

# Rhein- überwachungs- Station Weil am Rhein

## Jahresbericht 2015

Im Auftrag von:

Umweltministerium  
Baden-Württemberg



**Baden-Württemberg**  
UMWELTMINISTERIUM

Bundesamt für Umwelt



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Umwelt BAFU**

Betreiber der Station:



Amt für Umwelt und  
Energie Basel-Stadt



## Die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS)

- Ausgangslage: In der Aufarbeitung der Brandkatastrophe von Schweizerhalle vom 1. November 1986 beschlossen die Schweizerische Eidgenossenschaft und das Land Baden-Württemberg in Weil am Rhein eine gemeinsame Rheinüberwachungsstation zu errichten. Die Einweihung der Station erfolgte im September 1993.
- Grundlage: Die rechtliche Grundlagen für die Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein (Rhein-km 171,370) wurden im Staatsvertrag vom 17. Mai 1990 zwischen der Schweiz (BUWAL) und dem Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) des Bundeslandes Baden-Württemberg wie folgt geregelt:
- Trägerschaft:
- Schweizerische Eidgenossenschaft  
Bundesamt für Umwelt (BAFU)
  - Land Baden-Württemberg  
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft / Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- Unterhalt: - Regierungspräsidium Freiburg
- Messbetrieb: - Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (AUE)

Der Rheinüberwachungsstation wurde als Kontroll- und Führungsorgan ein Beirat vorgestellt. Diesem obliegt die Oberaufsicht über die RÜS. Er verabschiedet das Budget und die Jahresrechnung und beschliesst die Investitionen. Der Beirat<sup>1</sup>: für das Jahr 2015 setzt sich zusammen aus:

Beirat der Rheinüberwachungsstation in 2015:

Burkhard Schneider, LUBW  
Stephan Müller, BAFU  
Matthias Nabholz, AUE BS

Zur Unterstützung wurde dem Beirat die Fachliche Begleitgruppe der Rheinüberwachungsstation (FBR) beigelegt. Die FBR überwacht das Budget und die Ausgaben im laufenden Betrieb, behandelt Investitions- und Budgetanträge sowie Vorschläge für die Aktualisierung des Messprogrammes.

Fachliche Begleitgruppe der Rheinüberwachungsstation (FBR) in 2015

BAFU, Bern  
Dr. Christian Leu  
Dr. Anke Hofacker

LUBW, Karlsruhe  
Markus Lehmann  
Jochen Leve

---

<sup>1</sup> Vertrag über den Betrieb der Station Weil vom 03.09.91 Artikel 3

Regierungspräsidium Freiburg

Gerhard Schäuble

Ingrid Homann

Amt für Umwelt und Energie BS

Dr. Jan Mazacek

Reto Dolf

Dr. Steffen Ruppe

Eawag (Gast / Knowhow-Transfer)

Heinz Singer

Bezug ausschliesslich als PDF-Download über unsere Homepage: [www.bs.ch/rüs](http://www.bs.ch/rüs)

**INHALT**

**I. ALLGEMEINES ZUR RHEINÜBERWACHUNG.....4**

**II. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER RHEINÜBERWACHUNG IN WEIL AM RHEIN IM JAHR 2015.....6**

**1. WASSERPHASE .....9**

1.1 ZEITNAHE ÜBERWACHUNG.....9

1.1.1 GC/MS-SCREENING UND ERHÖHTE KONZENTRATIONEN.....9

1.1.2 LC/MS-SCREENING UND ERHÖHTE KONZENTRATIONEN .....9

1.1.3 MELDUNGEN DES AUE BS.....10

*Nicht gemeldete Befunde (tiefer Konzentrationsbereich).....11*

1.2 TRENDÜBERWACHUNG .....12

1.2.1 ABFLUSS.....12

1.2.2 ONLINE MESSUNGEN .....13

1.2.3 ERGEBNISSE DER TRENDÜBERWACHUNG IN 2015 (WASSERPHASE).....20

**Referenz Hochrhein.....22**

**Liste Rheinrelevanter Verbindungen.....22**

**Liste prioritärer Stoffe nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).....22**

**Stoffe aus IKSR-Liste trinkwasserrelevanter Stoffe.....22**

1.3 SONDERUNTERSUCHUNGEN .....23

1.3.1 TRITIUMÜBERWACHUNG.....23

**2. SCHWEBSTOFFPHASE .....25**

2.1 ALLGEMEINE ZUSAMMENSETZUNG UND ZUSAMMENFASSUNG .....25

2.1.1 TABELLE DER NACHGEWIESENEN VERBINDUNGEN IN DER SCHWEBSTOFFPHASE IN 2015.....25

2.2 LANGFRISTIGE TRENDÜBERWACHUNG IN SCHWEBSTOFFEN .....25

2.3 SONDERUNTERSUCHUNGEN RADIOAKTIVITÄTSMESSUNGEN.....26

**3. TECHNIK IN DER RÜS.....29**

3.1 BETRIEBSUNTERBRÜCHE IM JAHR 2015 .....30

3.2 BAUARBEITEN / TECHNISCHE ÄNDERUNGEN.....30

3.3 PROBENAHE.....30

3.4 FÜHRUNGEN IN DER RHEINÜBERWACHUNGSSTATION WEIL AM RHEIN.....31

**Anhang 1 Messprogramm 2015**

**Anhang 2 Zusammenstellung organischer Befunde mit den grössten Frachten**

**Anhang 3 Zusammenstellung niedriger Befunde im GC/MS-Screening**

**Trendüberwachung**

**Anhang 4 Nachgewiesene Verbindungen in der Wasserphase im Jahr 2015**

**Anhang 5 TRENDÜBERWACHUNG Wasserphase**

**Referenz Hochrhein**

Salze: Chlorid (Salzfracht durch Projekt Gaslager Elsass), Bromid (Kampagnen Industrie)

Nährstoffe stickstoffhaltige: Nitrat, Nitrit

Nährstoffe phosphorhaltige: ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor

**Liste Rheinrelevanter Verbindungen**

Ammonium, AOX

Metalle: Kupfer, Zink, Chrom, Arsen

Pestizide: Mecoprop, Metolachlor, N,N-Diethyl-m-toluamid (DEET)

**Liste prioritärer Stoffe nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)**

Chlorierte Lösungsmittel: Trichlormethan, Dichlormethan

Herbizide: Atrazin, Isoproturon

Additive: Diethylhexylphthalat (DEHP)

**Stoffe aus IKSR-Liste trinkwasserrelevanter Stoffe**

Komplexbildner: EDTA, NTA und DTPA

Lösungsmittel: Diglyme

Pharmakas: Carbamazepin, Diclofenac, Venlafaxin

**Anhang 6 Nachgewiesene Verbindungen in der Schwebstoffphase im Jahr 2015**

**Anhang 7 TRENDÜBERWACHUNG Schwebstoffphase**

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe PAK's: Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren

Insektizid: Hexachlorbenzol (HCB; Historischer Produktionsort in Badisch Rheinfeldern)

Metalle: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink

## I. Allgemeines zur Rheinüberwachung

Der Rhein durchströmt auf seinem 1230 Kilometer langen Weg von der Quelle bis zur Mündung in die Nordsee sechs Länder. Er ist einer der bedeutendsten Flüsse Europas. In seinem Einzugsgebiet leben 50 Millionen Menschen. In diesem Zusammenhang darf betont werden, dass von Basel an abwärts für rund 20 Millionen Menschen aufbereitetes Trinkwasser aus dem Rhein gewonnen wird. Der Rhein ist ein wichtiger Transport- und Verkehrsweg, Lebensraum, Naherholungsgebiet, Kühlwasserlieferant aber auch Vorfluter häuslicher- und industrieller Abwässer. Bis nach Basel entwässert der Rhein eine Fläche von 36'358 km<sup>2</sup>, wovon 77 % in der Schweiz liegen. Eine Bilanz der gemessenen Schadstoffe ermöglicht somit auch eine Beurteilung der in der Schweiz vollzogenen Gewässerschutzmassnahmen.

Nach der Havarie vom 1. November 1986 in Schweizerhalle (auch als Brand bei Sandoz bekannt) wurde die Wichtigkeit einer zeitnahen Überwachung der Rheinwasserqualität allgemein erkannt. In der Folge haben das Land Baden-Württemberg und die Schweiz den Staatsvertrag vom 17. Mai 1990 zum Bau der gemeinsamen Überwachungsstation in Weil am Rhein beschlossen. Diese Station wurde mit zwei Aufgaben beauftragt:

- 1) Zeitnahe Erkennung kritischer Schadstoffgehalte („Alarmüberwachung“)
- 2) Langfristige Qualitätskontrolle („Trendüberwachung“)

Abbildung 1 zeigt das Gebäude der Rheinüberwachungsstation und den Standort unterhalb der Palmrainbrücke in Weil am Rhein.

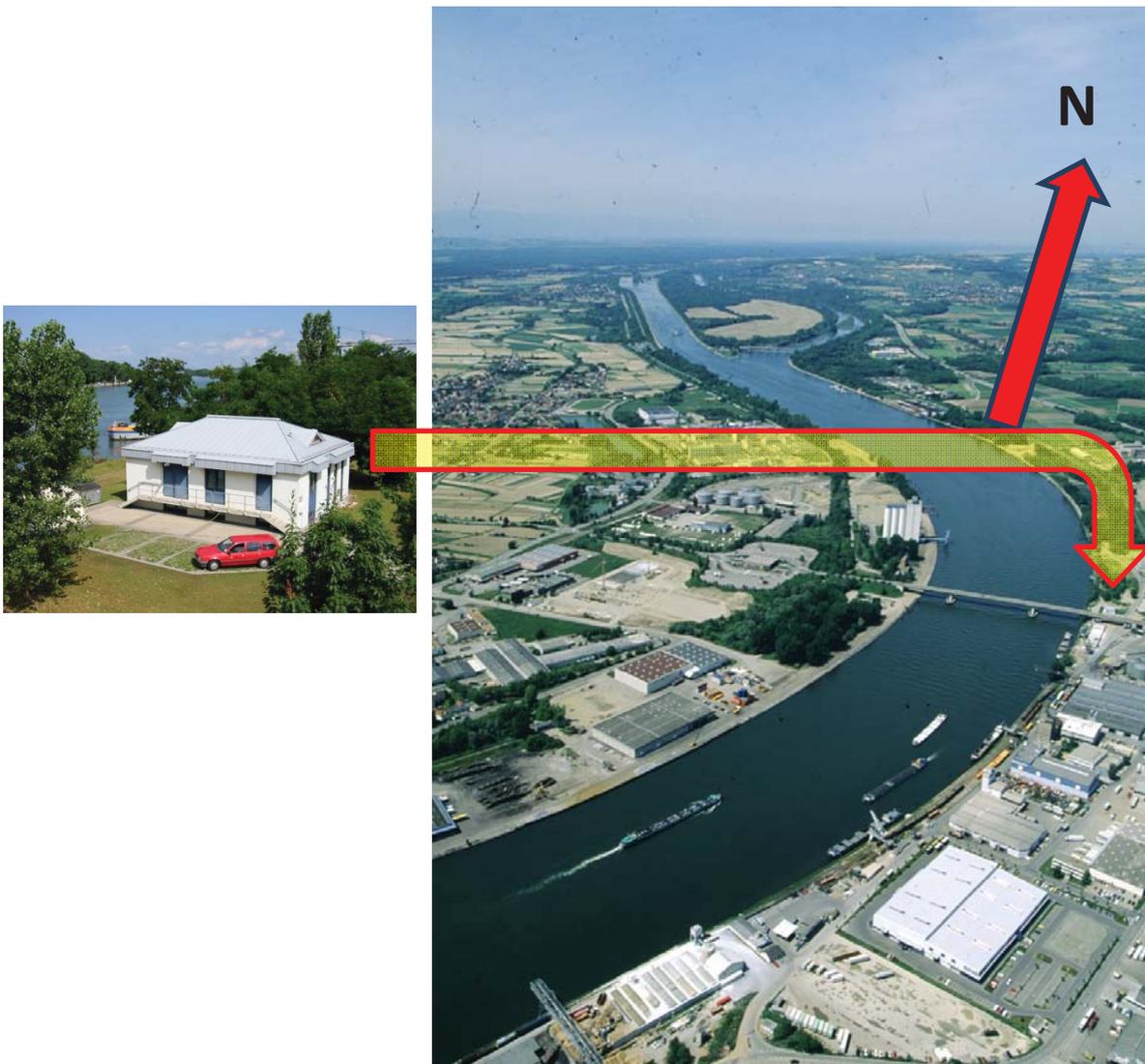


Abbildung 1: Das Gebäude (links) und Luftbild des Standortes der Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein unterhalb der Palmrainbrücke.

Um diese beiden Aufträge zu erfüllen wird das Wasser zeitaktuell, die Schwebstoffe einmal im Monat und zusätzlich bei Hochwasser untersucht.

Die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (Rheinkilometer 171,37) ist der ersten Hauptwarnzentrale (R1 Basel) angegliedert und versorgt diese mit alarmrelevanten Daten. Sie gibt auch Auskunft bei Suchmeldungen der Rheinunterlieger. Sechs weitere Messstationen liegen weiter rheinabwärts. Diese sind anderen Hauptwarnzentralen angeschlossen. Die Hauptwarnzentralen selber sind im Warn- und Alarmplan Rhein (WAP) der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR, mit Sitz in Koblenz) organisiert.

Abbildung 2 zeigt die Messstationen mit zeitnaher Alarmüberwachung im Rheineinzugsgebiet.



Abbildung 2: Karte des Rheineinzugsgebietes mit den Rheinüberwachungsstationen mit zeitnaher Alarmüberwachung.

Das Untersuchungsprogramm (siehe Anhang 1) der Station Weil am Rhein erfüllt die Belange des international abgestimmten Messprogramms der IKSr und der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer der Schweiz (NADUF). Die Station läuft seit Mai 1993 im Routinebetrieb. Die Einweihung fand am 24. September 1993 statt.

## II. Zusammenfassung der Ergebnisse der Rheinüberwachung in Weil am Rhein im Jahr 2015

Die Qualität des Rheins bei Basel kann in Bezug auf die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter als gut bezeichnet werden. Allerdings wird eine Vielzahl organischer Mikroverunreinigungen im Spurenbereich vorgefunden. Die Konzentrationen der anthropogenen Stoffe halten die Grenzwerte der verschiedenen Verordnungen und Richtlinien zum grossen Teil ein.

### Zeitnahe Überwachung - Alarmüberwachung

2015 wurden die Schwellenwerte des internationalen Warn- und Alarmplanes Rhein (WAP) zweimal im Falle von 3.9 µg/L Tetrahydrofuran (Lösungsmittel) – Meldung vom 22.2.2015 - und 4.6 µg/L AMPS (Industriechemikalie) Meldung vom 25.1.2015 - überschritten und es wurden internationale Warnungen ausgelöst<sup>2</sup>.

Im Rahmen des regionalen Meldekonzepts (Meldeschwelle 1 µg/L als <sup>13</sup>C-Coffein oder 100 kg Tagesfracht für organische Mikroverunreinigungen und 0.1 µg/L als Pestizid) wurden durch das AUE-Labor 17 auffällige Befunde entdeckt und in Zusammenarbeit mit den Emissionsbehörden beidseits des Rheins teilweise aufgeklärt. Anliegende Wasserwerke konnten dank dieser Meldungen ihre Versickerungsbereiche schützen.

Bei der physikalischen Überwachung des Rheins wurden keine Grenzwerte überschritten.

### Wasserphase - Trendüberwachung

Die Messwerte der physikalischen Kenngrössen (Sauerstoff, pH; Leitfähigkeit und Temperatur) entsprechen denen eines nur schwach belasteten Gewässers.

Die Konzentrationen der Nährstoffe, Summenparameter und Salze bestätigen die obige Beurteilung auf Basis der physikalischen Kenngrössen. Dies ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass im Einzugsgebiet ca. 6 Millionen Menschen wohnen und arbeiten. Dies zeigt auch die Reinigungsleistung der im Einzugsgebiet liegenden Kläranlagen insgesamt.

Im Rahmen des Projekts Target- und Non-Target-Screening zur Erfassung von polaren organischen Mikroverunreinigungen (wie z.B. Arzneimittel, Biozide etc.) im Rhein (TANTALOS) wurde ein Messprogramm aufgestellt und dieses für das Jahr 2015 weiter aktualisiert.

Weltweit einmalig und an einem Gewässer noch nie dagewesen wird der Rhein seit Anfang 2012 mit einer täglichen 24-h Sammelprobe mit einer hochauflösenden LC/MS (Orbitrap) untersucht. Im Jahr 2015 erfolgte diese in einem teilweise automatisierten Auswerteprozess auf 283 Verbindungen, von denen 48 Verbindungen täglich manuell nachintegriert wurden. Diese 48 Substanzen sind sogenannte Leitsubstanzen mit Schweizweiter Relevanz. Die Beurteilung der Relevanz erfolgte auf Grundlage von Vorarbeiten des BAFU und der Eawag. Es handelt sich hierbei um organische Mikroverunreinigungen mit hohen Frachten oder solche, welche u.a. auch im Rahmen der IKSr intensiv diskutiert werden. Folgende organische Mikroverunreinigungen wiesen das höchste Konzentrationsniveau auf:

---

<sup>2</sup> Meldeschwelle 3 µg/L als <sup>13</sup>C-Coffein oder 300 kg Tagesfracht oder 0.3 µg/L für Pflanzenschutzmittel oder Pharmawirkstoffe. Detaillierte Angaben zu den Meldeschwellen siehe: WARN-\_UND\_ALARMPPLAN\_RHEIN.pdf auf [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

Tabelle 1: Organische Verbindungen mit den grössten Frachten // Legende: siehe folgende Seite 8

GRUPPE	VERBINDUNG	PROBENTYP	2014 Fracht/ratio	% Positive 2014	2015 Fracht/ratio	% Positive 2015	EINHEIT	2015 MaxWert	2015 g90	2015 g50	2015 MinWert	Anzahl Messungen 2015	2015 Anzahl Befunde > BG	CAS-No	Bestimmungsgrenze	BESCHREIBUNG
KOMPLEXBILDNER	EDTA	28M MS	30	100%	29	100%	µg/L	1.4	1.3	1.0	0.7	13	13	60-00-4	0.5	Komplexbildner
EINZELSTOFFE	Tetrahydrofuran	1M MS		-	22	92%	µg/L	3.9	1.8	0.6	<0.2	78	72	109-99-9	0.2	
SUESSSTOFFE	Acetulfam	1M MS	20	100%	16	100%	µg/L	0.99	0.75	0.48	<0.003	365	364	55889-62-3	0.003	Suessungsmittel
KOMPLEXBILDNER	NTA	28M MS	15	54%	11	31%	µg/L	0.6	0.6	0.4	<0.5	13	4	139-13-9	0.5	Komplexbildner
ARZNEIMITTEL	Metformin	1M MS	10	100%	8.1	100%	µg/L	0.550	0.369	0.269	0.146	365	365	657-24-9	0.005	Antidiabetikum
EINZELSTOFFE	1,1,3,3-Tetracarboxytrilpropen	1M MS	16	100%	7.4	92%	µg/L	0.810	0.525	0.176	<0.02	365	334		0.02	
EINZELSTOFFE	Benzotriazol	1M MS	6.2	100%	6.2	100%	µg/L	0.400	0.300	0.219	0.105	365	365	95-14-7	0.01	
SUESSSTOFFE	Sucralose	1M MS	4.1	100%	4.1	100%	µg/L	0.310	0.224	0.146	0.054	365	365	56038-13-2	0.005	Suessungsmittel
EINZELSTOFFE	Summe 4-Methyl- und 5-Methyl-benzotriazol	1M MS	3.4	100%	3.1	100%	µg/L	0.279	0.150	0.110	0.050	365	365	29385-43-1	0.005	
METABOLITE	N-Acetyl-4-aminoantipyrin	1M MS	3.0	100%	3.0	100%	µg/L	0.230	0.150	0.098	0.034	365	365	83-15-8	0.001	Analgikum
EINZELSTOFFE	Toluol-4-sulfonsaure	1M MS	1.5	100%	1.9	93%	µg/L	2.9	0.085	0.023	<0.005	365	340	104-15-4	0.005	
LHKW	Summe_Halogenierte	1M MS	2.8	100%	1.8	100%	µg/L	0.262	0.133	0.062	0.004	365	365		0.25	
ROENTGENKONTRAST	Summe Iomeprol und Iopamidol	1M MS	7.6	62%	1.8	37%	µg/L	0.451	0.234	<0.15	<0.15	282	104		0.15	Röntgenkontrastmittel
METABOLITE	Valartansaeure	1M MS	1.3	100%	1.8	100%	µg/L	0.175	0.119	0.056	0.017	365	365	164265-78-5	0.01	
ARZNEIMITTEL	Gabapentin	1M MS	1.7	100%	1.7	100%	µg/L	0.100	0.081	0.058	0.029	365	365	60142-96-3	0.01	Antiepileptikum
EINZELSTOFFE	Coffein	1M MS	1.7	91%	1.7	91%	µg/L	0.310	0.091	0.043	<0.025	365	332	58-08-2	0.025	
EINZELSTOFFE	4-Dimethylaminopyridin	1M MS	1.4	39%	1.4	39%	µg/L	0.364	0.201	<0.005	<0.005	365	141	1122-58-3	0.005	
METABOLITE	4-Formylaminoantipyrin	1M MS	1.1	100%	1.4	100%	µg/L	0.084	0.063	0.047	0.012	365	365	1672-58-8	0.01	Analgikum
EINZELSTOFFE	Dioxan	1M MS		-	1.2	6%	µg/L	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	365	21	123-91-1	0.4	
ARZNEIMITTEL	Iopromidol	1M MS	1.1	24%	1.2	26%	µg/L	0.285	0.190	<0.15	<0.15	365	95	73334-07-3	0.15	Röntgenkontrastmittel
METABOLITE	Atenololsaeure	1M MS	1.3	100%	1.2	100%	µg/L	0.120	0.057	0.040	0.020	365	365	56892-14-4	0.01	Beta-Blocker
SUESSSTOFFE	Cyclohexylsulfamidsaeure	1M MS	1.0	98%	1.2	98%	µg/L	0.458	0.071	0.030	<0.01	365	358	100-88-9	0.01	Suessungsmittel
EINZELSTOFFE	4-Trifluormethyl-phenol	1M MS	1.6	85%	1.1	91%	µg/L	0.233	0.100	0.028	<0.01	359	327	402-45-9	0.01	
ARZNEIMITTEL	Valsartan	1M MS	1.2	100%	1.1	100%	µg/L	0.096	0.059	0.036	0.014	365	365	137862-53-4	0.005	Angiotensin II antagonist
SUESSSTOFFE	Saccharin	1M MS	1.2	96%	1.1	100%	µg/L	0.250	0.056	0.031	0.011	365	365	81-07-2	0.01	Suessungsmittel
ARZNEIMITTEL	Didofenac	1M MS	1.1	100%	1.0	100%	µg/L	0.100	0.066	0.036	0.007	365	365	15307-79-6	0.005	Analgikum
METABOLITE	Summe O-Desvenlafaxin und Tramadol	1M MS	0.46	65%	0.97	100%	µg/L	0.085	0.056	0.033	0.010	365	365		0.01	
EINZELSTOFFE	Triphenylphosphinoxid	1M MS	1.69	92%	0.92	76%	µg/L	0.232	0.068	0.028	<0.01	317	241	791-28-6	0.01	Antidepressivum
METABOLITE	N,N-Didesvenlafaxin	1M MS	1.11	21%	0.85	22%	µg/L	0.740	0.084	<0.01	<0.01	365	82	93413-77-5	0.01	Antidepressivum
METABOLITE	Carbamazepin-10,11-dihydro-10,11-dihydroxy	1M MS	1.07	100%	0.84	100%	µg/L	0.063	0.044	0.029	0.012	365	365	58955-93-4	0.005	
ARZNEIMITTEL	Lamotrigin	1M MS	0.82	100%	0.83	100%	µg/L	0.072	0.052	0.028	0.009	365	365	84057-84-1	0.005	
ARZNEIMITTEL	Sitagliptin	1M MS	0.49	80%	0.66	99%	µg/L	0.060	0.038	0.024	<0.01	365	360	486460-32-6	0.01	Antidiabetikum
ARZNEIMITTEL	Carbamazepin	1M MS	0.72	100%	0.64	100%	µg/L	0.060	0.040	0.023	0.008	365	365	298-46-4	0.001	Antiepileptikum
EINZELSTOFFE	Galaxolid	1M14 MS	0.66	88%	0.63	96%	µg/L	0.042	0.028	0.020	<0.01	26	25	1222-05-5	0.01	Duftstoff
ARZNEIMITTEL	Hydrochlorothiazid	1M MS	0.80	99%	0.60	92%	µg/L	0.057	0.041	0.019	<0.01	365	337	58-93-5	0.01	Diuretikum
LHKW	Chloroform	1M MS	1.06	87%	0.57	70%	µg/L	0.062	0.045	0.027	<0.02	365	257	67-66-3	0.02	
LHKW	Dichlormethan	1M MS	0.70	34%	0.56	27%	µg/L	0.180	0.070	0.040	<0.04	365	98	75-09-2	0.04	
ARZNEIMITTEL	Paracetamol	1M MS	0.33	29%	0.55	32%	µg/L	0.183	0.043	<0.01	<0.01	365	118	103-90-2	0.01	Analgikum
ARZNEIMITTEL	Irbesartan	1M MS		-	0.53	95%	µg/L	0.042	0.032	0.020	<0.01	365	345	138402-11-6	0.01	
LHKW	Tetrachlorethen	1M MS	0.58	100%	0.47	100%	µg/L	0.147	0.023	0.012	<0.01	365	365	127-18-4	0.001	
ARZNEIMITTEL	Aliskiren	1M MS	1.41	100%	0.43	91%	µg/L	0.118	0.036	0.017	<0.005	365	332	173334-57-1	0.005	
METABOLITE	Metolachlor-ESA	1M MS	0.56	94%	0.42	100%	µg/L	0.044	0.022	0.010	<0.005	365	343	171118-09-5	0.005	
PESTIZIDE	DEET	1M MS	0.42	100%	0.41	100%	µg/L	0.120	0.022	0.011	0.006	365	365	134-62-3	0.001	Repellent

**Legende zu Organischen Mikroverunreinigungen mit den grössten Frachten (Seite 7):**

SQ	Automatische Quantifizierung („semiquantitativ“)
Probentyp	1M_MS Tagesmischprobe aus der Mischung Stahl
Probentyp	1M14_MS Tagesmischprobe der Mischung Stahl alle 14 Tage
Probentyp	14M_MK Vierzehntagesmischprobe der Mischung Kunststoff
CAS-No	Chemical Abstracts System Number

Sowohl die Substanzpalette der untersuchten organischen Mikroverunreinigungen mittels Orbitrap-Methode als auch die Untersuchungsfrequenz werden für das Messjahr 2015 weiter ausgebaut.

Schwebstoffphase- Trendüberwachung

Wie im Jahresbericht 2013 bereits berichtet, wurden in der Probe vom 5. April 2013 hohe Gehalte an Hexachlorcyclohexan und der Trichlorbenzole bestimmt. Die Konzentrationen an Alpha- und Beta-HCH waren um das 100 bis 400-fach höher als der Jahresmittelwert 2012 und somit so hoch wie seit Beginn der Messreihe im Jahre 1993 nicht mehr. Bis Ende 2013 sanken die Konzentrationen wieder, waren aber gegenüber früheren Jahren noch deutlich erhöht. Die Ursache, wurde im Rückbau der Altlast der ehemaligen „Usine Kuhlmann“ gefunden. Im damaligen Betrieb wurde das Insektizid HCH hergestellt. Da in 2015 die Rückbauarbeiten infolge Neuausschreibung weitestgehend ruhten, sind die mittleren Konzentrationen des Jahres 2015 mit denjenigen des Referenzjahres 2012 vergleichbar.

**Tabelle 2: Jahresmittelwerte (2012, 2015) und Maxima (2013, 2015) von Organochlor-Pestiziden sowie chlorierten Aromaten aus der Trendüberwachung**

VERBINDUNG	Einheit	Jahresmittel 2012	Maximum 2013 5. April	Jahresmittel 2015	Maximum 2015
1,2,3-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.22	69	0.22	0.48
1,2,4-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.79	400	1.1	3.7
1,3,5-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.44	13	0.12	0.49
ALPHA-HCH	µg/kg_TS	1.25	260	3.3	13
BETA-HCH	µg/kg_TS	2.59	150	1.3	3.7
DELTA-HCH	µg/kg_TS	0.77	4.4	0.07	0.29
EPSILON-HCH	µg/kg_TS	0.41	34	0.19	0.74
GAMMA-HCH	µg/kg_TS	0.12	16	0.20	0.95

Die Belastung der Schwebstoffe mit weiteren Schadstoffen blieb im langjährigen Durchschnitt.

Abfluss

Die Abflussverhältnisse des Jahres 2015 lagen ca. 9 Prozent unter dem langjährigen Mittel. Die höchste Abflussmenge war im Mai 2015 während eines Hochwassers mit einem maximalen Tagesmittel von 2'782 m³/s zu verzeichnen.

# 1. WASSERPHASE

## 1.1 ZEITNAHE ÜBERWACHUNG

Die Wasserqualität des Rheins wird werktäglich auf 360 (Jahr 2015) organische Mikroverunreinigungen überwacht. Dies geschieht auf Basis von täglichen 24-Stunden-Mischproben (08:00 bis 08:00). Es kommen zwei Analysetechniken zum Einsatz, die Gaschromatographie und die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie. Beide sind gekoppelt mit massenspektrometrischer Detektion. Die gaschromatographisch ermittelten Resultate liegen spätestens um 14 Uhr und die flüssigkeitschromatographisch ermittelten spätestens um 16 Uhr vor. In der Regel jedoch eine Stunde früher.

Werden organische Mikroverunreinigungen in erhöhten Konzentrationen detektiert, erfolgt das weitere Vorgehen gemäss dem regionalen Meldekonzept "Ablaufschema bei erhöhten Werten in der Analytik der RÜS", welche mit den Anliegern (Baden-Württemberg, sowie den Kantonen BL und AG) vereinbart wurde: Nach einem festgelegten Schema werden die verantwortlichen Umweltbehörden, die Industriellen Werke der Stadt Basel (IWB) (Grundwasseranreicherung mit Rheinwasser in Basel) und Kläranlagen informiert. Die hierzu vereinbarte Meldeschwelle beträgt 0.1 µg/L bei Pestiziden sowie Pharmawirkstoffen und 1 µg/L bei den restlichen organischen Mikroverunreinigungen.

Werden die Schwellenwerte des internationalen Warn- und Alarmplans Rhein der IKS (WAP) überschritten, so erfolgt in einer zweiten Stufe noch eine Meldung über die internationale Hauptwarnzentrale R1 (IHWZ1) nach den Vorgaben des WAP.

### 1.1.1 GC/MS-Screening und erhöhte Konzentrationen

(Datenbasis: 365 Tage; 24-Stunden-Mischproben)

Mit dieser Methode werden 1 L Wasser mittels Festphasenextraktion über Lichrolut-N um den Faktor 20'000 angereichert und mit der GC/MS-Technik im "full-scan" Modus auf flüchtige bis schwerflüchtige Verbindungen untersucht. Die halbquantitativ abgeschätzten Konzentrationen von nicht kalibrierten Verbindungen werden in Äquivalenten der Konzentration von <sup>13</sup>C-Coffein oder 1,4-Dibrombenzol-D<sub>4</sub> angegeben >> Einheit: „µg / L als Flächenäquivalente der Referenzsubstanz“. Dieses Vorgehen hat die Arbeitsgruppe SANA der IKS standardisiert um Screening-Meldungen von Laboratorien entlang der Rheinschiene vergleichbar zu machen. Im Detail erfolgt dies folgendermassen: Die Summe der Flächen der parallel verlaufenden Massenspuren der unbekanntes Verbindung (deren TIC bei sauberen Chromatogrammen) wird

bei Verwendung des <sup>13</sup>C-Coffein mit der Fläche der Massenspur m/z=197 von <sup>13</sup>C-Coffein verglichen und dann durch drei geteilt.

bei Verwendung des 1,4-Dibrombenzol- D<sub>4</sub> mit der Summe der Flächen der Massenspuren m/z=238, 240, 242 von 1,4-Dibrombenzol- D<sub>4</sub> verglichen und dann durch zwei geteilt.

### 1.1.2 LC/MS-Screening und erhöhte Konzentrationen<sup>3</sup>

(Datenbasis: 365 Tage; 24-Stunden-Mischproben)

In dieser seit 2013 betriebenen Technologie werden 0.5 L Wasser mittels Festphasenextraktion über eine Festphasenkartusche<sup>4</sup> um den Faktor 10'000 angereichert, im LC-Eluenten verdünnt und mit der hochauflösenden LC/MS-Technik (ORBITRAP) auf schwer- und nichtflüchtige

<sup>3</sup> An der EAWAG entwickelte Technologie (M. Ruff, H. Singer, M. Loos). Publikation in Arbeit.

Anfang 2010 erfolgte die Einführung hochauflösender LC/MS-Analytik mittels ORBITRAP zur Untersuchung von wöchentlich gezogenen Proben auf 260 bekannte Verbindungen. Per Anfang 2012 wurde die Periodizität auf täglich verdichtet und seit 2013 wird noch zusätzlich ein LC/MS-Screening auf unbekanntes Verbindungen (Screening) durchgeführt.

<sup>4</sup> Die Festphasenkartusche besteht aus zwei Schichten. Oben sind 200 mg OASIS 60 µm und unten sind 350 mg einer Mischung aus ENV+ / Anionenaustauscher / Kationenaustauscher.

Verbindungen analysiert. Die von der EAWAG entwickelte Software ENVIMASS erkennt innerhalb der täglich nachgewiesenen ca. 15'000 Verbindungen solche, deren Konzentration ansteigt und gibt sie als neue unbekannte Verbindungen an. Deren Konzentration wird halbquantitativ in Äquivalenten von chromatographisch und chemisch sinnvollen internen Standards angegeben. Im positiven Modus werden zurzeit 118 isotoopenmarkierte Standards eingesetzt. Im negativen Modus sind es 23. Die Identifikation der Verbindung erfolgt über die Bestimmung der hochaufgelösten monoisotopischen Masse (Auflösung 100'000). Je besser die Auflösung ist, d.h. je genauer die monoisotopische Masse bestimmt werden kann, desto geringer ist die Anzahl der Vorschläge für Summenformeln. Mit der Summenformel wird schliesslich in Datenbanken wie ChemSpider nach grossvolumigen Chemikalien gesucht. Plausible Vorschläge werden mit käuflichen Referenzen überprüft.

Die Arbeitsgruppe SANA der IKSР ist mit einer Standardisierung der Meldungen von LC/MS-Screening Befunden beauftragt.

### 1.1.3 Meldungen des AUE BS

Tabelle 3 führt die Meldungen des AUE BS im Rahmen des internationalen Warn- und Alarmplanes Rhein (WAP), im Rahmen des regionalen Meldekonzepts und fachliche Meldungen an die Wasserwerke auf.

**Tabelle 3: Gemeldete Befunde des AUE BS im Jahr 2015.**

Beginn Welle (SAMPLE DATE)	Ende Welle (SAMPLE DATE)	Stoff	ART DER MELDUNG - BEMERKUNGEN	Tag der Maximalkonzentration	Maximal-konzentration	Fracht der Welle	Ort der Einleitung in Gewässer bekannt	Massnahmen getroffen
BEGINN WELLE	ENDE WELLE	VERBINDUNG	ART DER MELDUNG - BEMERKUNGEN	DATUM MAXIMAL-KONZENTRATION	MAXIMAL-KONZENTRATION	GESAMT-FRACHT in kg	ORT EINLEITUNG BEKANNT	MASSNAHMEN
05.01.2015	06.01.2015	Paracetamol	Regionale Meldung	05.01.2015	0.12	30	diffuse Quelle	nein
18.01.2015	18.01.2015	DEET	Regionale Meldung	18.01.2015	0.12	13	diffuse Quelle	nein
25.01.2015	10.02.2015	AMPS	Information IHWZ	25.01.2015	4.60	864	bekannt	ja
17.02.2015	02.03.2015	Tetrahydrofuran (THF)	Information IHWZ	22.02.2015	3.90	1770	ja	ja
26.03.2015	31.03.2015	p-Toloul-Sulfonsäure	Regionale Meldung	29.03.2015	2.90	615	ja	ja
28.03.2015	21.04.2015	Dioxan	Regionale Meldung	20.04.2015	1.20	1165	ja (Quelle A)	ja
18.04.2015	21.04.2015	THF	Regionale Meldung	18.04.2015	1.40	300	ja (Quelle B)	ja
01.05.2015	06.05.2015	Paracetamol	Regionale Meldung	04.05.2015	0.12	66	diffuse Quelle	nein
09.06.2015	09.06.2015	Mecoprop	Regionale Meldung	09.06.2015	0.07	9	diffuse Quelle	nein
17.06.2015	17.06.2015	Metolachlor	Regionale Meldung	17.06.2015	0.08	12	diffuse Quelle	nein
17.06.2015	17.06.2015	Terbutylazin	Regionale Meldung	17.06.2015	0.09	13	diffuse Quelle	nein
13.06.2015	25.09.2015	Tetracarbonitrilpropen	Regionale Meldung	19.09.2015	0.49	830	bekannt	Aktivkohle Behandlung
27.07.2015	28.07.2015	Mecoprop	Regionale Meldung	27.07.2015	0.12	13	Diffuse Quelle	nein
16.08.2015	26.09.2015	unbek. 236.115	Regionale Meldung	25.08.2015	1.00	ca. 2000	ja	ja
03.10.2015	06.10.2015	Tetrahydrofuran (THF)	Regionale Meldung	03.10.2015	1.60	210	ja	ja
13.10.2015	23.10.2015	Tetrahydrofuran (THF)	Regionale Meldung	22.10.2015	2.20	450	ja	ja
31.10.2015	16.11.2015	unbek. (179/207/280)	Regionale Meldung	11.11.2015	1.00	420	ja	ja
13.11.2015	16.11.2016	N,N-Didesvenlafaxin	Regionale Meldung	14.11.2015	1.10	155	ja	ja
04.12.2015	09.12.2015	unbek. (58/116/159)	Regionale Meldung	05.12.2015	1.20	300	ja	ja

Zwei von der Chemischen Industrie vorsorglich gemeldete Einleitungen von Acetonitril und 2,6-Dimethylmorpholin, konnten dahingehend beantwortet werden, dass dieser Stoff im Rhein nicht nachweisbar war.

Von der Rheinschiene unterhalb von Basel wurden insgesamt 9 Rückfragen zu Stoffen gestellt, die mittels GC/MS nachgewiesen wurden. Keiner dieser Stoffe wurde in Weil am Rhein detektiert. Das heisst, dass die Einleitung unterhalb von Weil am Rhein erfolgt sein muss.

#### Nicht gemeldete Befunde (tiefer Konzentrationsbereich)

Die Zusammenstellung niedriger Befunde im GC/MS-Screening in Anhang 3 enthält alle Substanzen, die mit ihren halbquantitativ abgeschätzten Konzentrationen über dem Schwellenwert von 200 ng/L (Nanogrammäquivalenten in Bezug auf das als internen Standard verwendete <sup>13</sup>C-Coffein) liegen, ungeachtet ihrer Wiederfindung bzw. ob sie im Blindwert des Analyseverfahrens vorkommen oder nicht<sup>5</sup>. Eine Verifikation findet somit nicht statt. Die Befunde sind durch Angabe des linearen Retentionsindex RI (ähnlich dem Kovats-Index) chromatografisch beschrieben. Die Schreibweise des Namens wurde in der Regel von der NIST<sup>6</sup> übernommen. Konzentrationen sind in Nanogrammäquivalenten von <sup>13</sup>C-Coffein pro L angegeben und entsprechen den Flächenäquivalenten bezogen auf <sup>13</sup>C-Coffein (interner Standard). Für alle Substanzen sind die Anzahl der Befunde, der Mittelwert, der Maximalwert der Konzentrationen über 200 ng/L und die fünf intensivsten Massen (Basismasse M1 = 100%) angegeben.

<sup>5</sup> Dies entspricht im Totalionenstromchromatogramm (TIC) einer Signalintensität von 1/5 der Menge (500 ng/L des eingesetzten internen Standards (<sup>13</sup>C-Coffein)).

<sup>6</sup> NIST: National Institute of Standards and Technology

## 1.2 TRENDÜBERWACHUNG

### 1.2.1 Abfluss

Der in Abbildung 3 dargestellte Abfluss des Rheins im Jahr 2015 (Pegel Bundesamt für Umwelt BAFU; Rheinhalle Basel) lag mit einem Jahresmittel von 956 m<sup>3</sup>/s um 9 Prozent tiefer als im langjährigen Mittel (Mittel der Jahre 1891 - 2014: 1'051 m<sup>3</sup>/s). Im Jahr 2015 wurde an 37 Tagen eine Hochwassersituation (Abfluss >1800 m<sup>3</sup>/s) verzeichnet. Zwischen dem 1. und dem 23. Mai war der Abfluss immer über der Hochwassermarke. Das Jahresmaximum 2015 vom 4. Mai hatte einen Spitzenwert von 3'074 m<sup>3</sup>/s und ein Tagesmittel von 2'782 m<sup>3</sup>/s. Zum Vergleich, die höchste Tagesspitze seit 1891 wurde im Mai 1999 mit 5'090 m<sup>3</sup>/s verzeichnet.

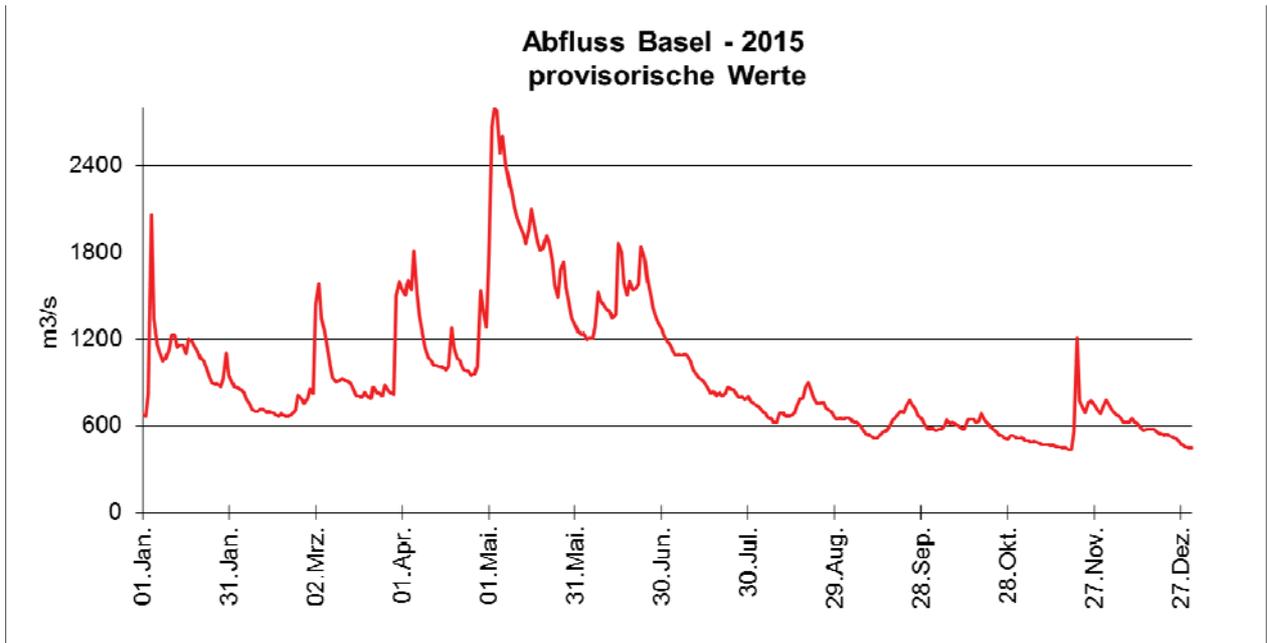


Abbildung 3: Abfluss des Rheins bei Basel in m<sup>3</sup>/s. Dargestellt sind Tagesmittelwerte des Jahres 2015 (Datenquelle BAFU).

Abbildung 4 zeigt den Abfluss des Rheins seit 1. Januar 1993. Deutlich erkennbar wird ein leicht rückläufiger Trend über die letzten 22 Jahre.

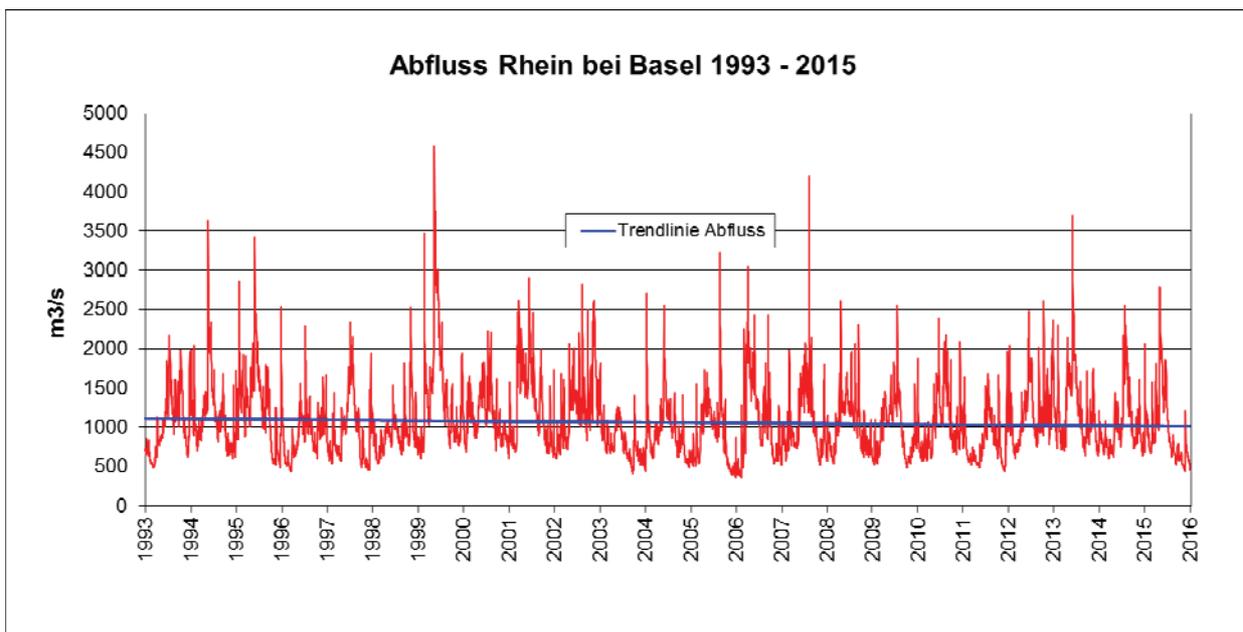


Abbildung 4: Abfluss des Rheins bei Basel in m<sup>3</sup>/s. Dargestellt sind Tagesmittelwerte von 1993 – 2015 (Datenquelle BAFU.)

### 1.2.2 Online Messungen

Die Online Messdaten für Sauerstoff [mg O<sub>2</sub>/L], die Temperatur [°C], den pH-Wert sowie die Leitfähigkeit [µS/cm] wurden für das gesamte Jahr am Messstrang 3 und der Mischung Stahl<sup>7</sup> aufgezeichnet. In der folgenden Tabelle 4 und den Abbildungen 3 bis 11 sind der Abfluss in Weil und die Online-Daten der für den gesamten Rhein repräsentativen Stahlleitung 3 (S3)<sup>8</sup> im Vergleich zu den Vorjahren tabellarisch und grafisch dargestellt.

**Tabelle 4: Mittelwert, Minimum und Maximum der gemessenen Online-Parameter im Jahr 2015. Die Parameter wurden aus Stundenmittelwerten der in S3 gemessenen Daten ermittelt. Alle Angaben sind auf die Winterzeit (GMT+0100) bezogen.**

Parameter	Mittelwert	Minimum		Maximum	
Sauerstoff mgO <sub>2</sub> /L	10.54	7.14	25.07.2015 06:00	13.87	04.01.2015 19:00
Sauerstoffsättigung %	100.4	83.0	16.08.2015 11:00	113.7	06.05.2015 16:00
pH-Wert	8.05	7.79	21.08.2015 08:00	8.33	27.04.2015 14:00
Temperatur °C	13.6	3.8	09.02.2015 10:00	24.9	23.07.2015 19:00
Leitfähigkeit µS/cm	369.7	296.3	23.11.2015 04:00	474.2	04.02.2015 19:00
Abfluss Weil aR m <sup>3</sup> /s	964	381	18.11.2015 17:00	3074	04.05.2015 19:00

Die Messwerte sind mit denjenigen der Vorjahre vergleichbar.

Das Jahr 2015 war geprägt durch den Monat Mai mit 23 Tagen im Hochwasserbereich (Niederschläge und Schneeschmelze). Am 4. Mai wurde bei einem Hochwasser der Jahreshöchstwert von 3'074 m<sup>3</sup>/s erreicht. Am Abend des 23. Juli wurde die Maximaltemperatur von 24.9°C erreicht. Die Sauerstoffsättigung lag im Mittel bei 100.4 %, war am höchsten während des Hochwassers im Mai und am niedrigsten Ende des Monats Juli. Der pH-Wert liegt aufgrund der Bikarbonatpufferung nahezu das ganze Jahr um 8.0 - 8.1.

<sup>7</sup> Die Mischung Stahl entspricht einem für den gesamten Rhein repräsentativen Gemisch aller 5 über den Rheinquerschnitt verteilten Entnahmestellen in der Werkstoffausführung Stahl.

<sup>8</sup> Die Stahlleitung 3 entnimmt das Wasser in der Mitte (ca. 94 m vom deutschen Ufer aus betrachtet) des Rheins. Sie trägt von den fünf Leitungen mit 30 Volumenprozent am meisten zum ideal durchmischten Rhein bei und kann als repräsentativ für den gesamten Rhein bezeichnet werden.

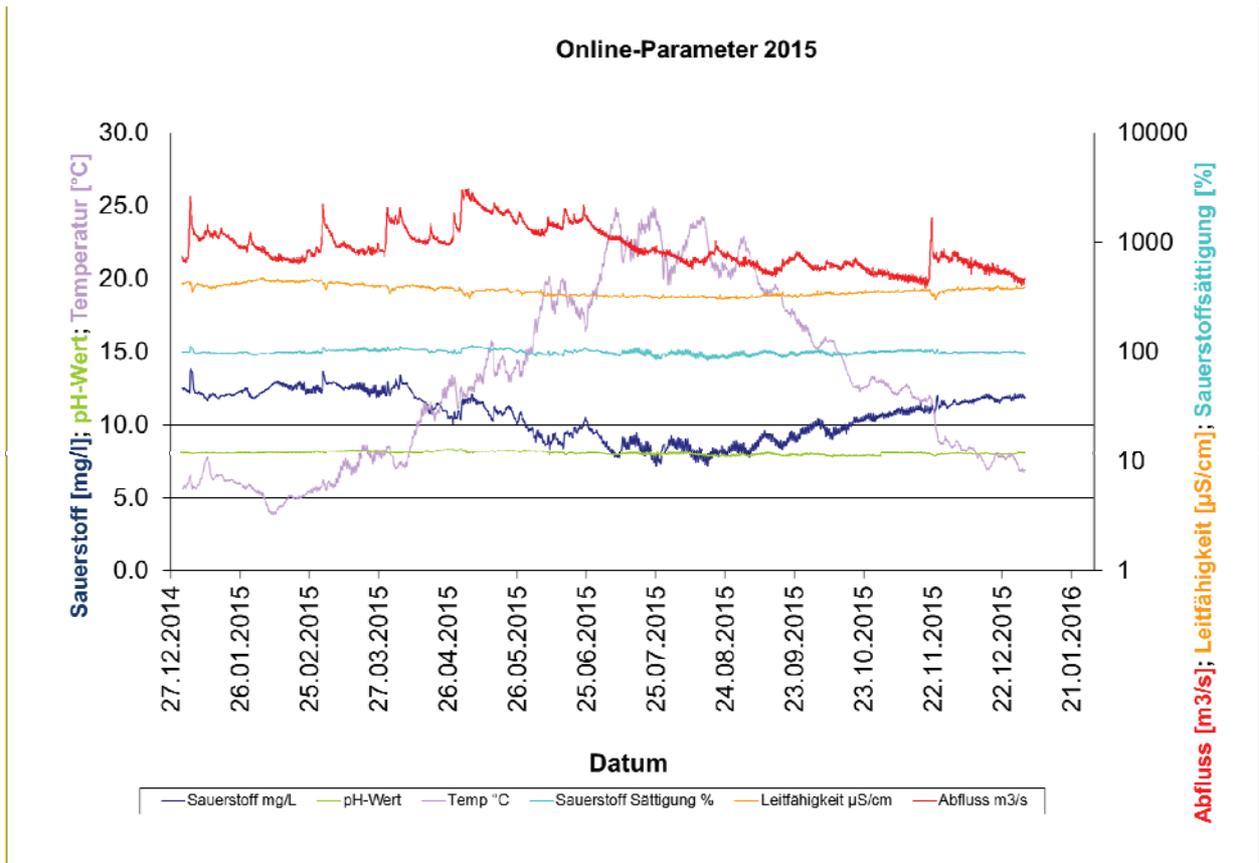


Abbildung 5: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2015 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

Zum Vergleich wird in Abbildung 6 das nasskalte Jahr 2007 und in der Abbildung 7 das Jahr 2003 aufgeführt. Das Jahr 2003 war durch einen heissen Sommer mit tiefen Abflüssen und entsprechend hohen Temperaturen geprägt.

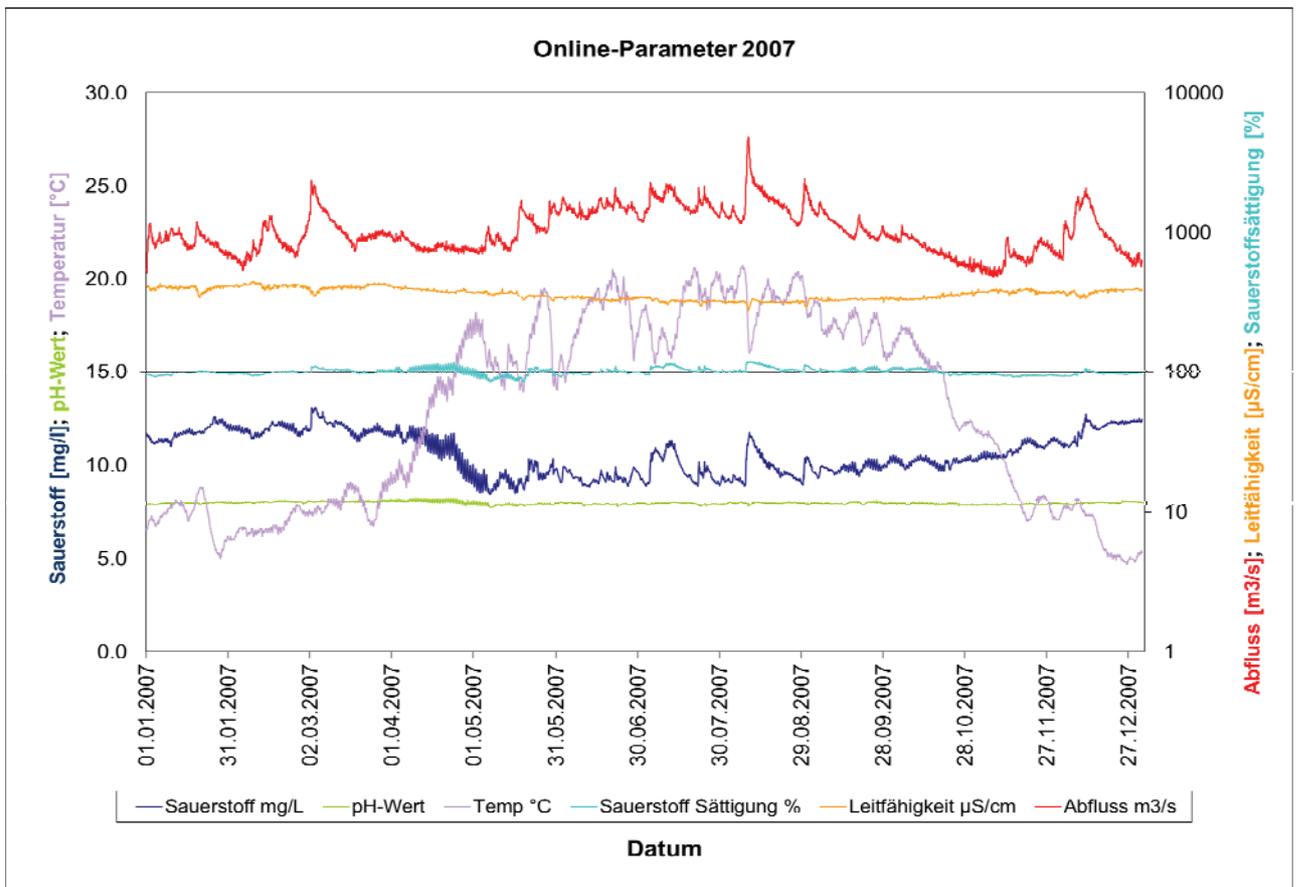


Abbildung 6: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2007 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

Bei den Daten des Jahres 2003 ist im Vergleich zu 2013 deutlich das breite Temperaturmaximum mit längeren Intervallen über 25 °C zuerkennen.

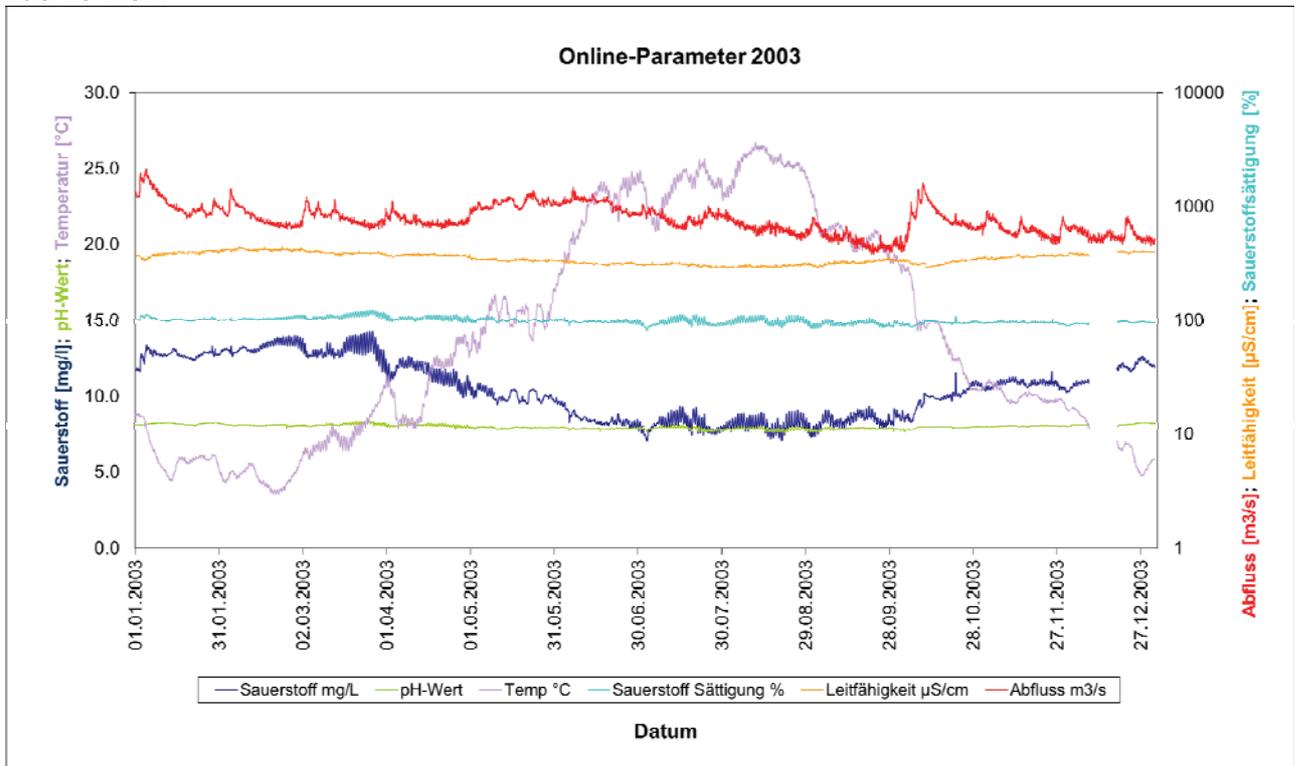


Abbildung 7: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2003 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

In Abbildung 8 sind die Tagesmittelwerte der Wassertemperatur des Jahres 2015 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Wassertemperatur der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Das Temperaturmaximum war am 23. Juli mit 24.9°C.

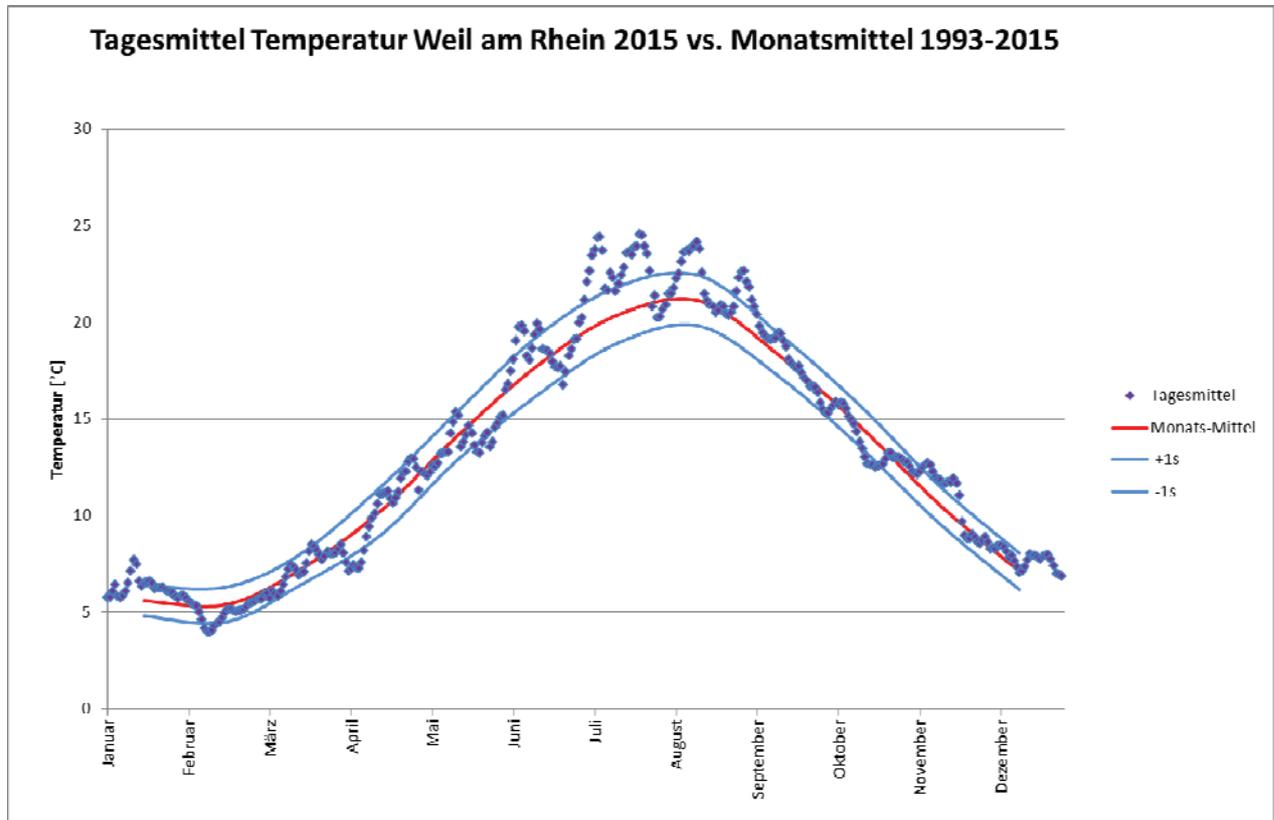


Abbildung 8: Tagesmittelwerte des Jahres 2015 überlagert mit den Monatsmittelwerten der Wassertemperatur der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) von Strang 3.

In Abbildung 9 sind die Tagesmittelwerte Abflusses des Jahres 2015 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Deutlich ist die Hochwasserspitze des Mai-Hochwassers ersichtlich. Das zweite Semester 2015 lag immer unterhalb dem langjährigen Mittel, meist sogar unterhalb der einfachen Standardabweichung. Der Mittelwert liegt bei 964 m<sup>3</sup>/s.

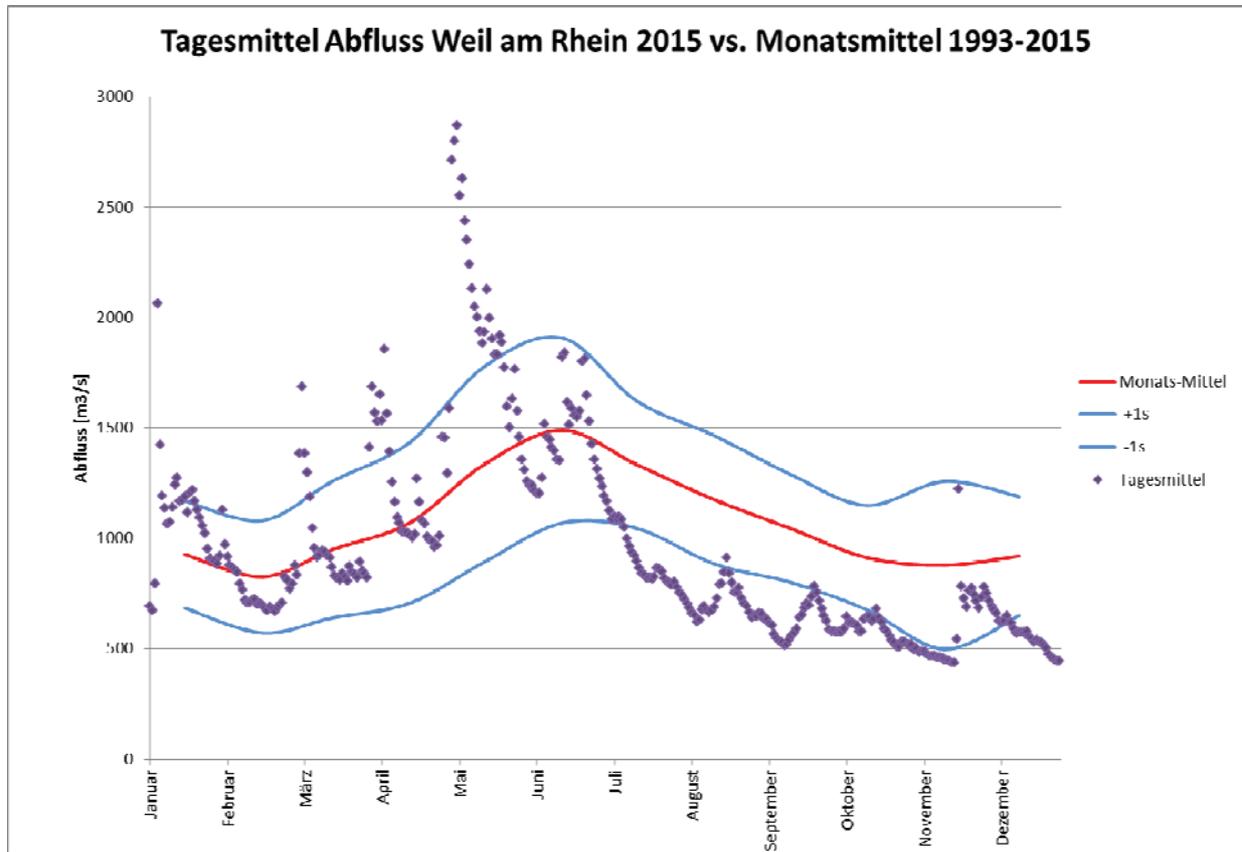


Abbildung 9: Tagesmittel des Jahres 2015 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) des Abflusses in Weil am Rhein (Rhein-Rheinhalle zzgl. Wiese-Basel)

In Abbildung 10 sind die Tagesmittelwerte der Sauerstoffkonzentration des Jahres 2015 mit den mit den Monatsmittelwerten der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Gut ersichtlich sind die parallel zu den Hochwassern auftretenden erhöhten Sauerstoffkonzentrationen. Im zweiten Semester bewegen sich die Sauerstoffkonzentrationen meist im Bereich von einer Standardabweichung.

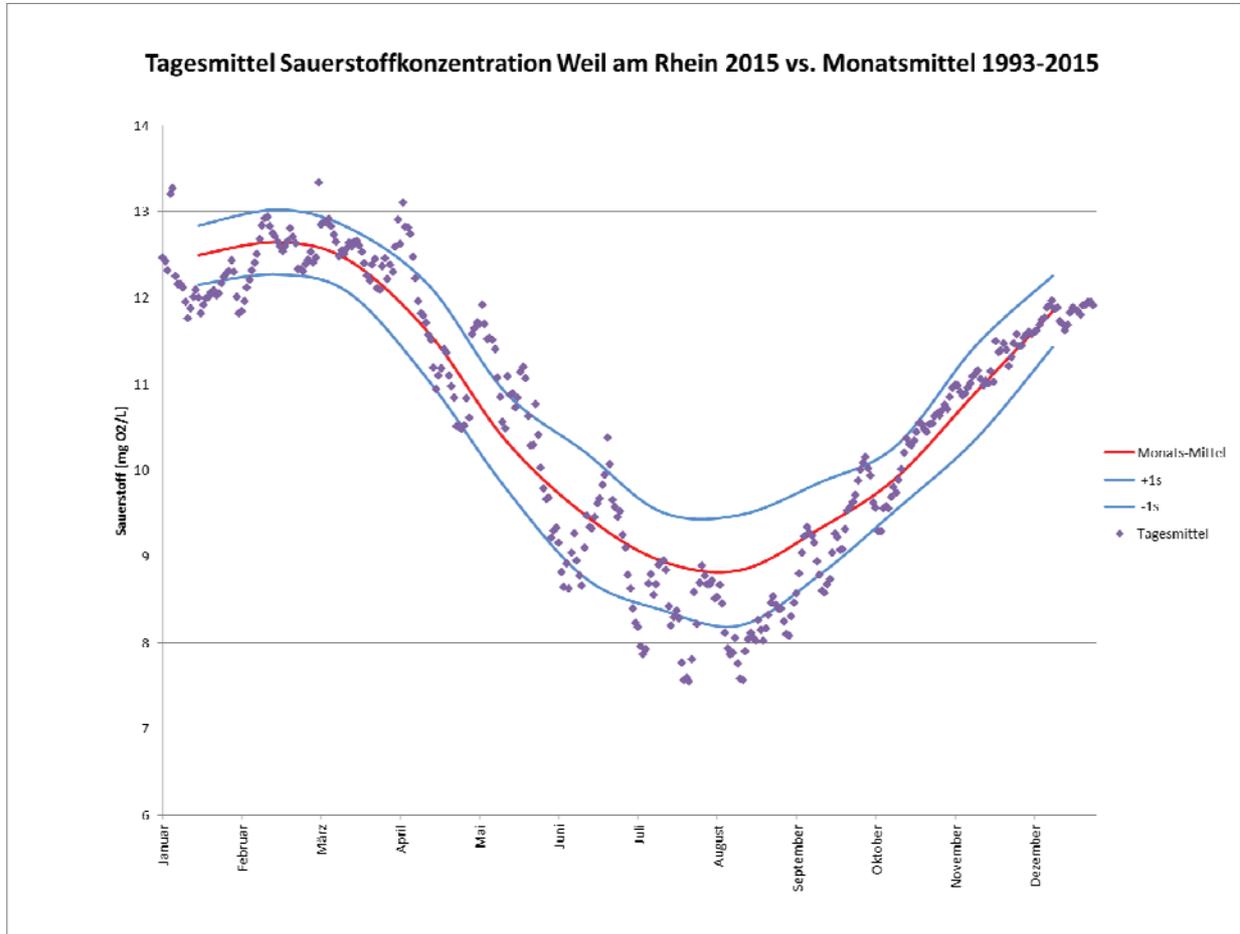


Abbildung 10: Tagesmittel der Sauerstoffkonzentration von Strang S3 des Jahres 2015 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert.

In Abbildung 11 sind die Tagesmittelwerte der Leitfähigkeit des Jahres 2015 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Leitfähigkeit der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert.

Die Leitfähigkeit ist in der kalten Jahreszeit am höchsten, da die Verdünnung der Salze mittels Schmelzwasser und Niederschlägen fehlt und zusätzlich Abtaumittel (Streusalz) eingesetzt werden.

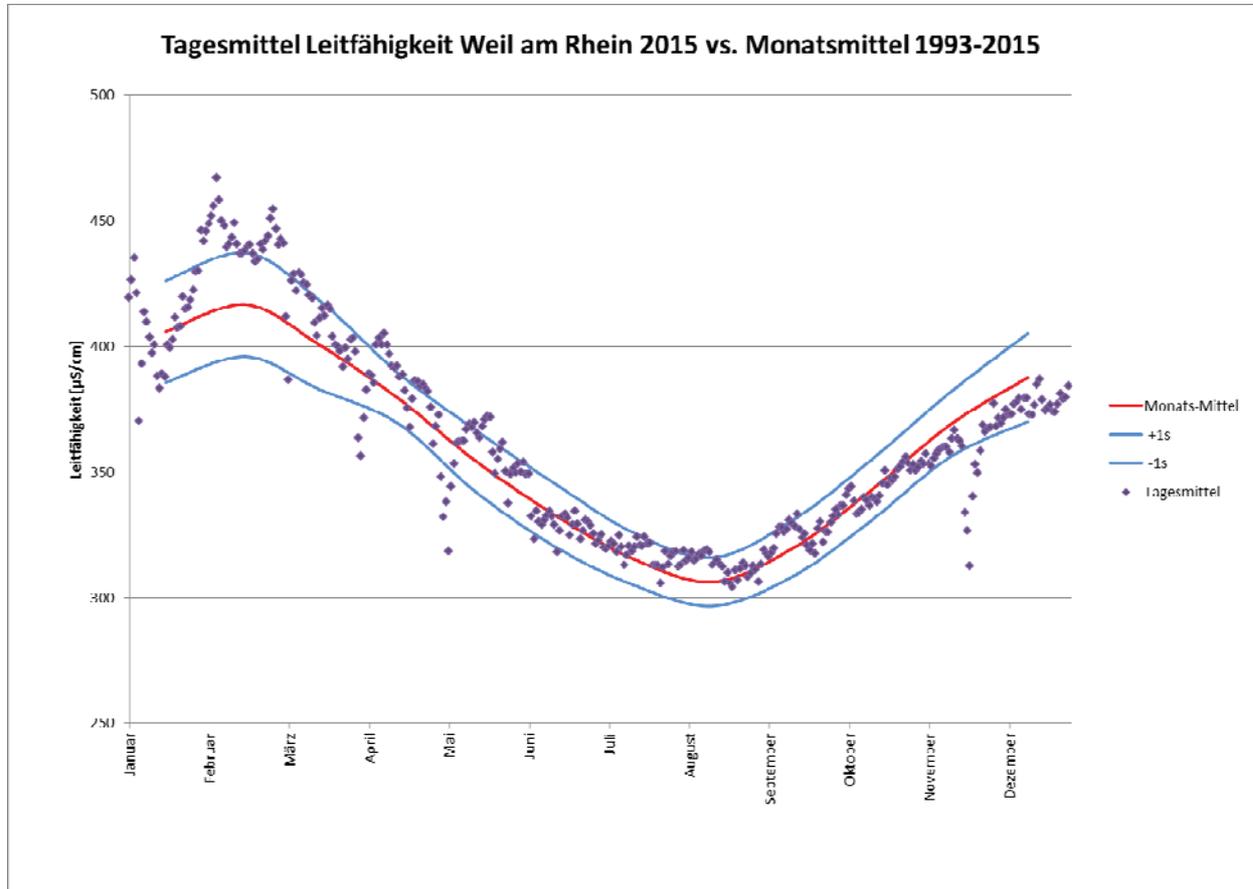


Abbildung 11: Tagesmittel der Leitfähigkeit von Strang S3 des Jahres 2015 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2015 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert

### 1.2.3 Ergebnisse der Trendüberwachung in 2015 (Wasserphase)

In Anhang 4 sind die wesentlichen Überwachungsergebnisse der Trendüberwachung in Bezug auf die Bewertungsgrundlagen (IKSR-Zielvorgaben, WRRL-Anforderungen etc.) zusammenfassend aufgeführt. Hierbei zeigt sich, dass in der Wasserphase die IKSR-Zielvorgaben sowie die einschlägigen Umweltqualitätsnormen (UQN) der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), eingehalten werden. Die Schwebstoffe werden in Kapitel 2 abgehandelt. Eine Übersicht der Resultate befindet sich in tabellarischer Form in Anhang 6.

Im Anhang 5 werden die wesentlichen Ergebnisse der Trendüberwachung für ausgewählte Kenngrößen in übersichtlicher und standardisierter Form dargestellt.

#### Schwankungsbreite Messwerte [mg/L]

Abbildung 12 erklärt, was der Box-Plot bei den Schwankungsbreiten der Messwerte aufzeigt.

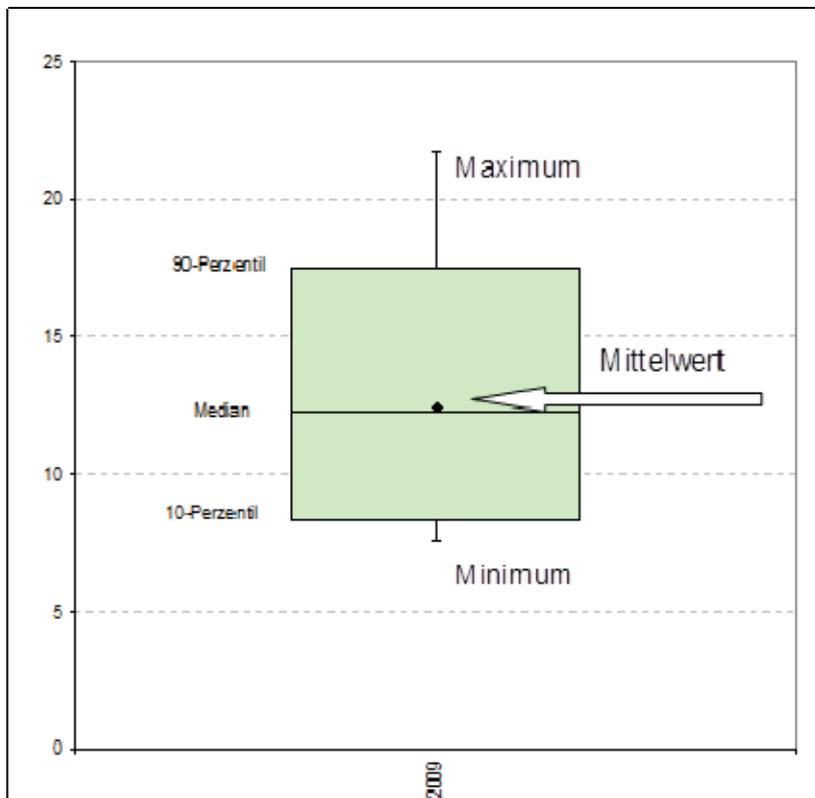


Abbildung 12: Box-Plot aus Schwankungsbreiten der Messwerte in Trendanalytik (Anhang 5 und 7)

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen Einzelwerte des Nitrat-Stickstoffs und die errechneten Frachten im Vergleich zum mittleren Abfluss während der Probenahme. Der grau unterlegte Bereich in Abbildung 13 entspricht der Bestimmungsgrenze. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen den Bereich der Einzelwerte des Nitrat-Stickstoffs und den Bereich der errechneten Tagesfrachten der Einzelwerte im Vergleich zum mittleren Abfluss während der Probenahme.

**Einzelwerte Nitrat-Stickstoff 2015 [mg NO<sub>3</sub>-N/L]**

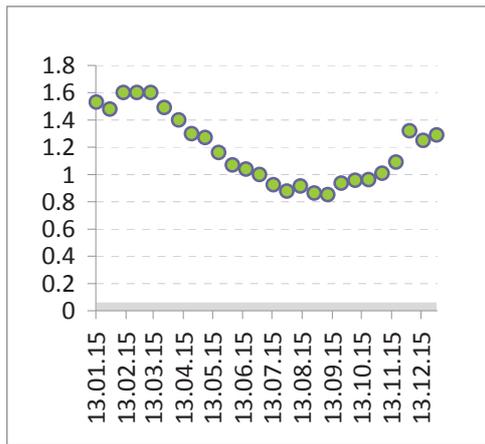


Abbildung 13 Einzelwerte [mg NO<sub>3</sub>-N/L]

**Einzelwerte Fracht 2015 Nitrat-N [t/d] vs. Abfluss [m<sup>3</sup>/s]**

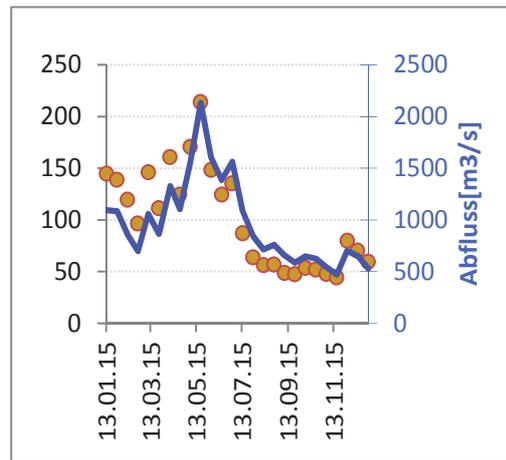


Abbildung 14 Einzelwerte Fracht [t/d] vs. Abfluss [m<sup>3</sup>/s]

**Messwert-Bereich Nitrat-Stickstoff [mg NO<sub>3</sub>-N/L]**

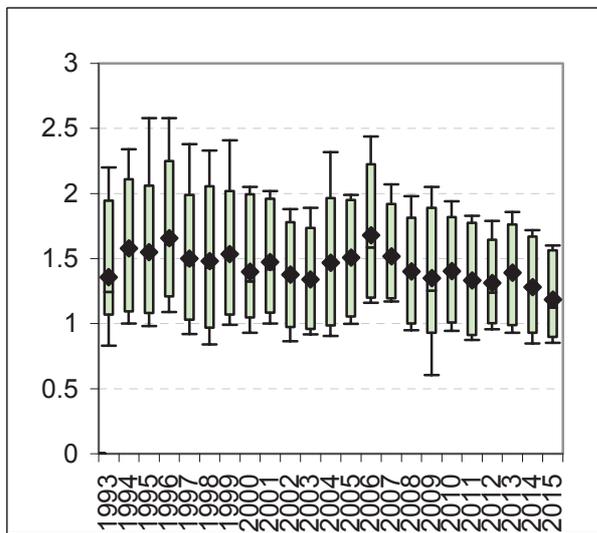


Abbildung 15 Messwert-bereich Nitrat-Stickstoff [mg NO<sub>3</sub>-N/L]

**Fracht-Bereich Nitrat-N [t/d]**

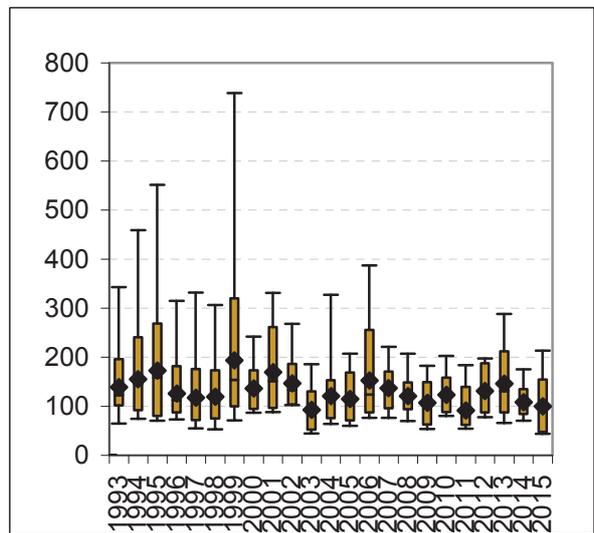


Abbildung 16 Bereich der Nitrat-Stickstoff-Fracht [t/d]

Besondere Berücksichtigung fanden hierbei ausgewählte Kenngrößen, welche nachfolgend in **Anhang 5** aufgeführt sind.

### **Referenz Hochrhein**

Salze: Chlorid (Salzfracht durch Projekt Gaslager Elsass), Bromid (Kampagnen Industrie)

Nährstoffe Stickstoffhaltige: Nitrat, Nitrit

Nährstoffe Phosphorhaltige: ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor

### **Liste Rheinrelevanter Verbindungen**

Ammonium

Metalle: Kupfer, Zink, Chrom, Arsen

Pestizide: Mecoprop, Metolachlor, *N,N*-Diethyl-*m*-toluamid (DEET)

### **Liste prioritärer Stoffe nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)**

Chlorierte Lösungsmittel: Trichlormethan, Dichlormethan

Herbizide: Atrazin, Isoproturon

### **Stoffe aus IKSR-Liste trinkwasserrelevanter Stoffe**

Komplexbildner: EDTA, NTA und DTPA

Lösungsmittel: Diglyme

Pharmawirkstoffe: Carbamazepin, Diclofenac, Venlafaxin

### 1.3 SONDERUNTERSUCHUNGEN

#### 1.3.1 TRITIUMÜBERWACHUNG

(Datenbasis: 365 Tage; 24-Stunden-Mischproben)

In Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Labor Basel-Stadt wurde im Jahr 2007 ein Programm zur lückenlosen Überwachung der Tritiumaktivität des Rheins bei Basel gestartet. Hierzu werden 24-Stunden-Mischproben gesammelt und im Kantonalen Laboratorium auf Tritium untersucht.

Der durchschnittliche Tageswert betrug im Berichtsjahr 5.9 Bq/L gegenüber 6.4 Bq/L im Vorjahr. Dies entspricht im Mittel einer Tritiumtagesfracht von 502 GBq (Vorjahr 567 GBq).

Eine Frachtbilanz der Basler Tritiumemittenten zeigt, dass der Tritiumeintrag im Raume Basel nur einen vernachlässigbaren Beitrag zur Tritiumfracht im Rhein darstellt. Diese erhöhten Werte sind auch nicht auf ein Hochwasser zurückzuführen. Sie treten in der Regel vor Wartungsarbeiten der Schweizer AKW's auf und sind vorbereitenden Arbeiten zuzuordnen. In Abbildung 17 sind die Tritiumaktivitäten der letzten acht Jahre und die Wartungsperioden der schweizerischen AKWs als gelbe Balken eingezeichnet.

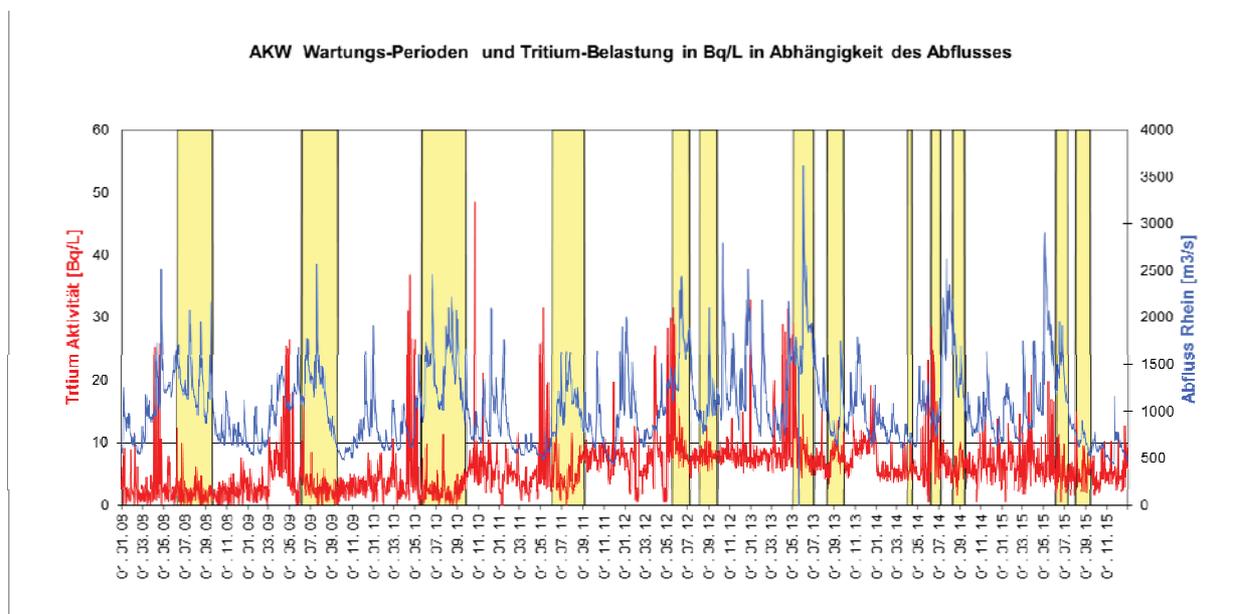


Abbildung 17: AKW-Wartungsperioden (gelbe Balken) und Tritiumbelastung in Bq/L im Vergleich zum Abfluss der Jahre 2008 bis 2015

Wie aus Abbildung 18 ersichtlich ist, verliessen im Berichtsjahr ca. 183 TBq Tritium via Rhein die Schweiz. Im Vorjahr waren es ca. 207 TBq Tritium, 1.5 TBq Tritium sind es alleine an dem einen Tag, mit einer Konzentration von 20.8 Bq/L.

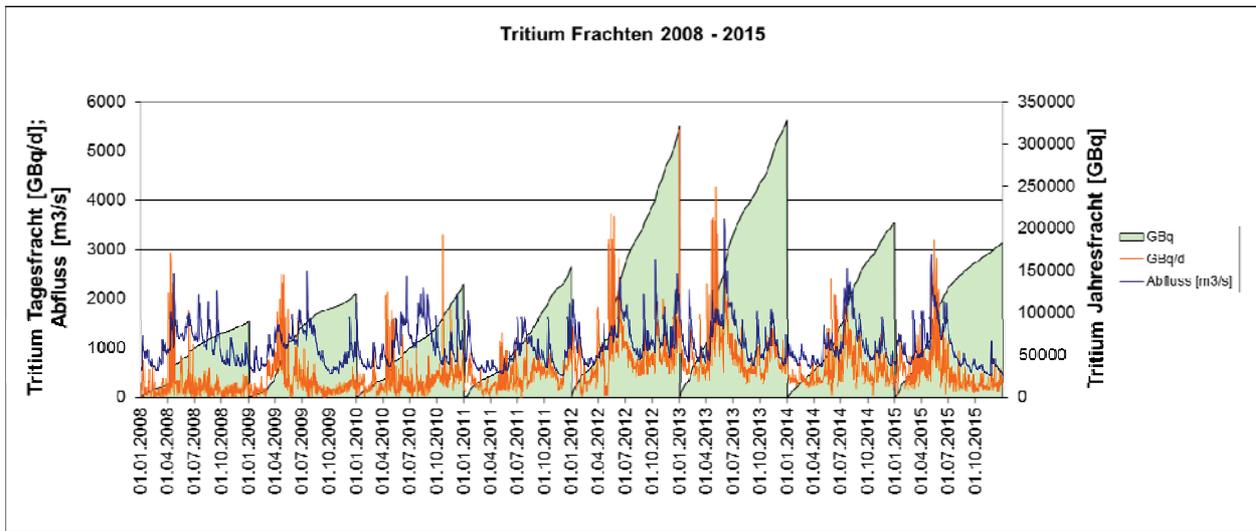


Abbildung 18: Verlauf der Tritiumtagesfrachten und -jahresfrachten des Rheins bei Basel in den Jahren 2008-2015.

Abbildung 19 zeigt die Tritiumaktivitäten im Vergleich zu Tritiumfrachten in Abhängigkeit vom Abfluss.

Die häufig erhöhten Frachten auch bei niedrigen Abflüssen belegen das Bild erhöhter Konzentrationen, die unabhängig vom Abfluss auftreten.

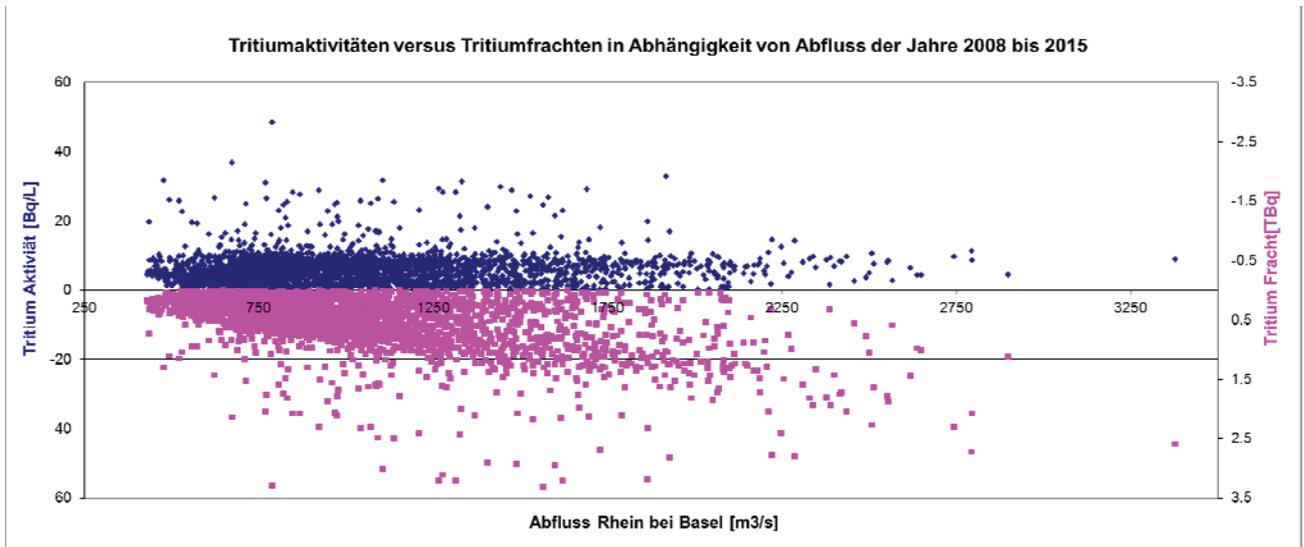


Abbildung 19: Tritiumaktivitäten im Vergleich zu Tritiumfrachten in Abhängigkeit vom Abfluss der Jahre 2008 bis 2015

## 2. Schwebstoffphase

Die Schwebstoffuntersuchungen wurden bis 2006 14-tägig und nachfolgend mit reduzierter Untersuchungsfrequenz von einer Probenahme alle 28 Tage mittels Durchlaufzentrifuge durchgeführt. In ansteigenden Hochwasserwellen werden zusätzliche Schwebstoffproben gezogen (ab einem Pegel in Rheinfelden von 3.50 m, was einem Abfluss von mehr als 1800 m<sup>3</sup>/s entspricht).

Für die aufwändigen chemischen Analysen im Schwebstoff werden rund 100 g Feststoff benötigt. Hierzu wird die Durchlaufzentrifuge – je nach Abfluss und Schwebstoffführung – zwischen 0.5 bis 120 Stunden betrieben. Die Schwebstoffe werden auf solche chemischen Verbindungen untersucht, die sich erfahrungsgemäss stark an Schwebstoffen anlagern. Ein Teil des gewonnenen Schwebstoffs wird gefriergetrocknet und in einer Kugelmühle gemahlen. Angegebene Gehalte der Feststoffproben beziehen sich immer auf die Trockensubstanz.

### 2.1 ALLGEMEINE ZUSAMMENSETZUNG UND ZUSAMMENFASSUNG

(Datenbasis: 14 Untersuchungen)

Der Rhein bei Basel enthielt im Jahr 2015 in den beprobten Zeiträumen im Mittel 42 mg Schwebstoff pro Liter Wasser. Sie umfassten zwei reguläre sowie zwei zusätzliche Hochwasserprobenahmen. Dieser Wert liegt über dem Bereich der Vorjahre (Statistische Kenngrössen 1994 - 2013: Mittelwert 25.5 mg/L, absolutes Minimum 1 mg/L, absolutes Maximum 1067 mg/L). Im Allgemeinen ist der Schwebstoffgehalt stark abflussabhängig. In den zwei zusätzlichen Hochwasserbeprobungen wurden Schwebstoffgehalte bis 89 mg/L erreicht.

#### 2.1.1 Tabelle der nachgewiesenen Verbindungen in der Schwebstoffphase in 2015

Die Befunde der nachgewiesenen Verbindungen in der Schwebstoffphase in 2015 sind in tabellarischer Form in Anhang 6 zu finden. Die grafische Darstellung der einzelnen Messresultate für die Schwebstoffphase im Jahr 2015 befindet sich in Anhang 7.

Im Anhang 6 werden die wesentlichen Ergebnisse der Trendüberwachung für ausgewählte Kenngrössen in übersichtlicher und standardisierter Form dargestellt. Die aufgeführten Verbindungen finden sich in Kap. 2.2.

### 2.2 Langfristige Trendüberwachung in Schwebstoffen

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK's: Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren  
Insektizid: Hexachlorbenzol (HCB; Historischer Produktionsort in Badisch Rheinfelden)  
Metalle: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink.

Die Übersicht der Befunde der Schwebstoffe sind im Anhang 7 aufgeführt (siehe auch hierzu die Erklärungen zu Abbildungen 13 bis 15 in Kapitel 1.2.3 Trendüberwachung in der Wasserphase).

### 2.3 SONDERUNTERSUCHUNGEN Radioaktivitätsmessungen

(Datenbasis: 13 Untersuchungen, 9 natürliche - und 7 künstliche Radionuklide)  
 Die Schwebstoffproben wurden im Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt (KL-BS) auf Radio-Nuklide untersucht.

Sämtliche Resultate wurden mit Gammaskpektrometrie ermittelt mit Ausnahme des Poloniums (<sup>210</sup>Po)<sup>9</sup>. Die Schwebstoffproben wurden im Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt gesammelt, gefriergetrocknet und gemahlen. Aus der <sup>238</sup>U-Reihe konnten <sup>214</sup>Bi und <sup>214</sup>Pb mit Gammaskpektrometrie direkt bestimmt werden. <sup>226</sup>Ra lässt sich nach entsprechender Gleichgewichtseinstellung zwischen <sup>226</sup>Ra und <sup>222</sup>Rn indirekt aus den Aktivitäten von <sup>214</sup>Bi bzw. <sup>214</sup>Pb bestimmen. Aus der <sup>232</sup>Th-Reihe sind die Nuklide <sup>228</sup>Ac, <sup>212</sup>Pb, <sup>212</sup>Bi und <sup>208</sup>Tl direkt messbar. <sup>224</sup>Ra lässt sich indirekt via <sup>212</sup>Pb, bzw. <sup>212</sup>Bi bestimmen. <sup>228</sup>Ra steht mit <sup>228</sup>Ac im Gleichgewicht und weist somit die gleiche Aktivität auf.

#### Ergebnisse

Die Überwachung zeigte wie in den Vorjahren geringe Aktivitäten bei künstlichen Radionukliden wie <sup>134</sup>Cs, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co und <sup>54</sup>Mn, sowie nuklearmedizinisch verwendeten, kurzlebigen Radionukliden (z.B. <sup>131</sup>I, <sup>67</sup>Ga etc.) im Rheinschwebstoff bei Basel.

Deutliche Aktivitäten wurden für <sup>137</sup>Cs und <sup>177</sup>Lu festgestellt. Die entsprechenden Immissionsgrenzwerte wurden bei allen gemessenen Radionukliden eingehalten. Die Ergebnisse der künstlichen Radionuklide finden sich in Tabelle 5.

**Tabelle 5: Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff im Jahr 2015, Anzahl der Befunde und entsprechende Immissionsgrenzwerte gemäss Schweizer Strahlenschutzverordnung.**

Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff 2015							
Aktivität (Bq/kg)/Nuklid	<sup>177</sup> Lu	<sup>137</sup> Cs	<sup>131</sup> I	<sup>65</sup> Zn	<sup>54</sup> Mn	<sup>60</sup> Co	<sup>177m</sup> Lu
Mittlere Aktivität	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>3.4</b>	<b>4.1</b>	<b>4.1</b>	<b>1.6</b>	<b>3.0</b>
Anzahl Positiv Befunde	13	14	9	1	1	1	2
Immissionsgrenzwert	400	16	10	60	200	5	120

In Abbildung 20 ist der Verlauf des künstlichen Radionuklids <sup>137</sup>Cs im Jahr 2015 gezeigt. Das künstliche Radionuklid <sup>134</sup>Cs konnte nicht nachgewiesen werden. In Abbildung 21 ist der Verlauf der künstlichen Radionuklide <sup>131</sup>I und <sup>177</sup>Lu aufgeführt. <sup>177</sup>Lu wird bei der Peptidrezeptor-Radionuklid-Therapie (PRRT) unter anderem im Magen-Darm-Trakt, der Lunge und der Bauchspeicheldrüse eingesetzt, wogegen <sup>131</sup>I bei Schilddrüsenvergrößerung und bestimmten Formen des Schilddrüsenkrebses zum Einsatz gelangt.

<sup>9</sup> Für die Bestimmung des Poloniums (<sup>210</sup>Po) wurde Schwebstoff mit Säure/Peroxid im Mikrowellenofen aufgeschlossen. Das Polonium wurde in der Aufschlusslösung an eine Silberfolie abgeschieden und anschliessend alphaspektrometrisch bestimmt.

**<sup>137</sup>Cäsium**

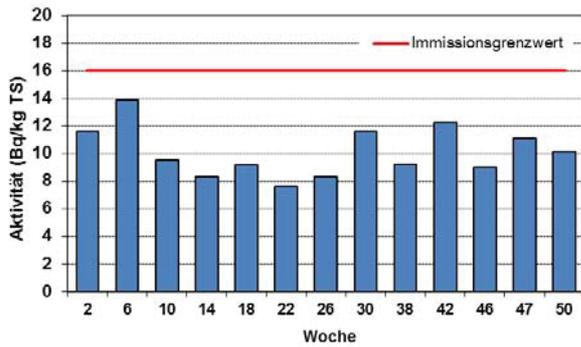


Abbildung 20: Verlauf des künstlichen Radionuklids <sup>137</sup>Cs im Jahr 2015.

**<sup>131</sup>Iod und <sup>177</sup>Luthetium / <sup>177m</sup>Luthetium**

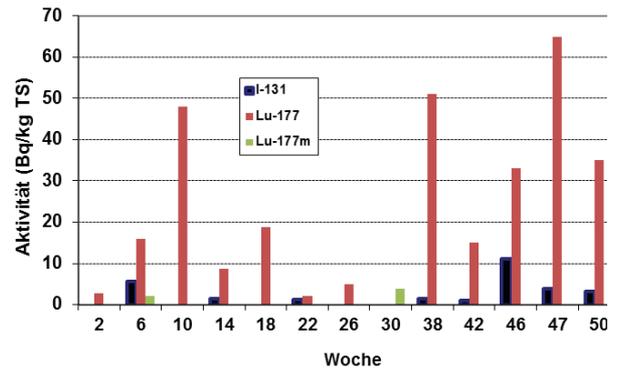


Abbildung 21: Verlauf der künstlichen Radionuklide <sup>131</sup>I, <sup>177</sup>Lu und <sup>177m</sup>Lu im Jahr 2015

Die Aktivitäten der natürlichen Radionuklide finden sich in Tabelle 6.

**Tabelle 6: Mittlere Aktivitäten natürlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff im Jahr 2015 und Anzahl der Befunde.**

Mittlere Aktivitäten natürlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff bei Weil am Rhein 2015									
Aktivität (Bq/kg)	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	<sup>224</sup> Ra	<sup>226</sup> Ra	<sup>228</sup> Ra	<sup>210</sup> Pb	<sup>210</sup> Po	<sup>235</sup> U	<sup>227</sup> Ac
Mittlere Aktivität	395	325	34	26	32	260	86	6.04	<1
Anzahl Positive Befunde	14	14	14	13	14	13	12	1	0

Die Abbildungen 22 bis 24 zeigen die Gehalte der natürlichen Radionuklide im Rheinschwebstoff. Das natürliche Nuklid <sup>40</sup>K ist aufgrund des hohen Tonmineralienanteils des Rheinschwebstoffes dominant vertreten. Die Aktivitäten an natürlichen Radionukliden waren erwartungsgemäss relativ konstant.

**<sup>40</sup>Kalium und <sup>7</sup>Beryllium**

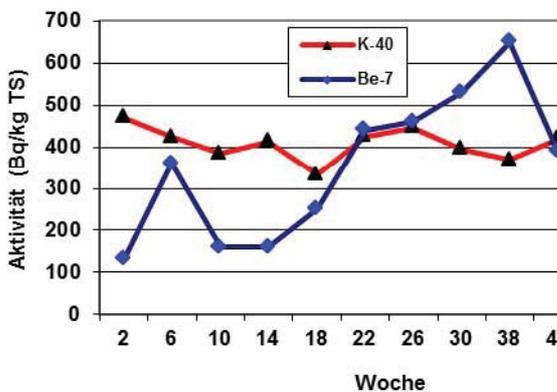


Abbildung 22: Verlauf der Nuklide <sup>40</sup>K und <sup>7</sup>Be im Jahr 2015.

### Radium

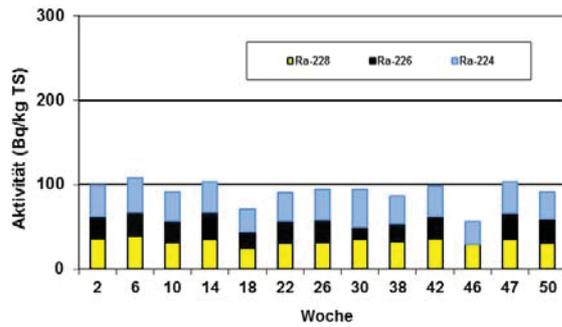


Abbildung 23: Verlauf der natürlichen Radiumnuklide <sup>228</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra und <sup>224</sup>Ra im Jahr 2015

### Blei und Polonium

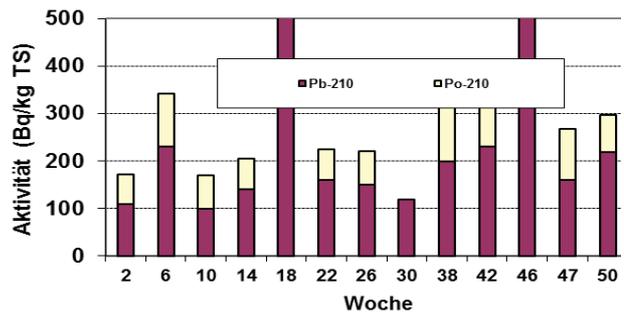


Abbildung 24: Verlauf der natürlichen Radionuklide <sup>210</sup>Pb und <sup>210</sup>Po im Jahr 2015

<sup>210</sup>Pb ist gammaspektrometrisch schlecht erfassbar, weshalb der Messfehler entsprechend grösser ist als bei den anderen gammaspektrometrisch erfassbaren Radionukliden. Eine Aussage bezüglich des Aktivitätsverlaufs und des Ungleichgewichts mit dem Tochternuklid <sup>210</sup>Po lässt sich deshalb nicht machen.

Die Tatsache, dass die Aktivitäten der natürlichen Radionuklide bei Hochwasserabfluss nicht ansteigen, deutet darauf hin, dass es sich hauptsächlich um diffuse Einträge handelt (Abschwemmungen von Böden).

### 3. Technik in der RÜS

Die Probenahme erfolgt im Querprofil an 5 Stellen im Rhein (siehe Abbildung 25). Aus den fünf Einzelsträngen wird durch eine Mischbatterie eine abflussgewichtete Mischung erstellt, die repräsentativ für den gesamten Rhein ist. Diese Mischung wird untersucht. Finden sich erhöhte Werte einer organischen Mikroverunreinigung, kann auf Rückstellproben aus den Einzelsträngen zurückgegriffen werden. Da das Abwasser der Einleiter, die unterhalb des Kraftwerks Birsfelden einleiten, bei der Messstation nicht durchmischt ist, kann hierdurch der Ort der Einleitung (rechts- oder linksrheinisch oder oberhalb Kraftwerk Birsfelden) eingegrenzt werden. Insgesamt sind 11 automatische Probenehmer zur kontinuierlichen Entnahme von Tagesmischproben installiert. Hierdurch können Tagesmischproben für einen Zeitraum von bis zu 30 Tagen für weiterführende Untersuchungen rückgestellt werden.

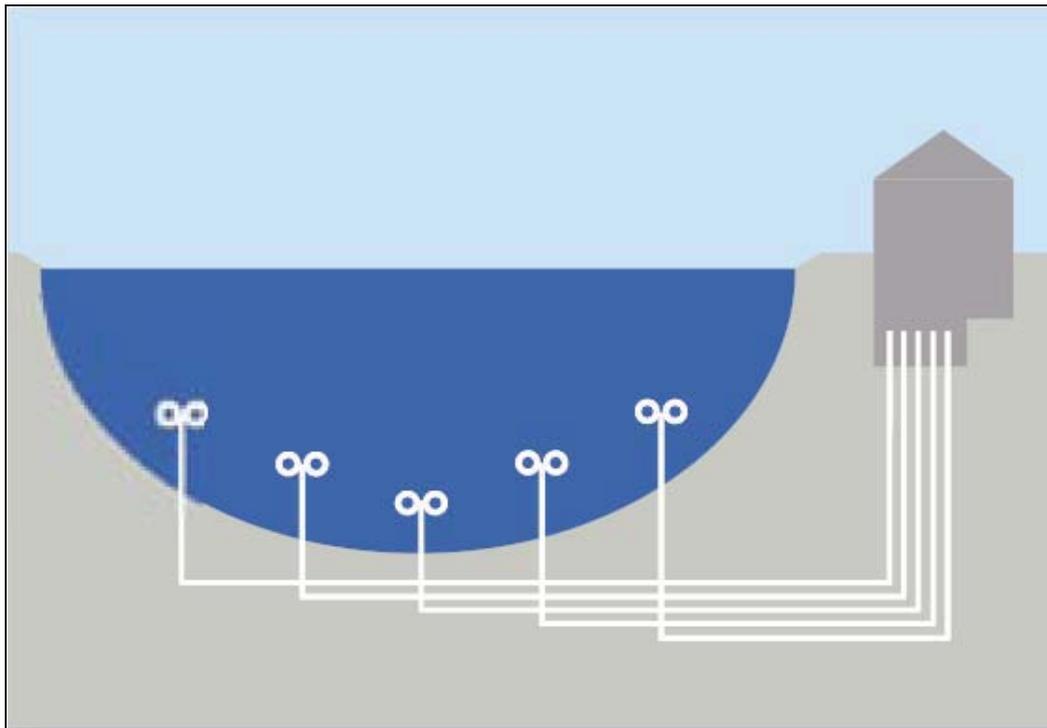


Abbildung 25 Querprofil der Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein mit schematischer Anordnung der 5 Probenstränge (Kunststoff und Stahl) .

Die Probennahmestellen sind doppelt ausgelegt. Je eine Leitung aus Kunststoff (K1 - K5; Metallanalytik) und Edelstahl (S1 – S5; organische Spurenanalytik) befördern das Wasser in den Pumpenkeller. Die maximale Rohrlänge beträgt 183 m. Durch jeden Strang werden in einer Stunde 15 m<sup>3</sup> Wasser gepumpt. Für die gesamte Station ergibt das im Jahr ca. 1.3 Mio m<sup>3</sup> Rheinwasser. Diese Menge entspricht ca. 5 % des Wasserverbrauchs der Stadt Basel<sup>10</sup> oder bei einem durchschnittlichen Verbrauch von ca. 350 Liter Wasser am Tag dem Jahresverbrauch von ca. 10'000 Personen.

Die Schwebstoffe werden monatlich und zusätzlich bei Hochwasser mittels einer Durchlaufzentrifuge (Typ Padberg Z61) gesammelt. Die Probenahmezeit beträgt je nach Schwebstoffführung des Rheins 0.5 - 120 Stunden.

<sup>10</sup> Angaben Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt

### 3.1 BETRIEBSUNTERBRÜCHE IM JAHR 2015

Die Ausfallzeiten von Einzelsträngen oder dem gesamten Querschnitt im Jahr 2015 können der Tabelle 7 entnommen werden.

**Tabelle 7 Betriebsunterbrüche von Strängen im Jahr 2015**

Pumpen	Datum	Grund
K5	04.02.2015 08:00 - 06.02.2015 12:00	Pumpe defekt
K1-K5; S1-S5	07.06.2015 22:15Uhr- 08.06.2015 03:10Uhr	Stromausfall infolge Gewitter Zellschluss USV
K1-K5; S1-S5	03.07.2015 10:55Uhr- 03.07.2015 12:15Uhr	Spannungsschwankungen Überspannung (defekte Sicherungen) / Stromausfall
Kurze Unterbrüche K1-K5; S1-S5	27.11.2015	Kurze Unterbrüche wegen Wartungsarbeiten (Ölwechsel)

Ausserhalb der aufgeführten Unterbrüche bestand "Normalbetrieb", also Versorgung der Station mit den Strängen S1 – S5 und K1 - K5.

### 3.2 BAUARBEITEN / TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Es wurden seitens Düker und Leitungsführung keine bauliche Änderungen vorgenommen.

Im November konnte auf dem Dach der Station eine 9.88 kWp Solaranlage in Betrieb genommen werden. Der erzeugte Strom wird zu 100% zur Eigenversorgung der Messstation genutzt.

Die sicherheitstechnische Überprüfung durch den TÜV ergab keinen Handlungsbedarf.

Die alle zwei Jahre fällige Überprüfung der Entnahmestellen im Rhein durch Berufstaucher ergab keinen Handlungsbedarf.

### 3.3 PROBENAHMEN

Ersatz der letzten zwei der fünf gekühlten Ereignis-Probenehmers der Firma WaterSam für die Sicherung von 23 Halbtages-Rückstellproben à 1.8 L mittels offener Probenahme und Auszugschublade.

### **3.4 FÜHRUNGEN IN DER RHEINÜBERWACHUNGSSTATION WEIL AM RHEIN**

2015 wurden im Rahmen der Zusammenarbeit mit anderen Stellen und der Öffentlichkeitsarbeit folgende Führungen durchgeführt:

- Delegation BAFU Sektion Hydrologische Grundlagen und Oberflächengewässer
- Delegation BAFU Abteilung Gefahrenprävention
- ERFA-CH Grosskläranlagen der Schweiz
- Delegation aus Südkorea für Bau einer Überwachungsstation
- Verband der Vorsteher der Kantonalen Arbeitsämter der Schweiz
- Verband der Fischerei-Aufseher Region Vierwaldstättersee
- Neue Mitarbeiterin BAFU Sektion Wasserqualität
- Stationsleiter Rheingütestation Worms
- Absolventen CAS-FHNW Umweltrecht
- Delegation Prof. Fenth FHNW
- Delegation Umweltsicherheit BASF D/CH
- Praktikanten Kantonales Labor BS
- Schulklasse Gymnasium Leonhard Basel
- Austausch-Lehrlinge der Firma Roche
- Neue Mitarbeiter und Praktikanten des Amtes
- Filmteam ORF: Wasserqualität/Badewasser (Schwimmen in Flüssen)