,001
PFOS	0,002	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,018**	**0,376**	**0,209**	**0,017**	**0,049**
Quotienten-summe	0,030	0,525	0,278	0,038	0,094
Summe PFC 2016	*0,011*	*0,172*	*0,995*	*0,061*	*0,018*
Veränderung in % 2016 -> 2017	*+63,6*	*+118,6*	*-79,0*	*-72,1*	*+172,2*

ii) Mitte

Im mittleren Bereich des Landkreises zeigen alle ermittelten Analysenbefunde eine Unterschreitung der zur Bewertung herangezogenen $PNEC_{aquatisch}$ und Geringfügigkeitsschwellenwerte. Weiterhin gibt es keine Überschreitung des Summenwertes von 1 µg/L.

In allen beprobten Fließgewässern finden sich bestimmbare Konzentrationen von PFC-Einzelsubstanzen. PFPeA, PFHxA und PFOA finden sich in allen Proben in bestimmbaren Konzentrationen. Die höchsten Werte finden sich im Sandbach V mit einer PFC-Summe von 0,29 µg/L.
Bei 60% der Messstellen wurden bestimmbare Konzentrationen von PFOS gemessen, wobei im Rheinniederungskanal (II + III + IV + V) im Gebiet bei Hügelsheim die höchsten Werte bestimmt wurden (0,03 µg/L).

Die PFC-Summe beträgt im Mittel 0,10 µg/L, der Median liegt bei 0,08 µg/L.

Von den 21 untersuchten Messstellen konnten 20 beprobt werden, im Alten Bannwaldgraben befand sich zur Zeit der Probenahme kein Wasser.
Auffällig sind 7 der Messstellen mit Gesamtsummen größer 0,1 µg/L. Hierbei handelt es sich um die Messstellen im Rheinniederungskanal (IV: 0,12 µg/L; V: 0,12 µg/L; III: 0,11 µg/L) und im Sandbach (III: 0,20 µg/L; V: 0,29 µg/L), sowie der Riedkanal mit einer PFC-Summe von 0,20 µg/L und der Schwarze Graben mit 0,23 µg/L.

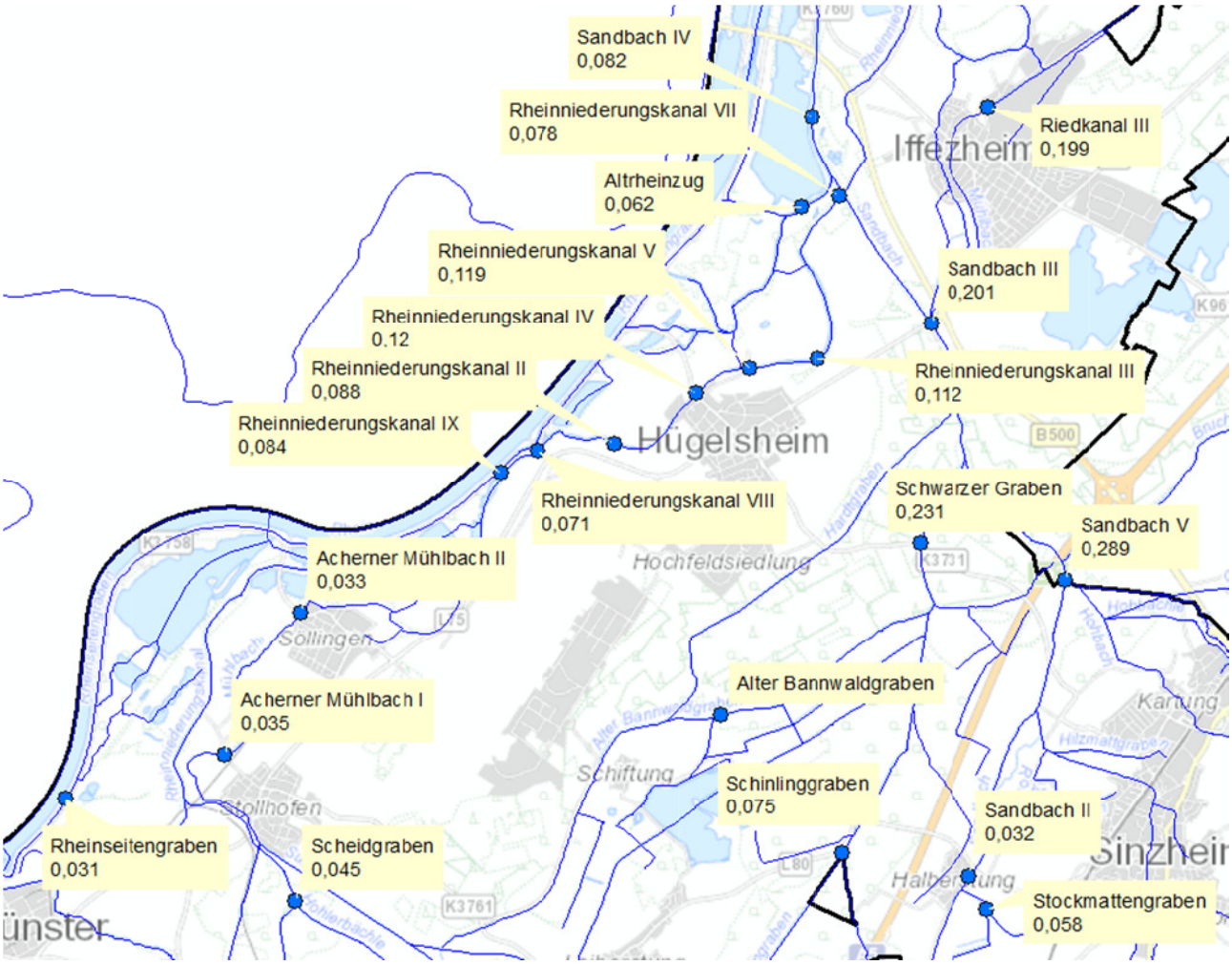


Abbildung 2: Karte Fließgewässer Mitte mit PFC-Summe [µg/L], 1:50.000

Der **Rheinniederungskanal** zeigt wechselnde Austauschvorgänge (effluent + influent) mit dem Grundwasser im gesamten Verlauf, wobei der Zufluss aus dem Grundwasser überwiegt. Neben PF-Carbonsäuren finden sich hier auch an allen Messstellen die PF-Sulfonsäuren PFHxS und PFOS. Die PFC-Summe bewegt sich im Bereich von 0,1 µg/L, mit leichten Erhöhungen im Bereich Hügelsheim. Auch die Konzentration der PF-Sulfonsäuren zeigt in diesem Bereich ein Maximum. Neben einer Vielzahl von belasteten Flächen in der Gemeinde Hügelsheim befindet sich im besagten Gebiet der Baden-Airpark, in dessen Abstrom erhöhte Werte von PFC, hier auch PF-Sulfonsäuren, gefunden wurden. Damit deckt sich das gefundene Schadstoffspektrum im Rheinniederungskanal mit den aufgezeigten Schadstoffherden.
Während im Oberlauf (IV, VIII) die Konzentrationen im Vergleich zum Vorjahr angestiegen sind, zeigt sich im weiteren Verlauf des Gewässers ein Rückgang der PFC-Gesamtkonzentration (vgl. iv)).

Auch der **Sandbach** zeigt wechselnde effluente und influente Verhältnisse in seinem Verlauf. Während an der Messstelle II noch geringe Konzentrationen vorliegen, steigen diese an der Messstelle Sandbach V deutlich an, um im weiteren Verlauf (III+IV) wieder zu sinken. Bei Sandbach V wurden die höchsten Konzentrationen im besagten Gebiet vorgefunden. Der Standort liegt inmitten des Abstroms des Teilbearbeitungsgebiets Sinzheim und weist das typische Schadstoffspektrum der mit Kompost beaufschlagten Flächen mit PF-Carbonsäuren vor.
Im Sandbach (I+III+IV) gibt es im Vergleich zum Vorjahr deutliche Konzentrationssteigerungen bis zu 367 %.

Bei **Riedkanal III** liegen im gesamten oberen Verlauf der Messstelle influente (Fließgewässer ins Grundwasser) Verhältnisse vor. Der Riedkanal, welcher aus dem Sandbach abzweigt, zeigt das gleiche Schadstoffspektrum mit annähernd gleichen Konzentrationen wie die Messstelle Sandbach III. Eine weitere Beprobung an dieser Stelle erscheint daher nicht zweckmäßig.
Die PFC-Gesamtsumme an der Messstelle stieg um mehr als einen Faktor 3 im Vergleich zur Beprobung 2016 an.

Influente Verhältnisse finden sich auch im gesamten Oberlauf der Messstelle **Schwarzer Graben.** Das Schadstoffspektrum weist nur PF-Carbonsäuren auf. Auf Grund der vorliegenden Exfiltration aus dem Fließgewässer kann der Ursprung der erhöhten Konzentrationen nicht nachvollzogen werden. Möglicherweise stammen die gefundenen PFC aus dem Kastaniengraben, einem Zufluss zum Schwarzen Graben, welcher direkt an die stark belastete Fläche Sin 9 angrenzt. Hier wurden im Bodeneluat allerdings auch diverse PF-Sulfonsäuren vorgefunden. Es wird empfohlen, den Kastaniengraben bei der Beprobung 2018 einzuschließen.
Der Schwarze Graben zeigt eine Erhöhung der PFC-Summe zum Vorjahr von etwa 70 Prozent.

Tabelle 6: Ergebnisse Fließgewässer Mitte I in [µg/L]

Proben-nummer (synlab)	UET-17-0083595-04	UET-17-0083595-05	UET-17-0083595-06	UET-17-0083595-07	UET-17-0083595-08	UET-17-0083595-09	UET-17-0083595-10
Bezeichnung	F02 - Acherner Mühlbach I	F28 - Rhein-seitengraben	F03 - Acherner Mühlbach II	F25 - Rhein-niederungs-kanal IX	F24 - Rhein-niederungs-kanal VIII	F19 - Rhein-niederungs-kanal II	F26 - Rhein-niederungs-kanal IV
PFBA	<0,001	0,005	0,002	0,024	0,007	0,007	0,012
PFPeA	0,016	0,004	0,007	0,021	0,018	0,014	0,013
PFHxA	0,01	0,008	0,009	0,014	0,018	0,014	0,02
PFOA	0,007	0,008	0,012	0,009	0,01	0,006	0,016
PFBS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	<0,001	0,002	<0,001	0,004	0,007	0,016	0,025
PFOS	<0,001	0,002	<0,001	0,005	0,007	0,027	0,028
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,035**	**0,031**	**0,033**	**0,084**	**0,071**	**0,088**	**0,12**
Quotienten-summe	0,056	0,064	0,072	0,113	0,121	0,204	0,283
Summe PFC 2016	*0,023*	*0,021*	*0,035*	*0,034*	*0,034*	-	*0,47*
Änderung in % 2016 -> 2017	*+52,2*	*+47,6*	*-5,7*	*+147,1*	*+108,8*	-	*-74,5*

Tabelle 7: Ergebnisse Fließgewässer Mitte II in [µg/L]

Proben-nummer (synlab)	UET-17-0083595-11	UET-17-0083595-12	UET-17-0083595-13	UET-17-0083595-14	UET-17-0083595-16	UET-17-0083595-17	UET-17-0083595-18
Bezeichnung	F27 - Rheinnie-derungs- kanal V	F18 - Rheinnie-derungs- kanal III	F37 - Sandbach III	F31 - Riedkanal III	F44 - Scheid-graben	F17 - Sandbach V	F39 - Schwarzer Graben
PFBA	0,015	0,009	0,035	0,011	0,01	0,042	0,045
PFPeA	0,02	0,017	0,054	0,059	0,014	0,103	0,085
PFHxA	0,021	0,017	0,049	0,05	0,016	0,09	0,059
PFOA	0,013	0,018	0,026	0,026	0,003	0,034	0,028
PFBS	<0,001	<0,001	0,016	0,029	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	0,013	0,017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFOS	0,032	0,03	0,011	0,011	<0,001	<0,001	<0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,119**	**0,112**	**0,201**	**0,199**	**0,045**	**0,289**	**0,231**
Quotienten-summe	0,250	0,261	0,243	0,255	0,049	0,319	0,241
Summe PFC 2016	*0,506*	-	*0,043*	*0,053*	-	-	*0,135*
Änderung in % 2016 -> 2017	*-76,5*	-	*+367,4*	*+275,5*	-	-	*+71,1*

Tabelle 8: Ergebnisse Fließgewässer Mitte III in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083595-19	UET-17-0083595-20	UET-17-0083595-21	UET-17-0083595-30	UET-17-0083595-39	UET-17-0083595-42
Bezeichnung	F42 - Stockmatten-graben	F36 - Sandbach II	F40 - Schinling-graben	F05 Alt-rheinzug Iffezheim	F21 Rheinniede-rungs VII	F38 Sand-bach IV
PFBA	0,016	<0,001	0,004	0,016	0,003	0,008
PFPeA	0,006	0,012	0,025	0,015	0,014	0,02
PFHxA	0,008	0,006	0,026	0,01	0,017	0,013
PFOA	0,009	0,008	0,01	0,003	0,012	0,009
PFBS	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,017
PFHxS	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	0,01	0,003
PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,018	0,007
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,058**	**0,032**	**0,075**	**0,062**	**0,078**	**0,082**
Quotientensumme	0,079	0,069	0,111	0,091	0,173	0,114
Summe PFC 2016	*0,099*	*0,029*	-	*0,03*	*0,455*	*0,033*
Änderung in % 2016 -> 2017	*-41,4*	*+10,3*	-	*+106,7*	*-82,9*	*+148,5*

iii) Nord

Im nördlichen Landkreis zeigen alle ermittelten Analysenbefunde eine Unterschreitung der zur Bewertung herangezogenen $PNEC_{aquatisch}$ und Geringfügigkeitsschwellenwerte. Weiterhin gibt es keine Überschreitung des Summenwertes von 1 µg/L.

In allen beprobten Fließgewässern finden sich bestimmbare PFC-Einzelsubstanzen. PFPeA wurde als einziger Stoff in allen Proben vorgefunden. Die höchste PFC-Gesamtsumme im nördlichen Bereich erreicht die Messstelle Riedkanal I mit 0,41 µg/L.
PFOS findet sich an etwa 45% der Messstellen in bestimmbaren Konzentrationen (Rheinniederungskanal VIa, BASI, Riedkanal I + II und in der Murg). Die höchste PFOS Konzentration wurde im Rheinniederungskanal mit 0,02 µg/L gemessen.

Im Mittel wird in den Fließgewässern im nördlichen Bereich eine PFC-Summe 0,12µg/L (Median: 0,09 µg/L) erreicht.

Von den 12 untersuchten Messstellen konnten 11 beprobt werden, im Hornungsgraben befand sich zur Zeit der Probenahme kein Wasser.
Auffällig sind 5 von 11 Messstellen mit Gesamtsummen größer 0,1 µg/L. Hierbei handelt es sich um die Messtellen Badstraße (PFC-Summe 0,11 µg/L), BASI (0,13 µg/L), Ooser Landgraben Ersatz (0,20 µg/L), sowie am Riedkanal I (0,41 µg/L) und II (0,25 µg/L).

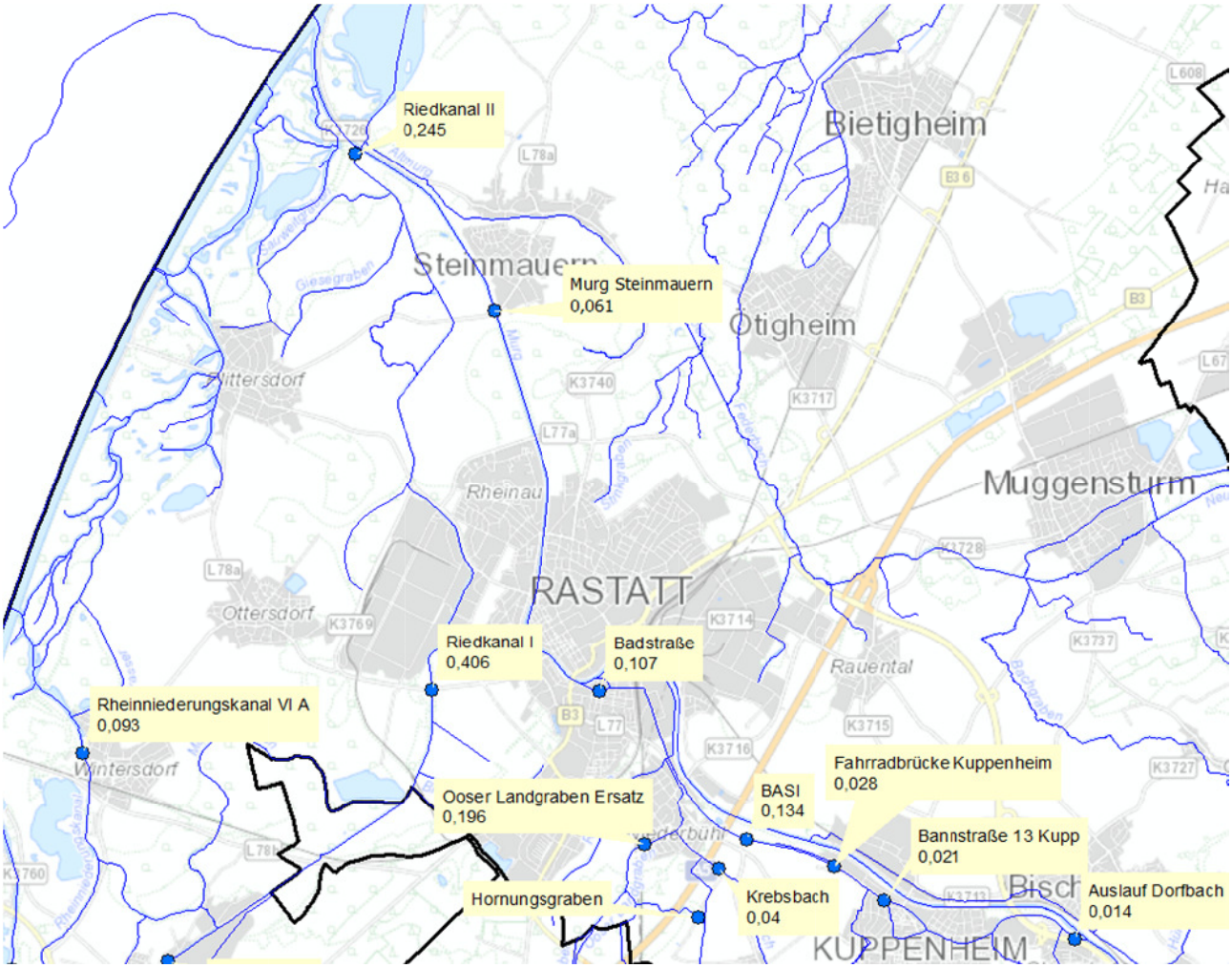


Abbildung 3: Karte Fließgewässer Nord mit PFC-Summe [µg/L], 1:50.000

Die Messstelle **BASI** (PFC-Summe: 0,13 µg/L) zeigt im Gegensatz zur oberstromig befindlichen Messstelle Fahrradbrücke Kuppenheim (PFC-Summe: 0,03 µg/L) erhöhte PFC-Konzentrationen. Beide Proben wurden dem Gewerbekanal entnommen. Es finden sich vor allem PF-Carbonsäuren. Zwischen den Messstellen befindet sich die Konzentrateinleitung des Wasserwerks Förch. Die PFC-Summe im eingeleiteten Konzentrat beträgt etwa 5 µg/L.
Im direkten Zustrom sind keine belasteten Flächen verortet. Auch die unterstromig befindliche Probe **Badstraße** zeigt mit einer PFC-Summe von 0,11 µg/L noch erhöhte PFC-Werte.
Die Werte im Gewerbekanal, sowie die Einleitung aus dem Dorfbach zeigen durchweg Erhöhungen der Konzentrationen im Vergleich zum Vorjahr mit Änderungen zwischen +40% bis +3250%.

In der Probe **Ooser Landgraben Ersatz** wurde eine Gesamtsumme von 0,20 µg/L bestimmt. Hier finden sich die kurzkettigen PF-Carbonsäuren PFBA und PFPeA. Im Oberlauf wechseln influente und effluente Verhältnisse, wobei die stark belastete Fläche SM-B-03_SchALVO im Bereich der Effluenz liegt. Möglicherweise lassen sich die erhöhten Werte in diesem Fließgewässer anteilig durch diese Schadstoffquelle erklären. Des Weiteren befinden sich eine Vielzahl an beprobten Grundwassermessstellen mit überwiegend PF-Carbonsäuren im näheren Umfeld des Probenahmestandortes. Hier liegen allerdings influente Verhältnisse vor, somit kann ein Eintritt von belastetem Grundwasser nicht hinreichend belegt werden.
Die Befunde zeigen eine Steigerung der PFC-Summe im Ooser Landgraben von über 1200 Prozent zwischen 2016 und 2017.

Im **Riedkanal** wurde an drei Messstellen auf PFC beprobt. Die Messstelle III zeigt einen Summenwert von 0,20 µg/L, im weiteren Verlauf steigt der Wert auf 0,41 µg/L beim Riedkanal I, um dann wieder auf 0,25 µg/L bei Riedkanal II zu fallen. Das Schadstoffspektrum in allen drei Proben zeigt die gleiche Verteilung mit überwiegend PF-Carbonsäuren. Hinzu kommen die PF-Sulfonsäuren PFBS und PFOS. Zwischen III und I herrschen effluente Verhältnisse. Das Grundwasser zeigt hier erhöhte PFC-Konzentrationen aus den Schadstoffherden im Teilbearbeitungsgebiet Sandweier. Im weiteren Verlauf nimmt die Konzentration auf Grund von Verdünnungseffekten und fehlenden Schadstoffquellen wieder ab.
Die diesjährige Beprobung zeigt im gesamten Verlauf des Gewässers deutliche Steigerungen der PFC-Gesamtsummen im Vergleich zum Vorjahr mit Werten zwischen +113 und +276 Prozent.

Tabelle 9: Ergebnisse Fließgewässer Nord I in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083595-15	UET-17-0083595-31	UET-17-0083595-32	UET-17-0083595-33	UET-17-0083595-34	UET-17-0083595-35
Bezeichnung	F23 - Rheinniederungskanal VIa	F06 Auslauf Dorfbach	F07 Badstraße	F08 Bannstraße 13 Kupp	F09 BASI	F10 Fahrradbrücke Kupp
PFBA	<0,001	0,007	0,01	0,006	0,006	0,006
PFPeA	0,017	<0,001	0,029	0,011	0,036	0,005
PFHxA	0,015	0,002	0,028	<0,001	0,03	0,006
PFOA	0,023	0,003	0,028	0,004	0,043	0,004
PFBS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFOS	0,018	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,093**	**0,014**	**0,107**	**0,021**	**0,134**	**0,028**
Quotientensumme	0,228	0,027	0,181	0,031	0,260	0,053
Summe PFC 2016	*0,355*	*0,01*	*0,011*	*0,006*	*0,004*	*0,006*
Änderung in % 2016 -> 2017	*-73,8*	*+40,0*	*+872,7*	*+250,0*	*+3250,0*	*+366,7*

Tabelle 10: Ergebnisse Fließgewässer Nord II in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083595-37	UET-17-0083595-38	UET-17-0083595-40	UET-17-0083595-41	UET-17-0083595-43
Bezeichnung	F14 Krebsbach	F15 Ooser Landgraben Ersatz	F29 Riedkanal I	F30 Riedgraben II	F47 Murg Steinmauern
PFBA	0,018	0,189	0,039	0,03	0,008
PFPeA	0,011	0,007	0,138	0,091	0,015
PFHxA	0,005	<0,001	0,124	0,079	0,011
PFOA	0,001	<0,001	0,016	0,014	0,02
PFBS	<0,001	<0,001	0,055	0,012	<0,001
PFHxS	<0,001	<0,001	0,002	0,005	<0,001
PFOS	<0,001	<0,001	0,015	0,004	0,002
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,04**	**0,196**	**0,406**	**0,245**	**0,061**
Quotientensumme	0,040	0,044	0,371	0,238	0,114
Summe PFC 2016	*0,002*	*0,015*	*0,123*	*0,115*	-
Änderung in % 2016 -> 2017	*+1900,0*	*+1206,7*	*+230,1*	*+113,0*	-

iv) Zeitliche Entwicklung

Bei der diesjährigen Beprobung zeigte sich eine Erhöhung der PFC-Konzentrationen in den Fließgewässern im Vergleich zum Vorjahr.
Im Mittel stieg die PFC-Gesamtsumme um etwa 375 % (Median: 107 %) an den einzelnen Probenahmestellen mit Werten zwischen +3250 % und -83 %.

Exemplarisch sollen zwei Fälle näher betrachtet werden.

- Gewerbekanal – Fahrradbrücke Kupp - BASI

Neben der deutlichen Konzentrationserhöhung zwischen den Messstellen Fahrradbrücke Kupp mit PFC-Summe 0,028 µg/L und BASI mit PFC-Summe 0,134 µg/L zeigt sich in beiden Proben auch eine deutliche Steigerung zum Vorjahr. Während an der Fahrradbrücke die Werte um mehr als einen Faktor 4 angestiegen sind, zeigt sich bei der Probe BASI eine Erhöhung um mehr als 3000%. Zwischen beiden Standorten liegt die Konzentrateinleitung des WW Förch mit einer PFC-Summe (Dezember 2016) von 5,3 µg/L bei einer Einleitungsmenge von etwa 7 L/s.
Im Papier der LUBW „Grenzwerte für PFC-belastetes Abwasser" vom Dezember 2013 wurde für die damalige Einleitung auf Grundlage des mittleren Abflusses des Gewerbekanal mit 1910 L/s und einer PFC-Summe im Konzentrat von 4,1 µg/L die Konzentrationserhöhung im Gewerbekanal nach der Konzentrateinleitung mit 0,018 µg/L berechnet.
Im aktuellen Fall wird jedoch eine Konzentrationserhöhung von 0,106 µg/L erreicht. Dies kann zum einen den leicht erhöhten Konzentratwerten im Vergleich zu 2013, sowie den niedrigen Wasserständen im Juni 2017 angerechnet werden, die den Einfluss der Einleitung verstärken.
Auch die insgesamt erhöhten Werte im Gewerbekanal sind vermutlich auf geringere Abflussmengen im Gewässer zurückzuführen.

- Rheinniederungskanal

An fast allen Messtellen zeigt sich eine Erhöhung der Werte. Eine Ausnahme bildet der Rheinniederungskanal, in dem im Bereich Hügelsheim die Konzentrationen deutlich zurückgegangen sind. Während an den Probenahmeorten IX und VIII die Werte um einen Faktor 2 - 2,5 angestiegen sind, zeigt sich im weiteren Verlauf des Fließgewässers ein deutlicher Rückgang um etwa 70 - 80%. Neben einer Vielzahl von belasteten Flächen in Hügelsheim, sind auch Grundwasserbelastungen ausgehend vom Baden-Airpark bekannt, die die Situation im besagten Gebiet verkompliziert.
Der Rheinniederungskanal variiert im Verlauf zwischen effluenten und influenten Verhältnissen, insbesondere auch zwischen den Messstellen VIII und IV. Die Messstellen II und III wurden letztmals im Dezember 2014 beprobt. Des Weiteren befinden sich im Verlauf mehrere Durchlassbauwerke („70", sowie „K") des Polderbetriebs, die einen Austausch mit dem angrenzenden Erländersee und Rheinseitengraben ermöglichen. Auf Grundlage der vorliegenden Daten ist eine Beurteilung zur Trendentwicklung im Rheinniederungskanal schwierig.

Tabelle 11: Rheinniederungskanal Ergebnisse und Änderungen

Messstellen im Rheinniederungskanal	PFC-Summe 2017 [µg/L]	Änderung 2016 -> 2017
IX	0,084	+147,1%
VIII	0,071	+108,8%
II	0,088	-32% (Dez 2014)
IV	0,12	-74,5%
V	0,12	-76,5%
III	0,11	-15% (Dez 2014)
VII	0,08	-82,9%
VIa	0,09	-73,8%

2) Seen

Alle ermittelten Analysenbefunde zeigen eine Unterschreitung der zur Bewertung herangezogenen $PNEC_{aquatisch}$. Bis auf eine Probe zeigen alle Gewässer eine Unterschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte und der PFC-Summe von 1 µg/L. Einzig der Kühlsee in Baden-Baden/Sandweier überschreitet die GFS mit einer Quotientensumme von 2,6 und einer PFC-Gesamtsumme von 1,43 µg/L.
Im Mittel wird in den Badeseen eine PFC-Summe von 0,20 µg/L und ein Median von 0,10 µg/L erreicht. Bei der PFC-Gesamtsumme der übrigen Seen beträgt der Mittelwert 0,25 µg/L und der Median 0,15 µg/L.
Von den 27 untersuchten stehenden Gewässern besitzen 7 Seen eine PFC-Summe größer 0,3 µg/L. Es handelt sich dabei um die Gewässer Kühlsee (1,43 µg/L), Kastenausee (0,35 µg/L), Oberaltwassersee I (0,45 µg/L), Baggersee Kieswerk Weitenung (0,51 µg/L), Großer Waldhägenichsee (0,74 µg/L), Münchfeldsee (0,53 µg/L) und den Stadtparksee (0,37 µg/L). Bei 11 der 27 Seen wurde eine Summenkonzentration von weniger als 0,1 µg/L gemessen.

Tabelle 12: Ergebnisse Seen I in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083593-01	UET-17-0083593-02	UET-17-0083593-03	UET-17-0083593-04	UET-17-0083593-05	UET-17-0083593-06	UET-17-0083593-07
Bezeichnung	S03 - Kastenausee	S01 - Oberaltwassersee	S13 - Kriegersee	S12 - Vogelsee	S11 - Ameisensee	S10 - Bachgrundsee	S17 - Kernsee KBI
UIS-Kurzname	RA-019	RA-019	RA105-1	RA103	RA102	RA101	RA97
PFBA	0,038	0,086	0,005	0,005	<0,001	0,002	0,023
PFPeA	0,075	0,106	0,007	0,014	0,005	0,005	0,059
PFHxA	0,069	0,099	0,005	0,012	0,007	0,006	0,062
PFOA	0,097	0,08	0,004	0,011	<0,001	0,008	0,02
PFBS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	0,015	0,015	0,004	0,003	0,001	0,001	0,001
PFOS	0,015	0,018	<0,001	0,003	0,003	0,002	0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,349**	**0,449**	**0,024**	**0,05**	**0,016**	**0,025**	**0,177**
Quotientensumme	0,651	0,684	0,045	0,091	0,033	0,054	0,199

Im Folgenden soll die Belastungssituation der höher belasteten Seen näher beleuchtet werden. Hierbei werden insbesondere die im Zustrom befindlichen Boden- und Grundwassermessstellen betrachtet, um mögliche Schadstoffquellen für die erhöhten PFC Konzentrationen in den untersuchten stehenden Gewässern zu identifizieren.

Die nebeneinander liegenden Gewässer **Kastenausee** und **Oberaltwassersee** in Rheinmünster-Stollhofen befinden sich im vermuteten Abstrombereich der mit PFC belasteten Flächen Sto 11, Rhm 1 und Rhm 2. Das Schadstoffspektrum des Bodeneluats dieser Flächen entspricht im Wesentlichen der Belastung in den beiden Seen und ist geprägt von PF-Carbonsäuren. Im Bodeneluat wurden jedoch keine PF-Sulfonsäuren gefunden, im Gegensatz zu den Befunden in den beiden Seen. Hier wurden die PF-Sulfonsäuren PFPeS, PFHxS und PFOS mit geringen Konzentrationen ermittelt.
PFOS wurde jedoch an der Grundwassermessstelle des EWV Angelsportverein Führhauf, welche sich zwischen Rhein und dem Oberaltwassersee befindet, als dort einzig bestimmbarer Parameter vorgefunden (0,02 µg/L) und liegt im Bereich der PFOS-Konzentrationen in den Seen (0,015 bzw. 0,018 µg/L).

Damit lässt sich das Schadstoffspektrum in den Seen aus dem Zusammenspiel des Abstroms der belasteten Flächen und dem Austausch mit dem Rhein möglicherweise erklären.

Tabelle 13: Ergebnisse Seen II in [µg/L]

Probennummer (synlab)	UET-17-0083593-08	UET-17-0083593-09	UET-17-0083593-10	UET-17-0083593-11	UET-17-0083593-12	UET-17-0083593-13	UET-17-0083593-14
Bezeichnung	S2 - KW Weitenung	S 19 – Wald-hägenich gr. See	S4 - KW Leiberstung	S 08 IKE Iffezheim	S 18 Münch-feldsee	S 20 Woogsee	S 21 Stadt-parksee
UIS-Kurzname	RA108-1	RA112-1	RA106-2	RA95	RA-004	KA-L-072	RA-005
PFBA	0,071	0,086	0,019	<0,001	0,046	0,009	0,025
PFPeA	0,196	0,314	0,041	0,009	0,225	0,037	0,164
PFHxA	0,168	0,249	0,037	0,008	0,197	0,023	0,147
PFOA	0,048	0,04	0,02	0,003	0,034	0,036	0,015
PFBS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PFHxS	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
PFOS	0,002	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001	<0,001
H4PFOS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Summe PFC	**0,509**	**0,736**	**0,129**	**0,036**	**0,531**	**0,115**	**0,373**
Quotientensumme	0,502	0,667	0,167	0,077	0,503	0,197	0,339

Der **Baggersee** beim **Kieswerk Weitenung** in Sinzheim zeigt die typische Schadstoffverteilung der im Grundwasser ermittelten Einzelparameter im Abstrom von mit Kompost beaufschlagten Flächen. Der See befindet sich im Abstrom der belasteten Flächen im Teilbearbeitungsgebiet Bühl-Vimbuch/Steinbach.
Mit einer Ausnahme von PFOS mit 0,002 µg/L, wurden nur PF-Carbonsäuren vorgefunden. Es ist somit davon auszugehen, dass die ermittelten Konzentrationen auf diese Schadstoffquellen zurückzuführen sind.

Die Analysenbefunde des **Waldhägenichsee gr. See** in Bühl-Altschweier zeigen erhöhte Konzentrationen an PF-Carbonsäuren. Es wurden keine PF-Sulfonsäuren bestimmt. Mit einer PFC-Summe von 0,74 µg/L erreicht das Gewässer den zweithöchsten Wert unter den untersuchten Seen.
Im Zustrom gibt es bisher keine Hinweise auf eine Boden- bzw. Grundwasserbelastung mit PFC. Es kann somit keine Aussage über mögliche Schadstoffeinträge aus dem Grundwasser getroffen werden. Der See wurde 2017 zum ersten Mal auf PFC untersucht.

Das gleiche Schadstoffspektrum zeigen der **Münchfeldsee** und der **Stadtparksee** in Rastatt. Hier wurden keine PF-Sulfonsäuren analysiert.
Der Stadtparksee befindet sich an der Grenze des vermuteten Abstrombereichs aus dem differenziert belasteten Teilbearbeitungsgebiet Förch-Haueneberstein.
Der Münchfeldsee befindet sich zwischen den vermuteten Schadstofffahnen der Flächen in den Teilbearbeitungsgebieten Förch-Haueneberstein und Sandweier. Dadurch liegt eine mögliche Schadstoffquelle für die erhöhten PFC-Konzentrationen vor.

Tabelle 14: Ergebnisse Badeseen I in [µg/L]

Probennummer (CVUA)	170328818	170328819	170328820	170328821	170328822	170328823	170328824
Bezeichnung	Sämannsee	Natursee Sauweide Wintersdorf	Baggersee Ottersdorf	Deglersee Plittersdorf	Natursee Au am Rhein	Kaltenbachsee Muggensturm	Ferienparadies Adam, Bühl, Natursee Oberbruch
UIS-Kurzname	RA90-2	RA89	RA92	RA88	-	RA86	RA111
PFBA	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03
PFPeA	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	<0,01	0,08
PFHxA	0,03	0,03	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFHpA	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFOA	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFBS	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFHxS	0,03	0,04	0,03	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
PFOS	0,05	0,04	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
H4PFOS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Summe PFC	**0,21**	**0,21**	**0,11**	**0,11**	**0,08**	**0**	**0,11**
Quotientensumme	0,515	0,545	0,246	0,216	0,176	0,142	0,171

Tabelle 15: Ergebnisse Badeseen II in [µg/L]

Probennummer (CVUA)	170328825	170328826	170328827	170328828	170328829	170328830
Bezeichnung	Baggersee III, Grauelsbaum	Hanfsee, Söllingen	Badesee FCO Stollh-ofen Nord	Badesee FCO Stollh-ofen In-selsee	Erländersee	Kühlsee Sandweiher
UIS-Kurzname	RA109-5	RA115	RA105a-1	RA105-2	RA100	BAD96-1
PFBA	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,12
PFPeA	0,06	0,02	0,05	0,02	0,05	0,34
PFHxA	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,33
PFHpA	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,12
PFOA	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,35
PFBS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFHxS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFOS	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11
H4PFOS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Summe PFC	**0,1**	**0,03**	**0,06**	**0,03**	**0,07**	**1,43**
Quotientensumme	0,213	0,148	0,158	0,148	0,160	2,629

Der **Kühlsee** in Baden-Baden/Sandweier zeigt die größte Belastung der untersuchten stehenden Gewässer mit einer PFC-Summe von 1,43 µg/L. Hier wurde außerdem die einzige Überschreitung der GFS Werte bei den stehenden Gewässern mit einer Quotientensumme von 2,63 ermittelt.
Im direkten Zustrom befinden sich mehrere hoch belastete Flächen, die zum Teilbearbeitungsgebiet Sandweier gehören. Neben den typischen PF-Carbonsäuren wurde auch PFOS mit einer Konzentration von 0,11 µg/L gemessen, welche auch im Bodeneluat der direkt angrenzenden belaste-

ten Flächen vorgefunden wurde. Die vorgefundene Belastung lässt sich somit mit der bestehenden Schadstofffahne aus den mit Kompost beaufschlagten Flächen erklären.

Bei den Seen Kernsee KBI (0,18 µg/L), Baggersee Kieswerk Leiberstung (0,17 µg/L), Woogsee (1,12 µg/L), Sämannsee (0,21 µg/L), Natursee Sauweide (0,21 µg/L), Baggersee Ottersdorf (0,11 µg/L), Deglersee (0,11 µg/L), Natursee Ferienparadies Adam (0,11 µg/L) und dem Baggersee III in Lichtenau (0,1 µg/L) wurden Konzentrationen zwischen 0,1 µg/L und 0,3 µg/L in der PFC-Summe ermittelt.
Auch bei diesen Seen überwiegen die PF-Carbonsäuren das Schadstoffspektrum. Beim Kernsee KBI, dem Baggersee KW Weitenung, dem Sämannsee, dem Natursee Sauweide und dem Baggersee III wurden zusätzlich bestimmbare Konzentrationen von PF-Sulfonsäuren gefunden.
Die Ursache der erhöhten PFC Konzentrationen lässt sich hier in zwei Kategorien einteilen.
Im Abstrom bzw. im weiteren Randbereich von vermuteten Schadstofffahnen befinden sich die Seen Kernsee KBI, Baggersee KW Leiberstung, Woogsee und der Natursee Ferienparadies Adam.
Bei den Seen Sämansee, Baggersee Ottersdorf, Natursee Sauweide, Deglersee und dem Baggersee III liegt vermutlich ein Austausch des Wassers mit dem Rhein oder einem nahen Fließgewässer vor. Eine unbekannte Schadstoffquelle als Ursache kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

i) Zeitliche Entwicklung

Von den 27 untersuchten Seen wurden 10 erstmals im Jahr 2015 und weitere 10 erstmals im Jahr 2016 untersucht.
Bei 11 dieser 20 Seen zeigt sich im Vergleich zu den jeweils ersten Probenahmen eine deutliche Steigerung mit Werten zwischen 60 – 366 %. Die Untersuchung des Natursee Au am Rhein und Baggersee III, Grauelsbaum enthalten bei der Untersuchung 2017 erstmals bestimmbare Konzentrationen von PFC. Die stehenden Oberflächengewässer Kastenausee, Oberaltwassersee, Badesee FCO Inselsee und Erländersee zeigen deutliche Konzentrationsminderungen im Vergleich zu den Vorjahren zwischen 30 und 70%. Die Konzentrationsänderungen der restlichen Seen beträgt weniger als 20% und befindet sich somit im Bereich der analytischen Messunsicherheit. Die nachstehende Tabelle 16 gibt einen Überblick über die in den letzten drei Jahren gefundenen PFC-Summen und deren Änderungen im Vergleich zu den Vorjahren.

Tabelle 16: Zeitlicher Verlauf der PFC-Konzentrationen in stehenden Gewässern [µg/L]

	PFC-Summe [µg/L]			Änderung [%]		
	2015	**2016**	**2017**	**2015->2016**	**2016->2017**	**2015->2017**
Kastenausee	0,852	0,627	0,349	-26,4	-44,3	**-59,0**
Oberaltwassersee	0,740	0,908	0,449	22,7	-50,6	**-39,3**
Kriegersee	-	0,027	0,024	-	**-11,1**	-
Vogelsee	-	0,062	0,050	-	**-19,4**	-
Ameisensee	-	0,010	0,016	-	**60,0**	-
Bachgrundsee	-	0,014	0,025	-	**78,6**	-
Kernsee KBI	-	0,038	0,177	-	**365,8**	-
KW Weitenung	0,127	0,284	0,509	123,6	79,2	**300,8**
KW Leiberstung	0,067	0,093	0,129	38,8	38,7	**92,5**
Sämannsee	0,150	0,130	0,210	-13,3	61,5	**40,0**
Natursee Sauweide Wintersdorf	-	0,130	0,210	-	**61,5**	-
Baggersee Ottersdorf	0,050	0,070	0,110	40,0	57,1	**120,0**
Deglersee	0,040	0,040	0,110	0,0	175,0	**175,0**
Natursee Au am Rhein	-	0	0,080	-	-	-
Baggersee III, Grauelsbaum	-	0	0,100	-	-	-
Hanfsee, Söllingen	0,010	0,030	0,030	200,0	0,0	**200,0**
Badesee Freizeitzentrum Stollhofen Nord	-	0,030	0,060	-	**100,0**	-
Badesee Freizeitzentrum Stollhofen Inselsee	0,090	0,040	0,030	-55,6	-25,0	**-66,7**
Erländersee	0,230	0,070	0,070	-69,6	0,0	**-69,6**
Kühlsee Sandweiher	-	1,230	1,430		**16,3**	

3) Kläranlagenabläufe

Im Ablauf aller untersuchten Abwasserreinigungsanlagen wurden die zur vorläufigen Bewertung herangezogenen Werte $PNEC_{aquatisch}$ bzw. GFS unterschritten.
Die Analysenbefunde zeigen geringe Konzentrationen der PFC-Einzelsubstanzen. Alle gefundenen Werte, mit Ausnahme von PFBS in Baden-Baden/Sinzheim und Rastatt, unterschreiten einen Wert von 0,1 µg/L. Im Mittel beträgt die gefundene PFC-Summe 0,19 µg/L, der Median liegt bei 0,05 µg/L.
Die Kläranlage Baden-Baden/Sinzheim erreicht bei der Gesamtsumme mit 0,88 µg/L und beim AOF mit 2,5 µg/L die höchsten Werte bei der diesjährigen Untersuchung. Auch bei der berechneten jährlichen PFC-Fracht ist die Kläranlage Baden-Baden/Sinzheim Spitzenreiter mit 7,56 kg PFC pro Jahr.

Tabelle 17: Ergebnisse Kläranlagen in [µg/L]

Probennummer (synlab)	2017009889	2017009890	2017009891	2017009892	2017009893	2017009894	2017009895
Bezeichnung	Klw Baden-Baden/ Sinzheim	Klw Baden Airpark	Klw Bühl	Klw Hügelsheim	Klw Lichtenau	Klw Rastatt	Klw Rheinmünster
Abwassertagesmenge in m³	**23.650**	**2.486**	**12.697**	**840**	**2.058**	**20.270**	**1.716**
AOF	2,5	1	1,7	1,1	1,7	1,8	2
PFBA	0,012	0,006	<0,005	0,006	<0,005	0,009	<0,005
PFPeA	0,026	0,009	<0,005	0,009	<0,005	0,013	0,006
PFHxA	0,03	0,008	0,008	0,009	<0,005	0,015	0,008
PFOA	0,025	0,007	0,011	0,015	<0,005	0,015	0,013
PFBS	0,73	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,16	<0,005
PFHxS	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PFOS	0,044	0,011	0,022	<0,005	0,022	0,035	<0,005
H4PFOS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,032	<0,005	<0,005
Summe PFC	**0,876**	**0,051**	**0,05**	**0,039**	**0,054**	**0,247**	**0,027**
Quotientensumme	0,544	0,075	0,148	0,063	0,180	0,241	0,053
PFC-Fracht in g/a	7562	46	232	12	41	1827	17
Summe/AOF [%]	35,0	5,1	2,9	3,5	3,2	13,7	1,4
AOF-Fracht in kg/a	21,58	0,91	7,88	0,34	1,28	13,32	1,25
PFC-Fracht Trend 2016/2017	+184%	-85%	-52%	-	-83%	+11%	-

Auffällig sind die im Vergleich zur PFC-Summe analysierten AOF Werte. Bei 5 von 7 Proben kann die ermittelte PFC-Summe weniger als 6% des AOF erklären. Bei der Kläranlage Rastatt werden 13,7% und in Baden-Baden/Sinzheim 35% des AOF durch die analysierten Einzelstoffe belegt. In der Kläranlage Rheinmünster kann die gefundene PFC-Summe nur 1,4% des ermittelten AOF er-

klären. Es befinden sich hier somit über 98% unbekannte fluorierte organische Verbindungen in der untersuchten Wasserprobe.
Bei der Berechnung des Anteils AOF – PFC-Summe wurden die erwarteten Wiederfindungsraten der einzelnen Substanzen nicht berücksichtigt.

Von den bereits im Vorjahr untersuchten fünf Kläranlagen zeigt sich kein eindeutiger Trend bei den ermittelten emittierten PFC-Frachten. Bei 3 von 5 Abläufen zeigt sich bei der diesjährigen Untersuchung eine Verringerung zum Vorjahr mit über 50%.
Auffällig ist die Kläranlage Baden-Baden/Sinzheim mit einer Frachtsteigerung von 184% von 2655 g auf 7562 g pro Jahr. Der einflussreichste Parameter bei dieser Steigerung ist der ermittelte Wert für PFBS mit 0,73 µg/L, welcher im Vorjahr noch mit einer Konzentration von 0,005 µg/L gemessen wurde.

Erstmals betrachtet wird auch die berechnete AOF Fracht für die Kläranlagenabläufe. Die Kläranlage Baden-Baden/Sinzheim emittiert nach den vorliegenden Daten etwa 22 kg AOF im Jahr ins Fließgewässer, in Rastatt sind es etwa 13 kg im Jahr. Mit einer AOF Fracht von etwa 340 g im Jahr hat das Klärwerk in Hügelsheim die geringste berechnete AOF Emmission der beprobten Anlagen.

V. Diskussion

Zur Beurteilung der zeitlichen Entwicklung der Belastungssituation wurden die Ergebnisse der diesjährigen Untersuchung mit den Analysenbefunden der vorangegangenen Untersuchungen verglichen. Dabei zeigten sich zum Teil drastische Erhöhungen in den PFC-Gesamtsummenkonzentrationen (Mittelwert der Erhöhung: +234%, Median: +60%) in den Seen und Fließgewässern.
Bei der fachlichen Beurteilung der vorgefundenen Messwerte sind jedoch weitere Parameter, wie beispielsweise die zur Zeit der Probenahme vorherrschende Abflussmenge der Fließgewässer, zu betrachten, die bei dieser Untersuchung nicht erhoben wurden.

Eine mögliche Erklärung für die gemessenen höheren Werte im Vergleich zum Vorjahr bieten die von der LUBW bereitgestellten Pegelstände der Fließgewässer, die zeigen, dass zur Zeit der Probenahme im Juni 2017 geringe Wasserstände in den Bächen und Flüssen im gesamten Gebiet vorherrschen. Für den Untersuchungsraum relevant sind die Pegelstände der Fließgewässer „Kappelrodeck/Acher", „Altschweier/Bühlot", „Baden-Baden/Oos", sowie „Bad Rotenfels/Murg". Bei drei Fließgewässern konnten in diesem Jahr erstmals auf Grund fehlenden Wassers keine Probenahmen durchgeführt werden.
Durch geringe Abflüsse bei gleichbleibender PFC-Fracht erhöht sich die PFC-Konzentration, weshalb eine Stichtagsuntersuchung der Schadstoffkonzentration in einem Fließgewässer immer nur eine Momentaufnahme darstellen kann.

Auch die Austauschvorgänge zwischen dem Grundwasser und den Fließgewässern sind abhängig von den jeweiligen Wasserständen. Von der LUBW bereitgestellte Daten zeigen für die Grundwassermessstellen „GWM L WW Stadtwerke Rastatt, Iffezheim" (GW-Nr. 135/161-6) und „GWM 3143 Schwarzach, Rheinmünster" (GW-Nr. 157/162-8) für den Juni 2017 mittlere Grundwasserstände mit rückläufiger Tendenz. Im Vorjahr während der Messkampagne am 30. und 31. Mai 2016 lagen an diesen Grundwassermessstellen höhere Wasserstände ohne ausgeprägte steigende/fallende Tendenz vor. Da die Aktualisierung des Grundwassermodells für das Jahr 2017 mit der realen Hydrologie erst im Folgejahr 2018 durchgeführt werden kann, sind nähere Informationen zu den Austauschvorgängen für die Zeit der Messkampagne noch nicht vorhanden.

Im Mai 2017 wurden im Rheinniederungskanal an den Messstellen IV und V, sowie im Erländersee durch den ansässigen Angelverein Hügelsheim unterschiedliche Fischarten gefangen und im Auftrag des Amts für Veterinärwesen und Lebensmittelüberwachung LRA Rastatt beprobt. Bei 4 von 7 Proben muss vom Verzehr abgeraten werden. In allen Proben wurde PFOS vorgefunden mit Werten über der gesetzlich festgelegten Umweltqualitätsnorm für Biota von 9,1 µg/kg Frischgewicht. Des Weiteren belegen die Befunde bestimmbare Konzentrationen an PFDoD und PFHxS. Bei der Probe eines 10-jährigen Aals wurde eine PFOS Konzentration von 580 µg/kg bestimmt, sowie erhöhte Werte an PFDA, PFUnA, PFTrDA und PFTeD. Es zeigt sich, dass insbesondere beim Aal diverse langkettige PFC vorgefunden werden, welche im Gewässer unter der Bestimmungsgrenze liegen. Mögliche Erklärungungen für die hohen Konzentrationen im Aal sind die Ernährungsweise (Würmer, Kleinkrebse, Fische) und der hohe Fettanteil (bis zu 30%).
Bei unterschiedlichen Beprobungen von Fischen im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden in den letzten Jahren zeigte sich insbesondere eine starke Anreicherung von PFOS im Fischgewebe.

Einen weiteren Anhaltspunkt stellt eine Untersuchung[3] in der Rhône in Frankreich dar, in der eine unterschiedliche Belastung des Wassers im Gegensatz zum Flusssediment im Abstrom eines Produktionsstandortes für Fluorpolymere vorgefunden wurde.
Im Wasser zeigten sich vorrangig kurzkettige PFC (PFBA, PFPA, PFHxA), während im Sediment die langkettigen PFC, im Besonderen die Einzelsubstanzen PFUnDA (Perfluorundekansäure, C11) und PFTrDA (Perfluortridekansäure, C13) dominierten.
Anhand dieser Befunde und den beprobten Fischen im Rheinniederungskanal scheint es, dass neben den gemessenen Konzentrationen der kurzkettigen PFC im Wasser eine starke Anreicherung insbesonderer langkettiger PFC-Substanzen im Sediment und in den Fischen vorliegt, auch wenn diese in den Wasserproben unter der Bestimmungsgrenze liegen.

Für eine Gesamtbewertung der Belastungssituation in den Oberflächengewässern sind demnach weitergehende Untersuchungen im Hinblick auf die Frachtenberechnung und Biota notwendig.

VI. Zusammenfassung

In Ermangelung rechtskräftiger Grenz- oder Prüfwerte für Oberflächengewässer wurden zur Beurteilung der gemessenen Konzentrationen die Geringfügigkeitsschwellenwerte des Erlass des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 17.06.2015 „Vorläufige GFS-Werte für PFC für das Grund- und Sickerwasser aus schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten", sowie die von der LAWA-/LABO-Kleingruppe „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Per- und polyfluorierte Chemikalien" hergeleiteten $PNEC_{aquatisch}$ als Orientierung herangezogen.
Diese Werte wurden in allen Seen und Fließgewässern, bis auf zwei Ausnahmen, eingehalten.
Bei den GFS-Überschreitungen handelt es sich um den Steinbach in Bühl-Weitenung, sowie den Kühlsee in Baden-Baden-Sandweier. Ohne diese Befunde, liegen die Konzentrationen in den Seen unter der Bestimmungsgrenze bis maximal 0,74 µg/L und in den Fließgewässern zwischen 0,005 und 0,68 µg/L.
Bei 26 von 42 beprobten Fließgewässern und 11 von 27 Seen wird eine PFC-Summe von 0,01 µg/L unterschritten.

[3] Bertin et al., Potential exposure routes and accumulation kinetics of poly- and perfluorinated alkyl compounds for a freshwater amphipod: Gammarus spp. (Crustacea), Chemosphere 155 (2016) 380-387

In allen Proben werden die $PNEC_{aquatisch}$ eingehalten. Bei knapp der Hälfte aller Proben wird die für PFOS festgelegte Umweltqualitätsnorm von 0,00065 µg/L überschritten.

Weiterer Handlungsbedarf:

- Fortführung des Oberflächengewässermonitoring im Jahr 2018 mit Abflussschätzung zum Zeitpunkt der Probenahme
- Identifizierung des Eintrags in den Großen Waldhägenichsee
- Weitergehende Untersuchungen zur Belastung von Fischen
- Frachtenberechnung mit Abflusswerten aus GW-Modell und Abgleich mit berechnetem PFC-Austrag über Gewässerrandbedingungen

Gez. Noyes, PFC-Geschäftsstelle

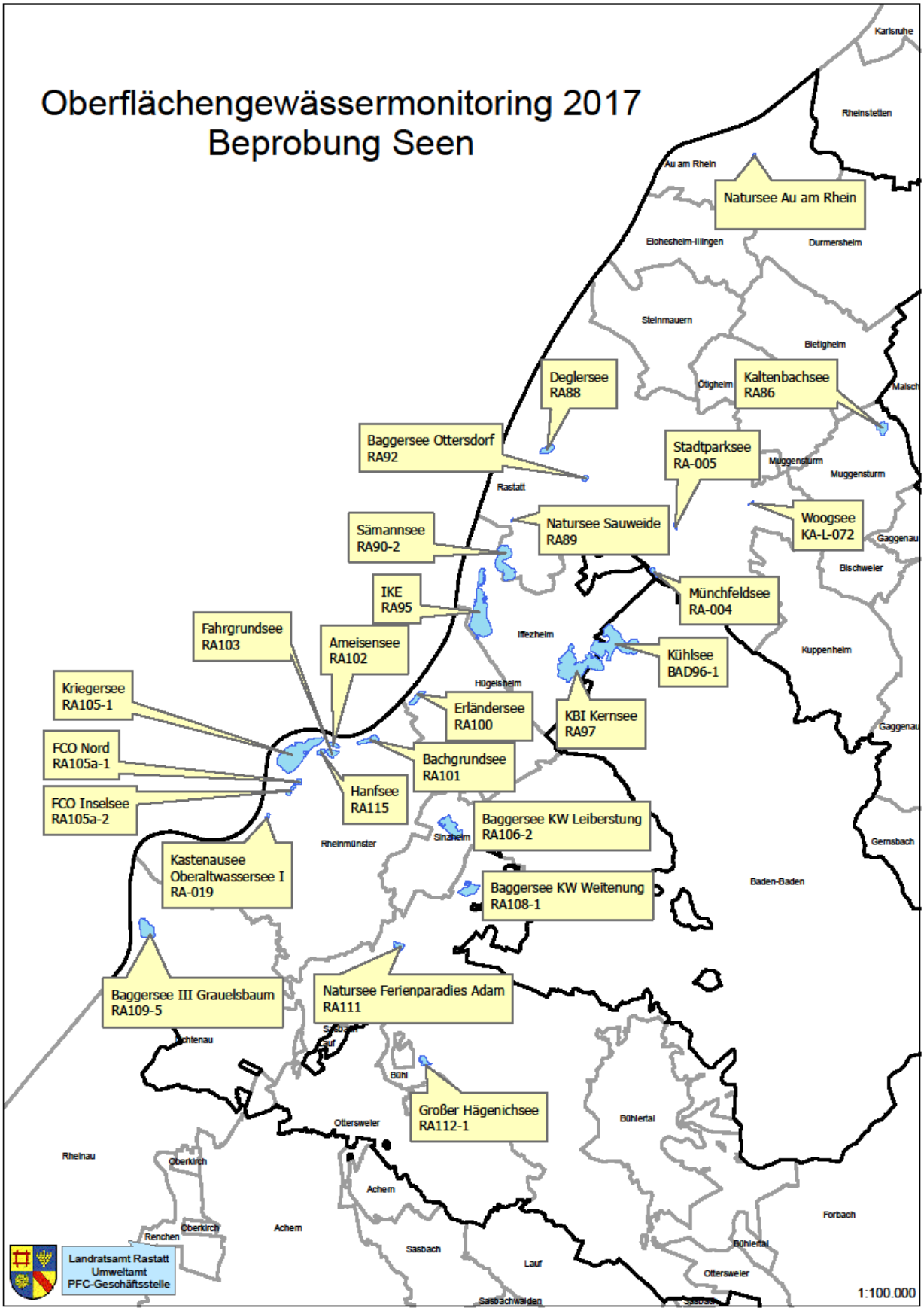
Anhang A Messpunkte Fließgewässer

Bezeichnung	Lokaler Gewässername (RIPS)	Gemeinde	Gemarkung
Acher	Acher, (Feldbach)	Lichtenau	Muckenschopf
Krebsbach Rhm	Krebsbach (ID:10729)	Rheinmünster	Schwarzach
Schwarzbach	NN-HB2	Rheinmünster	Schwarzach
Acherner Mühlbach I	Mühlbach	Rheinmünster	Stollhofen
Rheinseitengraben	Rheinseitengraben	Rheinmünster	Stollhofen
Acherner Mühlbach II	Mühlbach	Rheinmünster	Söllingen
Rheinniederungskanal IX	Rheinseitengraben	Rheinmünster	Söllingen
Rheinniederungskanal VIII	Rheinseitengraben	Rheinmünster	Söllingen
Rheinniederungskanal II	Rheinseitengraben	Hügelsheim	Hügelsheim
Rheinniederungskanal IV	Rheinseitengraben	Hügelsheim	Hügelsheim
Rheinniederungskanal V	Rheinseitengraben	Hügelsheim	Hügelsheim
Rheinniederungskanal III	Rheinseitengraben	Hügelsheim	Hügelsheim
Sandbach III	Sandbach	Iffezheim	Iffezheim
Riedkanal III	Riedkanal	Iffezheim	Iffezheim
Rheinniederungskanal VIa	Altrhein Wintersdorf	Rastatt	Wintersdorf
Scheidgraben	Scheidgraben	Rheinmünster	Stollhofen
Sandbach V	Sandbach	Baden-Baden	Sandweier
Schwarzer Graben	Schwarzer Graben	Hügelsheim	Hügelsheim
Stockmattengraben	Stockmattengraben	Sinzheim	Sinzheim
Sandbach II	Sandbach	Sinzheim	Sinzheim
Schinlingraben	Schinlingraben	Sinzheim	Sinzheim
Sulzbach III	Sulzbach	Bühl	Weitenung
Steinbach	Steinbach	Bühl	Weitenung
Rohrgraben	Vimbucher Dorfbach	Bühl	Weitenung
Sandbach I	Sandbach	Bühl	Weitenung
Rittgraben I	Rittgraben	Bühl	Eisental
Rittgraben II	Rittgraben	Bühl	Eisental
Hasenklammgraben	Engertgraben	Bühl	Eisental
Sulzbach II	Sulzbach	Bühl	Vimbuch
Altrheinzug Iffezheim	Rheinseitengraben	Iffezheim	Iffezheim
Auslauf Dorfbach	Dorfbach	Kuppenheim	Oberndorf
Badstraße	Gewerbekanal	Rastatt	Rastatt
Bannstraße 13 Kupp	Gewerbekanal	Kuppenheim	Kuppenheim
BASI	Gewerbekanal	Rastatt	Niederbühl
Fahrradbrücke Kupp	Gewerbekanal	Kuppenheim	Kuppenheim
Hornungsgraben (kein Wasser)	Hornungsgrabenentlastung	Rastatt	Niederbühl
Krebsbach	Krebsbach	Rastatt	Niederbühl
Ooser Landgraben Ersatz	Ooser Landgraben	Rastatt	Niederbühl
Rheinniederungskanal VII	Rheinniederungskanal	Iffezheim	Iffezheim
Riedkanal I	Riedkanal	Rastatt	Ottersdorf
Riedkanal II	Riedkanal	Rastatt	Plittersdorf
Sandbach IV	Sandbach	Baden-Baden	Sandweier
Murg Steinmauern	Murg	Steinmauern	Steinmauern
Alter Bannwaldgraben (kein Wasser)	Alter Bannwaldgraben	Iffezheim	Iffezheim
Fuchsgraben (kein Wasser)	Fuchsgraben	Ottersweier	Unzhurst

Anhang B Messpunkte Seen

Untersuchungs-stelle	Bezeichnung	AWGN-Kurzname	Gemeinde	Gemarkung
Gesundheitsamt	Sämannsee	RA90-2	Rastatt	Wintersdorf
GA	Deglersee	RA88	Rastatt	Plittersdorf
GA	Baggersee Ottersdorf	RA92	Rastatt	Ottersdorf
GA	Hanfsee	RA115	Rheinmünster	Söllingen
GA	FCO Inselsee	RA105a-2	Rheinmünster	Stollhofen
GA	FCO Nord	RA105a-1	Rheinmünster	Stollhofen
GA	Erländersee	RA100	Hügelsheim	Hügelsheim
GA	Natursee Sauweide	RA89	Rastatt	Wintersdorf
GA	Natursee	-	Au am Rhein	Au am Rhein
GA	Kaltenbachsee	RA86	Muggensturm	Muggensturm
GA	Natursee Ferienparadies Adam	RA111	Bühl	Oberbruch
GA	Baggersee III Grauelsbaum	RA109-5	Lichtenau	Lichtenau
GA	Kühlsee	BAD96-1	Baden-Baden	Sandweier
Umweltamt	Kastenausee	RA-019	Rheinmünster	Stollhofen
UA	Oberaltwassersee I	RA-019	Rheinmünster	Stollhofen
UA	Kriegersee	RA105-1	Rheinmünster	Stollhofen
UA	Vogelsee	RA103	Rheinmünster	Söllingen
UA	Ameisensee	RA102	Rheinmünster	Söllingen
UA	Bachgrundsee	RA101	Rheinmünster	Söllingen
UA	KBI Kernsee	RA97	Iffezheim	Iffezheim
UA	Baggersee Kieswerk Weitenung	RA108-1	Bühl	Weitenung
UA	Waldhägenich gr. See	RA112-1	Bühl	Altschweier
UA	Baggersee Kieswerk Leiberstung	RA106-2	Sinzheim	Leiberstung
UA	IKE	RA95	Iffezheim	Iffezheim
UA	Münchfeldsee	RA-004	Rastatt	Rastatt
UA	Woogsee	KA-L-072	Rastatt	Niederbühl
UA	Stadtparksee	RA-005	Rastatt	Rastatt

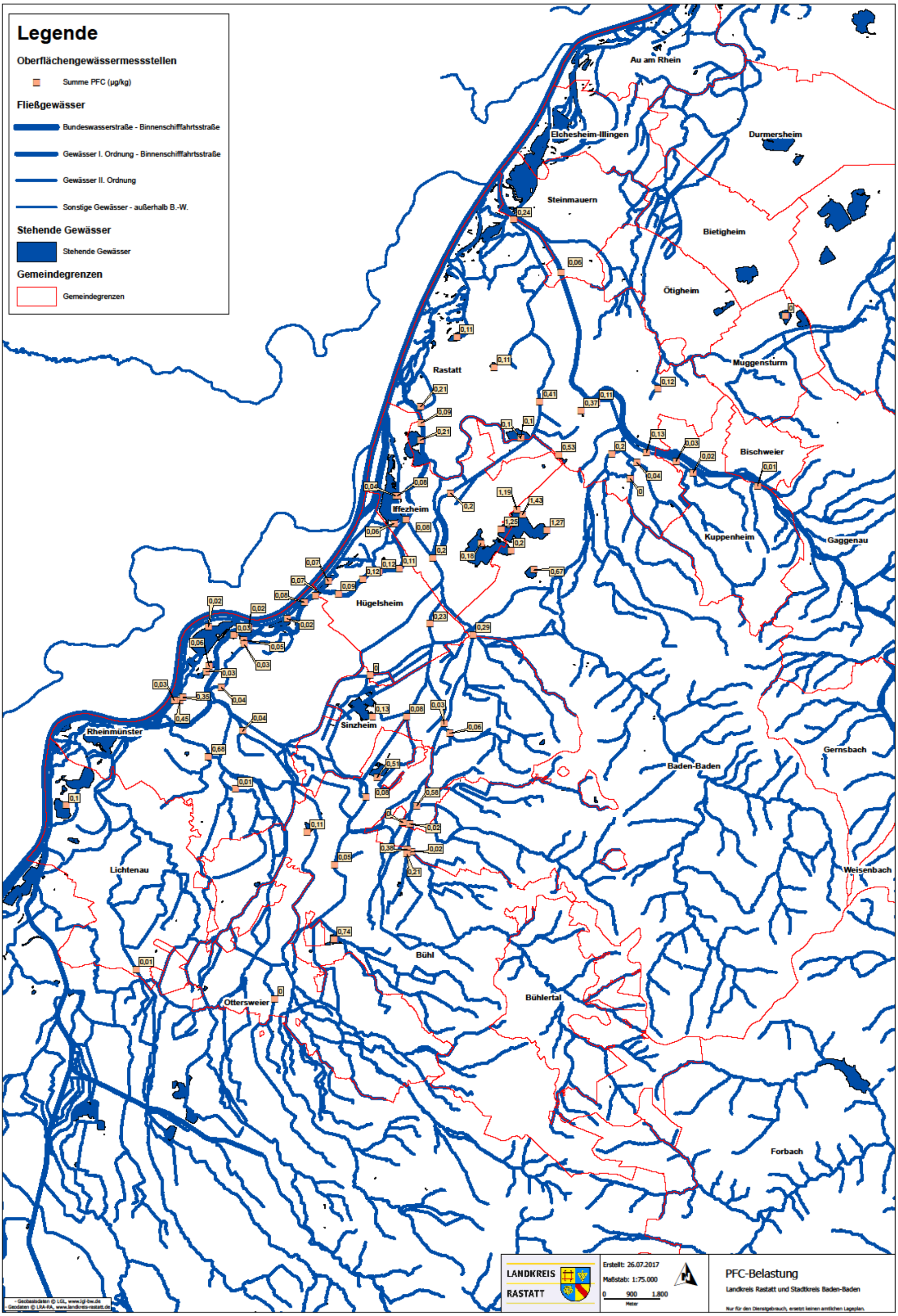
Anhang C Lageplan Seen

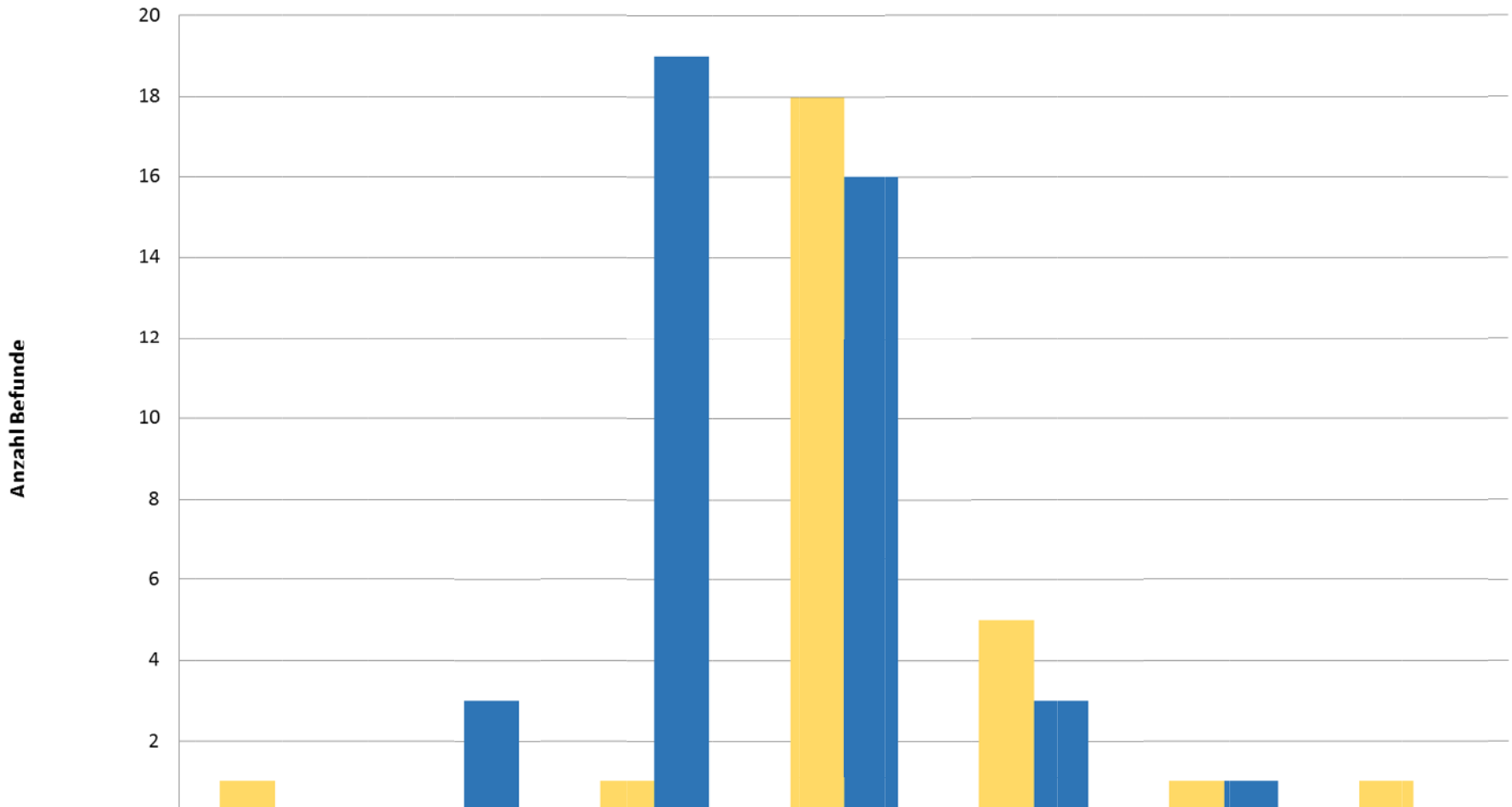


Anhang D Anlage – Messpunkte Kläranlagen

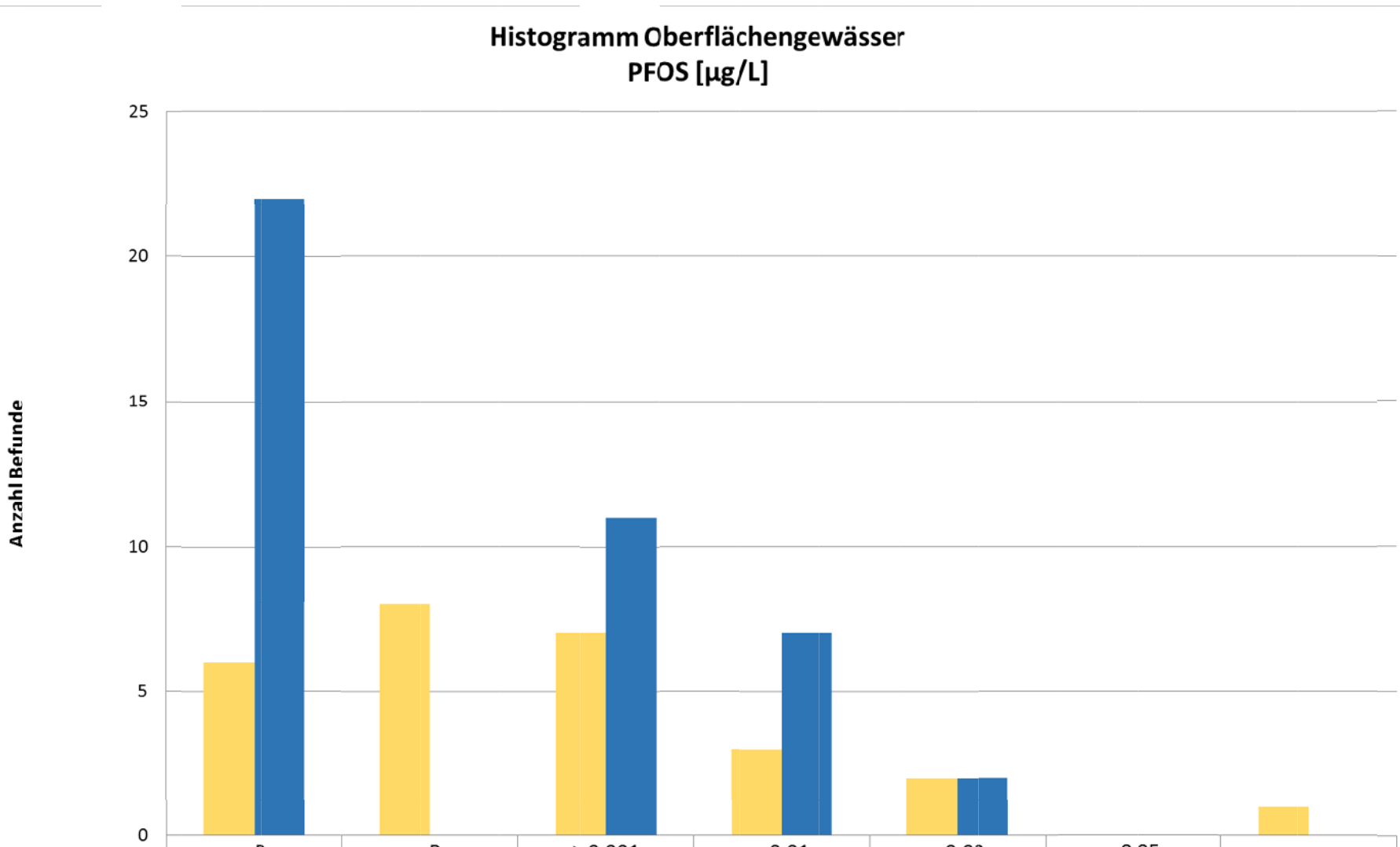
Bezeichnung	Gemeinde	Gemarkung	Datum Probenahme
KLW Hügelsheim	Hügelsheim	Hügelsheim	07.06.2017
KLW Baden-Airpark	Rheinmünster	Söllingen	06.06.2017
KLW Rheinmünster	Rheinmünster	Söllingen	06.06.2017
KLW Lichtenau	Lichtenau	Ulm	06.06.2017
KLW Bühl	Bühl	Vimbuch	06.06.2017
KLW Baden-Baden/Sinzheim	Sinzheim	Sinzheim	07.06.2017
KLW Rastatt	Rastatt	Rastatt	06.06.2017

Anhang E OFG-Karte 2017





	u.B. < 0,001	≤ 0,01	> 0,01 ≤ 0,1	> 0,1 ≤ 0,3	> 0,3 ≤ 0,6	> 0,6 ≤ 1	> 1
Seen (27)	1	0	1	18	5	1	1
Fließ-gewässer (42)	0	3	19	16	3	1	0



	u.B. < 0,001	u.B. < 0,01	≥ 0,001 ≤ 0,01	> 0,01 ≤ 0,03	> 0,03 ≤ 0,05	> 0,05 ≤ 0,07	> 0,07
Seen (27)	6	8	7	3	2	0	1
Fließ-gewässer (42)	22	0	11	7	2	0	0