



Rhein- überwachungs- Station Weil am Rhein

Jahresbericht 2016

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 (RPF)
- 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 Beirat¹ für das Jahr 2016 setzt sich zusammen aus:

Beirat der Rheinüberwachungsstation in 2016:

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 2016:

BAFU, Bern
Dr. Christian Leu
Dr. Anke Hofacker

LUBW, Karlsruhe
Jochen Leve

¹ 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.aue.bs.ch/rheinberichte

INHALT

I.	ALLGEMEINES ZUR RHEINÜBERWACHUNG.....	4
II.	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER RHEINÜBERWACHUNG IN WEIL AM RHEIN IM JAHR 2016.....	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
	<i>Nicht gemeldete Befunde (tiefer Konzentrationsbereich).....</i>	<i>13</i>
1.2	TRENDÜBERWACHUNG	14
1.2.1	ABFLUSS.....	14
1.2.2	ONLINE MESSUNGEN	15
1.2.3	ERGEBNISSE DER TRENDÜBERWACHUNG IN 2016 (WASSERPHASE)	22
	Referenz Hochrhein.....	24
	Liste Rheinrelevanter Verbindungen.....	24
	Liste prioritärer Stoffe nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).....	24
	Stoffe aus IKSRL-Liste trinkwasserrelevanter Stoffe.....	24
1.3	SONDERUNTERSUCHUNGEN	25
1.3.1	TRITIUMÜBERWACHUNG.....	25
2.	SCHWEBSTOFFPHASE	27
2.1	ALLGEMEINE ZUSAMMENSETZUNG UND ZUSAMMENFASSUNG	27
2.1.1	TABELLE DER NACHGEWIESENEN VERBINDUNGEN IN DER SCHWEBSTOFFPHASE IN 2016.....	27
2.2	LANGFRISTIGE TRENDÜBERWACHUNG IN SCHWEBSTOFFEN	27
2.3	SONDERUNTERSUCHUNGEN RADIOAKTIVITÄTSMESSUNGEN.....	28
3.	TECHNIK IN DER RÜS.....	31
3.1	BETRIEBSUNTERBRÜCHE IM JAHR 2016	32
3.2	BAUARBEITEN / TECHNISCHE ÄNDERUNGEN.....	32
3.3	PROBENAHME.....	32
3.4	FÜHRUNGEN IN DER RHEINÜBERWACHUNGSSTATION WEIL AM RHEIN.....	33
Anhang 1	Messprogramm 2016	
Anhang 2	Zusammenstellung organischer Befunde mit den grössten Frachten	
Anhang 3	Zusammenstellung niedriger Befunde im GC/MS-Screening	
	<u>Trendüberwachung</u>	
Anhang 4	Nachgewiesene Verbindungen in der Wasserphase im Jahr 2016	
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 IKSRL-Liste trinkwasserrelevanter Stoffe	
	Komplexbildner: EDTA, NTA und DTPA	
	Lösungsmittel: Diglyme	
	Pharmakas: Carbamazepin, Diclofenac, Venlafaxin	
Anhang 6	Nachgewiesene Verbindungen in der Schwebstoffphase im Jahr 2016	
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 22 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 km², 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.

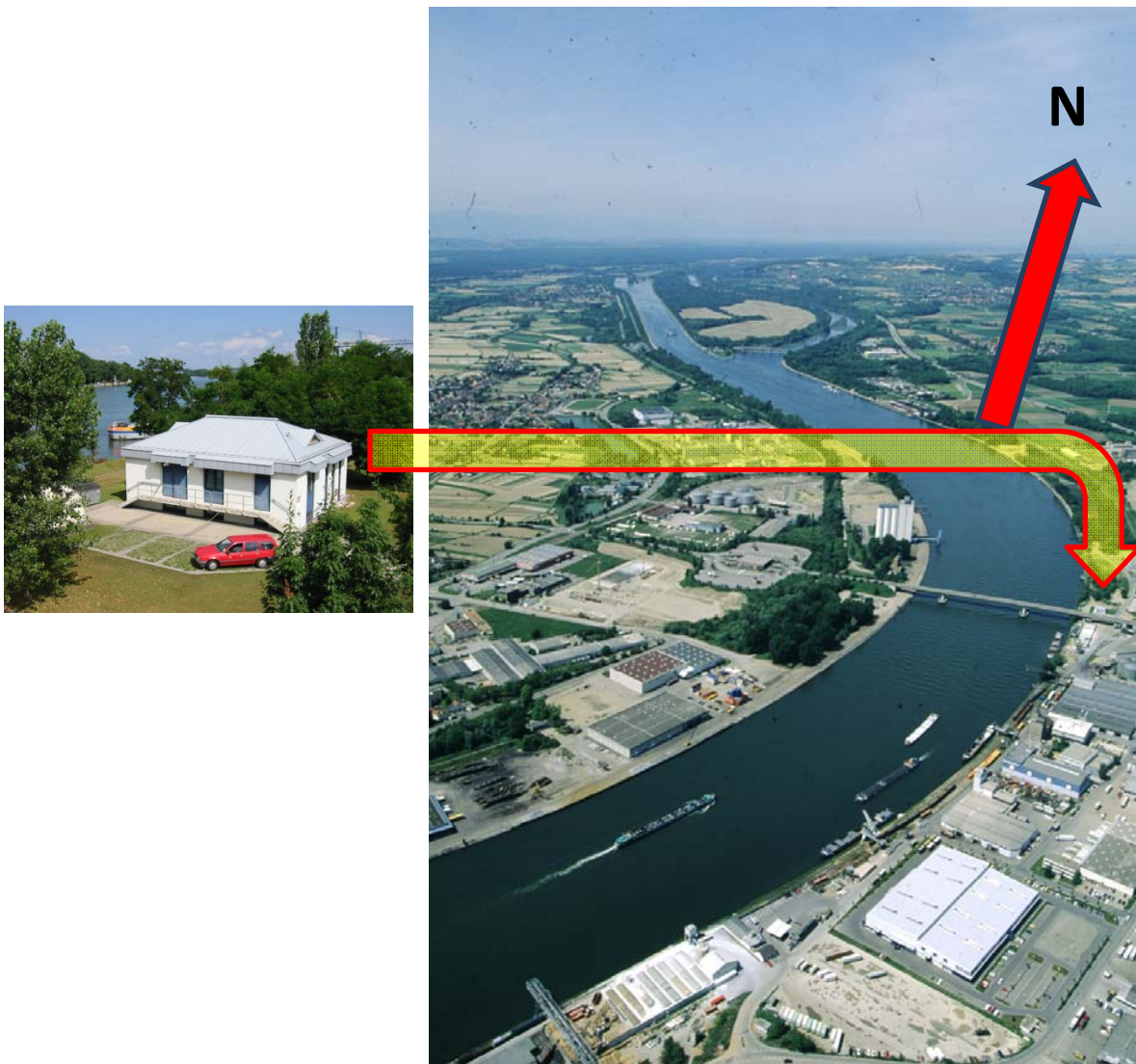


Abbildung 1: Das Gebäude (links) und Luftbild des Standortes der Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein unterhalb der Palmrainbrücke.

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 2016

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

2016 wurden die Schwellenwerte des internationalen Warn- und Alarmplanes Rhein (WAP) ein Mal im Falle von 0.69 µg/L Naproxen (Pharmazeutika) – Meldung vom 16.3.2016 mit einer Gesamtfracht von 120 kg binnen 6 Tagen - überschritten und es wurde eine internationale Warnungen ausgelöst².

Im Rahmen des regionalen Meldekonzepts (Meldeschwelle 1 µg/L als ¹³C-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 2016 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 2016 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:

² Meldeschwelle 3 µg/L als ¹³C-Coffein oder 300 kg Tagesfracht oder 0.3 µg/L für Pflanzenschutzmittel oder Pharmawirkstoffe. Detaillierte Angaben zu den Meldeschwellen siehe: WARN-UND_ALARMPLAN_RHEIN.pdf auf www.iksr.org

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 2017 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 nach einer längeren Pause und Neuausschreibung die Rückbauarbeiten im 2016 wieder fortgesetzt wurden, sind die Jahresmittel gegenüber dem Jahr 2015 und dem Referenzjahr 2012 deutlich angestiegen.

Tabelle 2: Jahresmittelwerte (2012, 2016) und Maxima (2013, 2016) von Organochlor-Pestiziden sowie chlorierten Aromaten aus der Trendüberwachung

VERBINDUNG	Einheit	Jahresmittel 2012	Maximum 2013 5. April	Jahresmittel 2016	Maximum 2016
1,2,3-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.22	69	0.07	0.2
1,2,4-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.79	400	0.7	3.8
1,3,5-TRICHLORBENZOL	µg/kg_TS	0.44	13	0.07	0.17
ALPHA-HCH	µg/kg_TS	1.25	260	7.9	46
BETA-HCH	µg/kg_TS	2.59	150	5.6	29
DELTA-HCH	µg/kg_TS	0.77	4.4	1.3	6.4
EPSILON-HCH	µg/kg_TS	0.41	34	0.95	4.9
GAMMA-HCH	µg/kg_TS	0.12	16	1.1	6.4

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

Abfluss

Die Abflussverhältnisse des Jahres 2016 lagen ca. 8 Prozent über dem langjährigen Mittel. Die höchste Abflussmenge war im Juni 2016 während eines Hochwassers mit einem maximalen Tagesmittel von 3'082 m³/s zu verzeichnen.

1. WASSERPHASE

1.1 ZEITNAHE ÜBERWACHUNG

Die Wasserqualität des Rheins wird werktäglich auf 420 (Jahr 2016) organische Mikroverunreinigungen überwacht. Dies geschieht auf Basis von täglichen 24-Stunden-Mischproben (08:00 bis 08:00). Es kommen zwei Analysentechniken 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: 366 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 ¹³C-Coffein oder 1,4-Dibrombenzol-D₄ 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 ¹³C-Coffein mit der Fläche der Massenspur m/z=197 von ¹³C-Coffein verglichen und dann durch drei geteilt.

bei Verwendung des 1,4-Dibrombenzol- D₄ mit der Summe der Flächen der Massenspuren m/z=238, 240, 242 von 1,4-Dibrombenzol- D₄ verglichen und dann durch zwei geteilt.

1.1.2 LC/MS-Screening und erhöhte Konzentrationen³

(Datenbasis: 366 Tage; 24-Stunden-Mischproben)

In dieser seit 2013 betriebenen Technologie werden 0.5 L Wasser mittels Festphasenextraktion über eine Festphasenkartusche⁴ um den Faktor 10'000 angereichert, im LC-Eluenten verdünnt und mit der hochauflösenden LC/MS-Technik (ORBITRAP) auf schwer- und nichtflüchtige

³ 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 unbekannte Verbindungen (Screening) durchgeführt.

⁴ 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 und Loos-Computing weiter 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 isotopenmarkierte 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

In Tabelle 3 auf Seite 13 ist eine Zusammenstellung der gemeldeten Befunde des gesamten Jahres 2016 gezeigt, wobei nicht zwischen dem Nachweis via Target- und Nontargetanalytik unterschieden ist. Für das Verständnis, was sich hinter solchen Meldungen verbirgt, wie die Aufklärungen ablaufen, werden im Folgenden exemplarisch drei Meldungen näher beleuchtet.

1) Naproxen

Die Erstmeldung zum Naproxen erfolgte am 17.03.2016 nachdem die Konzentration sprunghaft auf 0.64 µg/L anstieg (Abbildung 3). Die Konzentration blieb drei Tage oberhalb von 0.3 µg/L und somit oberhalb der Meldeschwelle des Warn- und Alarmplanes Rhein der IKSР (WAP) für Pestizide und Pharmakas. Bis zum Ende der Einleitung am 21.3.2016 konnten insgesamt 120 kg Naproxen nachgewiesen werden.

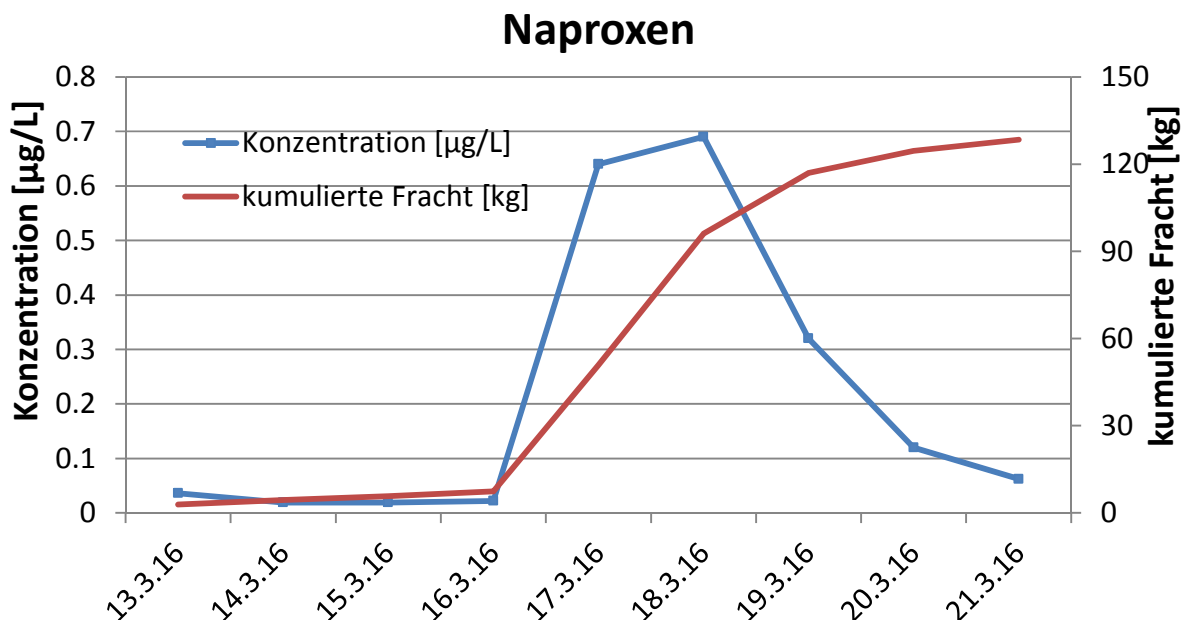


Abbildung 3: Konzentrationsverlauf und kumulierte Fracht von Naproxen in den Tagesmischproben von der RÜS Weil am Rhein

Bereits zum Zeitpunkt der Meldungen liefen erste Abklärungen hinsichtlich des Einleitungsortes. Hierzu wurden zunächst zwei Proben oberhalb von Basel und der Rheinquerschnitt S1 bis S5

untersucht. Aufgrund der negativen Befunde oberhalb von Basel und der ansteigenden Konzentration von S1 zu S5 (Abbildung 4) musste der Einleitort auf die linksrheinische Seite zwischen dem Kraftwerk Birsfelden und der RÜS-Station liegen.

In Zusammenarbeit mit dem Kanton Basel-Land wurde schliesslich die einleitende Kläranlage ermittelt und durch das AUE-Baselland letztendlich auch der Verursacher.

Querprofil - Rhein (17.3.2016)

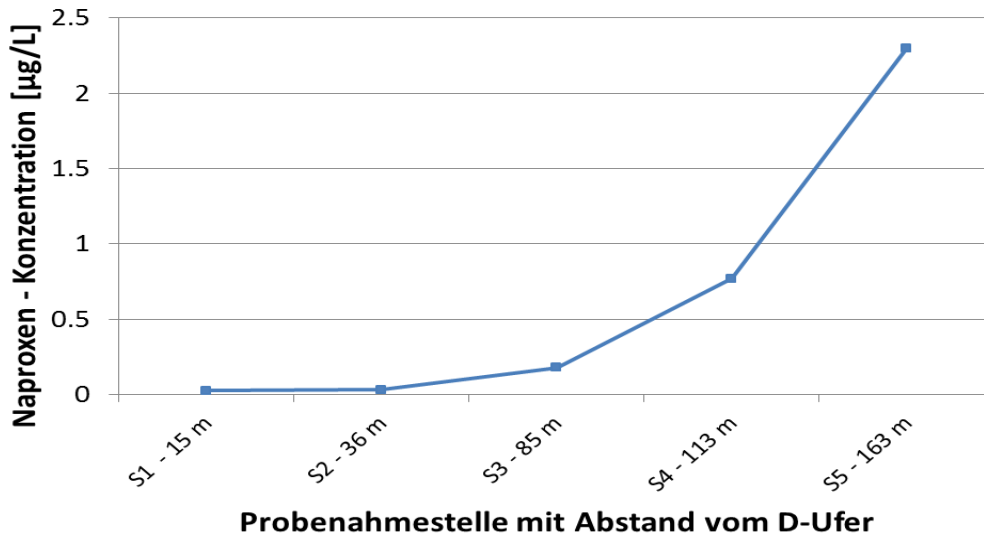


Abbildung 4: Querprofil der Naproxen-Konzentration (Rhein-km 171.37) vom 17.03.2017

2) N-(Chlormethyl)-triethylammonium-Kation

Im Rahmen des LC-MS-Screenings werden mit Hilfe der Software ENVIMASS Zeitreihen von Massenspuren gebildet. Die unbekannte Verbindung wurde aufgrund der auftretenden Intensitätsänderung des Massensignals bei der Retentionszeit priorisiert und entsprechend vertieft ausgewertet (Abbildung 5). Anhand der exakten Masse konnte eine sichere Summenformel ($M^+ = C_7H_{17}ClN$) aber jedoch keine Substanz ermittelt werden.

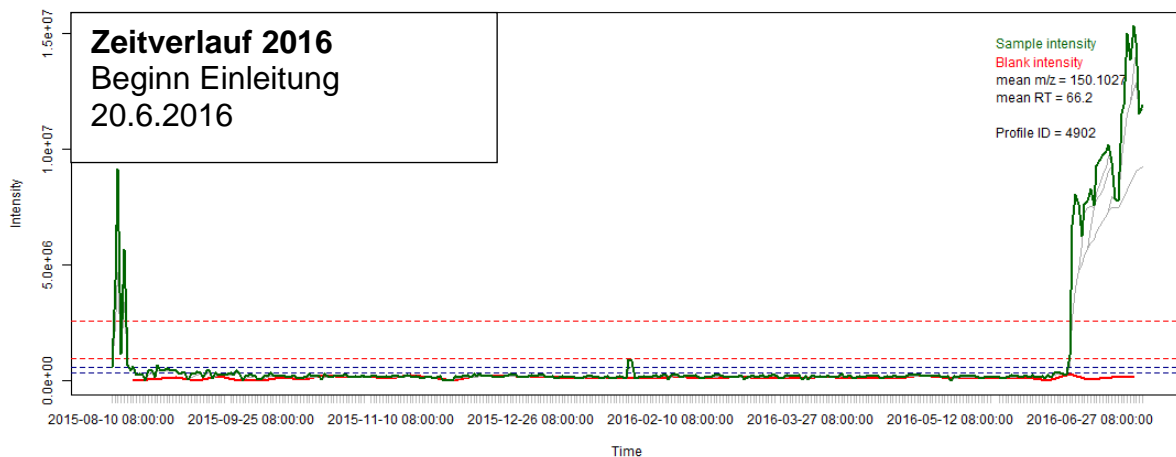


Abbildung 5: Zeitverlauf der Massenspur 150.102 Da bei der Retentionzeit von 66 Sekunden.

Mit diesen Informationen und dem eingegrenzten Einleitbereich, der zwischen Rheinfelden und dem Aare-Zufluss liegen musste, wurde am 14.07.2016 eine regionale Meldung verschickt.

Erst nachdem durch eine zweite Beprobungskampagne die Einleitquelle noch weiter eingegrenzt wurde, gelang es, die einleitende Industriekläranlage zu ermitteln.

Mit der Verbindung von Einleiterwissen und den gelieferten Informationen wurde ein Strukturvorschlag erarbeitet, der durch ein synthetisiertes Referenzmaterial bestätigt werden konnte. Auf dieser Basis wurde klar, dass über einen Zeitraum von 41 Tagen ca. 1080 kg N-(Chlormethyl)-triethylammonium-Kation (max. Tagesfracht 62 kg/d) in den Rhein eingeleitet wurden.

Letztendlich wurde durch die ausgesprochen gute Kooperation zwischen den Behörden im Kanton Aargau, dem Industrieunternehmen und dem AUE-BS die Substanz aufgeklärt. Dieser Fall belegt, dass nur durch die Zusatzinformationen eine Aufklärung der Substanz möglich wurde und dass hierfür alle Parteien zusammen arbeiten müssen.

3) Metalaxyl-TP CGA 62826

Eine unbekannte Verbindung ist vermehrt durch starke Konzentrationsanstiege im Rahmen des LC-MS-Screenings auffällig geworden. Die ermittelte Summenformel und die aufgenommenen MS/MS-Spektren stimmen mit Spektren der Massbank (<https://massbank.eu/MassBank/>) überein, so dass in diesem Fall relativ schnell eine Identifizierung der Struktur gelang.

Nachdem die Eawag (Abteilung UCHEM) uns freundlicherweise ein Standard zur Verfügung gestellt hatte, konnte retrospektiv auch die Konzentration bestimmt werden. Durch die wiederholten Eintragswellen mit Konzentrationspitzen von knapp 0.3 µg/L (Abbildung 6) kumuliert sich die Jahresfracht auf rund 1500 kg.

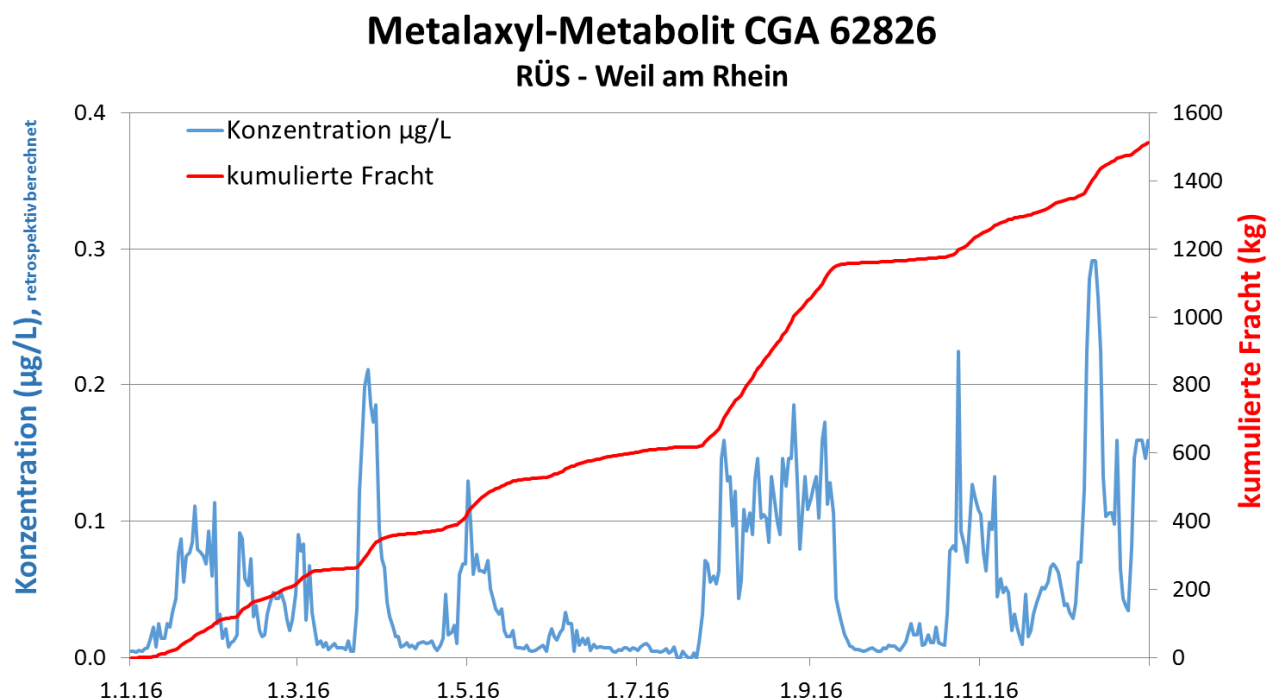


Abbildung 6: Konzentration und kumulierte Fracht vom Metalaxyl-Metabolit CGA 62826 in 2016

Die Einleitung erfolgt industriebedingt über eine Kläranlage und muss als Dauereinleitung eingestuft werden, da in den vorhergehenden Jahren 2014 und 2015 (nicht gezeigte Daten) das Metalaxyl-Metabolit CGA 62826 ebenfalls nachzuweisen war.

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 2016.

BEGINN WELLE	ENDE WELLE	VERBINDUNG	ART DER MELDUNG - BEMERKUNGEN	DATUM MAXIMAL-KONZENTRATION	MAXIMAL-KONZENTRATION in µg/L	GESAMT-FRACHT in kg	ORT EINLEITUNG BEKANNT	MASSNAHMEN gemäss Angaben Vollzugsbehörde
04.01.2016	08.01.2016	Gabapentin	Regionale Meldung	04.01.2016	0.12	30	diffuse Quelle	nein
10.01.2016	14.01.2016	Paracetamol	Regionale Meldung	12.01.2016	0.23	105	diffuse Quelle	nein
14.12.2015	12.01.2016	Cyprosulamid	Regionale Meldung	03.01.2016	1.50	723	ja	ja
06.01.2016	02.02.2016	MTBE	Meldung an IWB	26.01.2016	0.92	1060	ja	ja
02.02.2016	02.02.2016	Paracetamol	Regionale Meldung	02.02.2016	0.14	22	diffuse Quelle	nein
16.03.2016	21.03.2016	Naproxen	Information IHWZ	18.03.2016	0.69	120	ja	ja
06.04.2016	10.04.2016	p-Toloulsulfonsäure	Regionale Meldung	08.04.2016	1.60	300	ja (Quelle A)	ja
23.04.2016	23.04.2016	Paracetamol	Regionale Meldung	23.04.2016	0.13	14	diffuse Quelle	nein
05.05.2016	10.05.2016	p-Toloulsulfonsäure	Regionale Meldung	07.05.2016	1.60	510	nein	nein
14.05.2016	17.05.2016	Metamitron	Regionale Meldung	15.05.2016	0.13	67	diffuse Quelle	nein
26.05.2016	05.06.2016	p-Toloulsulfonsäure	Regionale Meldung	29.05.2016	1.20	915	nein	nein
14.07.2016	14.07.2016	Mecoprop	Meldung an IWB	14.07.2016	0.92	18	diffuse Quelle	nein
21.06.2016	31.07.2016	N-(Chlormethyl)-Triethylammonium-Kation	Regionale Meldung	29.07.2016	0.32	1080	ja	ja
15.01.2016	25.12.2016	2-((N,N-Dimethylamino)methyl)benzotrifluorid	Regionale Meldung / Dauereinleitung	19.09.2016	0.94	10600	ja	ja
11.09.2016	07.10.2016	Tributylmethylammonium-Kation	Regionale Meldung	21.09.2016	0.47	180	ja	nein
19.10.2016	21.11.2016	Unbekannt 162.032	Regionale Meldung	08.11.2016	1 bis 10	>1000	ja	nein
19.12.2016	21.12.2016	Tetrahydrofuran	Meldung an IWB	19.12.2016	0.94	93	nein	nein
01.01.2016	31.12.2016	Metalaxyl-TP CGA 62826	Regionale Meldung / Dauereinleitung	11.12.2016	0.29	1520	ja	ja

Von der Rheinschiene unterhalb von Basel wurden insgesamt 10 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 ¹³C-Coffein) liegen, ungeachtet ihrer Wiederfindung bzw. ob sie im Blindwert des Analyseverfahrens vorkommen oder nicht⁵. 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 NIST⁶ übernommen. Konzentrationen sind in Nanogrammäquivalenten von ¹³C-Coffein pro L angegeben und entsprechen den Flächenäquivalenten bezogen auf ¹³C-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.

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

⁶ NIST: National Institute of Standards and Technology

1.2 TRENDÜBERWACHUNG

1.2.1 Abfluss

Der in Abbildung 7 dargestellte Abfluss des Rheins im Jahr 2016 (Pegel-Nr. 2289 / Bundesamt für Umwelt BAFU; Rheinhalle Basel) lag mit einem Jahresmittel von 1141 m³/s um 8 Prozent höher als im langjährigen Mittel (Mittel der Jahre 1891 - 2014: 1'051 m³/s). Im Jahr 2016 wurde an 56 Tagen eine Hochwassersituation (Abfluss >1800 m³/s) verzeichnet. Zwischen dem 13. Mai und dem 4. Juli war der Abfluss ausser an 3 Tagen immer über der Hochwassermarke. Das Jahresmaximum 2016 vom 17. Juni hatte einen Spitzenwert von 3'280 m³/s und ein Tagesmittel von 3'021 m³/s. Zum Vergleich, die höchste Tagesspitze seit 1891 wurde im Mai 1999 mit 5'090 m³/s verzeichnet.

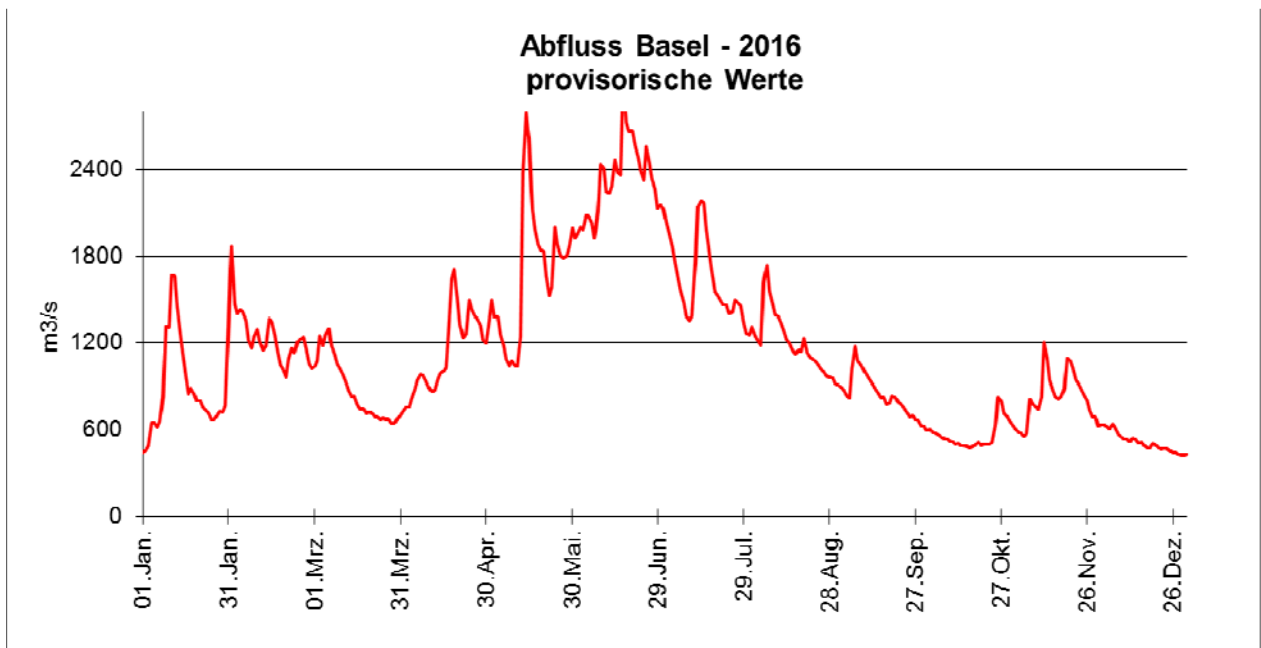


Abbildung 7: Abfluss des Rheins bei Basel in m³/s. Dargestellt sind Tagesmittelwerte des Jahres 2016 (Datenquelle BAFU).

Abbildung 8 zeigt den Abfluss des Rheins seit 1. Januar 1993. Deutlich erkennbar wird ein leicht rückläufiger Trend über die letzten 22 Jahre.

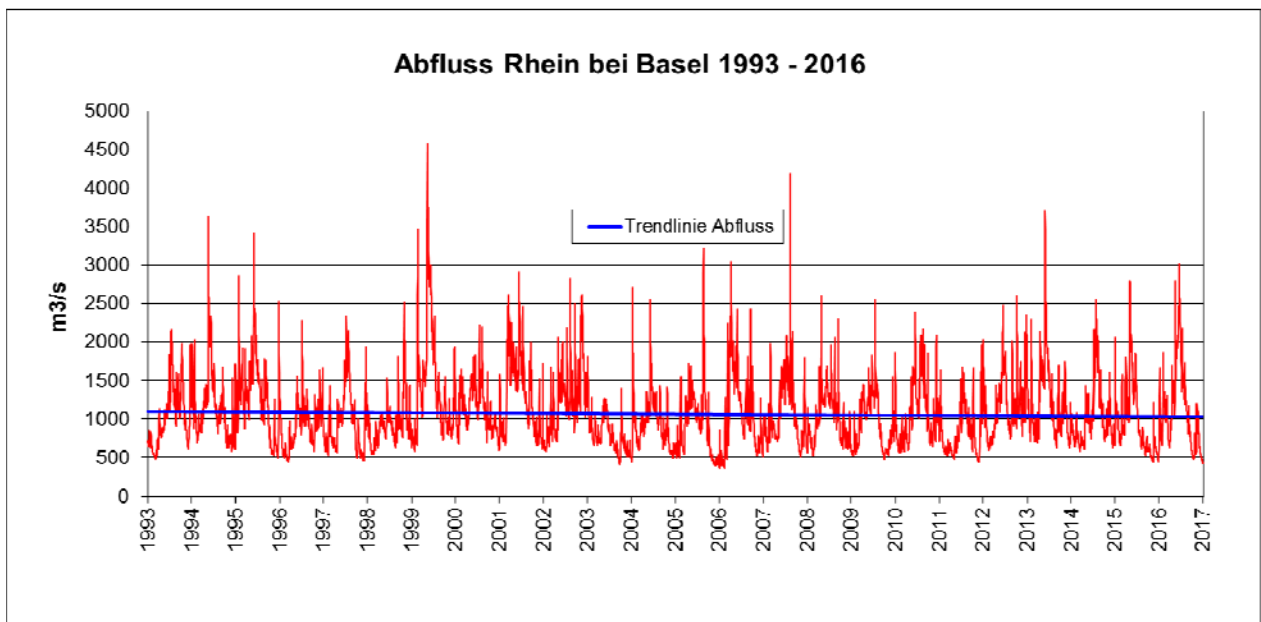


Abbildung 8: Abfluss des Rheins bei Basel in m³/s. Dargestellt sind Tagesmittelwerte von 1993 – 2016 (Datenquelle BAFU.)

1.2.2 Online Messungen

Die Online Messdaten für Sauerstoff [mg O₂/L], die Temperatur [°C], den pH-Wert sowie die Leitfähigkeit [µS/cm] wurden für das gesamte Jahr am Messstrang 3 und der Mischung Stahl⁷ aufgezeichnet. In der folgenden Tabelle 4 und den Abbildungen 9 bis 15 sind der Abfluss in Weil und die Online-Daten der für den gesamten Rhein repräsentativen Stahlleitung 3 (S3)⁸ im Vergleich zu den Vorjahren tabellarisch und grafisch dargestellt.

Tabelle 4: Mittelwert, Minimum und Maximum der gemessenen Online-Parameter im Jahr 2016. 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 ₂ /L	10.85	7.58	16.09.2016 09:00	13.70	01.02.2016 15:00
Sauerstoffsättigung %	101.3	85.6	16.09.2016 09:00	120.5	15.05.2016 15:00
pH-Wert	8.07	7.83	28.10.2016 10:00	8.31	31.03.2016 03:00
Temperatur °C	12.8	5.0	20.01.2016 13:00	23.2	28.08.2016 18:00
Leitfähigkeit µS/cm	365.3	298.3	13.09.2016 20:00	436.7	11.03.2016 19:00
Abfluss Weil aR m ³ /s	1156	372	21.12.2016 23:00	3280	17.06.2016 13:00

Die Messwerte sind mit denjenigen der Vorjahre vergleichbar.

Das Jahr 2016 war geprägt durch die hohen Abflüsse zwischen Mitte Mai und Anfang Juli welche sich mehrheitlich im Hochwasserbereich (Niederschläge und Schneeschmelze) abwickelten. Mit einen Einfluss hatte auch die Entlastung des Thunersee's durch den Entlastungstollen via Aare. Der Jahreshöchstwert wurde bei einem Hochwasser Mitte Juni mit 3'280 m³/s erreicht. Am Abend des 28. August wurde die Maximaltemperatur von 23.2 °C erreicht. Die Sauerstoffsättigung lag im Mittel bei 101.3 %, war am höchsten während des Hochwassers im Februar 2016. Der pH-Wert liegt aufgrund der Bikarbonatpufferung nahezu das ganze Jahr um 8.0 - 8.1.

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

⁸ 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.

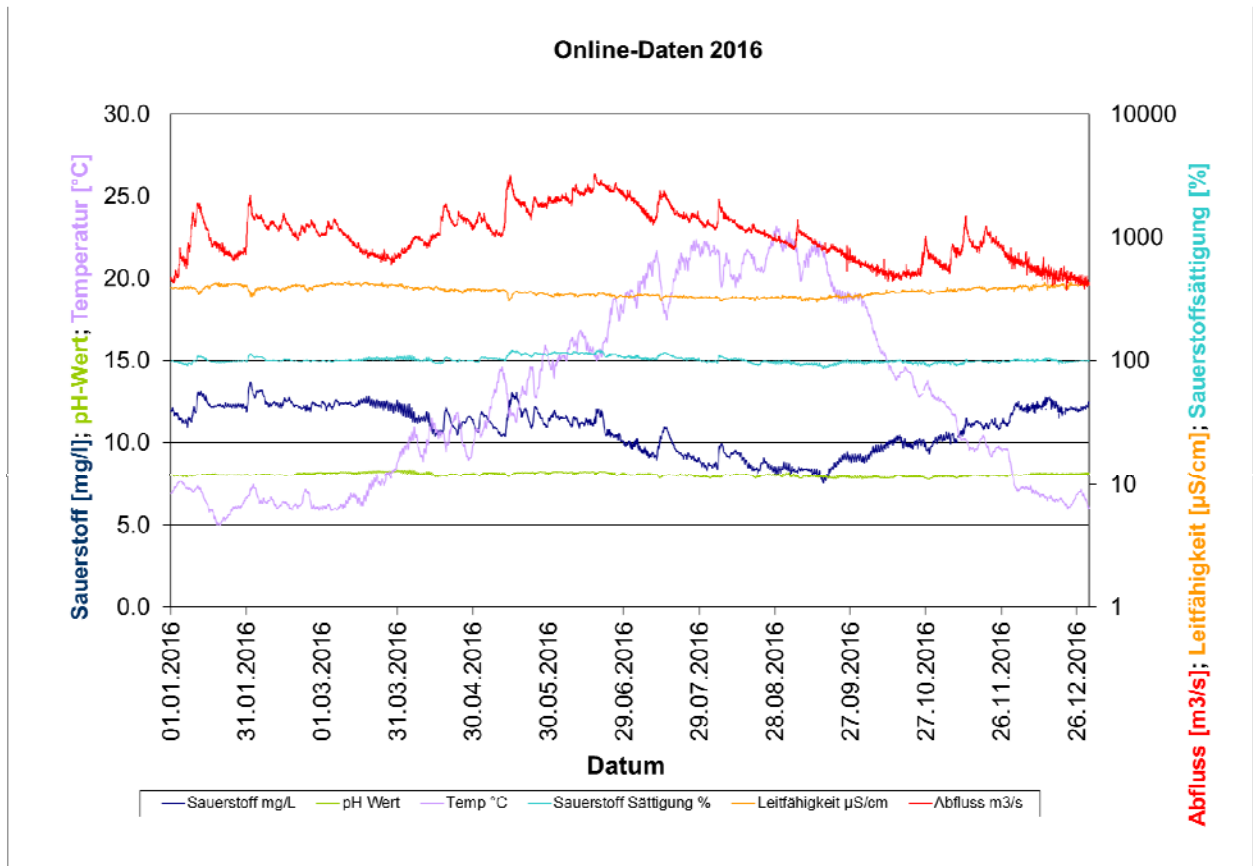


Abbildung 9: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2016 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

Zum Vergleich wird in Abbildung 10 das nasskalte Jahr 2007 und in der Abbildung 11 das Jahr 2003 aufgeführt. Das Jahr 2003 war durch einen heissen Sommer mit tiefen Abflüssen und entsprechend hohen Temperaturen geprägt.

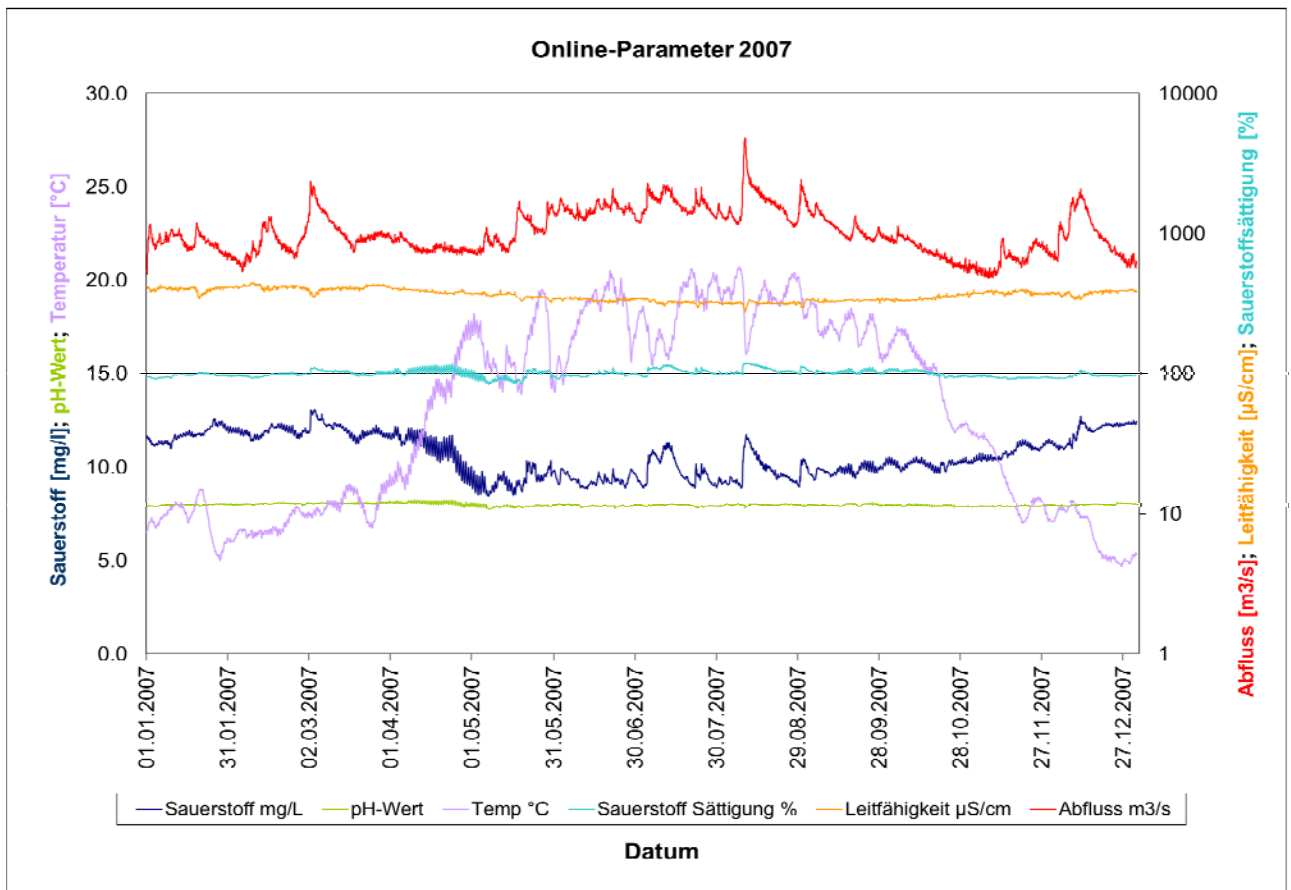


Abbildung 10: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2007 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

Bei den Daten des Jahres 2003 ist im Vergleich zu 2016 deutlich das breite Temperaturmaximum mit längeren Intervallen über 25 °C zu erkennen.

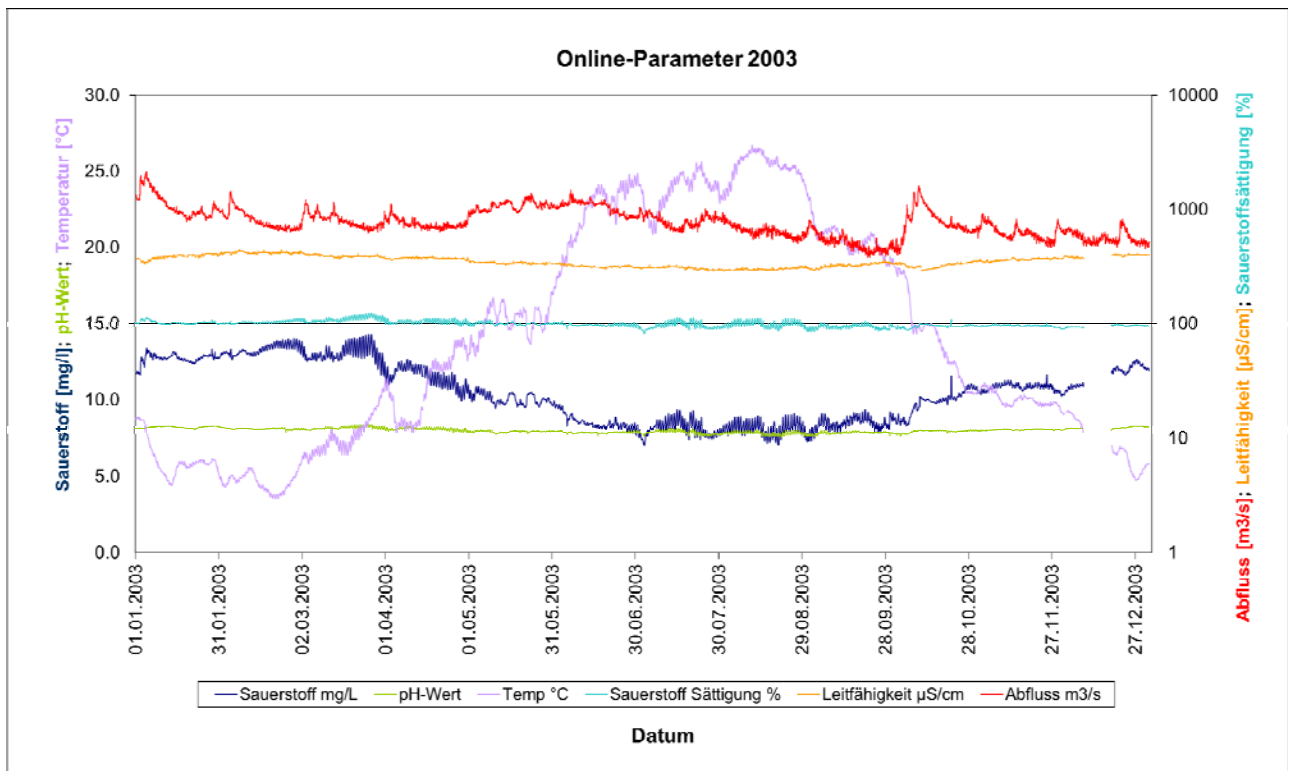


Abbildung 11: Verlauf der online aufgezeichneten Parameter Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur und Leitfähigkeit im Jahr 2003 an S3 sowie der Sauerstoffsättigung und des Abflusses.

In Abbildung 12 sind die Tagesmittelwerte der Wassertemperatur des Jahres 2016 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Wassertemperatur der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Das Maximum der Temperatur-Tagesmittelwerte war am 29. August mit 22.9°C.

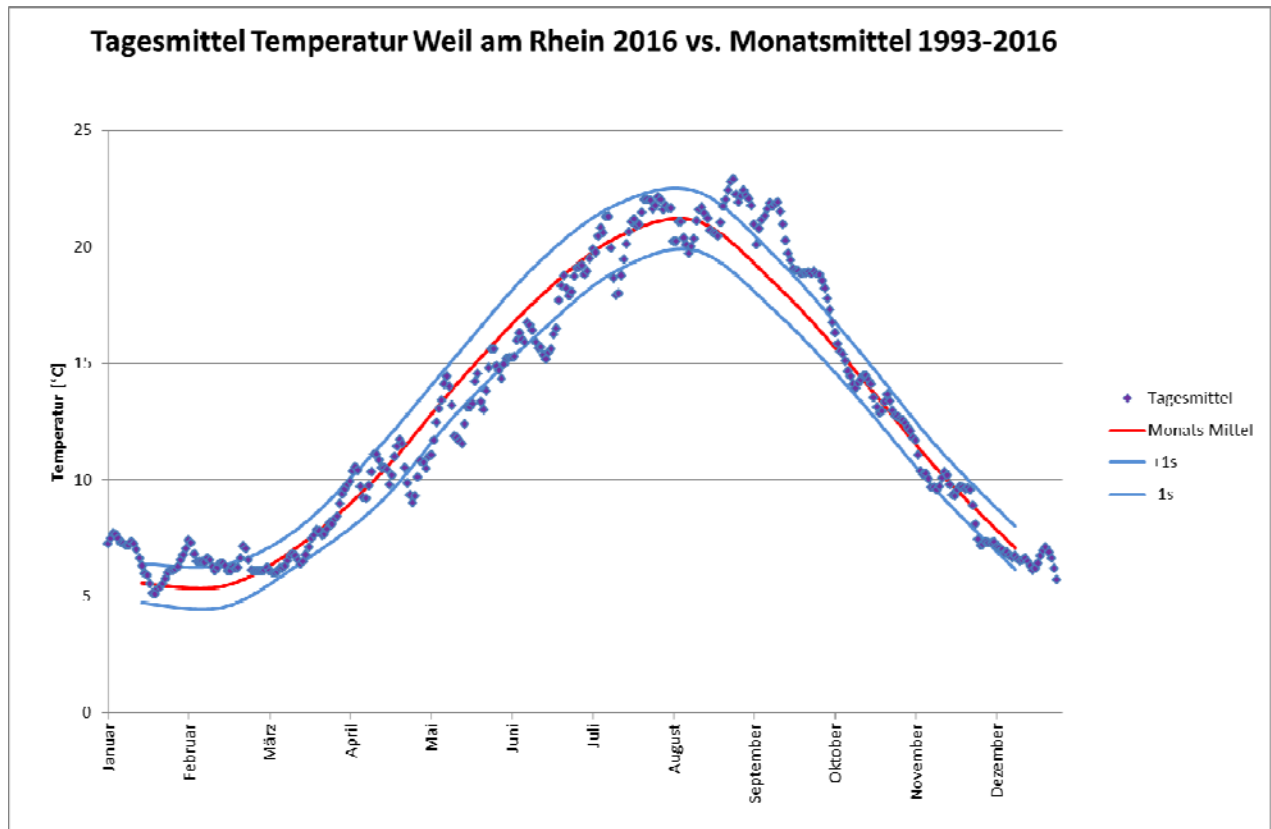


Abbildung 12: Tagesmittelwerte des Jahres 2016 überlagert mit den Monatsmittelwerten der Wassertemperatur der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) von Strang 3.

In Abbildung 13 sind die Tagesmittelwerte des Abflusses des Jahres 2016 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Deutlich sind die beiden Hochwasserspitzen des Mai - und Juni - Hochwassers ersichtlich. Der Mittelwert liegt bei 1'154 m³/s.

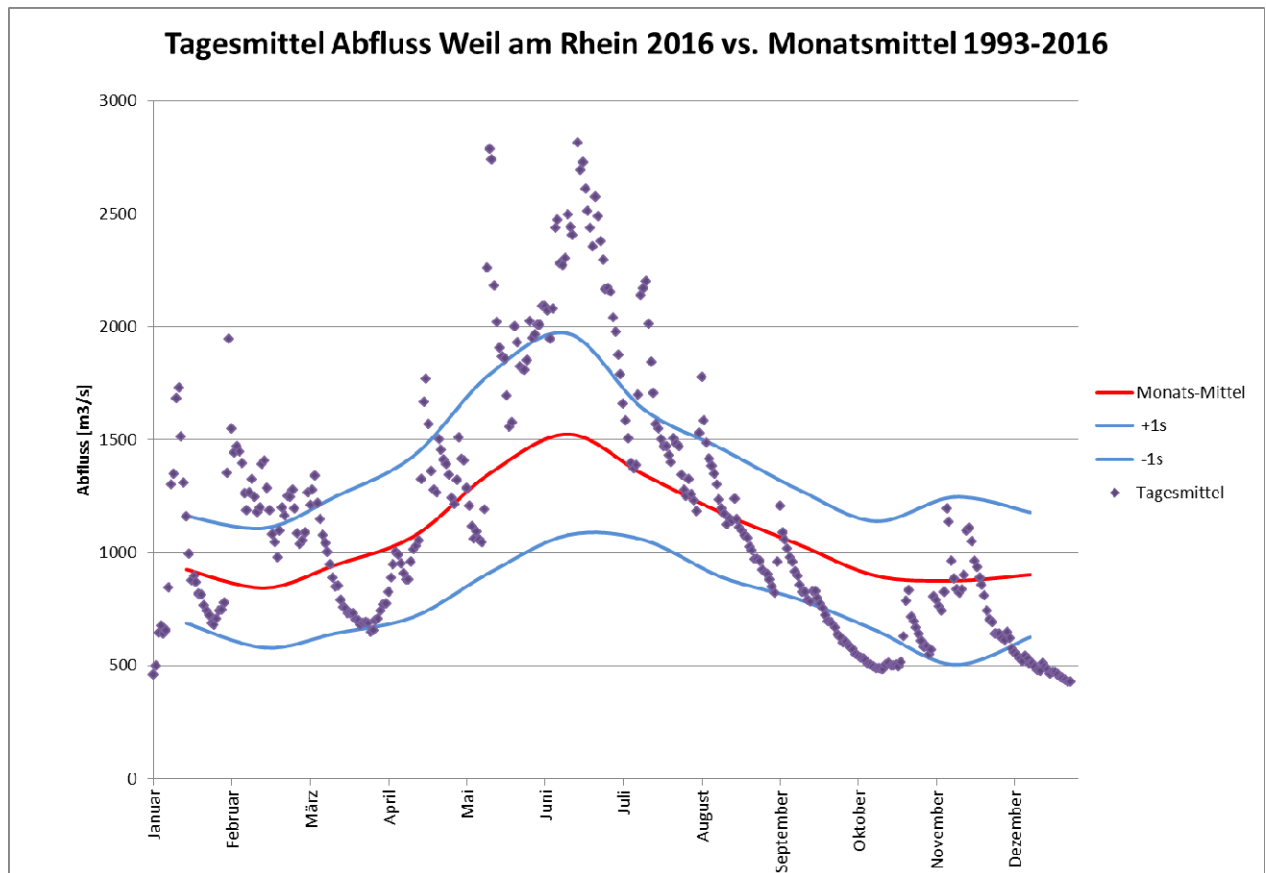


Abbildung 13: Tagesmittel des Jahres 2016 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) des Abflusses in Weil am Rhein (Rhein-Rheinhalde zuzgl. Wiese-Base)

In Abbildung 14 sind die Tagesmittelwerte der Sauerstoffkonzentration des Jahres 2016 mit den mit den Monatsmittelwerten der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert. Gut ersichtlich sind die parallel zu den Hochwassern auftretenden erhöhten Sauerstoffkonzentrationen. Am 16. September erreicht die Sauerstoffkonzentration mit 7.58 mg O₂/L den tiefsten Wert.

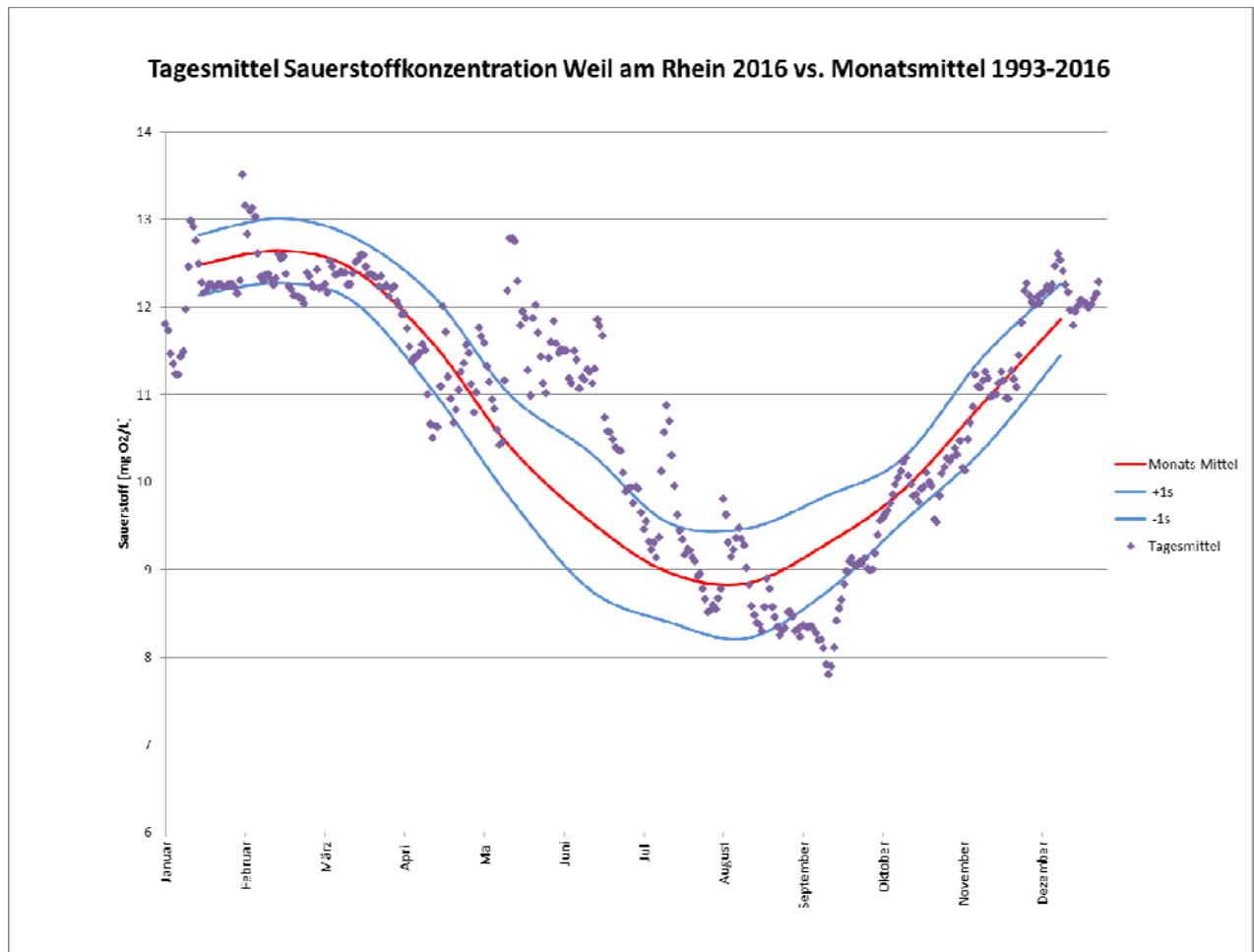


Abbildung 14: Tagesmittel der Sauerstoffkonzentration von Strang S3 des Jahres 2016 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert.

In Abbildung 15 sind die Tagesmittelwerte der Leitfähigkeit des Jahres 2016 dargestellt und mit den Monatsmittelwerten der Leitfähigkeit der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert.

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

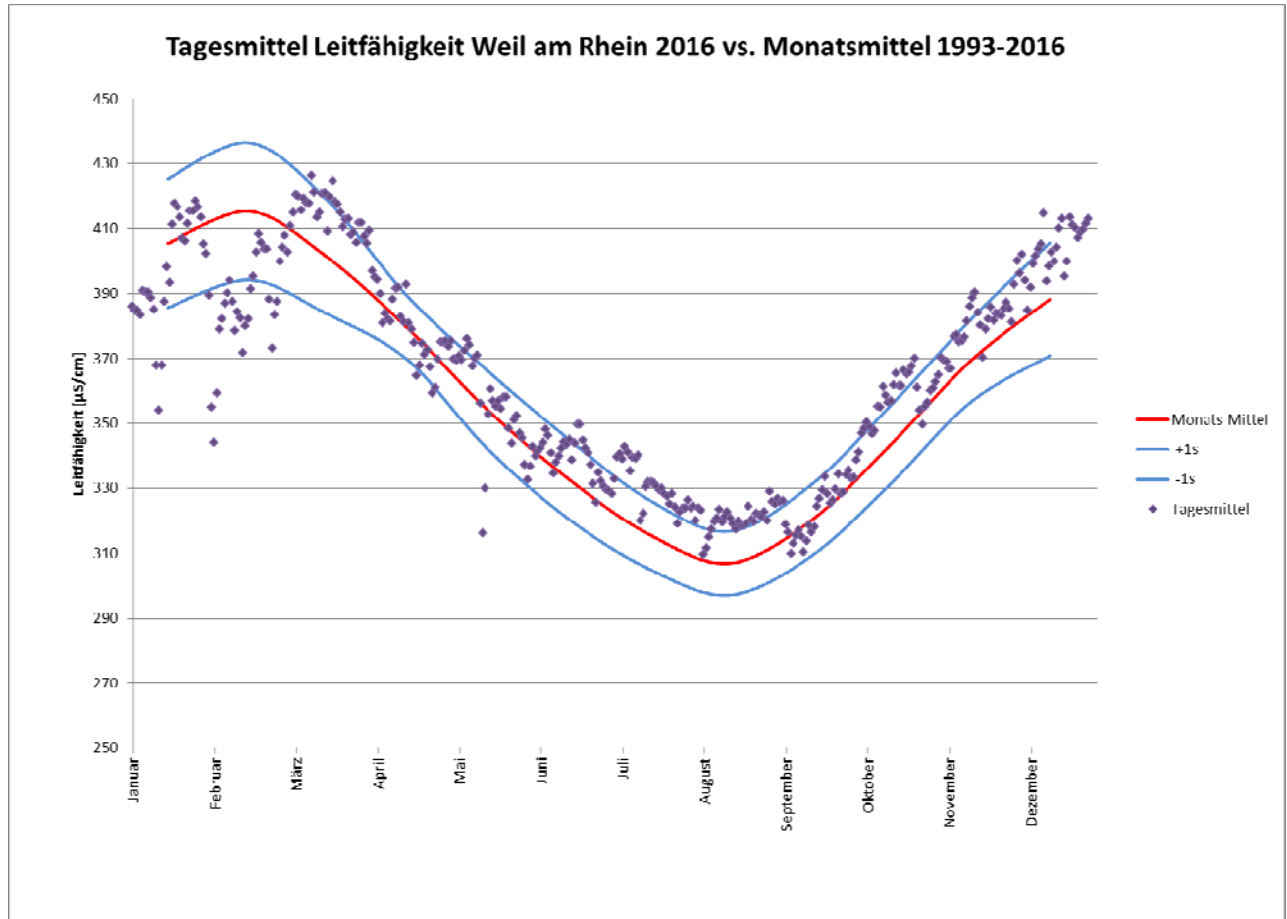


Abbildung 15: Tagesmittel der Leitfähigkeit von Strang S3 des Jahres 2016 mit den Monatsmitteln der Jahre 1993 bis 2016 (Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung) überlagert

1.2.3 Ergebnisse der Trendüberwachung in 2016 (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 16 erklärt, was der Box-Plot bei den Schwankungsbreiten der Messwerte aufzeigt.

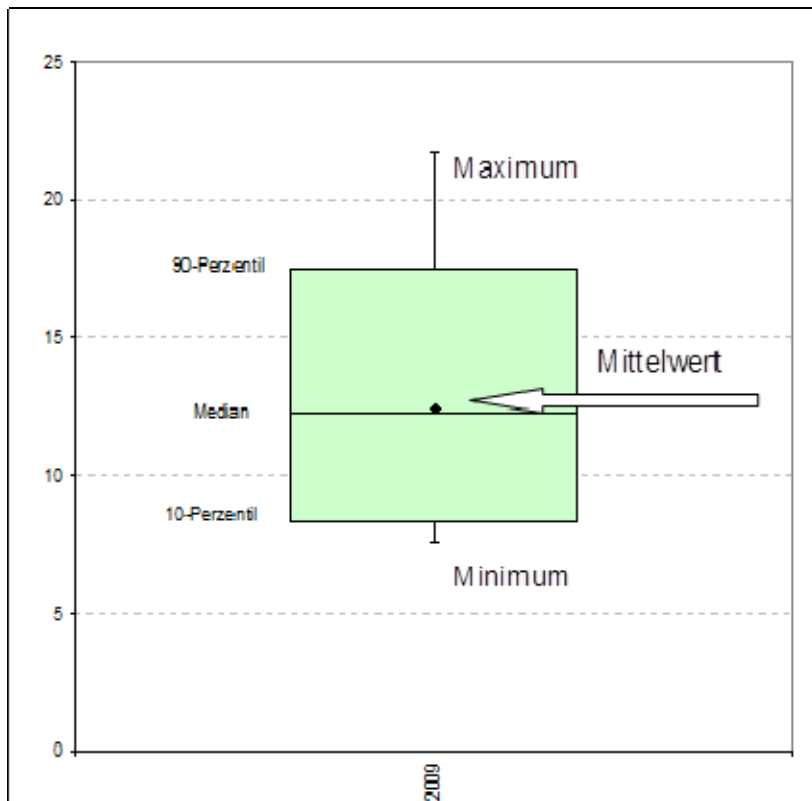


Abbildung 16: Box-Plot aus Schwankungsbreiten der Messwerte in Trendanalytik (Anhang 5 und 7)

Die Abbildungen 17 und 20 zeigen Einzelwerte des Nitrat-Stickstoffs und die errechneten Frachten im Vergleich zum mittleren Abfluss während der Probenahme. Der grau unterlegte Bereich in Abbildung 17 entspricht der Bestimmungsgrenze. Die Abbildungen 18 und 19 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 2016 [mg NO₃-N/L]

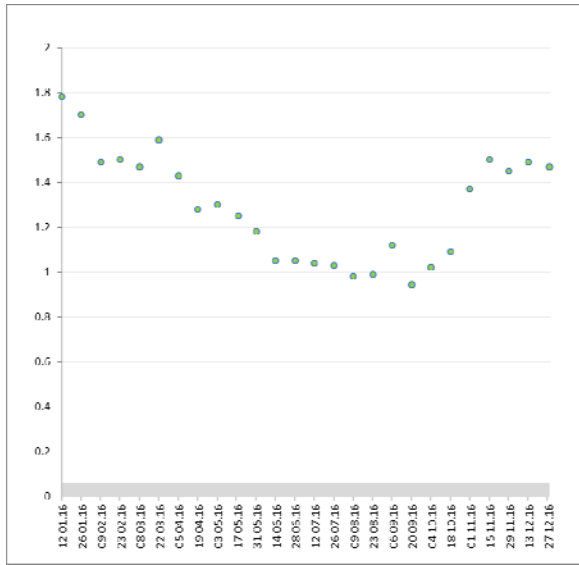


Abbildung 17: Einzelwerte [mg NO₃-N/L]

Einzelwerte Fracht 2016 Nitrat-N [t/d] vs. Abfluss [m³/s]

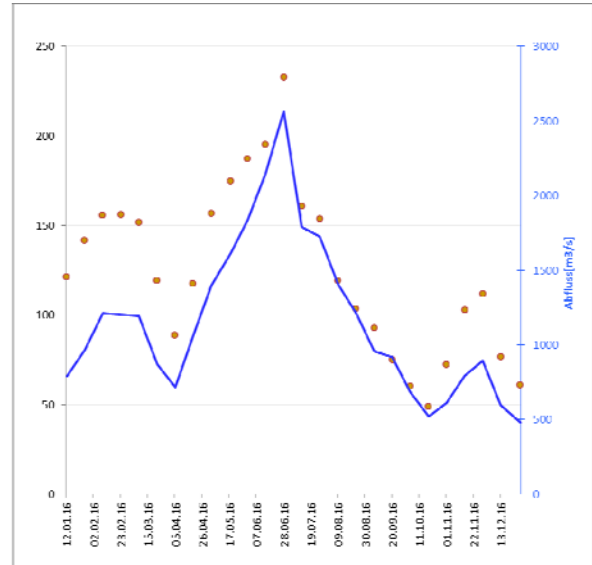


Abbildung 18: Einzelwerte Fracht [t/d] vs. Abfluss [m³/s]

Messwert-Bereich Nitrat-Stickstoff [mg NO₃-N/L]

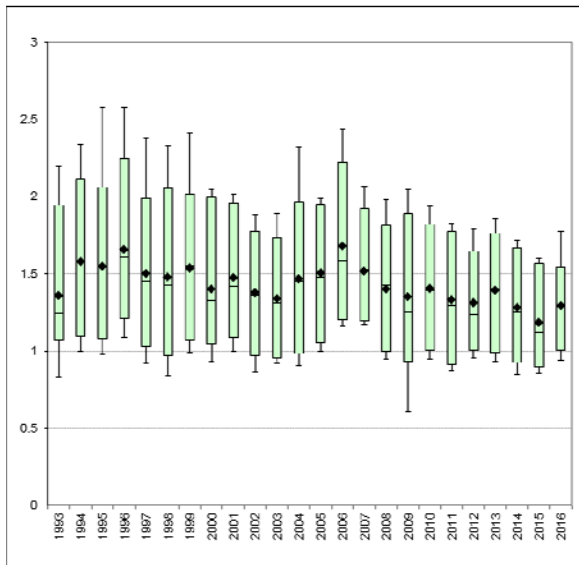


Abbildung 19: Messwert-bereich Nitrat-Stickstoff [mg NO₃-N/L]

Fracht-Bereich Nitrat-N [t/d]

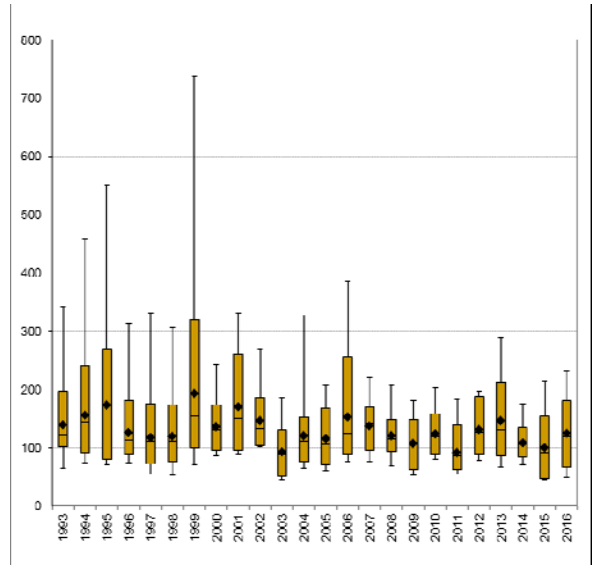


Abbildung 20: Bereich der Nitrat-Stickstoff-Fracht [t/d]

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: 52 Proben; 7-Tages-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 wurden 24-Stunden-Mischproben gesammelt und im Kantonalen Laboratorium die Tritium – Aktivitäten von 2007 bis 2015 als Tagessammelproben und ab 2016 als Wochenmischproben bestimmt.

Der durchschnittliche Wert der Wochensammelmuster betrug im Berichtsjahr 3.2 Bq/L gegenüber 5.9 Bq/L im Vorjahr (Tagessammelproben). Dies entspricht im Mittel einer Tritiumtagesfracht von 348 GBq (Vorjahr 502 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 21 sind die Tritiumaktivitäten der letzten neun Jahre und die Wartungsperioden der schweizerischen AKWs als gelbe Balken eingezeichnet.

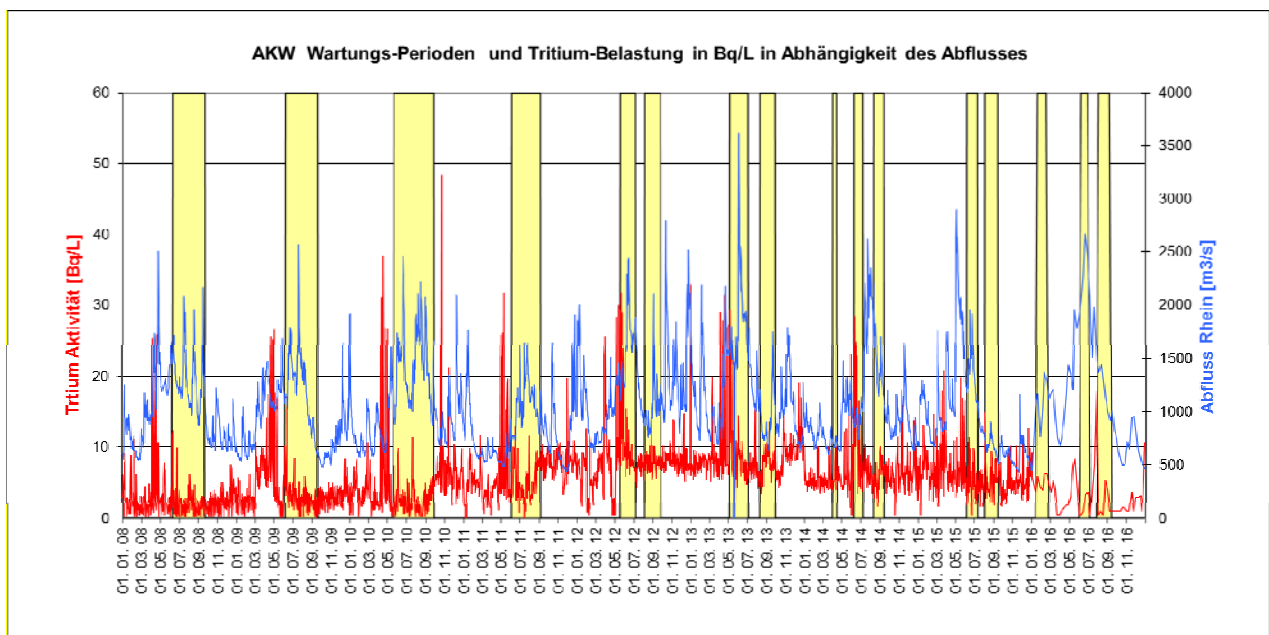


Abbildung 21: AKW-Wartungsperioden (gelbe Balken) und Tritiumbelastung in Bq/L im Vergleich zum Abfluss der Jahre 2008 bis 2015 (Tagessammelproben) ab 2016 (Wochensammelproben)

Wie aus Abbildung 22 ersichtlich ist, verliessen im Berichtsjahr ca. 124 TBq Tritium via Rhein die Schweiz. Im Vorjahr waren es ca. 183 TBq Tritium, das Maximum einer Wochensammelprobe lag bei 17.8 TBq/L.

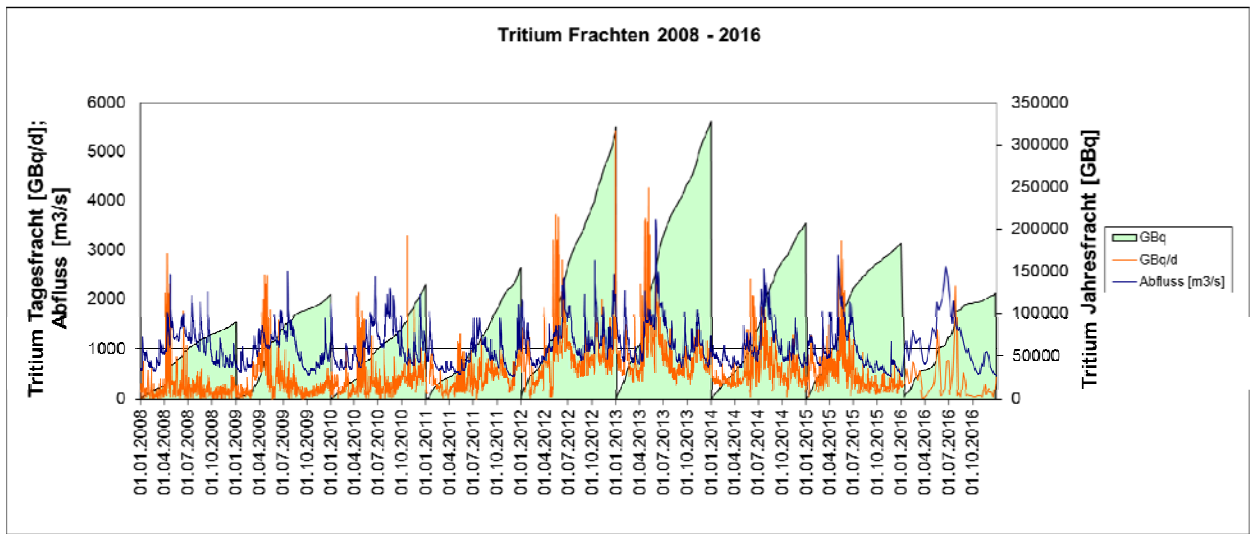


Abbildung 22: Verlauf der Tritiumtagesfrachten und -jahresfrachten des Rheins bei Basel in den Jahren 2008-2016.

Abbildung 23 zeigt die Tritiumaktivitäten und Tritiumfrachten in Abhängigkeit vom Abfluss. Die häufig erhöhten Frachten auch bei niedrigen Abflüssen belegen das Bild erhöhte Konzentrationen, die unabhängig vom Abfluss auftreten.

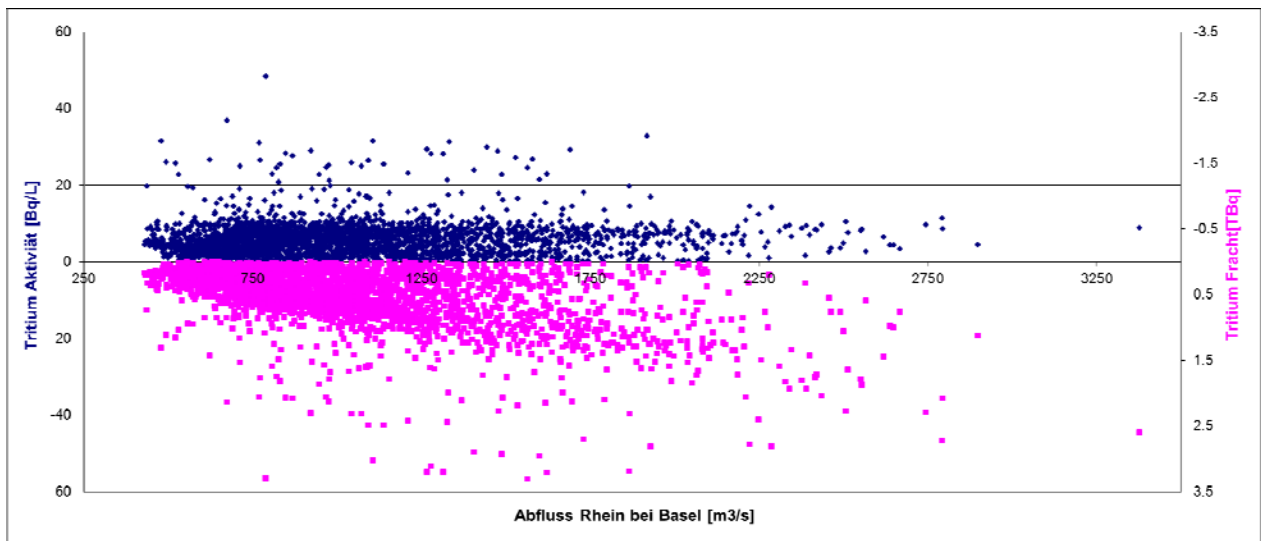


Abbildung 23: Tritiumaktivitäten im Vergleich zu Tritiumfrachten in Abhängigkeit vom Abfluss der Jahre 2008 bis 2016

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 (In Übereinkunft und Abstimmung mit der IKSR neu ab 2016 ab einem Abfluss von 2550 m³/s. Dies entspricht der Gefahrenstufe 2 nach BAFU. Bisher ab einem Pegel in Rheinfelden von 3.50 m, was einem Abfluss von mehr als 1800 m³/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: 15 Untersuchungen)

Der Rhein bei Basel enthielt im Jahr 2016 in den beprobten Zeiträumen im Mittel 31 mg Schwebstoff pro Liter Wasser. Sie umfassten eine reguläre sowie zwei zusätzliche Hochwasserprobenahmen. Dieser Wert liegt leicht 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 von 121 mg/L erreicht.

2.1.1 Tabelle der nachgewiesenen Verbindungen in der Schwebstoffphase in 2016

Die Befunde der nachgewiesenen Verbindungen in der Schwebstoffphase in 2016 sind in tabellarischer Form in Anhang 6 zu finden. Die grafische Darstellung der einzelnen Messresultate für die Schwebstoffphase im Jahr 2016 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: 15 Untersuchungen, 9 natürliche - und 10 künstliche Radionuklide)
 Die Schwebstoffproben wurden im Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt (KL-BS) auf Radionuklide untersucht.
 Sämtliche Resultate wurden mit Gammaskpektrometrie ermittelt mit Ausnahme des Poloniums (²¹⁰Po)⁹. Die Schwebstoffproben wurden in kalibrierten Petrischalen direkt mit hochauflösenden Germanium-Detektoren ausgezählt.
 Aus der ²³⁸U-Reihe können ²¹⁴Bi und ²¹⁴Pb mit Gammaskpektrometrie direkt bestimmt werden. ²²⁶Ra lässt sich nach entsprechender Gleichgewichtseinstellung zwischen ²²⁶Ra und ²²²Rn indirekt aus den Aktivitäten von ²¹⁴Bi bzw. ²¹⁴Pb bestimmen. Aus der ²³²Th-Reihe sind die Nuklide ²²⁸Ac, ²¹²Pb, ²¹²Bi und ²⁰⁸Tl direkt messbar. ²²⁸Th lässt sich indirekt via ²¹²Pb, ²⁰⁸Tl bzw. ²¹²Bi bestimmen. ²²⁸Ra steht mit ²²⁸Ac im Gleichgewicht und weist somit die gleiche Aktivität auf.

Ergebnisse künstliche Radionuklide

- Künstliche Radionuklide wie ⁵⁴Mn und ⁶⁰Co, können sporadisch nachgewiesen werden. Dies sind Korrosions- bzw. Aktivierungsprodukte aus den Kühlkreisläufen der AKWs.
- Radiocäsium stammt vorwiegend von Fallout (Tschernobyl und Bombenfallout). Es gelangt durch die Abschwemmungen von Ackerböden in den Rhein.

Die Ergebnisse der künstlichen Radionuklide finden sich in den Tabellen 5 und 6.

Tabelle 5: Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide aus AKW's und Atombomben sowie oberirdischen Test's im Rheinschwebstoff, Anzahl der Befunde und entsprechende Immissionsgrenzwerte gemäss Schweizer Strahlenschutzverordnung.

Mittlere Aktivitäten von Radionukliden von AKWs und Fallout				
Aktivität (Bq/kg)/Nuklid	¹³³ Ba	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn
Mittlere Aktivität	0.5	8.4 ± 2.2	1.0 0.7	0.4 ± 0.2
Anzahl positive Messungen	1	15	5	5
Immissionsgrenzwert	200	16	20	200

Medizinisch angewendete Radionuklide im Rheinschwebstoff

- Nuklearmedizinisch verwendete, kurzlebige Radionuklide konnten wie in den Vorjahren nachgewiesen werden. Insbesondere ¹⁷⁷Lu und ¹³¹I werden im Kantonsspital Basel häufig eingesetzt und sind in nahezu allen Proben präsent. Es konnten jedoch keine Verstösse gegen die Immissionsgrenzwerte festgestellt werden.
- Neuerdings wird ²²³Ra, ein Präparat mit dem Handelsnamen Xofigo, (Halbwertszeit: 11.4 Tage) zur Behandlung von Prostatakarzinomen eingesetzt¹⁰. Folglich kann dieses Radionuklid jetzt auch im Rhein nachgewiesen werden. In acht Schwebstoffproben war ²²³Ra nachweisbar.

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

¹⁰ P. Steinmann: Nachweis von ²²³Ra aus der Medizin in Klärschlammproben, In: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz. BAG, Berichtsjahr 2014, 167-169.

Tabelle 6: Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide aus medizinisch verwendeter Radionuklide im Rheinschwebstoff, Anzahl der Befunde und entsprechende Immissionsgrenzwerte gemäss Schweizer Strahlenschutzverordnung.

Mittlere Aktivitäten medizinisch verwendeter Radionuklide im Rheinschwebstoff						
Aktivität (Bq/kg)/Nuklid	¹³³ Ba	¹⁶⁹ Er	¹³¹ I	¹⁷⁷ Lu	^{177m} Lu	²²³ Ra
Mittlere Aktivität	0.5	1'550	3.6 ± 2.2	42 ± 26	2.9 ± 0.4	16 ± 8
Anzahl positive Messungen	1	1	13	13	2	8
Immissionsgrenzwert	200	600	10	400	120	2

¹³⁷Cäsium

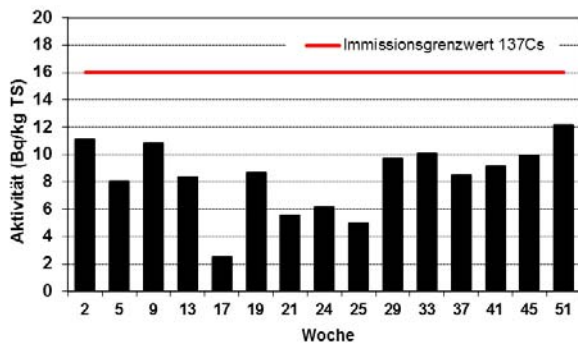


Abbildung 24: Verlauf des künstlichen Radionuklids ¹³⁷Cs

¹³¹Iod und ¹⁷⁷Luthetium / ^{177m}Luthetium

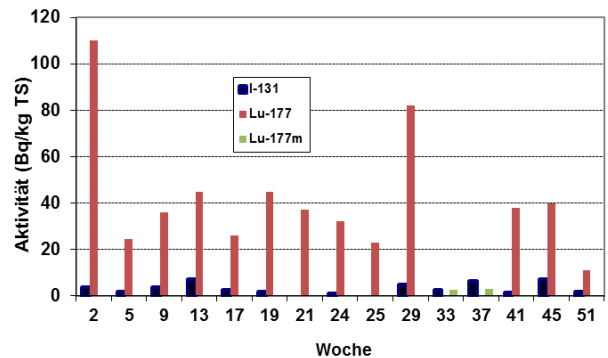


Abbildung 25: Verlauf der künstlichen Radionuklide ¹³¹I, ¹⁷⁷Lu und ^{177m}Lu

Natürliche Radionuklide

Das natürliche Nuklid ⁴⁰K ist aufgrund des hohen Tonmineralienanteils des Rheinschwebstoffes dominant vertreten. In ähnlich hoher Aktivität liegt auch ⁷Be (Beryllium-7) vor. Dieses Nuklid stammt aus der Atmosphäre und hat eine relativ kurze Halbwertszeit. Die gemessenen Aktivitäten belegen, dass die untersuchten Schwebstoffe rezenten Ursprunges sind. Die Aktivitäten der Radionuklide des Radium, Thoriums, Uran und Polonium waren erwartungsgemäss relativ konstant. Diese Nuklide sind jedoch von einer Beurteilung nach StSV ausgenommen (Art.2 Abs.1 StSV), da sie natürlichen Ursprunges sind. Die Aktivitäten der natürlichen Radionuklide finden sich in Tabelle 7.

Tabelle 7: Mittlere Aktivitäten natürlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff und Anzahl Befunde.

Mittlere Aktivitäten natürlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff bei Weil am Rhein									
Aktivität (Bq/kg)	⁴⁰ K	⁷ Be	²²⁸ Th	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²³⁵ U	²²⁷ Ac
Mittlere Aktivität	385	405	32	22	32	184	73	4	55
Anzahl Positivbefunde	15	15	13	13	15	9	15	1	4

Die Abbildungen 26 bis 28 zeigen die Gehalte der natürlichen Radionuklide im Rheinschwebstoff. Das natürliche Nuklid ⁴⁰K ist aufgrund des hohen Tonmineralienanteils des Rheinschwebstoffes dominant vertreten. Die Aktivitäten an natürlichen Radionukliden waren erwartungsgemäss relativ konstant.

⁴⁰Kalium und ⁷Beryllium

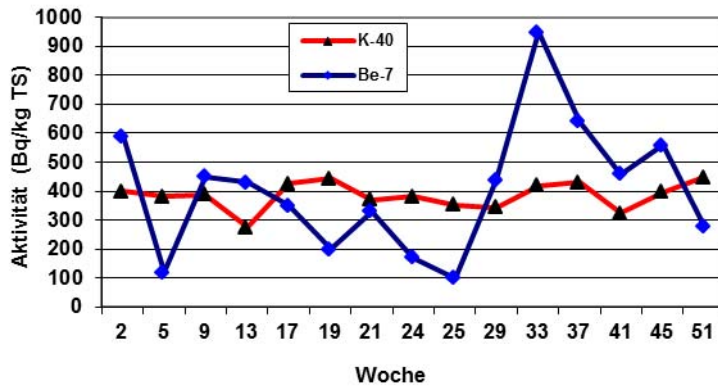


Abbildung 26: Verlauf der Nuklide ⁴⁰K und ⁷Be

Radium

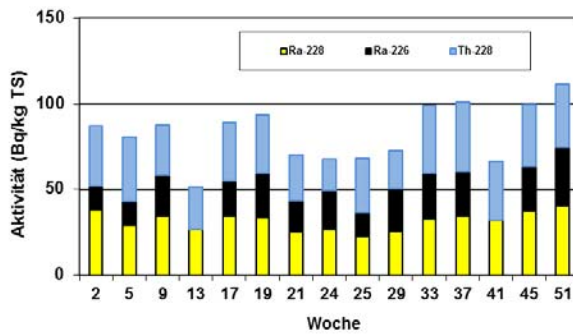


Abbildung 27: Verlauf der natürlichen Radiumnuklide ²²⁸Ra, ²²⁶Ra und ²²⁴Ra

Blei und Polonium

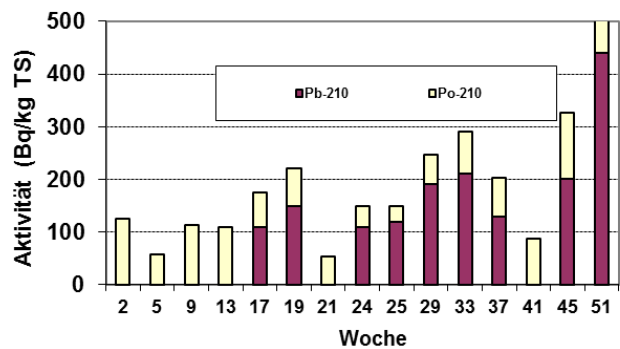


Abbildung 28: Verlauf der natürlichen Radionuklide ²¹⁰Pb und ²¹⁰Po

²¹⁰Pb 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 ²¹⁰Po 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 29). 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.

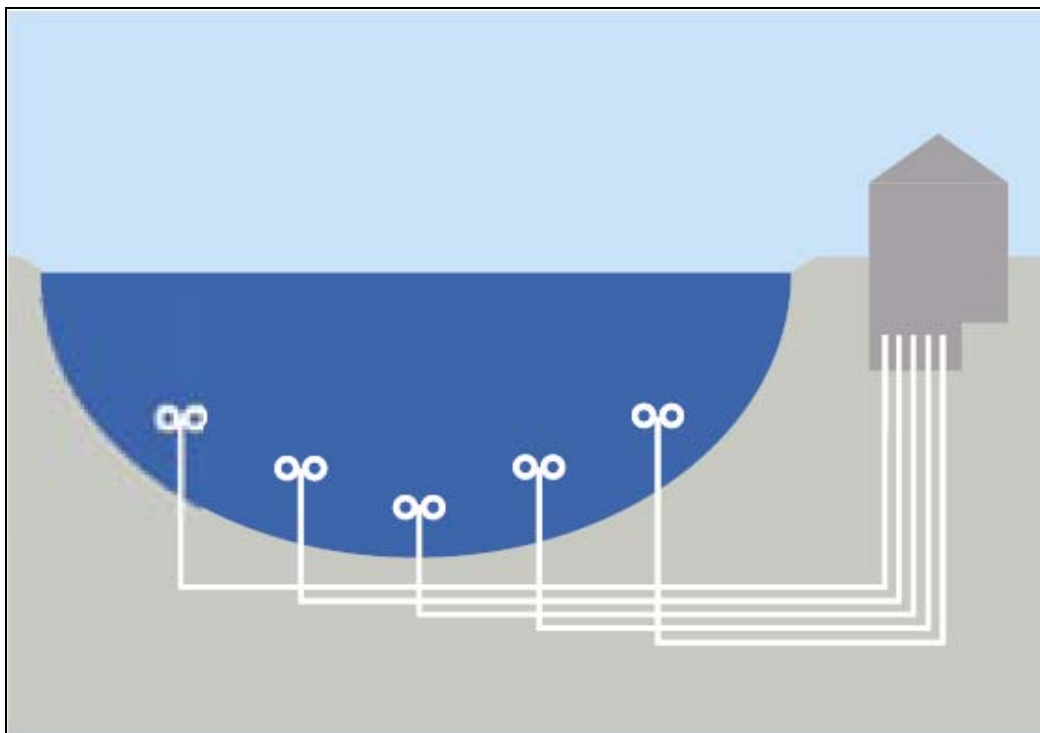


Abbildung 29 Querprofil der Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein mit schematischer Anordnung der 5 Probenstränge (Kunststoff und Stahl) .

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 m³ Wasser gepumpt. Für die gesamte Station ergibt das im Jahr ca. 1.3 Mio m³ Rheinwasser. Diese Menge entspricht ca. 5 % des Wasserverbrauchs der Stadt Basel¹¹ 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.

¹¹ Angaben Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt

3.1 BETRIEBSUNTERBRÜCHE IM JAHR 2016

Die Ausfallzeiten von Einzelsträngen oder dem gesamten Querschnitt im Jahr 2016 können der Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8 Betriebsunterbrüche von Strängen im Jahr 2016

Pumpen	Datum	Grund
K1-K5; S1-S5	08.03.2016 10:55Uhr- 11.05 Uhr	Kurzer Stromausfall (Reparaturarbeiten)
K1-K5; S1-S5	20.07.2016 21:00 Uhr- 22:00 Uhr	Stromausfall infolge Gewitter Sicherungen ausgelöst, Fehler vor Ort behoben
S5	21.09.2016 23:30 Uhr - 23.09.2016 08:30 Uhr	Unterbruch wegen Reparatur
Kurze Unterbrüche K1-K5; S1-S5	08.11.2016	Kurze Unterbrüche wegen Wartungsarbeiten (Ölwechsel)

Tab. 10 Betriebsunterbrüche von Strängen im 2016

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.

Die sicherheitstechnische Überprüfung durch den TÜV ergab keinen Handlungsbedarf.

3.3 PROBENAHMME

Beschaffung einer Ersatz-Steuerung für den Organik-Probennehmer (OPN), welcher pro Tag 2 Zylinder à je ca. 2 Liter Tagessammelprobe aus der Mischung Stahl befüllt. Im Gegensatz zu den Ereignisprobennehmern ist der OPN ein geschlossenes System, also speziell geeignet für leichtflüchtige Verbindungen und Artefaktfreie Probenahme.

3.4 FÜHRUNGEN IN DER RHEINÜBERWACHUNGSSTATION WEIL AM RHEIN

2016 wurden im Rahmen der Zusammenarbeit mit anderen Stellen und der Öffentlichkeitsarbeit folgende Führungen durchgeführt:

- Fachleute Firma Roche Abteilungen Umwelt und Energie
- Firma Endress&Hauser Jahrestreffen
- Elementgruppe Lab-Eaux der Kantonalen Umweltämter
- Gruppe Kantonales Labor Basel-Stadt
- Gruppe Kantonales Labor Basel-Land
- Allgemeine Führung Labor&RÜS für AUE-MA
- VSA Arbeitsgruppe Immisionen/Emmissionen
- Fischerei-Gesellschaft Allschwil
- Kantonsschule Limmattal
- Roche Austausch-Lehrlinge Analytik
- Austausch Lehrtochter Kantonslabor Basel-Stadt
- Neue Mitarbeiter und Praktikanten des AUE-BS