



Sonderuntersuchungsprogramm an PRTR-berichtspflichtigen Kläranlagen

 Sonderuntersuchungsprogramme



Baden-Württemberg

Sonderuntersuchungsprogramm an PRTR-berichtspflichtigen Kläranlagen

 Sonderuntersuchungsprogramme

HERAUSGEBER LUBW Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.de

BEARBEITUNG Referat 41 – Fließgewässerökologie
Sevan Tecer, Dr. Adrian Wagner

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe
Dr. Frank Sacher, Astrid Thoma

BEZUG [kostenfrei zum Download unter pudi.lubw.de](http://pudi.lubw.de)

STAND Dezember 2020

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.



1	EINLEITUNG	6
2	PROBENAHEME	7
2.1	Untersuchungsumfang	7
2.2	Herstellung der Wochenmischprobe	7
2.3	Probenahmeprotokoll	8
2.4	Probentransport	8
3	ANALYTIK	9
3.1	Einleitung	9
3.2	Bestimmung von Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), chlorierten Verbindungen (OCP) und Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	9
3.3	Bestimmung von Atrazin, Diuron, Isoproturon, Simazin	10
3.4	Bestimmung von 4-tert.-Oktylphenol und 4-iso-Nonylphenol	11
3.5	Bestimmung der polybromierten Diphenylether (PBDE)	12
3.6	Bestimmung von Cadmium, Nickel und Blei	13
3.7	Verfahrenskenndaten	14
4	ERGEBNISSE	15
4.1	Statistische Auswertung	15
4.2	Betrachtung der Einzelstoffe	15
4.2.1	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	19
4.2.2	Chlorierte Verbindungen	20
4.2.3	Pestizidwirkstoffe	20
4.2.4	DEHP, 4-tert.-Oktylphenol und iso-Nonylphenol	21
4.2.5	Polybromierte Diphenylether	21
4.2.6	Schwermetalle	21
4.3	Zeitliche Variation der Ergebnisse	22
4.4	Rückhalt der Einzelstoffe in den Kläranlagen	28
4.5	Berechnung der spezifischen Emissionsfaktoren	30
5	DISKUSSION	32
6	ANHANG	36
7	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	82
7.1	Abbildungen	82
7.2	Tabellen	83
8	LITERATUR UND QUELLEN	85

1 Einleitung

Für Kläranlagen mit einer Ausbaugröße über 100.000 Einwohnerwerten besteht entsprechend der PRTR-Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 18. Januar 2006 eine Berichtspflicht über die Freisetzung bestimmter Schadstoffe, wenn die in Anhang II genannten Schwellenwerte überschritten werden. Neben der Information der Öffentlichkeit über die Emissionssituation fließen diese Daten in die Bestandsaufnahme prioritärer Stoffe nach der Richtlinie 2008/105/EG und 2013/39/EU zu Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik ein und werden auch auf europäischer Ebene für strategische Überlegungen herangezogen.

Die Ergebnisse der ersten Bestandsaufnahme zeigen, dass bei den PRTR-Daten eine hohe Variabilität bzgl. der angewandten Probenahmestrategie und Sensitivität der Analyseverfahren besteht. Dies kann oft zu einer fehlerhaften Einschätzung bei der Bilanzierung von Stoffströmen aus kommunalen Kläranlagen führen. Um valide und vergleichbare Ergebnisse aus künftigen Messkampagnen zu erhalten, wurden in einem durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Länder geförderten Forschungsvorhaben „Handlungsempfehlungen zur Probenahmestrategie und Analyseverfahren für prioritärer Stoffe in urbanen Entwässerungssystemen“ (Lambert u. a. 2014) entwickelt.

Zudem wurden im Rahmen dieses Vorhabens die bereits vorhandenen Emissionsfaktoren für die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Nickel und Blei überprüft. Für weitere abwasserrelevante prioritäre Stoffe wurden erstmals Emissionsfaktoren abgeleitet. Diese Emissionsfaktoren wurden zwar als valide eingestuft, beruhten aber nur auf Messungen bei wenigen Kläranlagen.

Bei der Anwendung von Emissionsfaktoren ist zudem stets zu berücksichtigen, dass selbst als sicher eingestufte Emissionsfaktoren nur mittlere Verhältnisse abbilden. Durch regionale und örtliche Besonderheiten kann es bei Anwendung von Emissionsfaktoren zu einer erheblichen Über- bzw. Unterschätzung der tatsächlichen Jahresfracht kommen.

Damit die tatsächliche Emissionssituation für kommunale Kläranlagen in Baden-Württemberg angemessen erfasst und auf den jeweiligen Standort bezogene valide Daten ermittelt werden können, wurde durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg ein Sondermessprogramm unter Anwendung der entwickelten Handlungsempfehlungen durchgeführt.

Die Betreiber wurden im Rahmen einer Informationsveranstaltung über das geplante Vorhaben informiert und um ihre Mitwirkung gebeten. Die Kläranlagen, welche an dem Sonderuntersuchungsprogramm teilgenommen haben, können Kapitel 6, Anhang entnommen werden. Es hatten sich insgesamt 35 Kläranlagenbetreiber dazu bereit erklärt an dem Sonderuntersuchungsprogramm teilzunehmen. Um die Eliminationsraten für eine gewisse Anzahl an Kläranlagen bestimmen zu können, wurde zusätzlich an sechs Kläranlagen der Zulauf untersucht. Die Analytik und die Berichtserstellung wurden zentral vom TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser und die Gesamtkoordination von der LUBW durchgeführt.

2 Probenahme

Insgesamt wurden bei jeder Kläranlage sechs Messkampagnen im Zeitraum von September 2016 bis Juli 2017 durchgeführt. Für jede Messkampagne wurde durch den Kläranlagenbetreiber eine Wochenmischprobe entsprechend den Vorgaben in Kapitel 2.2 hergestellt. Die Herstellung von Langzeitmischproben ist aufgrund der Tagesschwankungen der Stoffströme und den im Vorfeld erarbeiteten Handlungsempfehlungen (Lambert u. a. 2014) notwendig, um robuste Daten zu erhalten.

2.1 Untersuchungsumfang

Die Abwasserproben aus den 35 Kläranlagen wurden auf insgesamt 38 Einzelsubstanzen analysiert. Die einzelnen Substanzen lassen sich sieben Substanzklassen zuordnen. Dazu gehören polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, organische Chlorverbindungen, Phthalate, Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, phenolische Verbindungen, polybromierte Diphenylether und Schwermetalle. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über das untersuchte Substanzspektrum.

Tabelle 2.1: Untersuchtes Substanzspektrum

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe:
Acenaphthylen
Acenaphthen
Anthracen
Benzo(a)anthracen
Benzo(a)pyren
Benzo(b)fluoranthren
Benzo(ghi)perylen
Benzo(k)fluoranthren
Chrysen
Dibenz(ah)anthracen
Fluoranthren
Fluoren
Indeno(1,2,3-cd)pyren
Naphthalin
Phenanthren
Pyren
Organische Chlorverbindungen:
Hexachlorbutadien
Hexachlorbenzol (HCB)
alpha-HCH
beta-HCH
gamma-HCH (Lindan)

delta-HCH
Phthalate:
Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)
Pflanzenschutzmittelwirkstoffe:
Atrazin
Diuron
Isoproturon
Simazin
Phenolische Verbindungen:
4-tert.-Oktylphenol
4-iso-Nonylphenol
Polybromierte Diphenylether:
BDE-28
BDE-47
BDE-99
BDE-100
BDE-153
BDE-154
Schwermetalle:
Blei
Cadmium
Nickel

LUBW

2.2 Herstellung der Wochenmischprobe

Die Wochenmischproben wurden durch die Vereinigung von sieben Teilproben hergestellt, wobei jede Teilprobe aus der 24h-Tagesmischprobe entnommen wurde. Dabei wurden die Betreiber gebeten, entsprechend der vorgegeben Abflussbedingung (Trocken- oder Regenwetter) der jeweiligen Messkampagne eine homogenisierte Teilprobe (1 Liter) aus der 24h-Tagesmischprobe am Ablaufprobennehmer der Kläranlage zu entnehmen und in einem Transportgefäß zusammenzuführen. Das Transportgefäß wurde bis zur Abholung in einer Tiefkühltruhe bei mindestens -18 °C aufbewahrt.

Die im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogramms durchgeführten Messkampagnen sind nachfolgend zusammengestellt.

- Messkampagne Sep. 2016 (Trockenwetter)
- Messkampagne Nov. 2016 (Regenwetter)
- Messkampagne Jan. 2017 (Trockenwetter)
- Messkampagne Mär. 2017 (Regenwetter)
- Messkampagne Mai 2017 (Regenwetter)
- Messkampagne Jul. 2017 (Trockenwetter)

Da die Abflussbedingung „Trockenwetterabfluss“ für jede Kläranlage individuell zu bestimmen ist, wurden die Betreiber gebeten unter Zuhilfenahme der eigenen Betriebsaufzeichnungen und der langjährigen Erfahrungen des Betriebspersonals einen Trockenwetter-Tagesabfluss (Q_{TW}) selbst zu definieren, bei dem davon ausgegangen werden kann, dass der Zufluss zur Kläranlage nicht durch Niederschlagsereignisse im Einzugsgebiet beeinflusst ist. Der Regenwetterabfluss wurde aus Vereinfachungsgründen als 2* Q_{TW} angenommen. Für Abflüsse ≤ Q_{TW} konnte infolge dessen davon ausgegangen werden, dass Trockenwetter vorliegt. Für Abflüsse ≥ 2* Q_{TW} wurde die Abflussbedingung Regenwetter angenommen.

Damit konnte nach der Entnahme der 24h-Tagesmischprobe und dem Vergleich der behandelten Tagesabwassermenge für den korrespondierenden Zeitraum relativ einfach entschieden werden, um welche Abflussbedingung es sich handelt und ob die 24h-Tagesmischprobe sich zur Entnahme einer Teilprobe eignet. Wenn die Abflussbedingung der jeweiligen Messkampagne eingehalten wurde, konnte eine Teilprobe aus der 24h-Tagesmischprobe entnommen und eingefroren werden. Die Zusammenführung von 7 Teilproben ergab die Wochenmischprobe.

Um eine hohe Qualität der Probe sicherstellen zu können und weitere Störeinflüsse zu minimieren, musste das Sammelgefäß im Probenehmer täglich mit destilliertem Wasser gereinigt werden. Der Einsatz von Reinigungsmitteln war nicht erlaubt.

Da im Rahmen des Vorhabens ebenfalls Stoffe untersucht wurden, welche an Produktionsprozesse von Gewerbebetrieben im Einzugsgebiet geknüpft sein können, sollte angestrebt werden, dass die zusammengestellte Wochenmischprobe nach Möglichkeit eine Arbeitswoche repräsentiert. Als Vorgabe sollte deshalb die mehrfache Ziehung der Teilprobe an einem bestimmten Wochentag (z. B. Samstag) möglichst vermieden werden.

Es sollte zudem darauf geachtet werden, dass der automatische Probenehmer bereits längere Zeit in Betrieb ist. Somit konnte davon ausgegangen werden, dass für einige der untersuchten Stoffe ein Verteilungsgleichgewicht zwischen dem Abwasser und dem Probenehmer besteht und keine Verluste durch Adsorption entstehen.

Weiterhin wurden die Betreiber gebeten, darauf zu achten, dass der Ansaugschlauch des Probenehmers länger als ein Monat in Betrieb ist und während der Messkampagne nicht mit Reinigungsmitteln behandelt wird.

2.3 Probenahmeprotokoll

Um eine einheitliche Vorgehensweise und eine lückenlose Dokumentation sicherzustellen, wurde das in Abbildung 6.31 dargestellte Probenahmeprotokoll verwendet.

Der Umfang der Dokumentation beinhaltete im Wesentlichen folgende Punkte:

- verantwortliche Probenahmeperson
- Ort der Probenahme
- Art der Probenahme (Probenehmer Kläranlagenablauf, volumenproportionale Probenahme)
- zeitliche Zusammenstellung der Tagesmischproben
- Dokumentation der Abflussbedingungen der Tagesmischproben
- Bemerkungen des Probenehmers bei besonderen Betriebsbedingungen auf der Anlage

Neben der Herstellung der Wochenmischproben und der Dokumentation der Probenahme wurden durch die Betreiber die konventionellen Abwasserparameter (wie z. B. Lf, AFS, CSB, NH₄-N, NO₃-N, P_{ges} und PO₄-P) bereitgestellt. Die Dokumentation erfolgte ebenfalls im Probenahmeprotokoll.

2.4 Probentransport

Für die Zusammenstellung der Wochenmischprobe standen den Betreibern i. d. R. 4 Wochen zur Verfügung. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die Transportgefäße durch den Fahrdienst der LUBW abgeholt. In vereinzelten Fällen wurden individuelle Abholtermine vereinbart, falls zum regulären Zeitpunkt die Wochenmischprobe noch nicht abgeschlossen werden konnte.

3 Analytik

3.1 Einleitung

Aufgrund ihrer unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften lassen sich die 38 Zielverbindungen nicht mit einem einzigen Analyseverfahren empfindlich und selektiv erfassen. Daher wurden die Verbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften gruppiert und mit insgesamt fünf verschiedenen Analyseverfahren bestimmt (Tabelle 3.1). Soweit möglich, orientieren sich die angewendeten Analyseverfahren an genormten Methoden. Die Verfahren wurden in einem vorangegangenen Projekt für die Analyse der Gesamtwasserphase weiterentwickelt, sodass jeweils sowohl die gelösten als auch die an Feststoffpartikel sorbierten Anteile erfasst werden, was insbesondere bei den unpolaren Analyten von großer Bedeutung ist (Lambert u. a. 2014). Gleichzeitig wurden die Analyseverfahren in dem Projekt hinsichtlich ihrer Nachweisempfindlichkeit in Abwasserproben optimiert, um die Zahl an positiven Befunden zu erhöhen.

Im Folgenden werden die fünf Verfahren mit ihren wichtigsten Parametern und Kenndaten vorgestellt.

3.2 Bestimmung von Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), chlorierten Verbindungen (OCP) und Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

Die Bestimmung der 16 PAK, sechs OCP und von DEHP (siehe Tabelle 3.1) erfolgte mittels einer Kopplung aus Gaschromatographie (GC) und Tandem-Massenspektrometrie (MS-MS) nach flüssig-flüssig-Extraktion (LLE) mit Cyclohexan in Anlehnung an das in der deutschen Norm DIN 38407-F 39 beschriebene Analyseverfahren.

Die Anreicherungsbedingungen und die Parameter der GC/MSMS-Analyse sind in den Tabellen 3.2 und 3.3 zusammengestellt.

Tabelle 3.1: Analyseverfahren für die Bestimmung der 38 Zielverbindungen

Substanz	Analyseverfahren
Acenaphthylen	LLE, GC-MS-MS
Acenaphthen	LLE, GC-MS-MS
Anthracen	LLE, GC-MS-MS
Benzo(a)anthracen	LLE, GC-MS-MS
Benzo(a)pyren	LLE, GC-MS-MS
Benzo(b)fluoranthen	LLE, GC-MS-MS
Benzo(ghi)perylen	LLE, GC-MS-MS
Benzo(k)fluoranthen	LLE, GC-MS-MS
Chrysen	LLE, GC-MS-MS
Dibenz(ah)anthracen	LLE, GC-MS-MS
Fluoranthen	LLE, GC-MS-MS
Fluoren	LLE, GC-MS-MS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	LLE, GC-MS-MS
Naphthalin	LLE, GC-MS-MS
Phenanthren	LLE, GC-MS-MS
Pyren	LLE, GC-MS-MS
Hexachlorbutadien	LLE, GC-MS-MS
Hexachlorbenzol (HCB)	LLE, GC-MS-MS
alpha-HCH	LLE, GC-MS-MS
beta-HCH	LLE, GC-MS-MS
gamma-HCH (Lindan)	LLE, GC-MS-MS
delta-HCH	LLE, GC-MS-MS
Di(2-ethylhexyl)phthalat	LLE, GC-MS-MS
Atrazin	online-SPE, HPLC-MS-MS
Diuron	online-SPE, HPLC-MS-MS
Isoproturon	online-SPE, HPLC-MS-MS
Simazin	online-SPE, HPLC-MS-MS
4-tert.-Oktylphenol	SPE, GC-MS-MS
4-iso-Nonylphenol	SPE, GC-MS-MS
BDE-28	LLE, GC-NCI-MS
BDE-47	LLE, GC-NCI-MS
BDE-99	LLE, GC-NCI-MS
BDE-100	LLE, GC-NCI-MS
BDE-153	LLE, GC-NCI-MS
BDE-154	LLE, GC-NCI-MS
Blei	ICP-MS
Cadmium	ICP-MS
Nickel	ICP-MS



Tabelle 3.2: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung von PAK, OCP und DEHP

Probenvolumen	950 mL (Zulauf 1:5 verdünnt; Ablauf 1:2 verdünnt) + 50 mL Aceton
pH-Wert	original
Interne Standards	Phenanthren-d10, Anthracen-d10, Fluoranthen-d10, Pyren-d10, Benzo[b]fluoranthen-d12, Benzo[k]fluoranthen-d12, Benzo[a]pyren-d12, Indeno[1,2,3-cd]pyren-d12, Benzo[g,h,i]perylene-d12, DEHP-d4
Extraktionsmittel	Cyclohexan
Extraktionsvolumen	25 mL
Extraktionsdauer	30 min
Endvolumen	0,2 mL



Tabelle 3.3: GC/MS-MS-Parameter für die Bestimmung von PAK, OCP und DEHP

GC/MS-MS-System	TraceGC ultra/TSQ QuantumXLS ultra (Thermo Scientific)
Injektor	Kaltaufgabesystem KAS 6 (Gerstel)
Injektortemperaturprogramm	70 °C (0,02 min), 12 °C/s auf 290 °C (4 min)
Injektionsvolumen	1 µL
Trennsäule	TR-PESTICIDE III, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm (Thermo Scientific)
Trägergas	Helium
Temperaturprogramm	50 °C (1 min) 10 °C/min auf 200 °C (2 min) 3 °C/min auf 250 °C 5 °C/min auf 300 °C (14 min)
Analysenzeit	59 min
Temperatur Transfer-Line	300 °C
Detektortemperatur	250 °C
Scan-Modus	SRM (Selective Reaction Monitoring)



3.3 Bestimmung von Atrazin, Diuron, Isoproturon, Simazin

Die Analyse der vier Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Atrazin, Diuron, Isoproturon und Simazin erfolgte aus der Gesamtwasserprobe mittels on-line-Festphasenextraktion (online-SPE) und einer Kopplung aus Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) und Tandem-Massenspektrometrie (MSMS) in Anlehnung an das in der Norm

DIN 38407-F 36 beschriebene Analyseverfahren. Zur Anreicherung der Analyten wurde vor der Messung eine Festphasenextraktion auf einem unpolaren C18-Material durchgeführt.

In den Tabellen 3.4 und 3.5 sind die Anreicherungsbedingungen sowie die Parameter der HPLC-MS-MS-Bestimmung zusammengestellt.

Tabelle 3.4: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

Probenvolumen	5 mL (Zulauf 1:5 verdünnt; Ablauf 1:2 verdünnt)
pH-Wert	neutral
Interner Standard	Atrazin-d5, Diuron-d6, Isoproturon-d6, Simazin-d10
Anreicherung	online-SPE-Anreicherung (PAL)
Festphasenmaterial	18,5 mg C18 HD (Gerstel)



Tabelle 3.5: HPLC-MS-MS-Parameter für die Bestimmung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

HPLC-System	HPLC 1290 (Agilent Technologies)		
MS-MS-System	Tandem MS API 5500 (AB Sciex)		
Interface	Elektrospray (ESI)		
Injektionsvolumen	5 mL		
Trennsäule	X-Bridge™ BEH130 C18, 150 mm x 2,1 mm x 3,5 µm (Waters)		
Eluenten	A: HPLC-Wasser + 0,1 % Ameisensäure B: Methanol + 0,1 % Ameisensäure		
Eluentenprogramm	min	% A	% B
	0	70	30
	2	45	55
	9	35	65
	10	2	98
	14	2	98
	15	70	30
	20	70	30
Fluss	0,2 mL/min		
Analysenzeit	20 min		
Ionisierungsmodus	positiv		
Ionisierungsspannung	+5500 V		



3.4 Bestimmung von 4-tert.-Oktylphenol und 4-iso-Nonylphenol

Die Bestimmung der beiden phenolischen Verbindungen 4-tert.-Oktylphenol und 4-iso-Nonylphenol erfolgte aus der Gesamtwasserphase mittels GC-MS-MS nach Festphasenanreicherung und Derivatisierung mit Methyl-N-trimethylsilyltrifluoracetamid (MSTFA). Die Durchführung des Verfahrens erfolgte in Anlehnung an die in der Norm EN ISO 18857 beschriebenen Vorgehensweise. Durch die Derivatisierung werden die Phenole in ihre Trimethylsilylether überführt, die mittels Gaschromato-

graphie deutlich empfindlicher und selektiver erfasst werden können als die Ausgangsverbindungen. Während es sich bei 4-tert.-Oktylphenol um eine Einzelverbindung handelt, wird über den Parameter 4-iso-Nonylphenol die Summe zahlreicher 4-Nonylphenol-Isomere erfasst, die sich im Verzweigungsgrad der Nonylkette unterscheiden.

Die wesentlichen Anreicherungsbedingungen sowie die Parameter der GC-MS-MS-Analyse sind in den Tabellen 3.6 und 3.7 zusammengefasst.

Tabelle 3.6: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der phenolischen Verbindungen

Probenvolumen	500 mL (Zulauf 1:2 verdünnt; Ablauf unverdünnt)
pH-Wert	original
Interner Standard	n-Nonylphenol, Octylphenol-d17
Festphasenmaterial	200 mg Strata X (Phenomenex)
Elutionsmittel	Aceton
Elutionsvolumen	2 x 2 mL
Endvolumen	4 mL



Tabelle 3.7: GC-MS-MS-Parameter für die Bestimmung der phenolischen Verbindungen

GC-MS-MS-System	TraceGC ultra/TSQ QuantumXLS ultra (Thermo Scientific)
Injektor	Kaltaufgabesystem KAS 6 (Gerstel)
Injektortemperaturprogramm	55 °C (0,02 min), 12 °C/s auf 280 °C (3 min)
Injektionsvolumen	1 µL
Trennsäule	Rxi-5Sil MS, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm (Restek)
Trägergas	Helium
Temperaturprogramm	70 °C (2 min) 20 °C/min auf 150 °C 5 °C/min auf 300 °C (5 min)
Analysenzeit	44 min
Temperatur Transfer-Line	290 °C
Detektortemperatur	250 °C
Scan-Modus	SRM (Selective Reaction Monitoring)



3.5 Bestimmung der polybromierten Diphenylether (PBDE)

Aus der Gruppe der PBDE wurden die sechs Einzelstoffe BDE-28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether), BDE-47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether), BDE-99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether), BDE-100 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether), BDE-153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether) und BDE-154 (2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether) bestimmt. Die Analyse erfolgte mittels flüssig-flüssig Extraktion mit Cyclohexan und der Kopplung aus Gaschromatographie und Massenspektrometrie, wobei zum

empfindlichen Nachweis der bromierten Verbindungen die chemische Ionisation im Negativmodus (GC-NCI-MS) eingesetzt wurde.

In Tabelle 3.8 sind die Anreicherungsbedingungen aufgeführt. Um für die Einzelstoffe niedrige Bestimmungsgrenzen zu erreichen, folgte ein Clean-up-Schritt, bei dem störende Matrixbestandteile aus dem Extrakt abgetrennt wurden. Die Vorgehensweise ist in Tabelle 3.9 beschrieben. Die Parameter der GC-MS-Analyse sind in Tabelle 3.10 zusammengestellt.

Tabelle 3.8: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der PBDE

Probenvolumen	1000 mL (Zulauf 1:2 verdünnt; Ablauf 1:5 verdünnt)
pH-Wert	original
Interner Standard	Fluor-BDE-69
Extraktionsmittel	Cyclohexan
Extraktionsvolumen	25 mL
Endvolumen	0,1 mL



Tabelle 3.9: Clean-up des Extraktes der flüssig-flüssig-Extraktion für die Bestimmung der PBDE

Festphasenmaterial	2 g C18 Hydra (Macherey-Nagel)
Probe	0,1 mL Extrakt (flüssig-flüssig-Extraktion)
Elutionsmittel	n-Hexan
Elutionsvolumen	3 x 2 mL
Endvolumen	0,1 mL



Tabelle 3.10: GC-MS-Parameter für die Bestimmung der PBDE

GC-MS-System	6890/5975 (Agilent Technologies)
Injektor	Kaltaufgabesystem KAS 4 (Gerstel)
Injektortemperaturprogramm	85 °C (0,05 min), 12 °C/s auf 280 °C (1 min), 12 °C/s auf 300 °C (12 min)
Injektionsvolumen	35 µL
Trennsäule	Rtx-1614, 15 m x 0,25 mm x 0,25 µm (Restek)
Trägergas	Helium
Temperaturprogramm	85 °C (2 min) 15 °C/min auf 190 °C (5 min) 15 °C/min auf 280 °C (3 min)
Analysenzeit	23 min
Temperatur Transfer-Line	280 °C
Detektortemperatur	150 °C
Scan-Modus	NCI-SIM



3.6 Bestimmung von Cadmium, Nickel und Blei

Die Bestimmung der Schwermetalle Cadmium, Nickel und Blei erfolgte nach EN ISO 17294, d. h. mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS). Zur Erfassung der partikelgebundenen Anteile erfolgte vor

der Messung ein Mikrowellenaufschluss der Abwasserprobe unter Zugabe von 0,6 mL Salpetersäure.

In den Tabellen 3.11 und 3.12 sind die Aufschlussbedingungen sowie die Parameter der ICP-MS-Analyse aufgelistet.

Tabelle 3.11: Aufschlussbedingungen für die Bestimmung der Schwermetalle

Probenvolumen	40 mL
Säurezugabe	0,6 mL Salpetersäure
Mikrowelle	Multiwave PRO (Paar)
Leistungsprogramm	1400 Watt
Aufschlussdauer	50 min
Endvolumen	40,6 mL



Tabelle 3.12: ICP-MS-Parameter für die Bestimmung der Schwermetalle

Gerät	ICP-MS 7900 (Agilent Technologies)
RF Leistung	1550 W
Plasmagas	Argon
Plasmagasfluss	15 L/min
Carriergasfluss	1,04 L/min
Make-up-Gasfluss	0,2 L/min
Zerstäuber	MicroMist
Messmodus	No-gas (Cd, Pb), Helium (Ni)
Analysenzeit	2 min
Quantifizierungsmassen	111 (Cd), 60 (Ni), 206/207 (Pb)
Wiederholmessungen	3



3.7 Verfahrenskenndaten

In dem vorangegangenen Projekt wurden die Verfahrenskenndaten für die optimierten Analyseverfahren bestimmt (Lambert u. a. 2014). Hierbei wurden auch die Bestimmungsgrenzen ermittelt. Die für Kläranlagenzu- und -abläufe erhaltenen Werte für die 38 untersuchten Substanzen sind in Tabelle 3.13 aufgeführt. Aufgrund der meist höheren Verdünnung der Kläranlagenzuläufe liegen die Bestimmungsgrenzen in diesen Proben höher als in den Kläranlagenabläufen.

Tabelle 3.13: Bestimmungsgrenzen der analysierten Substanzen (in µg/L) in Kläranlagenzu- und -abläufen

Substanz	Bestimmungsgrenze Zulauf (µg/L)	Bestimmungsgrenze Ablauf (µg/L)
Acenaphthylen	0,0025	0,001
Acenaphthen	0,0025	0,001
Anthracen	0,0025	0,001
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,001
Benzo(a)pyren	0,0013	0,0005
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,001
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,0005
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,001
Chrysen	0,0025	0,001
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,001
Fluoranthen	0,0025	0,001
Fluoren	0,0025	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,0005
Naphthalin	0,025	0,010
Phenanthren	0,0025	0,001
Pyren	0,0025	0,001
Hexachlorbutadien	0,013	0,005
Hexachlorbenzol (HCB)	0,005	0,002
alpha-HCH	0,005	0,002
beta-HCH	0,005	0,002
gamma-HCH (Lindan)	0,005	0,002
delta-HCH	0,005	0,002
Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	0,25	0,10
Atrazin	0,020	0,010
Diuron	0,020	0,010
Isoproturon	0,020	0,010
Simazin	0,020	0,010
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,025
4-iso-Nonylphenol	0,10	0,050
BDE-28	0,00025	0,00005
BDE-47	0,00025	0,00005
BDE-99	0,00025	0,00005
BDE-100	0,00025	0,00005
BDE-153	0,00025	0,00005
BDE-154	0,00025	0,00005
Blei	0,10	0,10
Cadmium	0,002	0,002
Nickel	1,0	1,0

 LUBW

4 Ergebnisse

4.1 Statistische Auswertung

Im Rahmen des Monitoring-Programms wurden sechs Zuläufe und 35 Abläufe von kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg über ein Jahr zweimonatlich beprobt und auf 38 Einzelstoffe analysiert. Alle Ergebnisse für die insgesamt 35 Zulaufproben und 210 Ablaufproben (eine Zulaufprobe konnte nicht entnommen werden) sind in den Tabellen 6.1 bis 6.41 im Anhang zusammengestellt.

In allen untersuchten Abwasserproben waren positive Befunde enthalten. In den Kläranlagenzuläufen konnten zwischen 22 und 29 der untersuchten 38 Einzelstoffe nachgewiesen werden. Abbildung 4.1 zeigt die Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen über die 35 untersuchten Zulaufproben. Man erkennt, dass in den meisten Proben aus den Kläranlagenzuläufen 24, 25 oder 26 Einzelstoffe gefunden wurden.

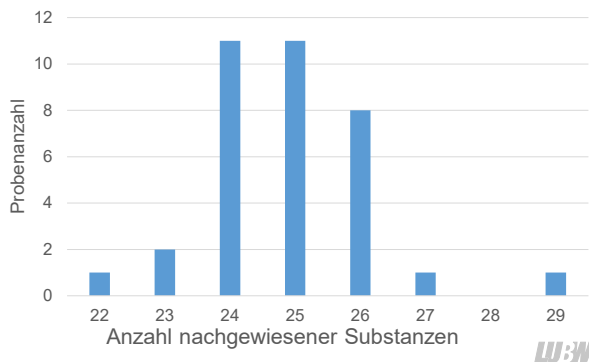


Abbildung 4.1: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 6 Kläranlagenzuläufen.

Betrachtet man die Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den Kläranlagenabläufen, so ergibt sich für alle Kläranlagen eine geringere Anzahl an positiven Befunden, aber vor allem auch eine wesentlich breitere Verteilung als in den Zulaufproben (Abbildung 4.2). In den untersuchten 210 Ablaufproben konnten zwischen vier und 23 Einzelstoffe nachgewiesen werden, wobei in der Mehrzahl der Proben zwischen 11 und 17 Substanzen gefunden wurden. Die geringere Anzahl an positiven Befunden zeigt, dass ein Teil der untersuchten Einzelstoffe in den Kläranlagen zurückgehalten wird und folglich im Kläranlagenablauf nicht mehr nachgewiesen werden kann. Dabei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass für die meisten Stoffe die analytische Bestimmungsgrenze in den Ablaufproben niedriger als in den Zulaufproben war, dass also die Substanzen in den

Kläranlagenabläufen empfindlicher nachgewiesen werden konnten als in den entsprechenden Zuläufen.

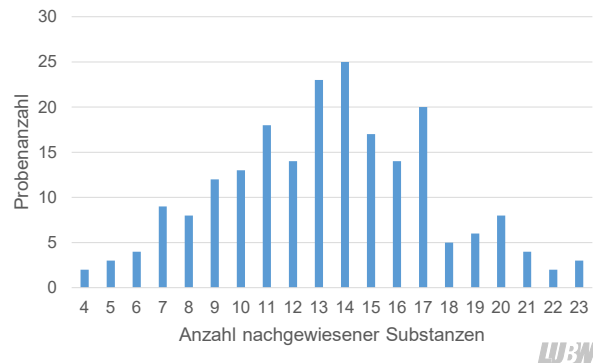


Abbildung 4.2: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen.

Geht man davon aus, dass die Belastung der Kläranlagenzuläufe bei den übrigen 30 Kläranlagen vergleichbar mit der Belastung der fünf untersuchten Kläranlagenzuläufe ist, lässt sich die wesentlich breitere Verteilung der positiven Befunde in den Kläranlagenabläufen nur durch eine variable Elimination in den Kläranlagen erklären. Diese hohe Variabilität kann sowohl durch zeitliche Unterschiede begründet sein, d. h. zu unterschiedlichen Zeiten (und damit beispielsweise bei unterschiedlichen Abflüssen, aber auch bei unterschiedlichen Temperaturen) ist die Eliminationsleistung der Kläranlagen unterschiedlich, als auch durch Unterschiede in der Aufbereitungsleistung zwischen den einzelnen Kläranlagen.

Insgesamt zeigt die hohe Anzahl an positiven Befunden in den Proben aus den Zu- und Abläufen der Kläranlagen, dass die Nachweisempfindlichkeit der analytischen Methoden, die bei dem Monitoring-Programm angewendet wurden, ausreichend war, um in vielen Fällen quantitative Aussagen zum Vorkommen der prioritären Stoffe in kommunalen Kläranlagen zu erhalten.

4.2 Betrachtung der Einzelstoffe

In den Tabellen 4.1 und 4.2 sind die Ergebnisse einer statistischen Auswertung der Einzelergebnisse zusammengefasst, bei der für alle 38 analysierten Einzelstoffe die Anzahl der positiven Befunde in den Kläranlagenzu- und -abläufen, ihre maximale und mittlere Konzentration sowie das 10-, 50- und 90-Perzentil der Konzentrationen berechnet wurden. Eine Unterteilung in Regen- und Trockenwetterproben wurde bei dieser Auswertung nicht vorgenommen.

Tabelle 4.1: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Zulauf von 6 Kläranlagen (P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil).

Substanz	positive Befunde		Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	P10 in µg/L	P50 in µg/L	P90 in µg/L
	absolut	in %					
Acenaphthylen	35	100	0,36	0,029	0,0052	0,010	0,036
Acenaphthen	35	100	0,28	0,044	0,014	0,021	0,096
Anthracen	35	100	0,13	0,025	0,0059	0,014	0,061
Benzo(a)anthracen	35	100	0,25	0,047	0,014	0,030	0,082
Benzo(a)pyren	35	100	0,23	0,042	0,013	0,028	0,080
Benzo(b)fluoranthen	35	100	0,28	0,048	0,015	0,034	0,080
Benzo(ghi)perylen	35	100	0,18	0,037	0,011	0,029	0,069
Benzo(k)fluoranthen	34	97	0,14	0,023	0,0081	0,017	0,036
Chrysen	35	100	0,42	0,074	0,021	0,050	0,12
Dibenz(ah)anthracen	33	94	0,065	0,009	0,0027	0,0069	0,015
Fluoranthen	35	100	0,74	0,14	0,040	0,10	0,22
Fluoren	35	100	0,23	0,040	0,012	0,020	0,10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	35	100	0,18	0,031	0,0096	0,023	0,044
Naphthalin	34	97	0,72	0,11	0,034	0,055	0,29
Phenanthren	35	100	0,74	0,16	0,053	0,12	0,32
Pyren	35	100	0,54	0,12	0,036	0,084	0,17
Hexachlorbutadien	0	0					
Hexachlorbenzol (HCB)	0	0					
alpha-HCH	0	0					
beta-HCH	0	0					
gamma-HCH (Lindan)	5	14	0,0060	0,0029	0,0025	0,0025	0,0052
delta-HCH	0	0					
Di(2-ethylhexyl)phthalat	35	100	51	13	6,2	10	23
Atrazin	0	0					
Diuron	13	37	0,071	0,018	0,010	0,010	0,030
Isoproturon	25	71	0,93	0,062	0,010	0,026	0,077
Simazin	0	0					
4-tert.-Oktylphenol	23	66	0,38	0,08	0,025	0,060	0,15
4-iso-Nonylphenol	35	100	3,5	0,59	0,19	0,33	1,1
BDE-28	0	0					
BDE-47	35	100	0,0068	0,0015	0,00075	0,0014	0,0022
BDE-99	33	94	0,0070	0,0015	0,00054	0,0010	0,0022
BDE-100	4	11	0,00060	0,00019	0,00015	0,00015	0,00023
BDE-153	2	6	0,00029	0,00016			
BDE-154	0	0					
Blei	35	100	16	5,4	2,2	4,6	9,7
Cadmium	35	100	0,52	0,18	0,11	0,16	0,24
Nickel	35	100	41	17	9,4	16	26



Tabelle 4.2: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Ablauf von 35 Kläranlagen (P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil).

Substanz	positive Befunde		Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	P10 in µg/L	P50 in µg/L	P90 in µg/L
	absolut	in %					
Acenaphthylen	98	47	0,027	0,0011	0,0005	0,0005	0,0018
Acenaphthen	117	56	0,078	0,0016	0,0005	0,0011	0,0024
Anthracen	1	0,5	0,0015				
Benzo(a)anthracen	18	9	0,0034	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
Benzo(a)pyren	75	36	0,0040	0,0005	0,00025	0,00025	0,0010
Benzo(b)fluoranthen	27	13	0,0046	0,0007	0,0005	0,0005	0,0012
Benzo(ghi)perylen	98	47	0,012	0,0006	0,00025	0,00025	0,0011
Benzo(k)fluoranthen	6	3	0,0022	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Chrysen	75	36	0,0059	0,0009	0,0005	0,0005	0,0017
Dibenz(ah)anthracen	1	0,5	0,015				
Fluoranthen	175	83	0,013	0,0027	0,0005	0,0025	0,0048
Fluoren	157	75	0,11	0,0021	0,0005	0,0014	0,0028
Indeno(1,2,3-cd)pyren	53	25	0,0032	0,00042	0,00025	0,00025	0,0008
Naphthalin	76	36	0,14	0,009	0,005	0,005	0,016
Phenanthren	196	93	0,084	0,0043	0,0012	0,0035	0,0073
Pyren	187	89	0,035	0,0031	0,0005	0,0024	0,0057
Hexachlorbutadien	0	0					
Hexachlorbenzol (HCB)	0	0					
alpha-HCH	0	0					
beta-HCH	0	0					
gamma-HCH (Lindan)	130	62	0,0062	0,0021	0,0010	0,0022	0,0033
delta-HCH	0	0					
Di(2-ethylhexyl)phthalat	208	99	110	2,0	0,23	1,1	2,5
Atrazin	1	0,5	0,014				
Diuron	147	70	0,17	0,020	0,005	0,016	0,039
Isoproturon	180	86	0,47	0,046	0,005	0,032	0,080
Simazin	5	2	0,079	0,006	0,005	0,005	0,005
4-tert.-Oktylphenol	48	23	0,14	0,021	0,013	0,013	0,039
4-iso-Nonylphenol	154	73	0,77	0,090	0,025	0,069	0,17
BDE-28	0	0					
BDE-47	22	10	0,00017	0,000032	0,000025	0,000025	0,00005
BDE-99	14	7	0,00018	0,000030	0,000025	0,000025	0,000025
BDE-100	0	0					
BDE-153	0	0					
BDE-154	0	0					
Blei	133	63	19	0,30	0,050	0,011	0,40
Cadmium	195	93	0,70	0,013	0,0030	0,0070	0,019
Nickel	210	100	290	17	5,7	11	25



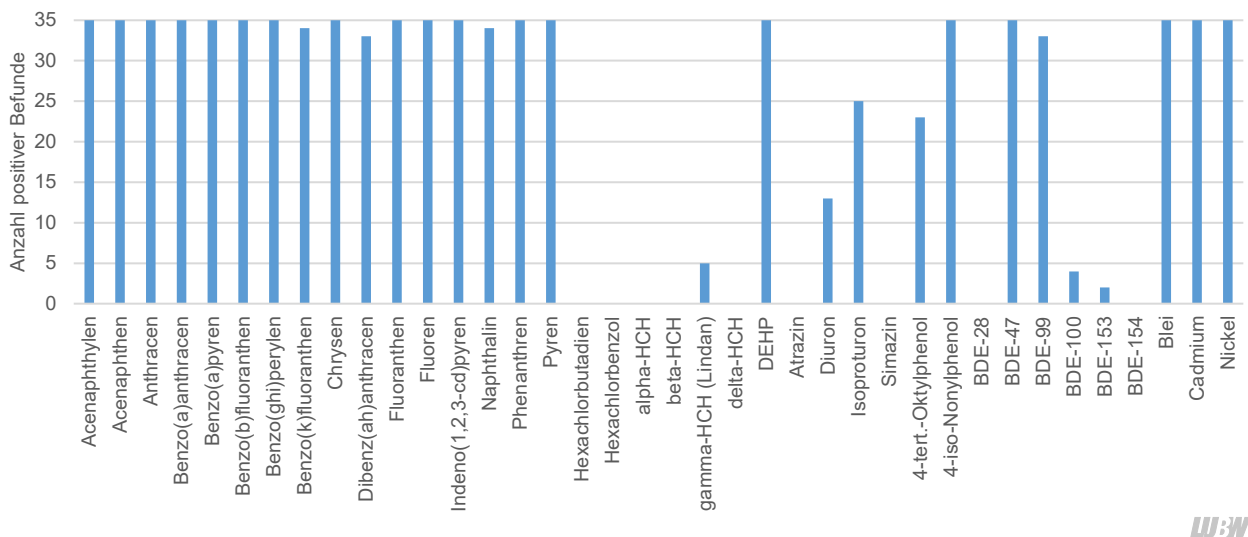


Abbildung 4.3: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Substanzen in den 35 Proben aus den Kläranlagenzuläufen.

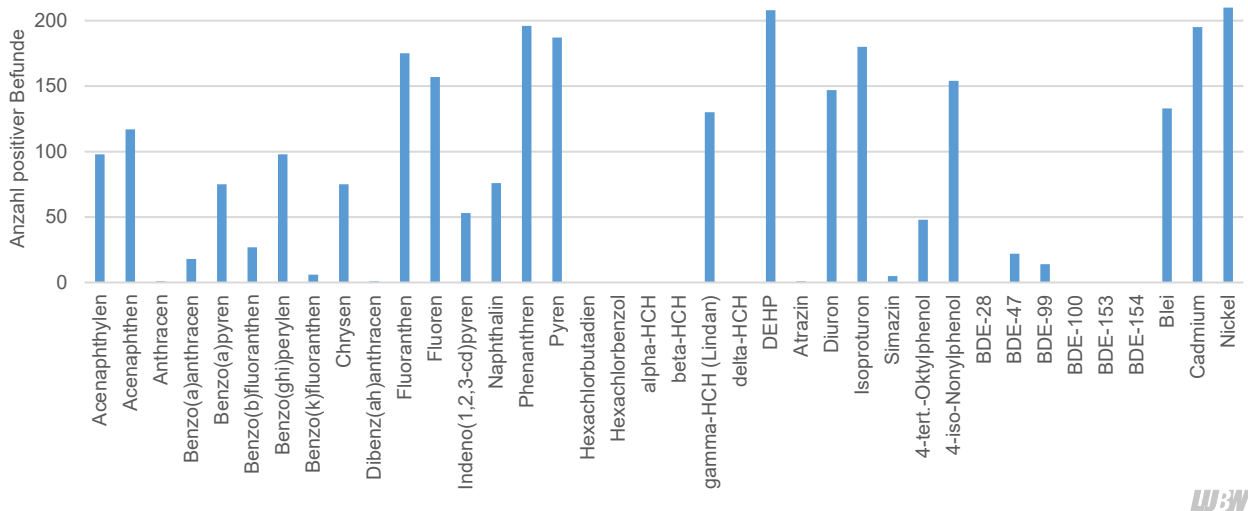


Abbildung 4.4: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 210 Proben aus den Kläranlagenabläufen.

Aus den Daten in den beiden Tabellen lassen sich deutliche Unterschiede hinsichtlich des Vorkommens der verschiedenen Einzelsubstanzen in den Kläranlagen in Baden-Württemberg ableiten. Neun der untersuchten 38 Einzelstoffe (Hexachlorbutadien, Hexachlorbenzol, alpha-, beta- und delta-Hexachlorcyclohexan, Atrazin, Simazin sowie die beiden polybromierten Diphenylether BDE-28 und BDE-154) wurden in keiner Probe der Kläranlagenzuläufe nachgewiesen. 20 Einzelstoffe (zahlreiche PAK und Schwermetalle, DEHP, iso-Nonylphenol sowie BDE-47) traten dagegen in allen 35 Kläranlagenzulaufproben auf.

In den Kläranlagenabläufen wurden ebenfalls neun Einzelstoffe in keiner Probe nachgewiesen. Allerdings sind diese neun Einzelstoffe nicht vollkommen identisch mit den Stoffen, die in den Zuläufen nicht gefunden wurden. Für

Atrazin und Simazin, die in den Kläranlagenzuläufen nicht nachgewiesen wurden, wurden in einer bzw. in fünf Proben aus den Kläranlagenabläufen positive Befunde erhalten. Dieses Ergebnis lässt sich im Wesentlichen durch die niedrigere Bestimmungsgrenze in den Kläranlagenabläufen erklären. Die beiden polybromierten Diphenylether BDE-100 und BDE-153, die noch in jeweils einer Probe aus einem Kläranlagenzulauf gefunden wurden, konnten hingegen in den Kläranlagenabläufen nicht mehr nachgewiesen werden.

Allgemein ist die Zahl der positiven Befunde in den Kläranlagenabläufen deutlich geringer als in den -zuläufen. So trat nur noch ein Stoff (Nickel) in allen untersuchten 210 Proben auf. Mit Di(2-ethylhexyl)phthalat, Phenanthren und Cadmium wurden weitere drei Stoffe in mehr als 90 % aller untersuchten Proben aus den Kläranlagenabläufen gefunden.

Eine graphische Darstellung der Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten 38 Einzelstoffe zeigt Abbildung 4.3 für die Kläranlagenzuläufe und Abbildung 4.4 für die Kläranlagenabläufe. Für eine abschließende Beurteilung der Belastungssituation müssen allerdings auch die Konzentrationen der Einzelstoffe in den Kläranlagenzu- und -abläufen betrachtet werden.

Die Angaben in Tabelle 4.1 zu den maximalen und mittleren Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe in den Kläranlagenzulaufproben zeigen ein relativ heterogenes Bild. Während eine Reihe von organischen Einzelstoffen in Konzentrationen zwischen 0,05 und 1 µg/L in den Kläranlagenzulaufen auftreten, gibt es auch einzelne Stoffe, die in deutlich höheren Gehalten nachgewiesen wurden. Für den Weichmacher DEHP wurde mit 51 µg/L die höchste Konzentration für einen organischen Einzelstoff gefunden. Die mittlere Konzentration für DEHP von 13 µg/L belegt, dass dieser Stoff allgemein in vergleichsweise hohen Konzentrationen in Kläranlagenzulaufen auftritt. Im Folgenden soll die Belastungssituation in den Kläranlagenzu- und -abläufen getrennt für die einzelnen Substanzklassen diskutiert werden.

4.2.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die 16 PAK, die im Rahmen des Monitoring-Programms analysiert wurden, gehören zu den Einzelstoffen, die am häufigsten in den Kläranlagenzulaufen nachgewiesen wurden. Mit Ausnahme von Naphthalin, Benzo(k)fluoranthen und Dibenz(ah)anthracen wurden die PAK in allen Zulaufproben gefunden und auch die drei genannten Vertreter dieser Substanzklasse wurden in über 90 % der untersuchten Zulaufe nachgewiesen. Die Konzentrationen der PAK in den Kläranlagenzulaufen lagen für die meisten Verbindungen im Mittel unter 0,1 µg/L wobei mit Ausnahme von Dibenz(ah)anthracen alle Substanzen in einzelnen Proben auch in Konzentrationen über 0,1 µg/L auftraten. Die höchsten mittleren Konzentrationen mit Werten knapp über 0,1 µg/L wurden für Phenanthren, Fluoranthen, Pyren und Naphthalin gefunden. Die Maximalkonzentrationen lagen aber für alle Stoffe unter 1 µg/L. Exemplarisch sind in Abbildung 4.5 die Konzentrationen an Naphthalin, Acenaphthen, Fluoranthen, Benzo(a)pyren und Indeno(1,2,3-cd)pyren in den Kläranlagenzulaufen in Form von Box-Whisker-Plots dargestellt. In diesen Plots sind neben dem Medianwert (50-Perzentil) auch die 5-, 25-, 75- und

95-Perzentile sowie der Maximalwert abgebildet. Eine Erläuterung der einzelnen Elemente des Box-Whisker-Plots zeigt Abbildung 6.1 im Anhang. Für die Berechnung der statistischen Kenndaten wurden die Ergebnisse aller Zulaufproben berücksichtigt, unabhängig vom Zeitpunkt der Probenahme oder den Abflussverhältnissen. Konzentrationen, die unter der Bestimmungsgrenze lagen, wurden mit dem halben Wert der jeweiligen Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

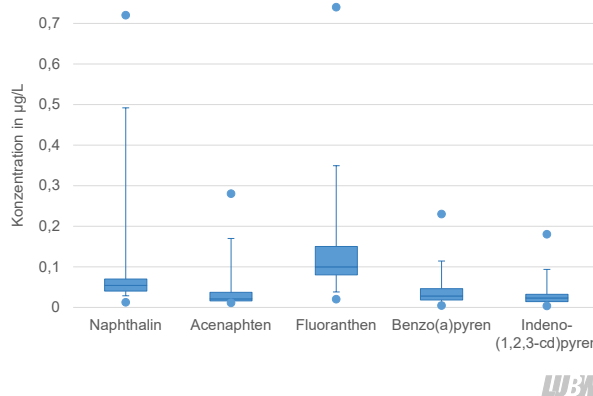


Abbildung 4.5: Konzentrationen verschiedener PAK in den Kläranlagenzulaufen.

In den Kläranlagenabläufen traten die PAK deutlich weniger häufig und in signifikant geringeren Konzentrationen auf als in den Zulaufen. Nur Acenaphthen, Fluoranthen, Fluoren, Phenanthren, und Pyren wurden in mehr als der Hälfte der untersuchten Ablaufproben gefunden, kein Vertreter der PAK trat in allen Proben auf. Alle mittleren Konzentrationen lagen unter 0,01 µg/L, d. h. deutlich unter den Gehalten in den Kläranlagenzulaufen. Abbildung 4.6 zeigt im Vergleich die Konzentrationen der fünf PAK aus Abbildung 4.5 in den Kläranlagenabläufen. Man erkennt deutlich die im Vergleich zu den Gehalten in den Zulaufen reduzierten Konzentrationen.

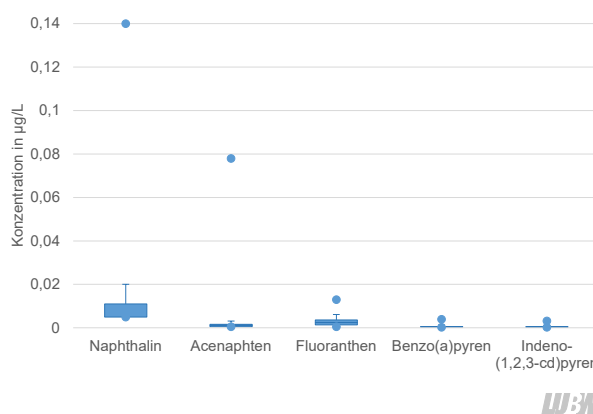


Abbildung 4.6: Konzentrationen verschiedener PAK in den Kläranlagenabläufen.

4.2.2 Chlorierte Verbindungen

Von den untersuchten chlorierten Verbindungen Hexachlorbutadien, Hexachlorbenzol und alpha-, beta-, gamma- sowie delta-Hexachlorcyclohexan wurde nur das Insektizid gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan) in einzelnen Abwasserproben nachgewiesen. Der Einsatz von Lindan als Insektizid ist in der EU allerdings seit Ende 2007 verboten. Die mittleren Konzentrationen an Lindan lagen mit 0,0029 µg/L im Zulauf und 0,0021 µg/L im Ablauf der Kläranlagen sehr niedrig. Saisonale Unterschiede lassen sich anhand der vorliegenden Daten nicht erkennen. Abbildung 4.7 zeigt die Konzentrationsverteilung für Lindan in Form eines Box-Whisker-Plots. Man erkennt in dieser Darstellung auch die geringe Elimination von Lindan in den Kläranlagen.

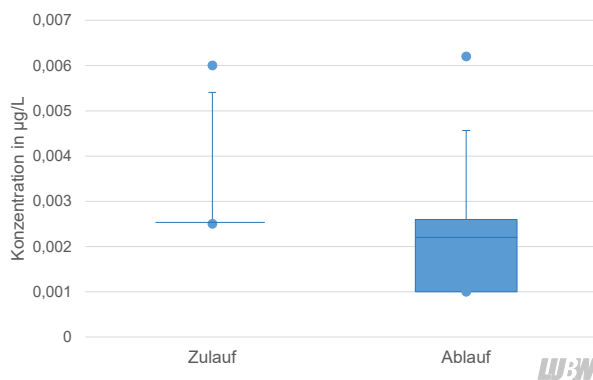


Abbildung 4.7: Konzentrationen an gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan) in den Kläranlagenzulauf- und -abläufen.

4.2.3 Pestizidwirkstoffe

Aus der Gruppe der Pestizidwirkstoffe wurden die Einzelstoffe Atrazin, Simazin, Diuron und Isoproturon untersucht. Während in den Kläranlagenzulaufen nur Diuron und Isoproturon nachgewiesen werden konnten, traten in den Kläranlagenabläufen alle vier Verbindungen auf. Diese unterschiedlichen Befunde können auf die niedrigeren Bestimmungsgrenzen in den Ablaufproben zurückzuführen sein. Allerdings wurde Atrazin auch nur in einer Probe und Simazin in fünf Proben aus Kläranlagenabläufen gefunden. Die zu den Ablaufproben korrespondierenden Zulaufproben wurden nicht analysiert.

In den Kläranlagenzulaufen lag die mittlere Konzentration an Diuron bei 0,018 µg/L und an Isoproturon bei 0,062 µg/L, während in den Kläranlagenabläufen mittlere Konzentrationen für Diuron von 0,020 µg/L und für Isoproturon von 0,046 µg/L gemessen wurden. Der Vergleich der Konzentrationen in den Kläranlagenzulauf- und -abläufen,

der auch aus der Box-Whisker-Darstellung in Abbildung 4.8 abzulesen ist, zeigt einen relativ geringen Rückhalt für diese beiden Stoffe in den Kläranlagen. Als Folge des schlechten Rückhalts wurden beide Stoffe immer noch in weit über der Hälfte der untersuchten Proben aus Kläranlagenabläufen gefunden.

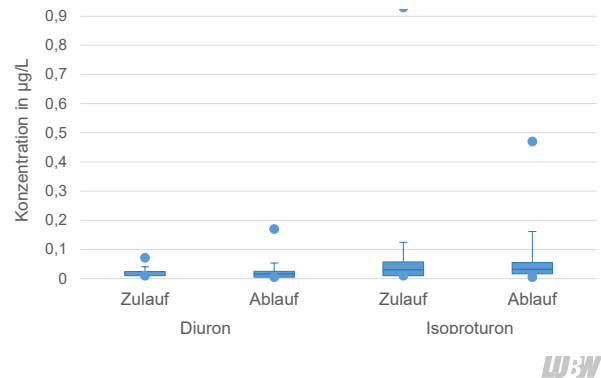


Abbildung 4.8: Konzentrationen an Diuron und Isoproturon in den Kläranlagenzulauf- und -abläufen.

Bei Pestizidwirkstoffen ist grundsätzlich mit einem saisonalen Auftreten in Abwässern und Oberflächengewässern zu rechnen. In den Abbildungen 4.9 und 4.10 sind die Konzentrationen an Diuron und Isoproturon in den Kläranlagenabläufen zu den verschiedenen Probenahmeterminen dargestellt.

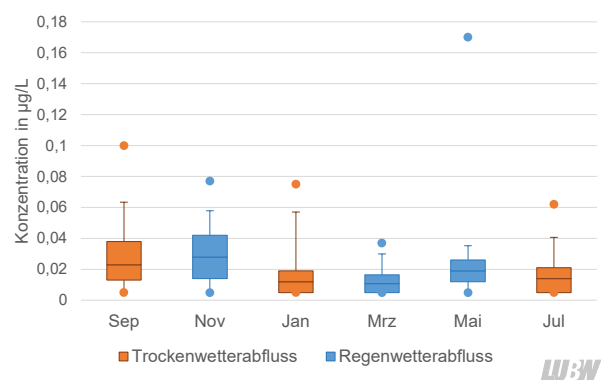


Abbildung 4.9: Konzentrationen an Diuron in den Kläranlagenabläufen.

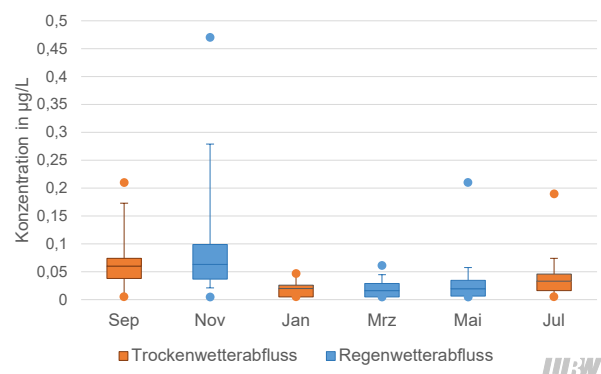


Abbildung 4.10: Konzentrationen an Isoproturon in den Kläranlagenabläufen.

Man erkennt, dass für Isoproturon die höchsten Konzentrationen im September und November gefunden werden, was mit dem Einsatz dieses Pestizidwirkstoffs als Nachlaufherbizid im Getreideanbau korreliert. Für Diuron sind die saisonalen Unterschiede weniger deutlich ausgeprägt. Hier scheint der Einsatz in Bioziden, beispielsweise in Mitteln, die für Fassadenanstriche zum Schutz des Mauerwerks verwendet werden, die Anwendung als Pestizidwirkstoff zu überlagern.

4.2.4 DEHP, 4-tert.-Oktylphenol und iso-Nonylphenol

Die drei Industriechemikalien DEHP, 4-tert.-Oktylphenol und iso-Nonylphenol wurden in den untersuchten Proben häufig gefunden. DEHP und iso-Nonylphenol traten in allen Zulaufproben und in 99 % bzw. 73 % der Ablaufproben auf, 4-tert.-Oktylphenol wurde in 66 % aller Zulaufproben und in 23 % aller Ablaufproben gefunden. Wie bereits zuvor erläutert, wurde für DEHP mit 51 µg/L die höchste Konzentration für einen organischen Einzelstoff im Zulauf einer Kläranlage gefunden. Im Ablauf einer Kläranlage wurde für diesen Stoff sogar eine Konzentration von 110 µg/L gemessen. Der zugehörige Zulauf der Kläranlage wurde nicht beprobt. Für iso-Nonylphenol lag die im Kläranlagenzulauf maximal gemessene Konzentration mit 3,5 µg/L ebenfalls deutlich über den Werten für viele andere Einzelstoffe. In den Abbildungen 4.11 und 4.12 sind die Konzentrationen an DEHP, 4-tert.-Oktylphenol und iso-Nonylphenol in den Kläranlagenzu- und -abläufen in Form von Box-Whisker-Plots dargestellt. Beide Abbildungen zeigen, dass sich die Gehalte insbesondere von DEHP und iso-Nonylphenol sowohl in den Kläranlagenzuläufen als auch in den -abläufen über einen vergleichsweise großen Konzentrationsbereich erstrecken. Durch einen Vergleich der beiden Abbildungen lässt sich erkennen, dass

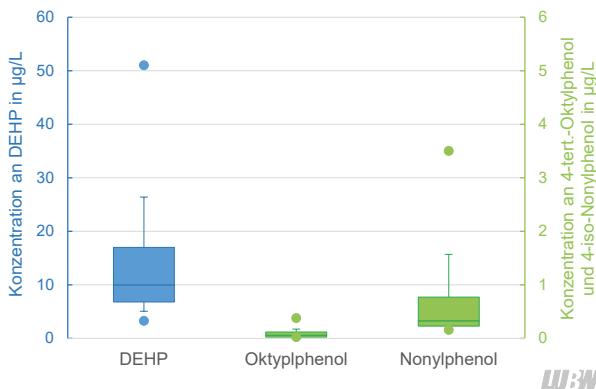


Abbildung 4.11: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in den Kläranlagenzuläufen (unterschiedliche Skalierung der Achsen beachten).

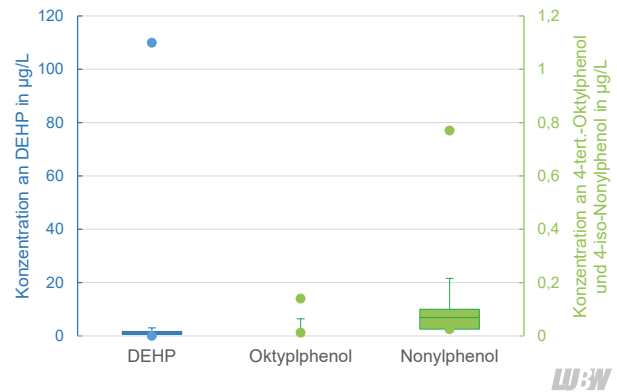


Abbildung 4.12: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in den Kläranlagenabläufen (unterschiedliche Skalierung der Achsen beachten).

alle drei Industriechemikalien in den Kläranlagen gut zurückgehalten werden.

4.2.5 Polybromierte Diphenylether

Polybromierte Diphenylether treten in den Zuläufen der untersuchten Kläranlagen nur in sehr geringen Konzentrationen auf. Am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen wurden die beiden Verbindungen BDE-47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether) und BDE-99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether) mit maximalen Konzentrationen von 6,8 bzw. 7,0 ng/L nachgewiesen. Im Ablauf der Kläranlagen wurden diese beiden Verbindungen nur noch sehr vereinzelt und in noch geringeren Konzentrationen gefunden, was den guten Rückhalt für diese Verbindungen in den Kläranlagen belegt (Abbildung 4.13).

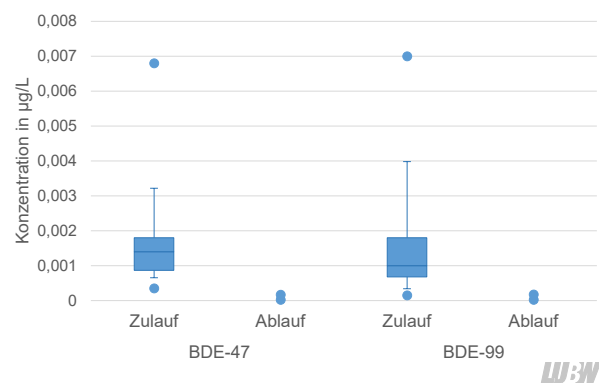


Abbildung 4.13: Konzentrationen an BDE-47 (links) und BDE-99 (rechts) in den Kläranlagenzu- und -abläufen.

4.2.6 Schwermetalle

Die Schwermetalle Blei, Cadmium und Nickel wurden in allen Proben aus den Zuläufen der sechs untersuchten kommunalen Kläranlagen gefunden (Abbildung 4.14). In den höchsten Konzentrationen trat Nickel auf (maximale Konzentration: 41 µg/L), während für Cadmium die geringsten Gehalte (maximal 0,52 µg/L) gemessen wurden.

Auch in den Abläufen der Kläranlagen traten die Schwermetalle regelmäßig auf. Die höchsten Konzentrationen wurden auch hier für Nickel gemessen, die geringsten für Cadmium. Für Nickel wurden sehr hohe Werte von bis zu 290 µg/L im Ablauf einer einzelnen Kläranlage gefunden. Da für diese Kläranlage keine Daten zur Belastung mit Nickel im Zulauf vorliegen, können über den Rückhalt in der Kläranlage keine Aussagen getroffen werden. Insgesamt lässt sich aus der Darstellung in Abbildung 4.14 aber der Schluss ziehen, dass die Kläranlagen für die drei betrachteten Schwermetalle nur einen begrenzten Rückhalt aufweisen.

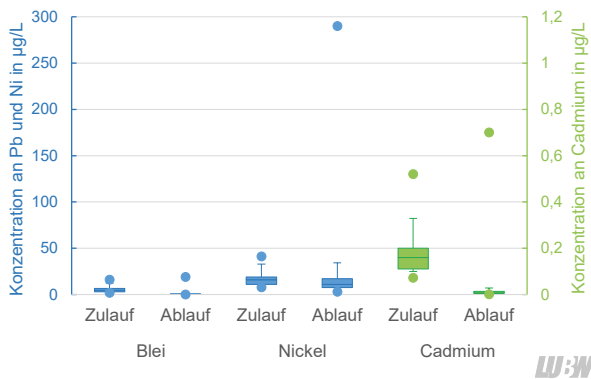


Abbildung 4.14: Konzentrationen von Blei, Cadmium und Nickel in den Kläranlagenzu- und -abläufen.

4.3 Zeitliche Variation der Ergebnisse

Bei einem Vergleich der Ergebnisse, die für die Einzelstoffe zu unterschiedlichen Probenahmezeitpunkten erhalten wurden, sind zwei wesentliche Einflussgrößen zu unterscheiden. Zum einen wurden die Proben bei unterschiedlichen Abflussbedingungen in den Kläranlagen entnommen und zum anderen können saisonale Effekte sowohl die Eintragungssituation als auch die Elimination der Stoffe in der Kläranlage beeinflussen.

Ein erster Hinweis auf Unterschiede in der Belastungssituation der Kläranlagen bei Regen- und Trockenwetterabfluss ergibt sich aus den Abbildungen 4.15 und 4.16, in denen die Verteilung der Anzahl an nachgewiesenen Substanzen für die Proben aus den Kläranlagenabläufen bei Regenwetterabfluss und bei Trockenwetterabfluss dargestellt ist. Eine entsprechende Auswertung für die Kläranlagenzuläufe ist aufgrund der geringeren Zahl an untersuchten Proben nicht sinnvoll.

Der direkte Vergleich von Abbildung 4.15 und Abbildung 4.16 lässt erkennen, dass die Verteilung der Befun-

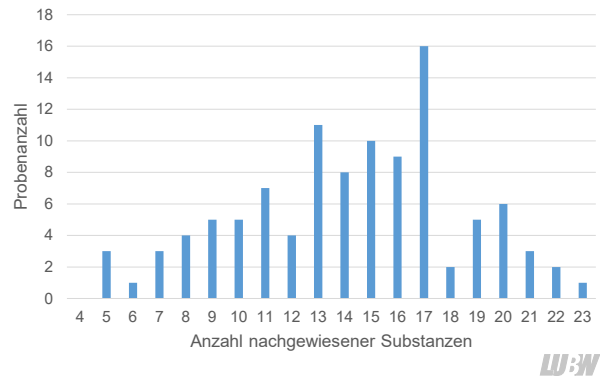


Abbildung 4.15: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen bei Regenwetterabfluss.

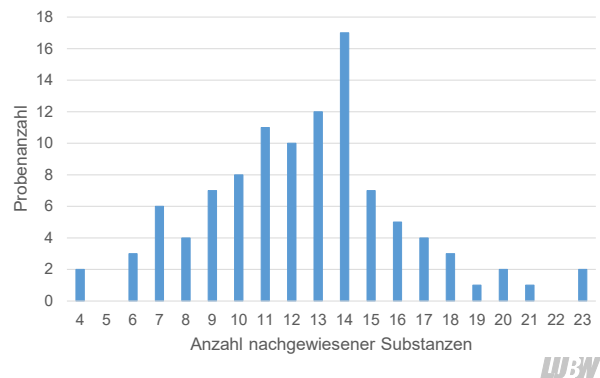


Abbildung 4.16: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen bei Trockenwetterabfluss.

de bei Regenwetterabfluss „nach rechts“ verschoben ist, d. h. bei Regenwetterabfluss werden im statistischen Mittel mehr Substanzen im Kläranlagenablauf nachgewiesen als bei Trockenwetterabfluss. Diese Beobachtung lässt sich dadurch erklären, dass bei erhöhten Abflüssen die Aufenthaltszeit der Substanzen in den Kläranlagen geringer ist und deshalb ein geringerer mikrobieller Abbau bei Regenwetterabflüssen stattfindet.

Ähnlich wie in den Tabellen 4.1 und 4.2 sind in den Tabellen 4.3 und 4.4 die Ergebnisse einer statistischen Auswertung der gemessenen Konzentrationen zusammengefasst, bei der eine Unterteilung der Ergebnisse in Proben, die bei Regenwetterabfluss, und in Proben, die bei Trockenwetterabfluss entnommen wurden, erfolgte. Wiederum wurden die Anzahl der positiven Befunde in den Kläranlagenzu- und -abläufen sowie die maximale und mittlere Konzentration berechnet. In beiden Tabellen sind nur diejenigen Einzelstoffe aufgeführt, für die jeweils mindestens ein positiver Befund erhalten wurde. Die Abbildungen 4.17 und 4.18 veranschaulichen für ausgewählte Einzelstoffe den Anteil an positiven Befunden bei den unterschiedlichen Abflussbedingungen.

Tabelle 4.3: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Zulauf der 6 Kläranlagen, unterteilt nach Regenwetter- und Trockenwetterabfluss.

Substanz	Regenwetterabfluss			Trockenwetterabfluss		
	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L
Acenaphthylen	100	0,36	0,035	100	0,21	0,022
Acenaphthen	100	0,24	0,043	100	0,28	0,044
Anthracen	100	0,091	0,027	100	0,13	0,022
Benzo(a)anthracen	100	0,25	0,061	100	0,13	0,032
Benzo(a)pyren	100	0,23	0,058	100	0,099	0,026
Benzo(b)fluoranthren	100	0,28	0,069	100	0,066	0,026
Benzo(ghi)perylen	100	0,18	0,052	100	0,061	0,021
Benzo(k)fluoranthren	100	0,14	0,032	94	0,028	0,013
Chrysen	100	0,42	0,096	100	0,26	0,050
Dibenz(ah)anthracen	100	0,065	0,014	88	0,0096	0,0049
Fluoranthren	100	0,74	0,17	100	0,31	0,11
Fluoren	100	0,19	0,043	100	0,23	0,036
Indeno(1,2,3-cd)pyren	100	0,18	0,044	100	0,041	0,017
Naphthalin	94	0,52	0,11	100	0,72	0,11
Phenanthren	100	0,64	0,17	100	0,74	0,16
Pyren	100	0,54	0,14	100	0,37	0,092
gamma-HCH (Lindan)	11	0,0060	0,0028	18	0,0059	0,0030
Di(2-ethylhexyl)phthalat	100	32	11	100	51	16
Diuron	50	0,071	0,021	24	0,043	0,014
Isoproturon	78	0,93	0,081	65	0,18	0,042
4-tert.-Oktylphenol	61	0,17	0,065	71	0,38	0,097
4-iso-Nonylphenol	100	3,5	0,50	100	2,2	0,67
BDE-47	100	0,0031	0,0012	100	0,0068	0,0019
BDE-99	89	0,0044	0,0010	100	0,0070	0,0020
BDE-100	6	0,00055		18	0,00060	0,00020
BDE-153	0			12	0,00029	0,00016
Blei	100	16	6,4	100	13	4,3
Cadmium	100	0,52	0,17	100	0,49	0,19
Nickel	100	31	16	100	41	17

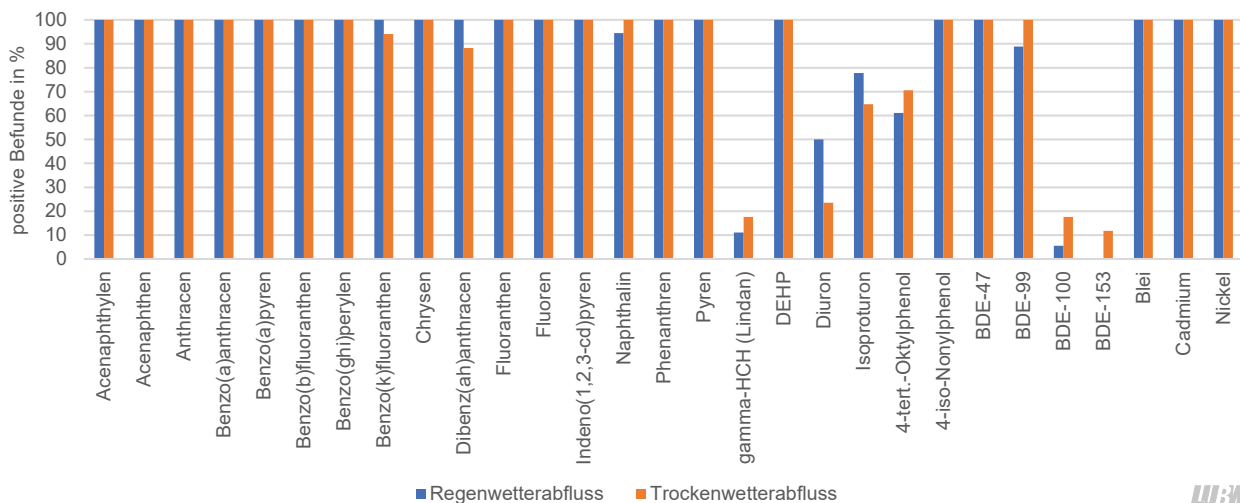
LUBW

Tabelle 4.4: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Ablauf der 35 Kläranlagen, unterteilt nach Regenwetter- und Trockenwetterabfluss.

Substanz	Regenwetterabfluss			Trockenwetterabfluss		
	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L
Acenaphthylen	55	0,0047	0,0011	38	0,027	0,0012
Acenaphthen	53	0,0054	0,0012	58	0,078	0,0020
Anthracen	0			1	0,0015	
Benzo(a)anthracen	14	0,0034	0,00067	3	0,0015	0,00052
Benzo(a)pyren	50	0,0040	0,00063	22	0,0026	0,00038
Benzo(b)fluoranthren	19	0,0046	0,00076	7	0,0036	0,00057
Benzo(ghi)perylen	59	0,012	0,00079	34	0,0023	0,00044
Benzo(k)fluoranthren	5	0,0022	0,00055	1	0,015	
Chrysen	49	0,0059	0,0011	23	0,0048	0,00074
Dibenz(ah)anthracen	0			1	0,015	
Fluoranthren	88	0,0090	0,0031	79	0,013	0,0024
Fluoren	76	0,0043	0,0016	73	0,11	0,0027

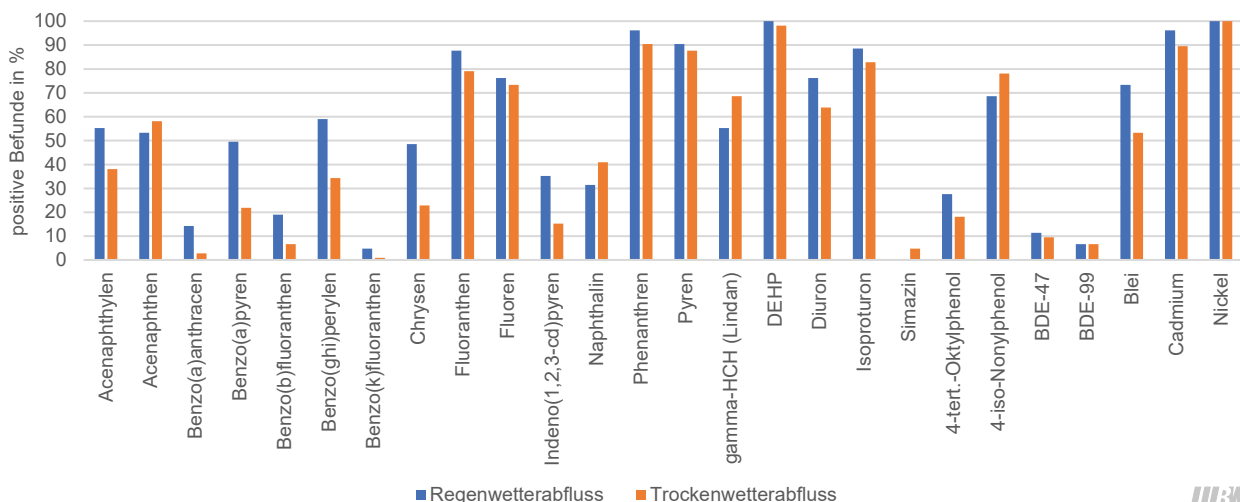
Substanz	Regenwetterabfluss			Trockenwetterabfluss		
	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L	Pos. Befunde in %	Max. Konz. in µg/L	Mittelwert in µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pyren	35	0,0032	0,00050	15	0,0020	0,00033
Naphthalin	31	0,025	0,0078	41	0,14	0,010
Phenanthren	96	0,010	0,0040	90	0,084	0,0046
Pyren	90	0,014	0,0034	88	0,035	0,0029
gamma-HCH (Lindan)	55	0,0059	0,0020	69	0,0062	0,0022
Di(2-ethylhexyl)phtalat	100	28	1,8	98	110	2,1
Diuron	76	0,17	0,020	64	0,10	0,020
Isoproturon	89	0,47	0,049	83	0,21	0,042
4-tert.-Oktylphenol	28	0,10	0,020	18	0,14	0,021
4-iso-Nonylphenol	69	0,38	0,076	78	0,77	0,10
BDE-47	11	0,00017	0,000033	10	0,00013	0,000031
BDE-99	7	0,00014	0,000029	7	0,00018	0,00031
Blei	73	1,2	0,20	53	19	0,40
Cadmium	96	0,70	0,016	90	0,039	0,010
Nickel	100	160	15	100	290	19

U:W



U:W

Abbildung 4.17: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 35 Proben aus den Kläranlagenzuläufen, unterteilt nach Regen- und Trockenwetterabfluss.



U:W

Abbildung 4.18: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 210 Proben aus den Kläranlagenabläufen, unterteilt nach Regen- und Trockenwetterabfluss.

Die Daten in den Tabellen zeigen, dass sich abhängig vom Einzelstoff eine unterschiedliche Abhängigkeit der gemessenen Konzentration vom Abfluss ergibt. Beispielsweise werden für die meisten PAK in den Kläranlagenzulaufen bei Regenwasserabfluss höhere Konzentrationen gemessen, was sich durch einen zusätzlichen Eintrag aus Straßenabläufen bei Regen erklären lässt. Gleiches gilt für die Herbizide Diuron und Isoproturon, für die ebenfalls oberflächliche Abschwemmungen dazu führen, dass die Konzentrationen bei Regenwetter höher als bei Trockenwetter sind. Für die Industriechemikalien DEHP und die Alkylphenole werden hingegen wie auch für die polybromierten Diphenylether bei Regenwetter geringere Konzentrationen als bei Trockenwetter gemessen. Hier führt der höhere Regenwetterabfluss zu einer Verdünnung der eingetragenen Fracht und in der Folge zu geringeren Konzentrationen. Bei den Schwermetallen Blei, Cadmium und Nickel ergeben sich unabhängig von den Abflussbedingungen sehr ähnliche Zulaufkonzentrationen.

Für die Abläufe der Kläranlagen ergibt sich ein sehr ähnliches Bild wie für die Zulaufe. Für die PAK und die beiden Herbizide werden bei Regenwasserabfluss höhere Konzentrationen gemessen als bei Trockenwetterabfluss, während für DEHP, die Alkylphenole und die polybromierten Diphenylether die Konzentrationen bei Regenwetter geringer sind. Hier scheinen sich die unterschiedlichen Zulaufkonzentrationen, die sich aus den verschiedenen Eintragsbedingungen ergeben, auf die Belastung des Kläranlagenablaufs auszuwirken. Die geringere Aufenthaltszeit der Substanzen in den Kläranlagen bei erhöhten Abflüssen scheint sich dagegen nur geringfügig auf die Ablaufkonzentrationen auszuwirken.

Neben den Abflussbedingungen können auch die Temperaturen einen Einfluss auf die Konzentrationen der Einzelstoffe in den Kläranlagenabläufen haben. Die Abbildungen 4.19 und 4.20 zeigen die Verteilung der positiven Befunde in den Kläranlagenabläufen für die beiden Probenahmen im Januar und im Juli 2017. Zu beiden Terminen lag ein Trockenwetterabfluss vor. Man erkennt aus einem Vergleich der beiden Abbildungen, dass im Januar wesentlich mehr Substanzen in den Abläufen der 35 Kläranlagen nachzuweisen waren als im Juli. Der Unterschied lässt sich durch den Einfluss der Temperatur auf die mikrobiellen Abbauvorgänge in den Kläranlagen erklären. Bei erhöhten

Temperaturen, d. h. vor allem in den Sommermonaten erfolgt der mikrobielle Abbau einiger Substanzen deutlich schneller als in den kälteren Wintermonaten, so dass bei gleicher Belastung im Zulauf im Juli im statistischen Mittel weniger Substanzen im Kläranlagenablauf auftreten als im Januar. Eine genauere Betrachtung des Rückhalts der Einzelstoffe in den Kläranlagen folgt in Kapitel 4.4.

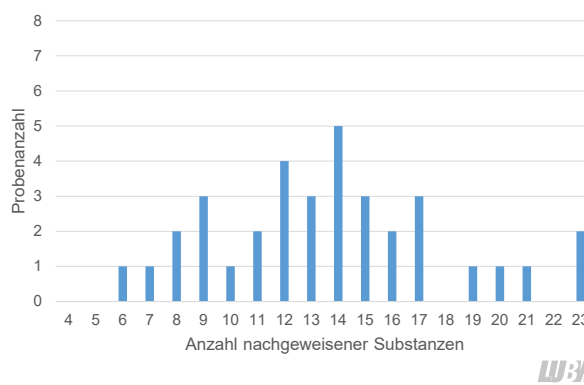


Abbildung 4.19: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen im Januar 2017.

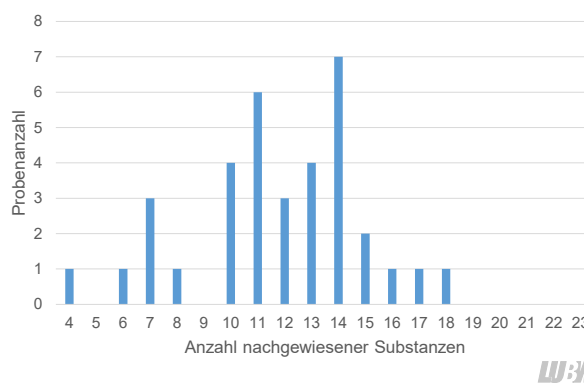


Abbildung 4.20: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen im Juli 2017.

Um die zeitliche Variation der Konzentrationen der prioritären Stoffe in den Zu- und Abläufen der Kläranlagen zu beschreiben, werden in den folgenden Abbildungen wieder Box-Whisker-Plots verwendet. Die Abbildungen 4.21 bis 4.26 zeigen exemplarisch für die Stoffklasse der PAK die Konzentrationen an Naphthalin, Phenanthren und Benzo(a)pyren in den Zu- und Abläufen der untersuchten Kläranlagen, wobei in den Diagrammen jeweils eine Unterscheidung zwischen Trockenwetter- und Regenwetterablauf vorgenommen wurde. Die entsprechenden Darstellungen für die PAK Acenaphthen, Acenaphthylen, Fluoranthren, Anthracen, Chrysen, Fluoren, Pyren und Benzo(ghi)perylen, die im Rahmen des Monitoring-Programms ebenfalls relativ häufig in den Abwasserproben nachgewiesen werden konnten, finden sich in den Abbildungen 6.2 bis 6.17 im Anhang.

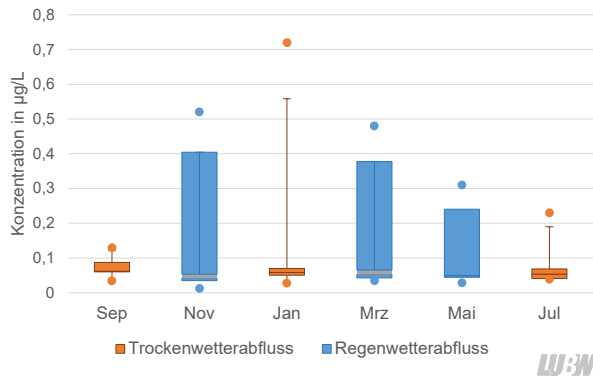


Abbildung 4.21: Konzentrationen für Naphthalin im Zulauf von 6 Kläranlagen.

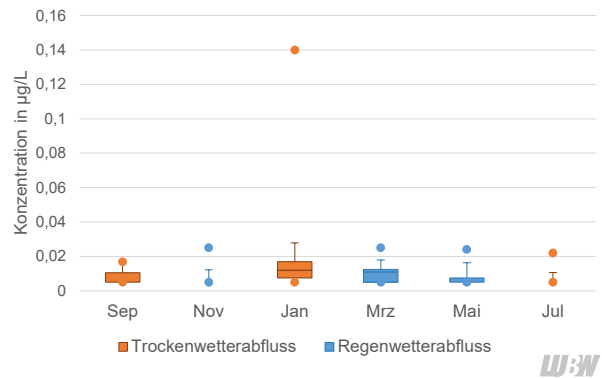


Abbildung 4.22: Konzentrationen für Naphthalin im Ablauf von 35 Kläranlagen.

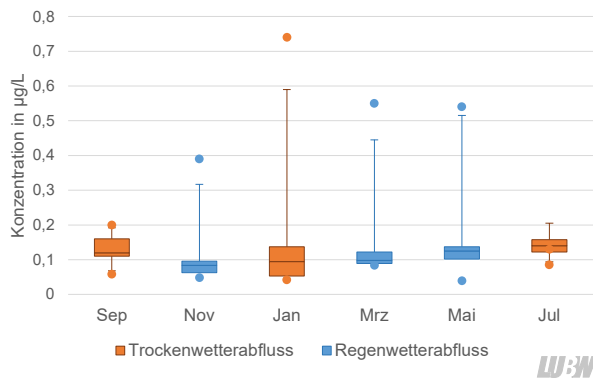


Abbildung 4.23: Konzentrationen für Phenanthren im Zulauf von 6 Kläranlagen.

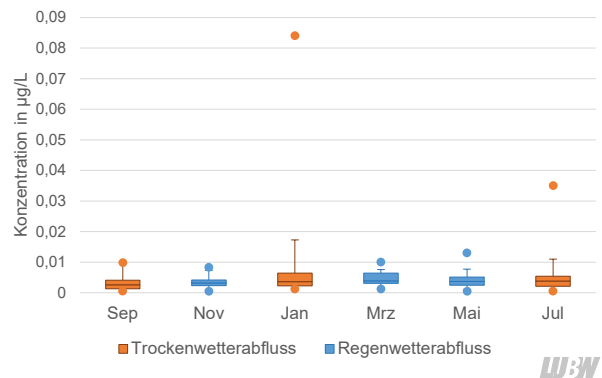


Abbildung 4.24: Konzentrationen für Phenanthren im Ablauf von 35 Kläranlagen.

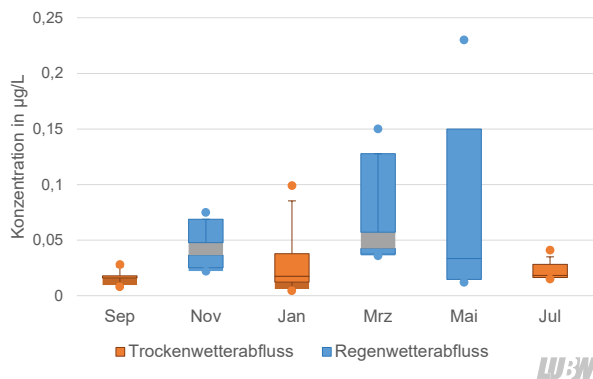


Abbildung 4.25: Konzentrationen für Benzo(a)pyren im Zulauf von 6 Kläranlagen.

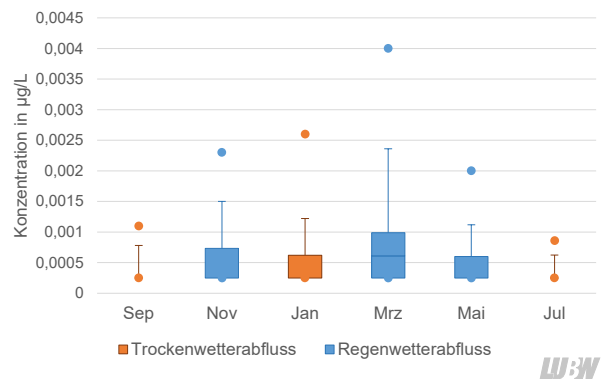


Abbildung 4.26: Konzentrationen für Benzo(a)pyren im Ablauf von 35 Kläranlagen.

Man erkennt beispielsweise für Benzo(a)pyren die bereits zuvor diskutierten Unterschiede zwischen Monaten mit hohen Abflüssen und vergleichsweise trockenen Monaten. Eine eindeutige saisonale Abhängigkeit der Belastung für die PAK lässt sich aus den vorliegenden Daten aber nicht ableiten.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die beiden Industriechemikalien DEHP und iso-Nonylphenol, für die die Konzentrationen in den Kläranlagenzu- und -abläufen in den Abbildungen 4.27 bis 4.30 dargestellt sind. Die Darstellungen für 4-tert.-Oktylphenol finden sich im Anhang.

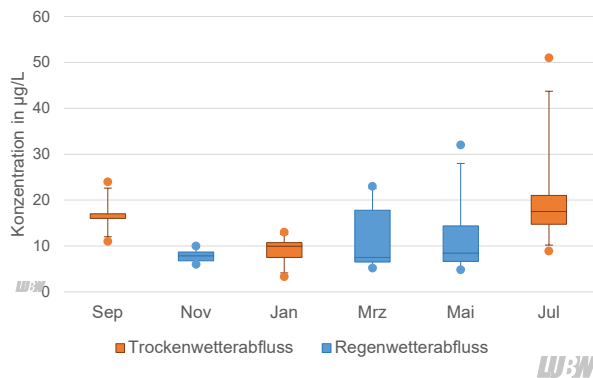


Abbildung 4.27: Konzentrationen für DEHP im Zulauf von 6 Kläranlagen.

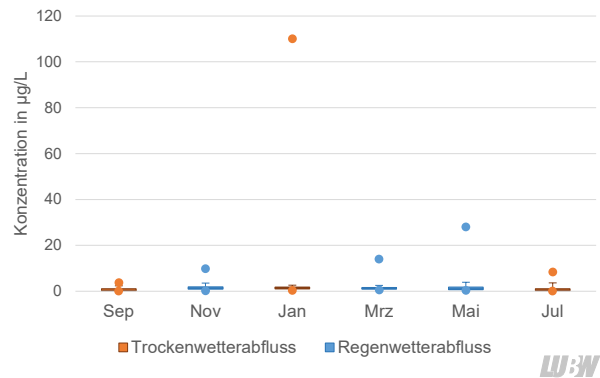


Abbildung 4.28: Konzentrationen für DEHP im Ablauf von 35 Kläranlagen.

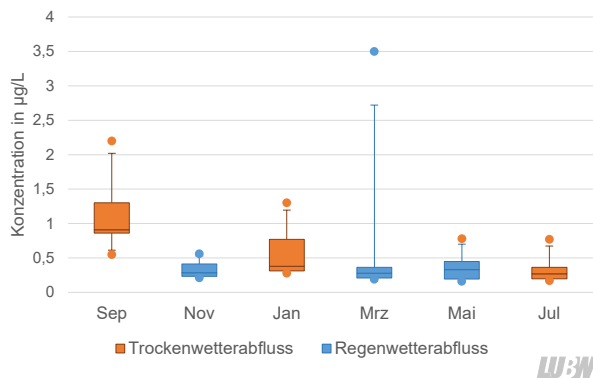


Abbildung 4.29: Konzentrationen für iso-Nonylphenol im Zulauf von 6 Kläranlagen.

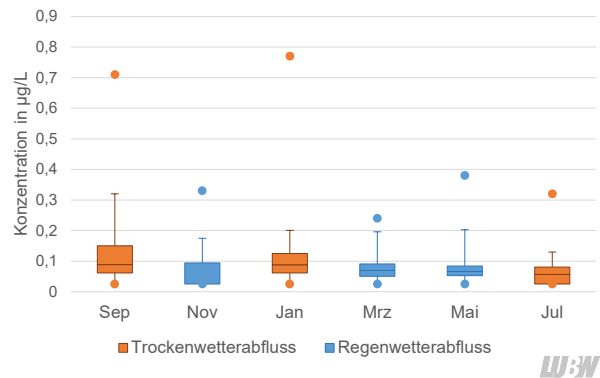


Abbildung 4.30: Konzentrationen für iso-Nonylphenol im Ablauf von 35 Kläranlagen.

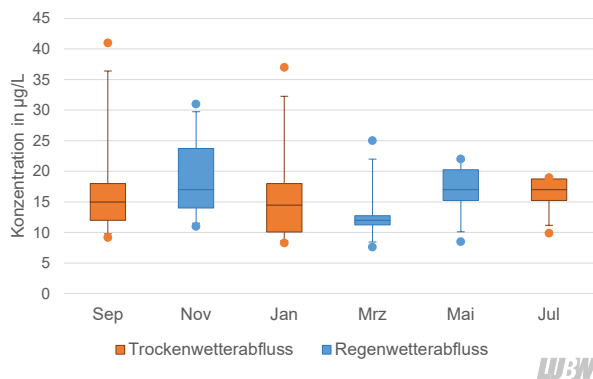


Abbildung 4.31: Konzentrationen für Nickel im Zulauf von 6 Kläranlagen.

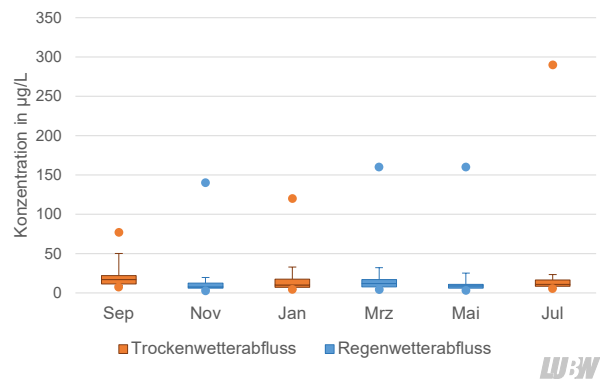


Abbildung 4.32: Konzentrationen für Nickel im Ablauf von 35 Kläranlagen.

Das saisonale Auftreten des Pestizidwirkstoffs Isoproturon in Kläranlagenabläufen wurde bereits in Kapitel 4.2.3 diskutiert. Die entsprechenden Darstellungen für die Zulaufkonzentrationen von Diuron und Isoproturon, die dasselbe Verhalten wie die Ablaufkonzentrationen zeigen, finden sich in den Abbildungen 6.20 und 6.21 im Anhang. Dort findet sich auch die graphische Darstellung für die Ablaufkonzentrationen von gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan), die ebenfalls keine saisonale Abhängigkeit der Belastung erkennen lässt (Abbildung 6.22).

Eine fehlende saisonale Abhängigkeit der gemessenen Konzentrationen lässt sich auch für die polybromierten Diphenylether (siehe Abbildungen 6.23 bis 6.26 für die Konzentrationen an BDE-47 und BDE-99 in den Zu- und Abläufen der Kläranlagen) und die Schwermetalle Blei, Cadmium und Nickel feststellen. Exemplarisch sind in den Abbildungen 4.31 und 4.32 die Konzentrationsverläufe für Nickel in den Kläranlagenzu- und -abläufen dargestellt. Die entsprechenden Darstellungen für Blei und Cadmium finden sich in den Abbildungen 6.27 bis 6.30 im Anhang.

4.4 Rückhalt der Einzelstoffe in den Kläranlagen

Um das Verhalten der Einzelstoffe in kommunalen Kläranlagen beurteilen zu können, wurde für die sechs Kläranlagen, für die Abläufe und Zuläufe beprobt und analysiert wurden, die mittlere Elimination berechnet. Hierzu wurden zu jedem Termin die Konzentrationen der Einzelstoffe in den Zu- und Abläufen ins Verhältnis gesetzt. Falls ein Stoff im Ablauf der Kläranlage nicht mehr nachweisbar war, wurde seine Konzentration mit der halben Bestimmungsgrenze angesetzt. Falls die Ablaufkonzentration eines Stoffes über der Zulaufkonzentration lag, wurde die Elimination mit Null angesetzt. Aus den Einzelwerten zu den sechs Terminen wurden dann die Mittelwerte für die einzelnen Kläranlagen berechnet. Diese Mittelwerte sind in Tabelle 4.6 für die sechs Kläranlagen in Baden-Württemberg zusammengestellt. In der Tabelle sind nur diejenigen Stoffe aufgeführt, die im Zulauf der jeweiligen Kläranlagen nachweisbar waren. Bei der Beurteilung der Mittelwerte ist zu beachten, dass teilweise nur wenige Einzelwerte in die Berechnung eingingen, so dass in Einzelfällen die statistische Sicherheit nicht sehr hoch ist.

Die Daten in der Tabelle zeigen, dass für viele Einzelstoffe die Elimination in den sechs Kläranlagen vergleichbar war.

Berechnet man eine „mittlere Elimination“ als Mittelwert der einzelnen Werte für die 29 Einzelstoffe, so ergeben sich die in Tabelle 4.5 aufgeführten Werte.

Tabelle 4.5: „Mittlere Elimination“ in den 6 Kläranlagen

Kläranlage	Elimination
SKA Mannheim, Sandhofen	91 %
SKA Mühlhausen	88 %
SKA AZV Heidelberg	83 %
SKA Tübingen	81 %
KLA Heildelshiem	82 %
SKA AZV Breisgauer Bucht	86 %



Die mittlere Elimination für die untersuchten Einzelstoffe lag danach in allen sechs Kläranlagen bei über 80 %, wobei der höchste Wert für die Kläranlage Mannheim erhalten wurde und der niedrigste Wert für die Kläranlage Tübingen.

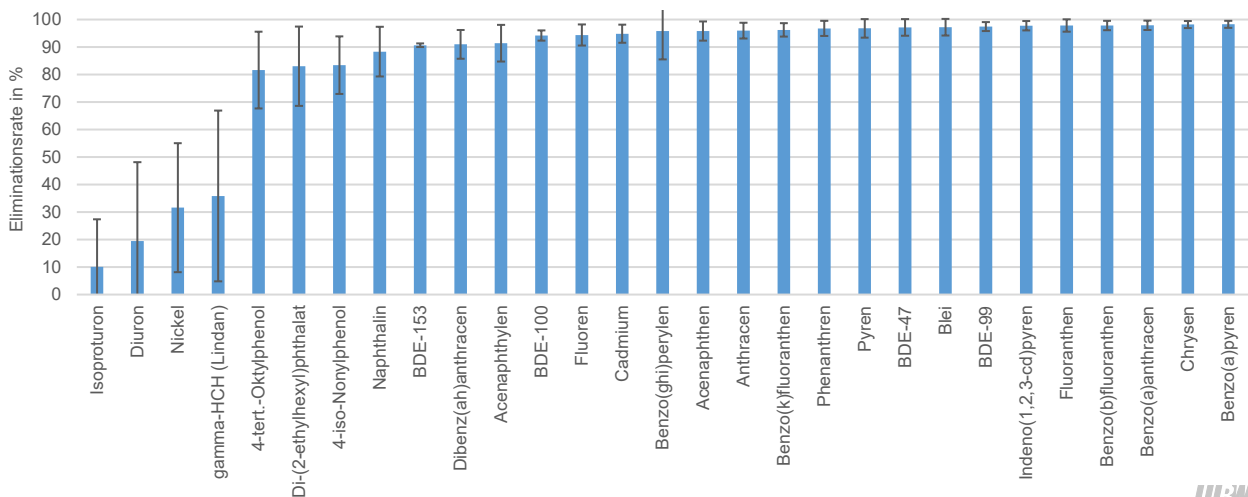
Aufgrund der sehr ähnlichen Elimination der Einzelstoffe in den sechs Kläranlagen wurden die für jeden Einzelstoff ermittelten Werte über alle Kläranlagen gemittelt. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Abbildung 4.33 dargestellt.

Tabelle 4.6: Elimination von 29 Einzelstoffen in 6 Kläranlagen in Baden-Württemberg (Mittelwerte, berechnet aus Einzelwerten für 6 Probenahmetermine).

Substanz	SKA Mannheim, Sandhofen	SKA Mühlhausen/S-Mühlhausen	SKA AZV Heidelberg	SKA Tübingen	AV Weißbach-U. OB. Saalbachtal, KLA Heildelshiem	SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim
Acenaphthylen	98 %	94 %	87 %	87 %	93 %	91 %
Acenaphthen	99 %	97 %	91 %	95 %	95 %	98 %
Anthracen	99 %	98 %	96 %	94 %	93 %	97 %
Benzo(a)anthracen	99 %	99 %	97 %	98 %	96 %	98 %
Benzo(a)pyren	99 %	99 %	97 %	98 %	97 %	99 %
Benzo(b)fluoranthen	99 %	99 %	98 %	98 %	96 %	98 %
Benzo(ghi)perylen	99 %	98 %	87 %	98 %	96 %	98 %
Benzo(k)fluoranthen	98 %	97 %	96 %	95 %	95 %	96 %
Chrysen	99 %	99 %	97 %	98 %	97 %	99 %
Dibenz(ah)anthracen	96 %	93 %	90 %	88 %	93 %	88 %
Fluoranthen	100 %	99 %	96 %	98 %	96 %	99 %
Fluoren	99 %	95 %	93 %	94 %	90 %	96 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	98 %	99 %	97 %	98 %	97 %	98 %
Naphthalin	98 %	88 %	80 %	84 %	90 %	91 %
Phenanthren	99 %	98 %	93 %	97 %	95 %	98 %
Pyren	99 %	98 %	96 %	97 %	92 %	99 %
gamma-HCH (Lindan)	80 %	-	-	8 %	48 %	-
Di(2-ethylhexyl)phthalat	86 %	91 %	74 %	86 %	82 %	79 %

Substanz	SKA Mannheim, Sandhofen	SKA Mühlhausen/S-Mühlhausen	SKA AZV Heidelberg	SKA Tübingen	AV Weißbach-U. OB. Saalbachtal, KLA Heildelheim	SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim
Diuron	80 %	32 %	0 %	23 %	2 %	0 %
Isoproturon	43 %	14 %	0 %	2 %	10 %	3 %
4-tert.-Oktylphenol	90 %	78 %	89 %	67 %	83 %	82 %
4-iso-Nonylphenol	93 %	81 %	89 %	76 %	80 %	83 %
BDE-47	98 %	98 %	94 %	97 %	97 %	99 %
BDE-99	98 %	97 %	97 %	98 %	97 %	98 %
BDE-100	95 %	-	-	-	-	94 %
BDE-153	90 %	-	-	-	-	91 %
Blei	98 %	99 %	97 %	98 %	94 %	99 %
Cadmium	97 %	96 %	94 %	89 %	96 %	97 %
Nickel	25 %	42 %	40 %	26 %	27 %	29 %

LUBW



LUBW

Abbildung 4.33: Mittlere Elimination von 29 Einzelstoffen in 6 kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg (Mittelwerte über 6 Kläranlagen und 6 Probenahmeterminen).

Die Daten zeigen, dass die überwiegende Anzahl der betrachteten Einzelstoffe in den Kläranlagen weitgehend zurückgehalten wird. Für insgesamt 21 Stoffe ergibt sich eine mittlere Elimination von über 90 % und für weitere vier Einzelstoffe von über 80 %. Nur vier Stoffe (Nickel und die Pestizidwirkstoffe Isoproturon, Diuron und gamma-HCH (Lindan)) weisen mittlere Eliminationsraten unter 40 % auf. Für neun Einzelstoffe können keine Aussagen über ihre Elimination getroffen werden, da sie im Zulauf der Kläranlagen nicht nachweisbar waren.

Für drei der vier Stoffe, die eine Elimination unter 40 % aufweisen, ergibt sich auch eine vergleichsweise große Variabilität zwischen den einzelnen Kläranlagen. Beispielsweise wird Lindan in der Kläranlage Mannheim zu 80 % zurückgehalten, während in der Kläranlage Tübingen nur eine Elimination von 8 % beobachtet wird. Ähnliches gilt

für Diuron und Isoproturon, deren Elimination zwischen 0 % und 80 % (Diuron) bzw. 0 % und 43 % (Isoproturon) variiert. Bereits in vorangegangenen Untersuchungen hatte sich gezeigt, dass bei Spurenstoffen, die in kommunalen Kläranlagen nur teilweise eliminiert werden, eine besonders große Variabilität auftritt, da die Elimination sehr stark von den Randbedingungen (Ausstattung und Betriebsbedingungen der Kläranlagen, Temperatur) abhängt. Bei Stoffen, die sehr gut oder sehr schlecht zurückgehalten werden, ist i. d. R. die Variabilität deutlich geringer (LUBW 2014).

Die durch Messung der Zu- und Ablaufkonzentrationen ermittelte Elimination ist dabei nicht gleichzusetzen mit einem biologischen Abbau oder gar einer Mineralisierung der organischen Einzelstoffe. Vielmehr ist bei der Mehrzahl der untersuchten Einzelstoffe, die aufgrund ihrer chemischen Struktur sehr hydrophob sind, davon auszugehen, dass sie

überwiegend durch die Sorption an den Klärschlamm zurückgehalten werden. Da im Rahmen des Projekts allerdings keine Klärschlammuntersuchungen durchgeführt wurden, können keine Massenbilanzen, über die der Verbleib der Spurenstoffe aufgeklärt werden könnte, erstellt werden.

4.5 Berechnung der spezifischen Emissionsfaktoren

Spezifische Emissionsfaktoren beschreiben die Stoffeinträge aus Kläranlagen bezogen auf die angeschlossenen Einwohnerwerte (EW), die Anzahl der Einwohner (E), die tatsächlich an die Kläranlagen angeschlossen sind, oder die in der Kläranlage behandelten Einwohnergleichwerte (EWG).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde bei der Berechnung der spezifischen Emissionsfaktoren die Vorgehensweise aus einem früheren Projekt in Baden-Württemberg zum Eintrag von Schadstoffen aus kommunalen Kläranlagen übernommen (Lambert u. a. 2014). In diesem Projekt wurden aus den mittleren Konzentrationen in drei kom-

munalen Kläranlagen und den Jahresabwassermengen in Deutschland stoffspezifische Jahresfrachten errechnet, aus denen dann über die Anzahl der Einwohnerwerte, der in Deutschland an kommunale Kläranlagen angeschlossenen Einwohner, bzw. über die Zahl der Einwohnergleichwerte spezifische Emissionsfaktoren bestimmt wurden.

Für die Berechnung der Emissionsfaktoren im vorliegenden Projekt wurden Daten des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2013 (Tabelle 4.7) sowie die gemessenen mittleren Konzentrationen der Spurenstoffe in den 35 Kläranlagen in Baden-Württemberg (Tabelle 4.2) verwendet. Die aus den Berechnungen resultierenden spezifischen Emissionsfaktoren sind in Tabelle 4.8 zusammengestellt, wobei, wie in Lambert u. a. 2014 beschrieben, eine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Bezugsgrößen vorgenommen wurde. In Tabelle 4.9 sind für ausgewählte Einzelstoffe die Ergebnisse des vorliegenden Messprogramms den Emissionsfaktoren aus der vorangegangenen Studie gegenübergestellt. Eine Diskussion des Vergleichs erfolgt in Kapitel 5.

Tabelle 4.7: Einwohnerwerte und Jahresabwassermenge für 2013 (Statistisches Bundesamt 2015)

Angeschlossene Einwohnerwerte [EW]	Angeschlossene Einwohner [E]	Einwohnergleichwerte [EGW]	Jahresabwassermenge in 1000 m ³
116.872.889	76.850.874	40.022.015	9.825.198



Tabelle 4.8: Berechnete Emissionsfaktoren für den Ablauf kommunaler Kläranlagen

Substanz	Emissionsfaktor Einwohnerwert [mg/(EW-a)]	Emissionsfaktor angeschlossene Einwohner [mg/(E-a)]	Emissionsfaktor Einwohnergleichwerte [mg/(EGW-a)]
Acenaphthylen	0,094	0,14	0,28
Acenaphthen	0,13	0,20	0,39
Benzo(a)anthracen	0,050	0,076	0,15
Benzo(a)pyren	0,042	0,064	0,12
Benzo(b)fluoranthen	0,056	0,085	0,16
Benzo(ghi)perylen	0,051	0,078	0,15
Benzo(k)fluoranthen	0,044	0,067	0,13
Chrysen	0,077	0,12	0,22
Fluoranthen	0,23	0,35	0,67
Fluoren	0,18	0,27	0,52
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,035	0,053	0,10
Naphthalin	0,76	1,2	2,2
Phenanthren	0,36	0,55	1,0
Pyren	0,26	0,40	0,77
gamma-HCH (Lindan)	0,18	0,27	0,52
Di(2-ethylhexyl)phthalat	167	255	489
Diuron	1,7	2,6	5,0
Isoproturon	3,8	5,8	11

Substanz	Emissionsfaktor Einwohnerwert [mg/(EW-a)]	Emissionsfaktor angeschlossene Einwohner [mg/(E-a)]	Emissionsfaktor Einwohnerequivalente [mg/(EGW-a)]
Simazin	0,49	0,74	1,4
4-tert.-Oktylphenol	1,7	2,6	5,1
4-iso-Nonylphenol	7,5	11	22
BDE-47	0,0027	0,0041	0,0079
BDE-99	0,0025	0,0038	0,0073
Blei	25	38	73
Cadmium	1,1	1,7	3,2
Nickel	1426	2168	4163



Tabelle 4.9: Vergleich der Emissionsfaktoren aus der vorliegenden Studie (A) mit den Daten aus Lambert u. a. 2014 (B)

Substanz	Emissionsfaktor Einwohnerwert [mg/(EW-a)]		Emissionsfaktor angeschlossene Einwohner [mg/(E-a)]		Emissionsfaktor Einwohnerequivalente [mg/(EGW-a)]	
	A	B	A	B	A	B
Benzo(b)fluoranthen	0,056	0,08	0,085	0,13	0,16	0,23
Fluoranthen	0,23	0,33	0,35	0,51	0,67	0,91
Naphthalin	0,76	0,25	1,2	0,39	2,2	0,68
gamma-HCH (Lindan)	0,18	0,7	0,27	1,2	0,52	2,0
Di(2-ethylhexyl)phthalat	167	33	255	51	489	91
Diuron	1,7	4,1	2,6	6,4	5,0	11,4
Isoproturon	3,8	2,5	5,8	3,9	11	6,8
4-tert.-Oktylphenol	1,7	1,6	2,6	2,6	5,1	4,5
4-iso-Nonylphenol	7,5	13	11	21	22	36
BDE-47	0,0027	0,02	0,0041	0,03	0,0079	0,05
Blei	25	23	38	36	73	64
Cadmium	1,1	6,6	1,7	10	3,2	18
Nickel	1426	259	2168	404	4163	716



5 Diskussion

Im Rahmen eines Monitoring-Programms wurden sechs Zuläufe und 35 Abläufe von kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg über ein Jahr zweimonatlich beprobt und auf 38 Einzelstoffe analysiert. Die Auswahl der Einzelstoffe orientierte sich an der Liste prioritärer Stoffe gemäß Anlage X der Wasserrahmenrichtlinie.

Die Ergebnisse der Messungen zeigen, dass zahlreiche der untersuchten prioritären Stoffe in den Zu- und Abläufen kommunaler Kläranlagen nachzuweisen sind, wobei die Konzentrationen stoffabhängig zwischen wenigen ng/L und mehr als 100 µg/L liegen. Die Relevanz kommunaler Kläranlagen für den Eintrag dieser Substanzen in die Gewässer kann somit stoffspezifisch unter Berücksichtigung der Gesamtbelastung des Gewässers und der Gewichtung anderer Eintragspfade ermittelt werden.

Ein Vergleich der in dem aktuellen Monitoring-Programm in Baden-Württemberg erhaltenen Messergebnisse mit Daten aus anderen Messprogrammen zeigt für viele Stoffe eine gute Übereinstimmung. Tabelle 5.1 fasst für ausgewählte Einzelstoffe die mittleren Konzentrationen in Kläranlagenabläufen und die relative Standardabweichung jeweils aus dem aktuellen Monitoring-Programm sowie aus einem vorangegangenen Projekt zur Bilanzierung der Einträge von Schadstoffen aus kommunalen Kläranlagen zusammen (Lambert u. a. 2014). In diesem Projekt aus dem Jahr 2013 wurden über einen Zeitraum von zwölf Monaten Messungen an drei kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg durchgeführt und ausgewertet. Darüber hinaus erfolgte eine umfangreiche Recherche und Auswertung von Literaturdaten zum Vorkommen von Schadstoffen in kommunalen Abwässern.

Der Vergleich zeigt für viele Stoffe eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Für viele PAK, Diuron, Isoproturon und 4-tert.-Oktylphenol, aber auch für die Schwermetalle Blei und Cadmium sind die Abweichungen zwischen den im aktuellen Messprogramm ermittelten Daten und den Ergebnissen des Projekts aus dem Jahr 2013 sehr gering. Zu den Literaturdaten ergeben sich teilweise größere Abweichungen, deren Ursache ohne detailliertes Studium der Originalliteratur allerdings nicht aufzuklären ist. Allgemein gilt, dass die Literaturdaten aus einem wesentlich

größeren und heterogeneren Datenkollektiv als die Daten für Baden-Württemberg errechnet wurden, sodass davon ausgegangen werden kann, dass einzelne Kläranlagen, bei denen besondere Einleitsituationen vorlagen, die statistischen Daten beeinflussen. Dies zeigt sich auch an den teilweise höheren Standardabweichungen der Literaturdaten.

Es gibt allerdings ein paar Stoffe, für die größere Differenzen zwischen den aktuell ermittelten mittleren Konzentrationen und den Daten aus dem Jahr 2013 festzustellen sind. Dies gilt insbesondere für Atrazin, DEHP, 4-iso-Nonylphenol und Nickel. Bei Atrazin könnte die Erklärung für die Unterschiede in dem Anwendungsverbot für dieses Herbizid in Deutschland aus dem Jahr 1991 liegen. Geht man in der Folge von einem stetigen Rückgang der Konzentrationen aus, so lässt sich verstehen, dass ein Messprogramm im Jahr 2017 niedrigere mittlere Konzentrationen ergibt als ein Messprogramm aus dem Jahr 2013.

Bei DEHP, 4-iso-Nonylphenol und Nickel handelt es sich um Stoffe, die überwiegend aus industriellen Einleitungen in die Kläranlagen gelangen. Hier spielt die lokale Situation im Einzugsgebiet einer Kläranlage eine große Rolle. Abhängig von den im Einzugsgebiet ansässigen Industriebetrieben können große Unterschiede in den eingetragenen Frachten und entsprechend den Abwasserkonzentrationen vorliegen.

Der Vergleich der Daten in Tabelle 5.1 zeigt auch, dass die Methodenoptimierung vorteilhaft für eine fundierte Bilanzierung der Einträge war. Insbesondere für einige PAK konnten durch die Steigerung der Nachweisempfindlichkeit bei dem aktuellen Messprogramm positive Befunde erhalten werden, während in der Vergangenheit die Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze lagen und eine Bilanzierung daher mit großen Unsicherheiten verbunden war.

Analoge Aussagen wie für die mittleren Konzentrationen gelten auch für die berechneten spezifischen Emissionsfaktoren, die in Tabelle 4.9 gegenübergestellt sind. Auch hier ergibt sich für die meisten Stoffe eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den aktuellen Werten und den Daten aus dem Jahr 2013. Die spezifischen Emissionsfaktoren erlauben die Vorhersage von Emissionen aus kommunalen

Tabelle 5.1: Vergleich der Ergebnisse des aktuellen Messprogramms mit Literaturdaten aus Lambert u. a. 2014 (Kläranlagenablauf)

	aktuelles Messprogramm		Messprogramm 2013		Literaturdaten	
	mittlere Konzentration [µg/L]	rel. Standardabweichung	mittlere Konzentration [µg/L]	rel. Standardabweichung	mittlere Konzentration [µg/L]	rel. Standardabweichung
Acenaphthylen	0,0011	1,7	0,0012	1,91	-	-
Acenaphthen	0,0016	3,4	0,00143	1,05	-	-
Anthracen	< 0,001	-	< 0,001	-	0,0008	1,01
Benzo(a)anthracen	0,0006	0,61	< 0,001	-	-	-
Benzo(a)pyren	0,0005	0,99	< 0,001	-	0,0008	1,19
Benzo(b)fluoranthen	0,0007	0,79	0,0008	0,74	0,0012	1,18
Benzo(ghi)perylen	0,0006	1,5	0,0003	0,5	-	-
Benzo(k)fluoranthen	0,0005	0,33	< 0,001	-	0,0008	1,12
Chrysen	0,0009	0,85	0,00062	0,61	-	-
Dibenz(ah)anthracen	< 0,001	-	< 0,001	-	-	-
Fluoranthen	0,0027	0,70	0,0035	0,32	0,005	1,39
Fluoren	0,0021	3,6	0,003	1,07	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,00042	0,92	0,0004	0,57	-	-
Naphthalin	0,009	1,2	0,004	2,36	0,0042	1,68
Phenanthren	0,0043	1,4	0,007	0,31	-	-
Pyren	0,0031	1,0	0,0038	0,35	-	-
Hexachlorbutadien	< 0,005	-	< 0,005	-	-	-
Hexachlorbenzol (HCB)	< 0,002	-	< 0,002	-	-	-
gamma-HCH (Lindan)	0,0021	0,54	0,0043	0,45	-	-
Di(2-ethylhexyl)phthalat	2,0	3,9	0,32	1,42	0,70	1,51
Atrazin	< 0,010	-	0,085	4,42	0,074	8,56
Diuron	0,020	0,94	0,073	0,79	0,58	6,69
Isoproturon	0,046	1,2	0,059	0,68	0,13	5,87
4-tert.-Oktylphenol	0,021	0,97	0,02	0,76	0,022	1,10
4-iso-Nonylphenol	0,090	1,0	0,19	0,82	0,22	1,03
Blei	0,30	4,6	0,32	0,38	0,35	1,57
Cadmium	0,013	3,7	0,016	0,55	0,17	6,74
Nickel	17	1,6	3,7	0,55	4,42	1,36

LUBW

Kläranlagen, wenn die jährliche Abwassermenge und die Ausbaugröße der Kläranlage bekannt sind.

Dabei ist zu beachten, dass in die Berechnung der spezifischen Emissionsfaktoren nur gemittelte Daten bzw. Größen, die für ganz Deutschland gültig sind, eingehen und spezifische Informationen zu einzelnen Kläranlagen bewusst nicht berücksichtigt werden. Dies hat den Vorteil, dass allgemeine Aussagen zum Eintrag von Stoffen in die Gewässer über Kläranlagen mit einer hohen Zuverlässigkeit getroffen werden können, dass aber die Situation einzelner Kläranlagen durch die Emissionsfaktoren nur unzureichend beschrieben werden.

In Tabelle 5.2 sind exemplarisch für einige Einzelstoffe kläranlagenbezogene spezifische Emissionsfaktoren zusammengestellt, für deren Berechnung gemessene Konzentrationen im Kläranlagenablauf, Abwassermengen und Einwohnerwerte verwendet wurden, die nur für jeweils eine kommunale Kläranlage gültig sind. Für die Darstellung wurden Einzelstoffe ausgewählt, für die eine Vielzahl an positiven Befunden vorliegen und für die die Berechnung der Emissionsfaktoren daher auf einer soliden Datenbasis beruht. Die Tabelle enthält auch die aus den Einzelwerten jeweils berechneten Mittelwerte der Emissionsfaktoren der 35 untersuchten Kläranlagen in Baden-Württemberg und die für Deutschland berechneten Werte aus Tabelle 4.8.

Tabelle 5.2: Kläranlagenbezogene spezifische Emissionsfaktoren für verschiedene Einzelstoffe in mg/(EW-a)

	Blei	Nickel	DEHP	4-iso-Nonylphenol	Isoproturon	Phenanthren
SKA AZV Breisgauer Bucht	4,0	853	336	3,0	2,5	0,13
KLA Karlsruhe-Neureut	13,1	569	83	3,7	1,2	0,29
SKA Mannheim-Sandhofen	6,7	921	72	2,8	0,4	0,14
SKA Stuttgart-Mühlhausen	-	459	38	4,9	2,4	0,11
SKA Stuttgart-Möhringen	4,3	573	238	2,6	1,4	0,17
Böblingen-Sindelfingen	8,0	1101	86	3,4	0,5	0,17
ZV Wendlingen	14,9	1566	125	7,1	3,4	0,61
Stuttgart-Plieningen	-	687	42	2,3	1,9	0,08
Göppingen	8,6	613	60	1,6	1,3	0,10
SKA Bietigheim-Bissingen	10,4	975	109	6,0	4,7	0,22
SKA Ditzingen	3,9	636	62	2,6	2,8	0,15
SKA Ludwigsburg/Hoheneck	6,2	374	934	5,1	4,3	0,23
SKA Heilbronn	19,3	591	59	3,5	4,0	0,16
SKA ZV Unteres Sulmtal	5,3	816	91	13	1,7	0,44
SKA Mergelstetten	17,9	629	127	11	6,1	0,66
GKA Baden-Baden	3,0	507	89	4,0	2,5	0,30
AV Bühl-U.	1,9	393	42	1,4	2,2	0,52
KLA Rastatt	10,2	671	64	2,3	1,8	0,20
SKA AZV Heidelberg	10,1	677	200	3,2	1,7	0,35
SKA AZV Weinheim	4,8	963	99	8,2	2,8	0,31
SKA Wiesloch	16,8	1637	77	20	4,2	0,31
SKA Schwetzingen Ketsch	5,8	556	29	3,3	2,1	0,19
SKA Pforzheim	16,3	923	68	6,4	1,8	0,29
SKA AZV Staufferer Bucht	112,8	8671	98	4,7	1,8	0,38
SKA AWW Raum Offenburg	7,8	628	77	12	3,4	0,14
SKA Donaueschingen	5,8	1044	65	3,5	4,8	0,27
SKA Konstanz	5,0	752	47	6,2	2,3	0,43
KA Bändlegrund	6,4	506	60	5,2	3,6	0,27
SKA Reutlingen-West	351,9	1903	99	6,0	1,3	0,30
AZV Steinlach-Wiesaz	6,5	1098	73	5,9	5,1	0,18
SKA Tübingen	6,6	1044	114	6,2	5,1	0,22
SKA Langwiese	17,7	775	108	4,1	0,5	0,15
KLA Heildesheim	28,1	1123	114	5,6	12	0,36
SKA Crailsheim	7,3	1243	60	5,8	1,4	0,47
SKA Schwäbisch Gmünd	35,9	1269	46	17	5,4	0,20
Mittelwert	24	1080	117	5,8	3,0	0,27
Deutschland	25	1426	167	7,5	3,8	0,36



Man erkennt, dass die Abweichung der für eine einzelne Kläranlage resultierenden Werte von den mittleren spezifischen Emissionsfaktoren in Tabelle 4.8 relativ groß ist. Beispielsweise liegen die kläranlagenbezogenen Emissionsfaktoren für Blei zwischen 4 und 352 mg/(EW · a) und für DEHP zwischen 29 und 934 mg/(EW · a), d. h. die Variabilität beträgt für diese Stoffe mehr als einen Faktor 30. Für ubiquitär eingetragene Substanzen, die i. d. R. nicht überwiegend aus einzelnen industriellen Quellen emittiert werden, sind die Unterschiede zumeist nicht so groß. Für Phenanthren liegen die Emissionsfaktoren zwischen 0,08 und 0,66 mg/(EW · a), d. h. die Unterschiede betragen weniger

als einen Faktor 10. Diese Unterschiede gelten im Umkehrschluss auch bei der Vorhersage der Abwasserbelastungen anhand von mittleren spezifischen Emissionsfaktoren.

Vergleicht man allerdings die Mittelwerte der spezifischen Emissionsfaktoren über die 35 Kläranlagen in Baden-Württemberg mit den aus deutschlandweiten Daten errechneten Werten, so zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Dies bedeutet, dass die in dem Monitoring-Vorhaben betrachteten Kläranlagen im Mittel gut die Emissionen aus einer durchschnittlichen kommunalen Kläranlage in Deutschland widerspiegeln.

6 Anhang

Tabelle 6.1: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		07.09.16	05.11.16	03.01.17	02.03.17	04.05.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,0025	0,0094	0,012	0,014	0,0058	0,0070	0,010
Acenaphthen	0,0025	0,040	0,020	0,028	0,020	0,021	0,025
Anthracen	0,0025	0,028	0,014	0,014	0,014	0,015	0,019
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,030	0,037	0,022	0,041	0,030	0,024
Benzo(a)pyren	0,0013	0,016	0,032	0,019	0,037	0,023	0,015
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,020	0,034	0,020	0,041	0,026	0,017
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,012	0,029	0,018	0,031	0,019	0,012
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,0092	0,017	0,011	0,020	0,013	0,0088
Chrysen	0,0025	0,038	0,047	0,030	0,063	0,042	0,030
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,0027	0,0079	0,0051	0,0069	0,0043	0,0027
Fluoranthen	0,0025	0,13	0,11	0,091	0,13	0,10	0,10
Fluoren	0,0025	0,034	0,019	0,020	0,018	0,017	0,022
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,010	0,024	0,013	0,028	0,017	0,0097
Naphthalin	0,025	0,13	< BG	0,073	0,051	0,046	0,044
Phenanthren	0,0025	0,20	0,10	0,13	0,10	0,096	0,13
Pyren	0,0025	0,11	0,087	0,084	0,10	0,082	0,080
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	0,0052	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	0,022	0,032	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,020	0,058	0,035	< BG	< BG	0,028	< BG
Simazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	2,8	4,4	2,3	4,1	12	4,7
Cadmium	0,002	0,20	0,16	0,21	0,14	0,20	0,21
Nickel	1,0	9,2	13	9,8	12	16	16
DEHP	0,25	16	6,0	3,3	23	32	51
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,11	0,055	< BG	< BG	< BG	0,063
4-iso-Nonylphenol	0,10	0,55	0,24	0,32	0,19	0,16	0,19
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,0068	0,0031	0,0021	0,0014	0,0017	0,0018
BDE-99	0,00025	0,0070	0,0044	0,0021	0,00090	0,00068	0,0018
BDE-100	0,00025	0,00060	0,00055	0,00028	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	0,00029	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U:W

Tabelle 6.2: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Mannheim, Sandhofen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum				
		11.11.16	19.01.17	unbekannt	unbekannt	08.08.17
Acenaphthylen	0,0025	0,36	0,21	0,076	0,040	0,023
Acenaphthen	0,0025	0,11	0,28	0,24	0,14	0,074
Anthracen	0,0025	0,048	0,13	0,069	0,091	0,026
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,066	0,13	0,16	0,25	0,030
Benzo(a)pyren	0,0013	0,075	0,099	0,15	0,23	0,024
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,083	0,066	0,18	0,28	0,026
Benzo(ghi)perylene	0,0013	0,075	0,061	0,15	0,18	0,018
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,038	0,028	0,092	0,14	0,012
Chrysen	0,0025	0,098	0,26	0,28	0,42	0,050
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,065	0,0091	0,029	0,039	0,0042
Fluoranthen	0,0025	0,22	0,31	0,44	0,74	0,13
Fluoren	0,0025	0,18	0,23	0,19	0,14	0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,00013	0,017	0,041	0,13	0,18	0,015
Naphthalin	0,025	0,52	0,72	0,48	0,31	0,23
Phenanthren	0,0025	0,39	0,74	0,55	0,64	0,22
Pyren	0,0025	0,18	0,37	0,38	0,54	0,10
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	< BG	< BG	< BG	0,0051	< BG
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	0,025	< BG	< BG	0,025	< BG
Isoproturon	0,020	0,039	< BG	< BG	0,021	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	9,9	5,1	16	8,4	9,3
Cadmium	0,002	0,23	0,49	0,52	0,20	0,26
Nickel	1,0	31	37	25	18	15
DEHP	0,25	10	6,7	21	16	22
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,084	0,18	0,12	0,16	0,12
4-iso-Nonylphenol	0,10	0,56	1,3	3,5	0,78	0,77
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,00098	0,0035	0,0020	0,0015	0,0014
BDE-99	0,00025	0,00098	0,0038	0,0021	0,0010	0,0015
BDE-100	0,00025	< BG	0,00046	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	< BG	0,00025	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.3: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Mühlhausen / S-Mühlhausen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		03.09.16	05.11.16	14.01.17	02.03.17	26.04.17	17.07.17
Acenaphthylen	0,0025	0,013	0,015	0,012	0,012	0,012	0,0090
Acenaphthen	0,0025	0,030	0,014	0,021	0,016	0,016	0,019
Anthracen	0,0025	0,028	0,019	0,024	0,024	0,027	0,027
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,024	0,042	0,048	0,067	0,068	0,044
Benzo(a)pyren	0,0013	0,018	0,041	0,044	0,061	0,058	0,036
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,020	0,044	0,042	0,069	0,075	0,041
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,014	0,035	0,032	0,046	0,051	0,030
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,0093	0,021	0,020	0,030	0,032	0,021
Chrysen	0,0025	0,032	0,058	0,058	0,092	0,10	0,068
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,0035	0,0077	0,0086	0,010	0,011	0,0070
Fluoranthen	0,0025	0,096	0,12	0,15	0,17	0,18	0,15
Fluoren	0,0025	0,029	0,018	0,027	0,021	0,021	0,020
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,014	0,032	0,028	0,042	0,045	0,026
Naphthalin	0,025	0,087	0,043	0,048	0,054	0,044	0,063
Phenanthren	0,0025	0,12	0,089	0,14	0,13	0,13	0,16
Pyren	0,0025	0,080	0,099	0,13	0,13	0,14	0,11
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	< BG	0,028	0,028	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,020	0,081	0,072	0,062	0,021	0,027	0,024
Simazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	4,2	4,1	2,4	8,8	3,8	2,2
Cadmium	0,002	0,18	0,11	0,11	0,20	0,11	0,097
Nickel	1,0	18	17	18	13	15	9,9
DEHP	0,25	11	8,6	13	6,8	7,3	17
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,14	0,077	< BG	< BG	0,055	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,10	2,2	0,44	0,44	0,38	0,46	0,38
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,0016	0,00079	0,0011	0,00081	0,0010	0,0019
BDE-99	0,00025	0,0023	0,00078	0,0011	0,00052	0,00042	0,0019
BDE-100	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.4: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA AZV Heidelberg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		05.09.16	10.11.16	01.01.17	08.03.17	unbekannt	unbekannt
Acenaphthylen	0,0025	0,0038	0,0092	0,0042	0,0071	0,012	0,0041
Acenaphthen	0,0025	0,014	0,011	0,015	0,017	0,025	0,017
Anthracen	0,0025	0,0082	0,069	0,0056	0,013	0,025	0,012
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,020	0,019	0,015	0,035	0,092	0,024
Benzo(a)pyren	0,0013	0,016	0,022	0,016	0,039	0,083	0,022
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,018	0,024	0,021	0,041	0,11	0,028
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,013	0,019	0,021	0,037	0,081	0,020
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,0078	0,010	0,010	0,019	0,045	0,013
Chrysen	0,0025	0,027	0,028	0,023	0,051	0,13	0,037
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,0030	0,0032	0,0076	0,0078	0,017	0,0047
Fluoranthen	0,0025	0,054	0,049	0,041	0,11	0,22	0,080
Fluoren	0,0025	0,011	0,011	0,011	0,014	0,016	0,013
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,011	0,016	0,017	0,031	0,078	0,018
Naphthalin	0,025	0,034	0,033	0,027	0,035	0,056	0,040
Phenanthren	0,0025	0,058	0,048	0,051	0,084	0,14	0,085
Pyren	0,0025	0,040	0,040	0,034	0,084	0,16	0,060
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	< BG	0,039	< BG	0,023	0,071	< BG
Isoproturon	0,020	0,049	0,023	< BG	< BG	0,026	< BG
Simazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	2,7	4,7	2,3	4,6	4,6	6,6
Cadmium	0,002	0,10	0,14	0,11	0,11	0,12	0,13
Nickel	1,0	15	17	18	7,6	21	18
DEHP	0,25	16	6,7	10	8,2	9,6	14
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,38	0,11	0,12	0,061	0,17	0,082
4-iso-Nonylphenol	0,10	0,91	0,23	0,88	0,32	0,42	0,32
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,0018	0,00081	0,00086	0,00099	0,0015	0,0015
BDE-99	0,00025	0,0017	0,00091	0,00077	0,00063	0,00065	0,0016
BDE-100	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.5: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Tübingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	09.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,0025	0,010	0,012	0,0068	0,0098	0,0054	0,0051
Acenaphthen	0,0025	0,052	0,025	0,015	0,015	0,015	0,037
Anthracen	0,0025	0,014	0,010	0,0054	0,011	0,0054	0,0097
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,030	0,051	0,013	0,034	0,012	0,025
Benzo(a)pyren	0,0013	0,028	0,050	0,011	0,036	0,012	0,021
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,026	0,047	0,013	0,048	0,013	0,025
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,020	0,038	0,0094	0,035	0,011	0,017
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,013	0,023	0,0055	0,022	0,0066	0,013
Chrysen	0,0025	0,034	0,065	0,019	0,061	0,018	0,036
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	0,0053	0,0095	0,0027	0,0076	0,0025	0,0042
Fluoranthen	0,0025	0,096	0,091	0,039	0,10	0,035	0,10
Fluoren	0,0025	0,044	0,020	0,014	0,017	0,014	0,030
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,022	0,032	0,0076	0,031	0,0096	0,016
Naphthalin	0,025	0,060	0,040	0,057	0,040	0,029	0,039
Phenanthren	0,0025	0,16	0,079	0,059	0,087	0,039	0,15
Pyren	0,0025	0,080	0,082	0,032	0,082	0,028	0,072
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	0,0059	0,0060	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	< BG	< BG	0,022	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,020	0,069	0,10	0,020	0,039	0,021	0,024
Simazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	1,7	5,0	1,8	4,1	1,8	5,0
Cadmium	0,002	0,11	0,16	0,15	0,11	0,072	0,19
Nickel	1,0	12	26	11	12	8,5	19
DEHP	0,25	17	8,7	11,0	6,4	4,8	8,9
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,14	< BG	0,058	0,058	0,053	0,060
4-iso-Nonylphenol	0,10	0,86	0,21	0,28	0,20	0,24	0,17
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,0017	0,0011	0,00090	0,00087	0,00035	0,0012
BDE-99	0,00025	0,0017	0,0015	0,00079	0,00070	< BG	0,0014
BDE-100	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.6: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der AV Weißach-U. Ob. Saalbachtal KLA Heidelberg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		07.09.16	02.11.16	01.01.17	02.03.17	01.05.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,0025	0,031	0,014	0,0063	0,0074	0,0080	0,0067
Acenaphthen	0,0025	0,051	0,019	0,011	0,019	0,034	0,023
Anthracen	0,0025	0,0073	0,0063	0,0039	0,011	0,0089	0,015
Benzo(a)anthracen	0,0025	0,010	0,020	0,0054	0,046	0,027	0,047
Benzo(a)pyren	0,0013	0,0080	0,023	0,0045	0,046	0,028	0,041
Benzo(b)fluoranthen	0,0025	0,0089	0,026	0,0054	0,065	0,036	0,052
Benzo(ghi)perylen	0,0013	0,0099	0,024	0,0055	0,042	0,029	0,042
Benzo(k)fluoranthen	0,0025	0,0041	0,012	< BG	0,027	0,017	0,026
Chrysen	0,0025	0,016	0,034	0,0093	0,086	0,053	0,087
Dibenz(ah)anthracen	0,0025	< BG	0,0054	< BG	0,0085	0,0058	0,0096
Fluoranthen	0,0025	0,040	0,053	0,020	0,14	0,099	0,16
Fluoren	0,0025	0,031	0,017	0,0079	0,015	0,020	0,021
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0013	0,0060	0,023	0,0036	0,037	0,024	0,036
Naphthalin	0,025	0,062	0,057	0,060	0,069	0,052	0,070
Phenanthren	0,0025	0,11	0,057	0,042	0,096	0,12	0,12
Pyren	0,0025	0,039	0,053	0,020	0,11	0,089	0,13
Hexachlorbutadien	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0052
delta-HCH	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,020	0,043	0,023	< BG	< BG	0,024	< BG
Isoproturon	0,020	0,18	0,93	0,038	< BG	0,031	0,057
Simazin	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	3,1	5,4	4,7	5,9	6,9	13
Cadmium	0,002	0,16	0,16	0,25	0,12	0,14	0,19
Nickel	1,0	41	11	8,3	11	22	19
DEHP	0,25	24	7,1	9,9	5,2	6,4	18
4-tert.-Oktylphenol	0,050	0,072	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,10	1,3	0,33	0,31	0,24	0,18	0,22
BDE-28	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00025	0,0023	0,00068	0,00059	0,00072	0,0012	0,0016
BDE-99	0,00025	0,0019	0,00088	0,00065	0,00058	< BG	0,0017
BDE-100	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.7: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		07.09.16	05.11.16	03.01.17	02.03.17	04.05.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0018	< BG	0,0011	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	0,00057	0,00051	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0013	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0019	< BG	< BG
Fluoren	0,001	< BG	0,0017	< BG	0,0011	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0012	0,0027	0,0016	0,0021	0,0015	0,0021
Pyren	0,001	< BG	0,0011	< BG	0,0021	0,0019	< BG
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0028	0,0021	0,0024	0,0025	0,0023	0,0022
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,029	0,034	< BG	0,014	0,017	0,015
Isoproturon	0,010	0,052	0,041	0,023	0,018	0,028	0,043
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,08	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005
Nickel	1,0	15	5,0	15	7,4	4,5	24
DEHP	0,10	0,42	0,45	0,82	14	3,8	8,4
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	< BG	< BG	0,094	< BG	< BG	0,059
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U:W

Tabelle 6.8: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KLA Karlsruhe-Neureut. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	01.01.17	01.03.17	27.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0023	0,0021	0,0010	< BG	0,0011
Acenaphthen	0,001	0,0032	0,0029	0,0027	0,0032	0,0034	0,0015
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	0,0012	0,0013	0,0019	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,00059	0,0015	0,0015	0,0023	0,00061	0,00086
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	0,0017	0,0017	0,0028	< BG	0,0012
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,00074	0,0017	0,0018	0,0025	0,00085	0,0012
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0014	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0011	0,0026	0,0023	0,0035	0,0011	0,0018
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	0,015	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0052	0,0065	0,0059	0,0085	0,0047	0,0052
Fluoren	0,001	0,0034	0,0042	0,0041	0,0042	0,0043	0,0019
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	0,00051	0,0014	0,0013	0,0021	0,00060	0,00083
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,020	0,020	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0088	0,0053	0,0078	0,0082	0,0067	0,0013
Pyren	0,001	0,015	0,013	< BG	0,014	0,013	0,035
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	0,0021	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,024	0,024	0,022	0,021	0,017	0,013
Isoproturon	0,010	0,032	0,031	0,030	0,013	0,022	0,032
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,20	0,36	0,30	0,48	0,36	< BG
Cadmium	0,002	0,009	0,017	0,012	0,017	0,012	0,008
Nickel	1,0	22	6,2	9,5	10	15	13
DEHP	0,10	2,2	2,7	2,0	1,6	1,3	1,3
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,072	0,072	0,11	0,083	0,069	0,082
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	0,00006	0,00012	0,00013	0,0001	< BG	0,00009
BDE-99	0,00005	0,00011	0,00006	0,00012	0,00011	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.9: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mannheim, Sandhofen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		06.09.16	11.11.16	19.01.17	unbekannt	unbekannt	08.08.17
Acenaphthylen	0,001	0,0012	0,0047	0,0017	< BG	0,0014	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0032	0,0015	0,0012	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,0012	0,00079	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	0,0013	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,0022	0,0011	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0013	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	< BG	0,0027	0,0010	0,0012	< BG	< BG
Fluoren	0,001	0,0021	0,0020	0,0017	0,0014	0,0013	0,0011
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,0013	0,00075	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,011	0,025	0,011	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0041	0,0028	0,0041	0,0024	0,0030	0,0024
Pyren	0,001	0,0014	0,0029	0,0012	0,0015	< BG	< BG
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	< BG	0,022	< BG	< BG	0,012	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,10	< BG	0,23	0,24	0,21	< BG
Cadmium	0,002	0,007	0,012	0,016	0,007	0,008	0,003
Nickel	1,0	18	14	37	17	26	9,2
DEHP	0,10	1,2	1,9	2,1	1,1	1,1	2,1
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,076	0,056	0,058	0,052	0,071	0,060
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.10: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mühlhausen/S-Mühlhausen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		03.09.16	05.11.16	14.01.17	02.03.17	26.04.17	05.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0013	< BG	0,0015	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00071	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,0015	< BG	< BG	0,00070	0,00063
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0016
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0016	0,0012	0,0036
Fluoren	0,001	< BG	0,0012	< BG	0,0013	0,0011	0,0015
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00098	< BG	< BG	0,00051	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	0,012	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0015	0,0022	0,0025	0,0028	0,0038
Pyren	0,001	0,0012	0,0010	0,0013	0,0023	0,0015	0,0058
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	0,0020	0,0022	0,0021	0,0021	0,003
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,017	0,022	0,016	0,023	0,023	0,015
Isoproturon	0,010	0,067	0,063	0,030	0,028	0,043	0,055
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,04	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,006	0,007	0,005	0,003	0,004	0,003
Nickel	1,0	22	6,6	4,3	4,2	9,7	8,8
DEHP	0,10	0,22	2,0	0,80	0,95	0,51	0,14
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	0,027	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,17	0,089	0,067	0,12	0,073	0,078
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.11: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Möhringen/S-Möhringen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	04.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	02.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0013	0,0025	< BG	0,0012	0,0010
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	0,0011	0,0013	0,0010	0,0013
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0016	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,001	0,00061	0,0013	0,00064	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	0,0011	< BG	0,0016	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,0011	0,00062	0,0011	0,00063	0,00058
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0011	0,0020	0,0013	0,0025	0,0015	0,0014
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0018	0,0046	0,0037	0,0087	0,0043	0,0038
Fluoren	0,001	0,0024	0,0012	0,0020	0,0021	0,0016	0,0014
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00087	< BG	0,00097	0,00053	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,019	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0037	0,0046	0,0072	0,0040	0,0029
Pyren	0,001	< BG	0,0044	0,0044	0,0078	0,0044	0,0033
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	< BG	0,0023	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,018	0,024	< BG	0,017	0,013	< BG
Isoproturon	0,010	0,038	0,049	0,021	0,022	0,026	0,034
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,17	0,13	< BG	0,08	< BG	0,10
Cadmium	0,002	0,014	0,012	0,010	0,005	0,004	0,009
Nickel	1,0	22	4,8	28	11	5,4	6,1
DEHP	0,10	1,2	0,49	0,68	0,73	28	1,0
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,026	0,026	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,062	< BG	0,077	0,064	0,064	0,059
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	0,00011	< BG	< BG	< BG	0,00007
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	0,00010	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.12: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Böblingen-Sindelfingen I. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		08.09.16	05.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0013	0,0024	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0022	0,0016
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoren	0,001	< BG	< BG	0,0013	< BG	0,0011	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,027	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	< BG	0,0015	0,0017	0,0014	0,0010
Pyren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	< BG	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,08	0,11	0,12
Cadmium	0,002	0,005	0,007	0,007	0,003	0,006	0,005
Nickel	1,0	18	21	31	21	5,7	15
DEHP	0,10	0,10	2,5	1,7	0,84	0,66	2,2
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,099	< BG	< BG	< BG	0,38	0,13
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.13: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der ZV Wendlingen. Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		28.09.16	05.11.16	03.01.17	01.03.17	26.04.17	05.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0015	0,0011	0,0016	0,0011	0,0010	0,0016
Acenaphthen	0,001	0,0019	0,0012	0,0011	0,0013	0,0014	0,0026
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	0,00061	0,00052	0,00051	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00058	0,00064	0,00053	0,00059	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0010	0,0014	0,0012	0,001	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0030	0,0045	0,0042	0,0038	0,0036	0,0039
Fluoren	0,001	0,0028	0,0017	0,0017	0,0020	0,0018	0,0042
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,017	< BG	0,016	0,014	0,017	0,022
Phenanthren	0,001	0,0066	0,0041	0,0064	0,0070	0,0060	0,011
Pyren	0,001	0,0028	0,0036	0,0041	0,0036	0,0031	0,0033
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0034	0,0026	0,0024	0,0020	< BG	0,0034
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,019	0,012	< BG	< BG	0,016	< BG
Isoproturon	0,010	0,093	0,057	0,012	0,021	0,014	0,032
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,16	0,17	0,18	0,23	0,11	0,16
Cadmium	0,002	0,005	0,007	0,007	0,007	0,004	0,004
Nickel	1,0	29	19	20	11	10	17
DEHP	0,10	0,56	1,7	1,2	1,0	2,5	1,5
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,025	< BG	< BG	< BG	0,025	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,11	0,094	0,13	< BG	0,065	0,057
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00006	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.14: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Stuttgart-Plieningen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		03.09.16	02.11.16	06.01.17	02.03.17	26.04.17	06.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0015	< BG	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00052	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	< BG	0,0012	< BG	0,0020	0,0014	< BG
Fluoren	0,001	0,0010	0,0011	< BG	< BG	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,01	0,011	0,022	0,012	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0023	0,0016	0,0017	0,0019	0,0011
Pyren	0,001	0,0012	0,0020	0,0014	0,0023	0,0021	0,0018
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0028	< BG	0,0025	0,0021	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	0,016	< BG	< BG	0,012	0,021
Isoproturon	0,010	0,061	0,044	0,016	0,021	0,043	0,042
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,08	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,008	0,008	0,008	0,006	0,011	0,013
Nickel	1,0	43	7,9	6,5	5,6	8,2	9,3
DEHP	0,10	0,24	1,6	1,2	0,78	0,95	0,17
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,077	< BG	< BG	0,055	0,066	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.15: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Göppingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	02.01.17	06.03.17	26.04.17	13.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0013	0,0017	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0012	0,0017	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00073	< BG	0,0012	0,0017	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0015	0,0018	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,0010	< BG	0,0012	0,0014	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0011	< BG	0,0021	0,0024	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	< BG	0,0022	0,0020	0,0045	0,0053	< BG
Fluoren	0,001	< BG	0,0011	0,0010	0,0017	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00059	< BG	0,00099	0,0012	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,011	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0019	0,0025	0,0032	0,0029	0,0011
Pyren	0,001	0,0011	0,0025	0,0029	0,0045	0,0045	0,0013
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,017	0,014	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	0,037	0,055	0,013	0,012	0,013	0,019
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,21	0,15	0,25	0,23	0,11
Cadmium	0,002	0,005	0,011	0,021	0,009	0,012	0,005
Nickel	1,0	11	7,1	30	12	3,6	8,0
DEHP	0,10	0,48	1,7	1,0	2,5	1,1	0,23
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	< BG	< BG	0,065	< BG	< BG	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	0,00007	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.16: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Bietigheim – Bietigheim-Bissingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	09.11.16	02.01.17	01.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	0,0014	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0016	< BG	< BG	0,0010	0,0013	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00088	< BG	0,00058
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00081	0,00051	0,00058
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0017	< BG	0,0012
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0022	0,0017	0,0020	0,0045	0,0033	0,0021
Fluoren	0,001	0,0014	0,0012	0,0012	0,0013	0,0013	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00066	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,017	< BG	0,026	0,017	0,024	< BG
Phenanthren	0,001	0,0027	0,0027	0,0031	0,0039	0,0043	< BG
Pyren	0,001	0,0016	0,0011	0,0029	0,0041	0,0032	0,0024
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0024	< BG	0,0026	0,0027	0,0023	0,0027
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,045	0,022	0,013	0,012	0,015	0,062
Isoproturon	0,010	0,11	0,079	0,026	0,041	0,041	0,068
Simazin	0,010	0,012	< BG	< BG	< BG	< BG	0,054
Blei	0,10	0,13	0,17	0,11	0,17	0,11	0,12
Cadmium	0,002	0,007	0,011	0,013	0,007	0,005	0,009
Nickel	1,0	11	16	10	16	6,1	17
DEHP	0,10	3,7	1,3	0,92	1,8	0,62	0,20
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,058	< BG	0,17	0,089	0,061	0,064
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00005	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.17: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Ditzingen – Ditzingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		08.09.16	10.11.16	01.01.17	01.03.17	25.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0028	< BG	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0013	0,0017	< BG	0,0011	0,0011	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	0,0017	< BG	0,0012	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,00077	0,0023	< BG	0,0012	0,00055	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	0,0021	< BG	0,0014	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,00070	0,0024	< BG	0,0010	0,00053	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0012	0,0024	< BG	0,002	0,0010	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0032	0,0045	0,0016	0,0045	0,0022	0,0027
Fluoren	0,001	< BG	0,0018	< BG	0,0014	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	0,00059	0,0017	< BG	0,00090	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	0,015	< BG	0,012	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0025	0,0045	0,0017	0,0036	0,0030	0,0016
Pyren	0,001	0,0032	0,0040	0,0020	0,0048	0,0029	0,0027
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	< BG	0,0023	< BG	< BG	0,002
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,012	0,040	0,012	0,037	0,026	0,015
Isoproturon	0,010	0,049	0,084	0,019	0,046	0,036	0,073
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,12	< BG	0,11	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,006	0,009	0,005	0,006	0,009	0,007
Nickel	1,0	7,4	6,0	13	6,6	22	15
DEHP	0,10	0,47	2,4	1,1	1,3	1,1	0,41
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,042	0,050	0,031
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,10	< BG	< BG	< BG	0,053	0,057
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.18: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Hoheneck – Ludwigsburg/Hoheneck. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		15.09.16	05.11.16	08.01.17	02.03.17	27.04.17	07.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0013	0,0018	0,0013	< BG	0,0011
Acenaphthen	0,001	0,0021	0,0014	0,0017	0,0015	0,0013	0,0041
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0014	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00056	0,00095	0,0011	0,00062	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	0,0010	0,0013	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00063	0,00089	0,00091	0,00055	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0010	0,0016	0,0022	0,0012	0,0011
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0033	0,0036	0,0056	0,0079	0,0044	0,0066
Fluoren	0,001	0,0018	0,0015	0,0024	0,0023	0,0013	0,0029
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	0,00065	0,00075	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,014	< BG	< BG	0,010
Phenanthren	0,001	0,0041	0,0039	0,0078	0,0062	0,0040	0,0039
Pyren	0,001	0,0036	0,0048	0,0065	0,0089	0,0060	0,0080
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	0,0031	0,0024	0,0024	< BG	0,0023
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,017	0,027	< BG	0,011	0,012	< BG
Isoproturon	0,010	0,09	0,30	0,047	0,044	0,042	0,044
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,16	0,12	0,32	0,11	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,013	0,009	0,019	0,005	0,011	0,006
Nickel	1,0	11	8,4	7,1	9,9	5,7	7,0
DEHP	0,10	0,19	9,8	110	0,67	1,7	0,30
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,26	0,10	0,10	0,094	0,064	0,055
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00005	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.19: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Heilbronn. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		03.09.16	09.11.16	17.01.17	01.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0016	0,0020	0,0010	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0015	0,0012	< BG	0,0011	< BG	0,0011
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	0,0013	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,0011	0,0015	0,00077	0,00088	0,00059	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	0,0012	0,0017	< BG	0,0011	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,0011	0,0018	0,00091	0,0011	0,00071	0,00052
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0017	0,0025	0,0012	0,0015	0,0012	0,0011
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0026	0,0050	0,0018	0,0033	0,0027	0,0026
Fluoren	0,001	0,0018	0,0019	0,0016	0,0014	0,0014	0,0018
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	0,00081	0,0011	0,00054	0,00072	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,012	< BG	0,018	0,012	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0032	0,0031	0,0039	0,0035	0,0016	0,0038
Pyren	0,001	0,0034	0,0057	0,0032	0,0035	0,0032	0,0026
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	0,0022	0,0020	0,0024
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,038	0,020	0,055	0,015	0,018	0,025
Isoproturon	0,010	0,06	0,27	0,047	0,033	0,026	0,032
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,20	0,54	0,48	0,58	0,32	0,13
Cadmium	0,002	0,016	0,018	0,015	0,011	0,018	0,009
Nickel	1,0	9,7	17	6,0	13	13	10
DEHP	0,10	0,76	0,67	1,5	2,7	1	0,21
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,034	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,061	0,11	0,072	0,066	0,075	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.20: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA ZV unteres Sulmtal Neckarsulm. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	10.11.16	01.01.17	01.03.17	28.04.17	01.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0014	0,0011	0,0018	0,0012	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0021	0,0014	0,0016	0,0018	0,0017	0,0016
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	0,00064	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00065	0,00076	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0025	0,0028	0,0036	0,0045	0,0037	0,0035
Fluoren	0,001	0,0027	0,0019	0,0022	0,0043	0,0027	0,0032
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,015	0,017	0,010	< BG
Phenanthren	0,001	0,0048	0,0041	0,0058	0,010	0,0066	0,0068
Pyren	0,001	0,0021	0,0025	0,0034	0,0037	0,0033	0,0028
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0023	< BG	0,0026	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,022	0,038	0,013	0,012	0,013	< BG
Isoproturon	0,010	0,03	0,066	0,014	0,015	0,019	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	0,11	0,07	< BG	0,13
Cadmium	0,002	0,005	0,005	0,007	0,002	0,008	0,009
Nickel	1,0	17	11	10	16	7,4	10
DEHP	0,10	1,1	1,5	2,0	1,5	1,3	0,53
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	0,029	0,11	0,079	0,039	0,025
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,22	0,12	0,25	0,24	0,20	0,13
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	0,00007	0,00006	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.21: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mergelstetten, Heidenheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		09.09.16	05.11.16	01.01.17	07.03.17	27.04.17	05.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0034	0,0019	0,0010	0,0015	0,0011
Acenaphthen	0,001	0,0017	0,0016	0,0013	0,0017	0,0019	0,0018
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	0,0011	0,0015	< BG	0,0021	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,0010	0,0011	0,00075	0,0020	0,00062
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	0,0012	0,0014	< BG	0,0023	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,0013	0,0010	0,00081	0,0018	0,00068
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG
Chrysen	0,001	0,0011	0,0019	0,0026	0,0017	0,0039	0,0016
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0037	0,0048	0,0064	0,0056	0,0084	0,0043
Fluoren	0,001	0,0026	0,0032	0,0025	0,0023	0,0026	0,0028
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00076	0,00071	0,00065	0,0015	0,00053
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,014	< BG	0,010	< BG
Phenanthren	0,001	0,0073	0,0069	0,0082	0,0073	0,0093	0,0071
Pyren	0,001	0,0031	0,0043	0,0060	0,0046	0,0072	0,0036
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0022	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	0,014	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,069	0,024	0,025	0,013	0,012	0,015
Isoproturon	0,010	0,11	0,18	0,044	0,029	0,020	0,046
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,18	0,24	0,13	0,47	0,18
Cadmium	0,002	0,002	0,010	0,012	0,007	0,016	0,004
Nickel	1,0	12	6,6	7,7	4,9	6,1	6,6
DEHP	0,10	1,2	1,4	1,8	1,5	1,9	1,1
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,21	0,11	0,15	0,092	0,091	0,10
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	0,00008	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	0,00006	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.22: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der GKA Baden-Baden-Sinzheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		19.09.16	05.11.16	03.01.17	01.03.17	07.05.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	0,0011	0,0011	0,0012	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0018	0,0026	0,0029	0,0041	0,0025	0,0023
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00060	0,00050	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00055	< BG	0,00063	0,00051	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0010	0,0011	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0025	0,0032	0,0042	0,0047	0,0040	0,0036
Fluoren	0,001	< BG	0,0014	0,0024	0,0024	0,0021	0,0027
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00051	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,010	0,012	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0042	0,011	0,0065	0,0058	0,0061
Pyren	0,001	0,0016	0,0020	0,0064	0,0035	0,0029	0,0020
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0023	0,0026	0,0031	0,0036	0,0026	0,0031
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,1	0,077	0,018	0,029	0,028	0,021
Isoproturon	0,010	0,074	0,068	0,021	0,014	0,057	0,049
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,1	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,006	0,003	0,003	0,005	0,004	0,003
Nickel	1,0	15	11	8,5	15	3,1	5,7
DEHP	0,10	0,70	5,4	1,9	1,1	0,94	0,21
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,032	0,037	0,032
4-iso-Nonylphenol	0,050	< BG	< BG	0,11	0,089	0,082	0,13
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,00008
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.23: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AV Bühl-U. Umgebung KLA Vimbuch. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		05.09.16	09.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0015	0,027	0,0011	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	0,078	< BG	< BG	0,0011
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00061	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00058	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0012	0,0018	0,0030	0,0027	0,0020	0,0019
Fluoren	0,001	< BG	0,0014	0,11	0,0015	0,0013	0,0014
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,14	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0014	0,0034	0,084	0,0034	0,0033	0,0027
Pyren	0,001	0,0013	0,0016	0,0042	0,0028	0,0020	0,0019
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	0,0021	0,0027	0,0023	0,0059	0,0025
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,061	0,047	0,017	0,016	0,024	0,017
Isoproturon	0,010	0,21	0,052	0,020	0,011	0,048	0,076
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,11	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,003
Nickel	1,0	9,7	5,2	4,4	37	4,9	13
DEHP	0,10	0,32	1,3	2,1	2,0	1,9	0,24
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,089	< BG	< BG	0,07	< BG	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.24: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KLA Rastatt AV Murg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	05.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0011	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0011
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00075	0,00059	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,0007	0,00059	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0012	0,0011	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0014	< BG	< BG	0,0025	0,0028	0,0019
Fluoren	0,001	0,0011	< BG	< BG	0,0012	< BG	0,0014
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00056	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,012	0,015	0,011	0,01
Phenanthren	0,001	0,0040	0,0015	0,0017	0,0026	0,0037	0,0049
Pyren	0,001	0,0011	< BG	0,0014	0,0029	0,0035	0,0014
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	0,0021	0,0021	0,0021	0,0026
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,035	0,028	0,062	0,025	0,018	< BG
Isoproturon	0,010	0,06	0,037	0,028	0,012	0,015	0,014
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,14	0,30	0,28	0,14	< BG
Cadmium	0,002	0,004	0,007	0,005	0,004	0,016	0,004
Nickel	1,0	14	4,6	9,9	18	7,3	9,5
DEHP	0,10	0,47	0,68	1,2	1,0	1,4	1,3
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	< BG	< BG	0,088	< BG	< BG	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.25: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Heidelberg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		05.09.16	10.11.16	01.01.17	08.03.17	unbekannt	unbekannt
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0011	0,0013	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0010	0,0013	0,0015	0,0020	0,0012	0,0015
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0015	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,0008	0,00064	0,0019	0,00087	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0021	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,012	0,00081	0,0019	0,00084	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0010	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0012	< BG	0,0027	0,0014	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0011	0,0031	0,0031	0,0065	0,0032	0,0025
Fluoren	0,001	< BG	0,0010	0,0011	0,0011	< BG	0,0011
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00067	0,00056	0,0016	0,00065	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,014	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0029	0,0052	0,0053	0,0072	0,0042	0,0047
Pyren	0,001	< BG	0,0023	0,0023	0,0048	0,0024	0,0015
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0023	0,0021	0,0025	0,0024	0,0024	0,0023
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,013	0,042	< BG	0,035	0,17	< BG
Isoproturon	0,010	0,057	0,023	< BG	0,016	0,033	0,013
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,24	< BG	0,36	0,1	< BG
Cadmium	0,002	0,004	0,011	0,007	0,007	0,007	0,006
Nickel	1,0	11	7,4	7,3	5,5	15	11
DEHP	0,10	2,7	2,4	1,8	1,3	1,8	6,9
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,059	< BG	< BG	0,051	0,085	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00017	0,00014	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00005	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.26: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Bergstraße Weinheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	06.01.17	01.03.17	01.05.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0038	< BG	0,0010	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	0,0023	< BG	0,0013	0,0019	0,0019
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0015	0,0047	0,0028	0,0037	0,0025	0,0033
Fuoren	0,001	0,0012	0,0031	0,0015	0,0020	0,0019	0,0017
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	0,011	0,016	0,012	0,012	< BG
Phenanthren	0,001	0,0021	0,0083	0,0036	0,0043	0,0045	0,0043
Pyren	0,001	0,0013	0,0032	0,0021	0,0030	0,0022	0,0023
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0021	0,0022	0,0028	0,0028	0,0029	0,0043
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,036	0,025	0,075	0,018	0,036	0,035
Isoproturon	0,010	0,07	0,054	0,030	0,025	0,034	0,031
Simazin	0,010	0,079	< BG	0,037	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,17	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	< BG
Nickel	1,0	21	7,5	17	17	10	11
DEHP	0,10	0,90	1,4	1,5	0,95	2,9	0,89
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,14	0,10	< BG	0,038	0,028	0,027
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,24	0,094	0,13	0,09	0,095	0,064
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.27: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Abwasser- u. Hochwasserschutzverband Wiesloch. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		28.09.16	08.11.16	01.01.17	17.03.17	04.05.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	0,0012	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0012	0,0010	0,0050	< BG	0,0013	0,0016
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0029	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,00081	0,00084	< BG	0,0025	0,00069	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	0,0011	0,0012	< BG	0,0033	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,0012	0,00096	< BG	0,0017	0,00074	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0016	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0011	0,0012	< BG	0,0041	0,0011	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0026	0,0028	0,0032	0,0090	0,0026	0,0031
Fluoren	0,001	0,0023	0,0016	0,0072	0,0020	0,0018	0,0023
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	0,0009	0,00073	< BG	0,0016	0,00056	< BG
Naphthalin	0,010	0,011	< BG	0,030	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0048	0,0037	0,0064	0,0038	0,0038	0,0041
Pyren	0,001	0,0034	0,0036	0,0050	0,011	0,0039	0,0038
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0022	0,0021	0,0023	0,0022	0,0024	0,0024
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,017	0,042	0,019	0,015	0,018	0,013
Isoproturon	0,010	0,046	0,19	0,022	0,039	0,025	0,033
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,37	0,28	0,22	0,2	0,17	0,19
Cadmium	0,002	0,019	0,020	0,008	0,008	0,014	< BG
Nickel	1,0	47	16	26	18	13	19
DEHP	0,10	1,5	1,1	1,7	0,68	0,48	1,1
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	0,044	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,13	0,21	0,77	0,15	0,10	0,32
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	0,00007	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	0,00007	0,00014	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U:W

Tabelle 6.28: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA ZV Bezirk Schwetzingen Ketsch. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		06.09.16	05.11.16	01.01.17	02.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	0,0011	0,0013	0,0019	0,0024
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	< BG	0,0019	0,0017	0,0027	0,0022	0,0039
Fuoren	0,001	< BG	0,0012	0,0016	0,0020	0,0020	0,0026
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,012	0,013	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0033	0,0035	0,0042	0,0046	0,0078
Pyren	0,001	0,0019	0,0022	0,0026	0,0037	0,0028	0,0037
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0026	0,0025	0,0029	0,0027	0,0058	0,0036
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,052	0,019	0,019	< BG	0,015	0,020
Isoproturon	0,010	0,061	0,080	0,017	< BG	0,061	0,039
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,16	0,22	0,07	0,19	< BG
Cadmium	0,002	0,014	0,006	0,004	0,003	0,003	< BG
Nickel	1,0	14	8,5	6,9	14	11	16
DEHP	0,10	< BG	0,73	0,80	0,53	0,97	0,65
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,068	< BG	0,053	0,12	0,089	0,069
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.29: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Pforzheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	01.01.17	unbekannt	26.04.17	07.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0012	0,0016	0,0012	0,0013	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0011	< BG	< BG	0,0014	0,0011	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00074	0,0026	0,00075	< BG	0,00063
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	0,0036	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00072	0,0023	0,00070	< BG	0,00071
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	0,0015	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0012	0,0048	0,0014	< BG	0,0013
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	0,0051	0,0048	0,013	0,0045	0,0033	0,0042
Fluoren	0,001	0,0019	0,0014	0,0015	0,0020	0,0015	0,0012
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	0,00058	0,0020	0,00060	< BG	0,00056
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,012	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0088	0,0026	0,0063	0,0037	0,0028	0,0027
Pyren	0,001	0,0072	0,0067	0,011	0,0038	0,0039	0,0042
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0024	0,0021	0,0025	0,0027	0,0023	0,0024
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,023	0,028	< BG	< BG	0,023	0,015
Isoproturon	0,010	0,061	0,036	< BG	< BG	0,028	0,031
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,23	0,21	0,29	0,21	0,17	0,40
Cadmium	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	0,014	< BG
Nickel	1,0	20	15	13	15	8,6	14
DEHP	0,10	0,46	1,1	1,5	1,3	1,3	0,62
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,11	0,072	0,092	0,043	0,055	0,040
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,20	0,071	0,18	0,063	0,055	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	0,00011	< BG	< BG	0,00006
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	0,00012	0,00005	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.30: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Staufener Bucht-Grezhausen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	06.11.16	01.01.17	04.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0011	< BG	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0013	0,0011	< BG	< BG	< BG	0,0015
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0015
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,00050	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,00054	< BG	0,00070	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	0,0012	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0040	0,0024	0,0016	0,0019	0,0029	0,0028
Fluoren	0,001	0,0016	0,0015	0,0012	0,0015	0,0013	0,0020
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0085	0,0054	0,0052	0,0064	0,0065	0,0094
Pyren	0,001	0,0033	0,0022	0,0014	0,0019	0,0029	0,0024
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0054	0,0044	0,0057	0,0042	0,0049	0,0060
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,045	0,040	< BG	< BG	0,028	0,019
Isoproturon	0,010	0,063	0,035	< BG	< BG	0,040	0,046
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	1,0	1,2	5,8	0,82	1,1	2,4
Cadmium	0,002	0,014	0,014	0,013	0,012	0,013	0,005
Nickel	1,0	77	140	120	160	160	290
DEHP	0,10	1,1	1,6	2,5	1,6	2,5	1,4
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,091	0,070	0,066	0,078	0,083	0,13
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.31: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AVV Raum Offenburg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		08.09.16	05.11.16	03.01.17	01.03.17	25.04.17	03.08.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0012	< BG	< BG	< BG	0,0012	0,0014
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00052	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00058	0,00054	0,00056	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0010	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0018	0,002	0,0021	0,0032	0,0022	0,0035
Fluoren	0,001	0,0016	< BG	0,0013	0,0017	0,0018	0,0016
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,011	< BG	0,016	< BG
Phenanthren	0,001	0,0018	< BG	0,0029	0,0041	0,0032	0,0056
Pyren	0,001	0,0021	0,0025	0,0028	0,0040	0,0031	0,0038
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0026	0,0025	0,0031	0,0029	0,0025	0,0030
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,023	0,031	0,021	< BG	0,030	< BG
Isoproturon	0,010	0,047	0,15	0,020	< BG	0,21	0,018
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,15	0,17	0,18	0,15	0,19	0,20
Cadmium	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	0,011	< BG
Nickel	1,0	28	6,3	4,5	19	6,1	20
DEHP	0,10	0,56	1,2	1,6	1,7	4,3	0,93
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,092	0,031	0,029	0,048	0,049	0,067
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,71	0,16	0,12	0,21	0,21	0,13
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.32: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Donaueschingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	09.11.16	17.01.17	05.03.17	unbekannt	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0014	< BG	0,0020	0,0011	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0014	< BG	0,0013	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	0,00051	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0015	0,0014	0,0034	0,0016	0,0014	< BG
Fluoren	0,001	0,0015	< BG	0,0024	0,0012	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,013	< BG	0,027	0,025	0,010	0,010
Phenanthren	0,001	0,0029	0,0019	0,0080	0,0032	0,0025	0,0021
Pyren	0,001	0,0016	0,0019	0,0036	0,0014	0,0012	0,0012
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	0,0025	0,0022	0,0021	0,0020
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,03	0,025	0,012	0,014	0,020	0,014
Isoproturon	0,010	0,13	0,077	0,024	0,030	0,046	0,059
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	0,10	0,08	< BG	0,11
Cadmium	0,002	0,038	0,028	0,022	0,025	0,029	0,036
Nickel	1,0	19	7,8	18	12	9,4	13
DEHP	0,10	0,31	0,18	0,81	1,2	2,2	0,21
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,086	< BG	0,077	< BG	< BG	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



Tabelle 6.33: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Konstanz. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		27.09.16	06.12.16	02.01.17	05.03.17	27.04.17	05.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0021	0,0020	0,0063	0,0045	0,0021	0,0019
Acenaphthen	0,001	0,0018	< BG	0,0042	0,0054	0,0027	0,0024
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	0,00063	0,00060	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	0,00083	0,00061	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0011	< BG	0,0025	0,0031	0,0041	0,0027
Fluoren	0,001	0,0025	0,0015	0,0039	0,0041	0,0031	0,0025
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	0,00056	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,016	< BG	< BG	0,013	0,010	0,012
Phenanthren	0,001	0,0037	0,0023	0,0076	0,0071	0,0095	0,0052
Pyren	0,001	0,0011	< BG	0,0041	0,0034	0,0068	0,0023
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0021	< BG	0,0022	0,0022	< BG	0,0021
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,038	0,065	0,015	0,030	0,032	0,033
Isoproturon	0,010	0,062	0,067	< BG	0,017	0,022	0,016
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,09	< BG	0,12
Cadmium	0,002	0,003	0,004	0,006	0,003	0,003	< BG
Nickel	1,0	11	3,6	7,0	7,7	25	7,1
DEHP	0,10	0,21	0,18	1,6	1,0	0,47	0,40
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,095	0,062	0,13	0,069	0,069	0,079
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U:W

Tabelle 6.34: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KA Bändlegrund. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		07.09.16	07.11.16	04.01.17	02.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	0,0013	0,0010	0,0011	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0015	0,0012	0,0012	0,0019	0,0015	0,0022
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	0,00055	0,00060	0,00065	0,00061
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0023	0,0029	0,0011	0,0020	0,0022	0,0029
Fluoren	0,001	0,0023	0,0026	0,0019	0,0041	0,0032	0,004
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,01	< BG	< BG	0,010	< BG	0,010
Phenanthren	0,001	0,0026	0,0083	0,0025	0,0066	0,0070	0,0069
Pyren	0,001	0,0017	0,0020	0,0012	0,0019	0,0019	0,0027
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0024	0,0049	0,0033	0,0047	0,0051	0,0029
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,038	0,049	0,039	0,024	0,025	0,026
Isoproturon	0,010	0,065	0,23	0,023	0,061	0,053	0,031
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,010
Blei	0,10	0,19	0,11	0,11	0,14	0,14	0,13
Cadmium	0,002	0,039	0,029	0,029	0,009	0,70	0,006
Nickel	1,0	12	15	11	8,2	6,4	12
DEHP	0,10	0,60	1,7	1,5	2,3	0,66	0,95
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,090	0,33	0,10	0,072	0,052	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00007	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.35: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Reutlingen-West. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	05.11.16	01.01.17	01.03.17	01.05.17	17.06.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0018	0,0013	0,0014	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0015	0,0012	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00051	< BG	0,00082	0,00074	0,00053
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00077	0,00072	0,00056
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0013	0,0012	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0012	0,0020	0,0014	0,0039	0,0031	0,0023
Fluoren	0,001	< BG	0,0015	< BG	0,0013	< BG	0,0012
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00065	0,00059	< BG
Naphthalin	0,010	0,013	0,010	0,013	0,011	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0016	0,0038	0,0019	0,0041	0,0038	0,0035
Pyren	0,001	0,0015	0,0017	0,0013	0,0039	0,0030	0,002
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	0,013	< BG	0,011	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	0,032	0,019	< BG	0,011	0,011	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	19	0,46	0,62	0,44	0,48	0,75
Cadmium	0,002	0,029	0,019	0,027	0,008	0,016	0,013
Nickel	1,0	58	7,0	23	7,6	11	11
DEHP	0,10	1,6	1,1	0,89	1,0	1,2	0,30
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,026	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,054	0,052	0,13	< BG	0,087	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.36: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AZV Steinlach-Wiesaz, Dußlingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	16.11.16	09.01.17	01.03.17	27.04.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0010	0,0015	0,0012	< BG	< BG	0,0011
Acenaphthen	0,001	0,0010	0,0016	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00082	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00059	< BG	0,00074	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0013	< BG	0,0011
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0012	0,0025	0,0013	0,0026	0,0015	0,0023
Fluoren	0,001	0,0012	0,0014	0,0012	< BG	< BG	0,0011
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00061	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,012	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0021	0,0027	0,0024	0,0029	0,0024	0,0011
Pyren	0,001	0,0013	0,0024	0,0020	0,0027	0,0015	0,0025
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0024	< BG	0,0025	< BG	< BG	0,0022
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,03	0,012	< BG	< BG	< BG	0,054
Isoproturon	0,010	0,054	0,099	0,017	< BG	0,010	0,19
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,11	0,11	< BG	0,11	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,021	0,012	0,016	0,007	0,006	0,013
Nickel	1,0	19	6,0	7,9	30	11	7,0
DEHP	0,10	0,76	1,1	1,3	0,90	1,2	0,14
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,070	< BG	0,075	0,19	< BG	0,05
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U:W

Tabelle 6.37: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Tübingen. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	09.11.16	01.01.17	01.03.17	26.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	0,0013	0,0016	< BG	0,0011
Acenaphthen	0,001	0,0015	< BG	< BG	0,0021	< BG	0,0012
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	0,00058	< BG	< BG	0,00072	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,00060	< BG	< BG	0,00074	< BG	0,00057
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0018	< BG	0,0010	0,0027	0,0015	0,0015
Fluoren	0,001	0,0015	< BG	0,0014	0,0016	< BG	0,0013
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,00058	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	0,011	0,011	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0026	0,0012	0,0018	0,0033	0,0015	0,0028
Pyren	0,001	0,0018	< BG	0,0014	0,0027	0,0018	0,0023
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0062	0,0051	0,0031	0,0035	0,0034	0,0044
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	0,015	0,017	0,013	0,014	< BG
Isoproturon	0,010	0,059	0,11	0,023	0,039	0,028	0,041
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	< BG	0,14	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,016	0,015	0,016	0,011	0,010	0,016
Nickel	1,0	11	10	9,1	7,9	6,5	17
DEHP	0,10	0,19	2,1	2,3	1,4	0,54	0,21
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	0,03	0,033	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,066	< BG	0,070	0,077	0,070	0,057
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.38: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Langwiese. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		02.09.16	05.11.16	10.01.17	17.03.17	27.04.17	04.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0019	0,0010	0,0012	0,0014	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(k)fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	0,016	< BG	0,010	0,015	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0024	0,0021	0,0023	0,0012	< BG	< BG
Pyren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,10	0,17	< BG	0,15	0,46	0,11
Cadmium	0,002	0,036	0,028	0,028	0,025	0,005	0,025
Nickel	1,0	18	2,8	4,4	7,4	4,5	8,3
DEHP	0,10	0,20	2,5	1,1	1,4	1,1	< BG
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,044	< BG	< BG	0,031	0,031	0,037
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,056	< BG	< BG	0,085	< BG	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.39: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AV Weißach-U. Ob. Saalbachtal KLA Heidelberg. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		07.09.16	02.11.16	01.01.17	01.03.17	01.05.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	< BG	0,0019	< BG	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0011	0,0015	< BG	0,0014	0,0018	< BG
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0013	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00054	< BG	0,0013	0,00052	0,00055
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0016	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	0,00058	0,00076	0,00059	0,0013	0,00060	0,00075
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0010	< BG	0,0023	0,0011	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	< BG	0,0022	0,0019	0,0058	0,0033	0,0032
Fluoren	0,001	0,0017	0,0017	0,0014	0,0017	0,0018	0,0015
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,0011	< BG	0,00058
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	0,011	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	< BG	0,0032	0,0029	0,0061	0,0056	0,0065
Pyren	0,001	0,0028	0,0027	0,0037	0,0071	0,0043	0,0044
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	0,0024	0,0025	0,0028	0,0025	0,0033	0,0027
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,042	0,026	< BG	0,012	0,023	0,029
Isoproturon	0,010	0,18	0,47	0,041	0,020	0,078	0,063
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	0,18	0,95	0,16	0,33	0,12	0,21
Cadmium	0,002	0,009	0,009	0,007	0,006	0,004	< BG
Nickel	1,0	28	6,4	7,8	8,8	10	17
DEHP	0,10	0,20	1,4	3,0	2,5	0,49	0,32
4-tert.-Oktylphenol	0,025	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,11	< BG	0,10	0,065	0,062	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

U+V

Tabelle 6.40: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Crailsheim. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		21.09.16	04.11.16	09.01.17	01.03.17	27.04.17	03.07.17
Acenaphthylen	0,001	0,0018	0,0018	0,0013	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	0,0058	0,0030	0,0025	0,0014	< BG	0,0017
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,00054
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0040	0,0030	0,0026	0,0020	0,0013	0,0023
Fluoren	0,001	0,0042	0,0028	0,0031	0,0017	< BG	0,0019
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0098	0,0054	0,0075	0,0041	< BG	0,0042
Pyren	0,001	0,0014	0,0015	0,0020	0,0018	0,0014	0,0023
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,013
Isoproturon	0,010	0,028	0,038	< BG	< BG	0,011	< BG
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	< BG	0,25	0,04	< BG	< BG
Cadmium	0,002	0,005	0,005	0,009	0,002	0,005	0,003
Nickel	1,0	17	8,9	11	14	10	23
DEHP	0,10	0,15	0,75	1,1	0,63	0,52	0,92
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,074	< BG	0,060	0,084	0,027	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,19	< BG	0,052	0,05	0,052	< BG
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	0,00011	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	0,00018	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG



Tabelle 6.41: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Schwäbisch Gmünd. Alle Angaben in µg/L.

	BG	Probenahmedatum					
		01.09.16	02.11.16	05.01.17	01.03.17	26.04.17	unbekannt
Acenaphthylen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Acenaphthen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0012
Anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Benzo(a)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0034	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	0,0005	< BG	0,00062	< BG	0,0040	0,00070	< BG
Benzo(b)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0046	< BG	< BG
Benzo(ghi)perylen	0,0005	< BG	0,00061	< BG	0,0040	0,00067	< BG
Benzo(k)fluoranthen	0,001	< BG	< BG	< BG	0,0022	< BG	< BG
Chrysen	0,001	< BG	0,0010	< BG	0,0059	0,0019	< BG
Dibenz(ah)anthracen	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fluoranthen	0,001	0,0016	0,0020	0,0011	0,0078	0,0026	0,0025
Fluoren	0,001	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0011
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0005	< BG	< BG	< BG	0,0032	< BG	< BG
Naphthalin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Phenanthren	0,001	0,0016	0,0024	0,0012	0,0029	0,0018	0,0023
Pyren	0,001	0,0012	0,0018	0,0018	0,0092	0,0035	0,0024
Hexachlorbutadien	0,005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
alpha-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
beta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
gamma-HCH (Lindan)	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	0,0022	< BG
delta-HCH	0,002	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	0,010	0,024	0,011	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	0,010	0,17	0,072	0,013	0,013	0,016	0,041
Simazin	0,010	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei	0,10	< BG	0,29	0,51	0,87	0,27	0,17
Cadmium	0,002	0,019	0,013	0,037	0,009	0,010	0,016
Nickel	1,0	12	9,0	14	27	9,0	5,4
DEHP	0,10	0,40	0,82	0,35	0,62	0,41	0,17
4-tert.-Oktylphenol	0,025	0,037	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
4-iso-Nonylphenol	0,050	0,46	0,15	0,12	0,11	0,059	0,096
BDE-28	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-47	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00015	< BG	< BG
BDE-99	0,00005	< BG	< BG	< BG	0,00009	< BG	< BG
BDE-100	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-153	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BDE-154	0,00005	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

*: Probenahmeprotokolle fehlen; daher kann der genaue Zeitraum der Probenahme nicht angegeben werden.



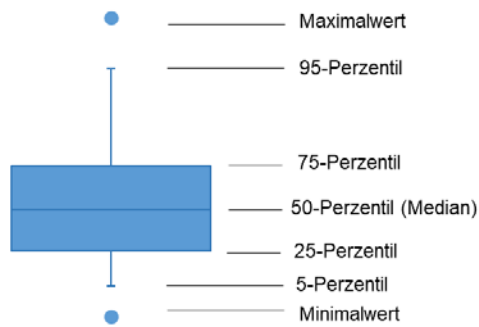


Abbildung 6.1: Erläuterung zu den Box-Whisker-Plots.

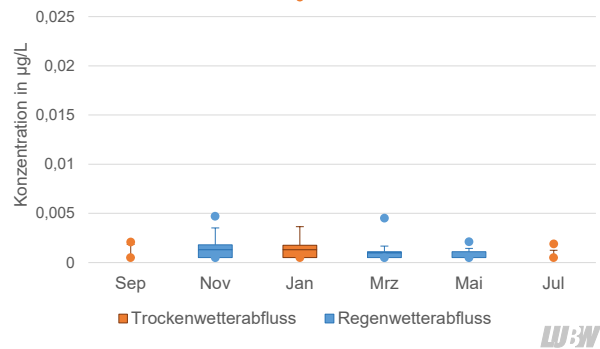


Abbildung 6.5: Konzentration für Acenaphthylen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

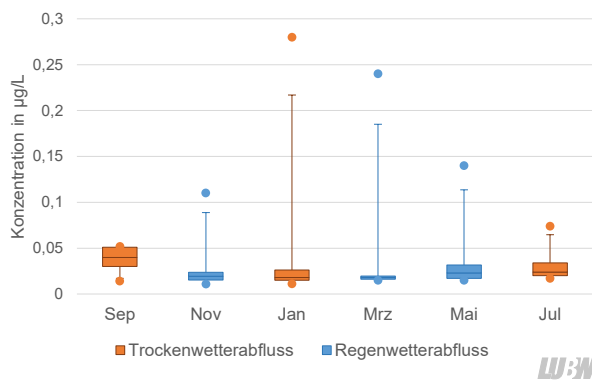


Abbildung 6.2: Konzentrationsverlauf für Acenaphthen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

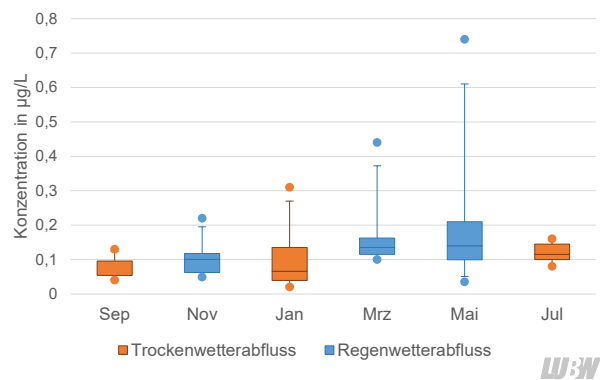


Abbildung 6.6: Konzentrationsverlauf für Fluoranthen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

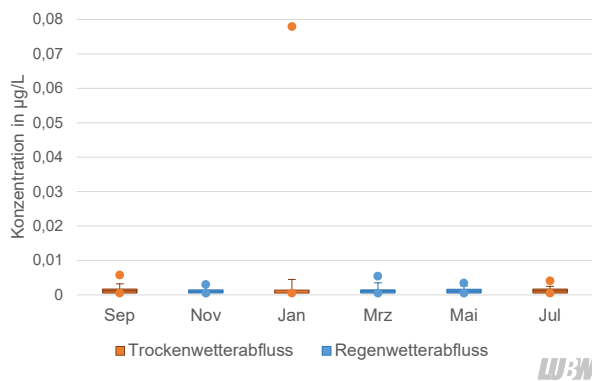


Abbildung 6.3: Konzentrationsverlauf für Acenaphthen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

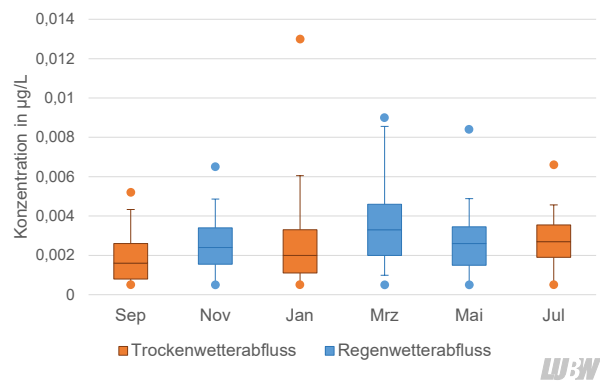


Abbildung 6.7: Konzentrationsverlauf für Fluoranthen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

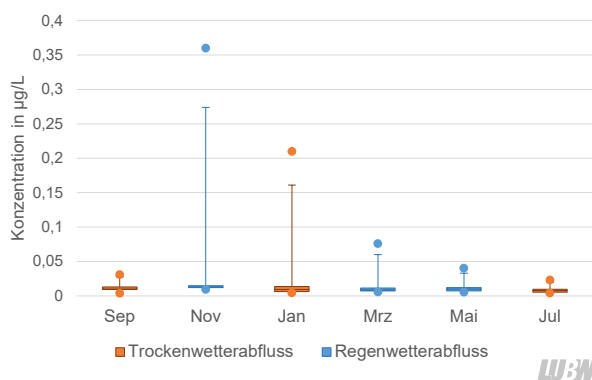


Abbildung 6.4: Konzentrationsverlauf für Acenaphthylen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

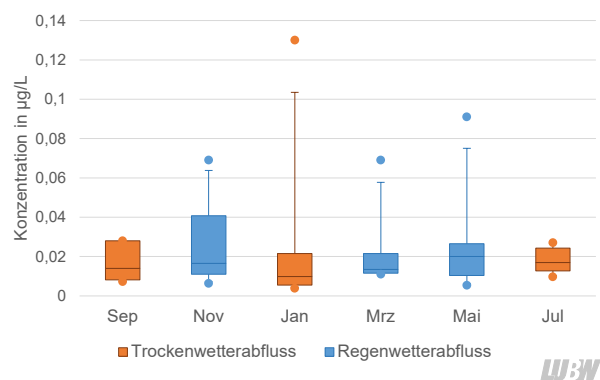


Abbildung 6.8: Konzentrationsverlauf für Anthracen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

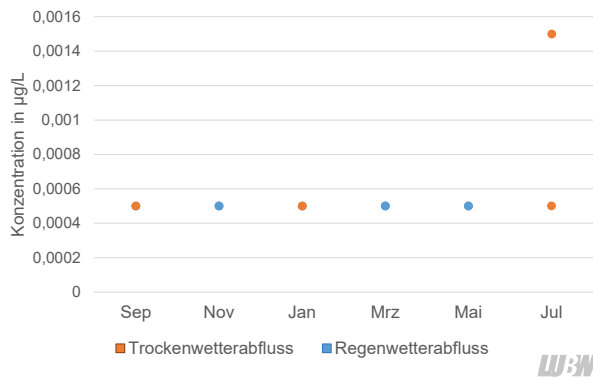


Abbildung 6.9: Konzentrationsverlauf für Anthracen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

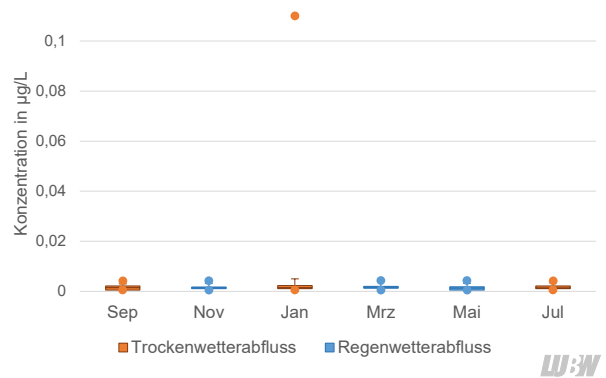


Abbildung 6.13: Konzentrationsverlauf für Fluoren im Ablauf von 35 Kläranlagen.

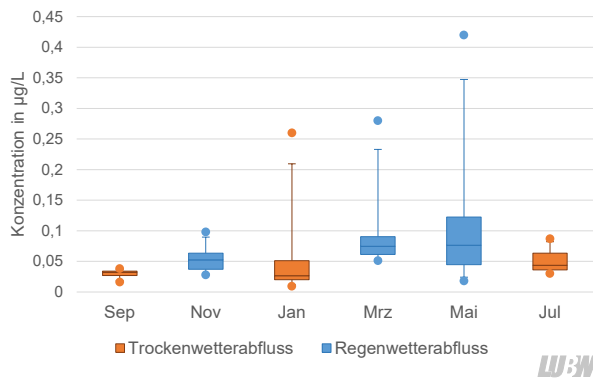


Abbildung 6.10: Konzentrationsverlauf für Chrysen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

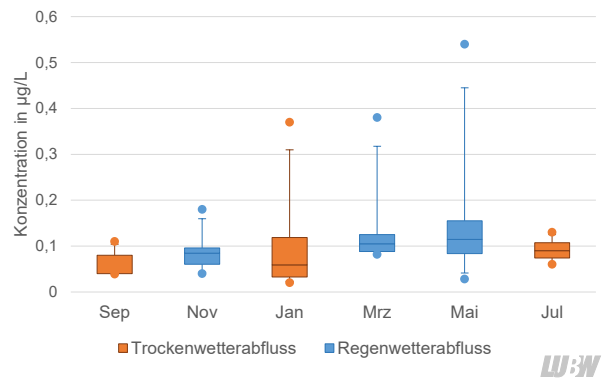


Abbildung 6.14: Konzentrationsverlauf für Pyren im Zulauf von 6 Kläranlagen.

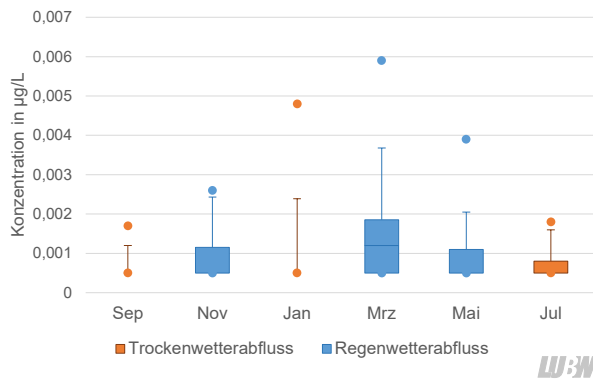


Abbildung 6.11: Konzentrationsverlauf für Chrysen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

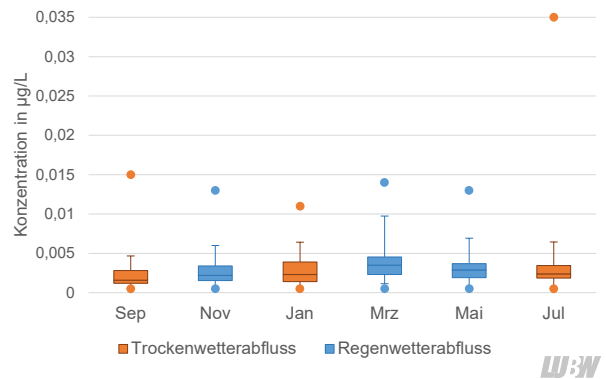


Abbildung 6.15: Konzentrationsverlauf für Pyren im Ablauf von 35 Kläranlagen.

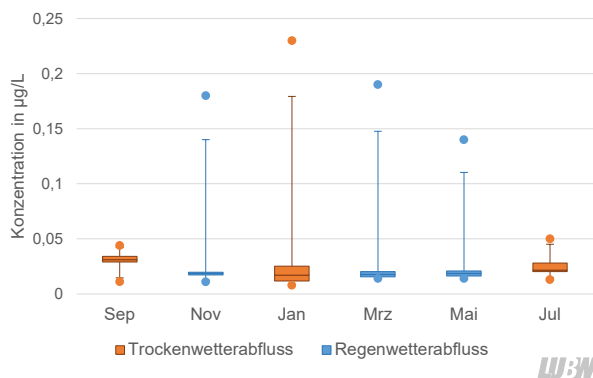


Abbildung 6.12: Konzentrationsverlauf für Fluoren im Zulauf von 6 Kläranlagen.

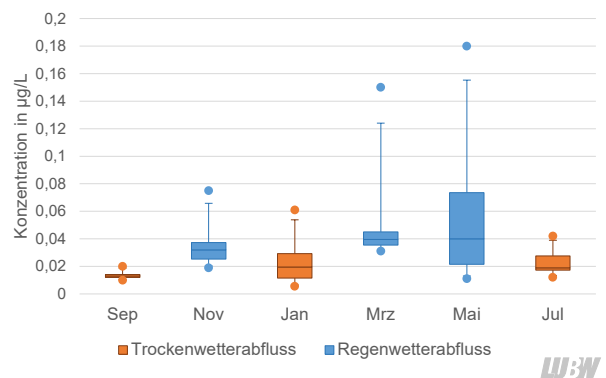


Abbildung 6.16: Konzentrationsverlauf für Benzo(ghi)perylen im Zulauf von 6 Kläranlagen.

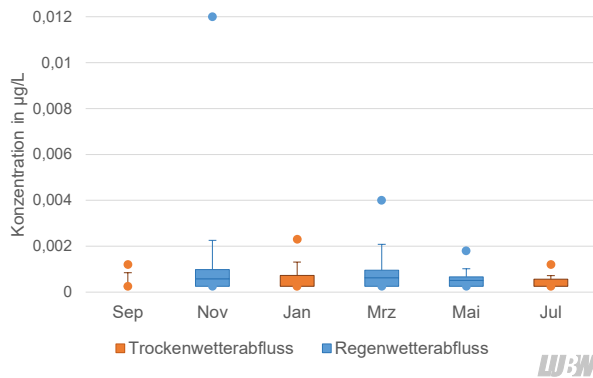


Abbildung 6.17: Konzentrationsverlauf für Benzo(ghi)perylen im Ablauf von 35 Kläranlagen.

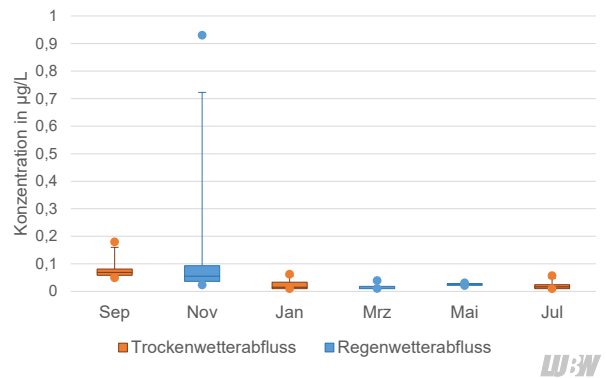


Abbildung 6.21: Konzentrationsverlauf für Isoproturon im Zulauf von 6 Kläranlagen.

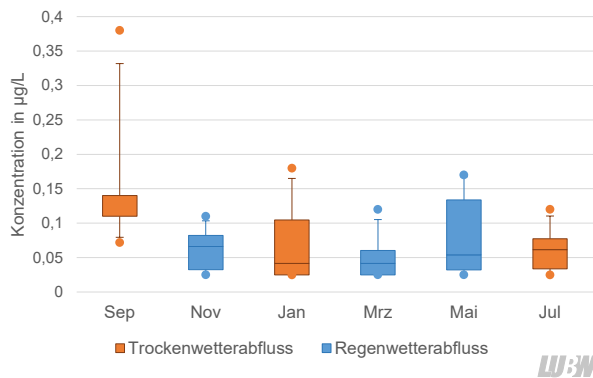


Abbildung 6.18: Konzentrationsverlauf für 4-tert.-Oktylphenol im Zulauf von 6 Kläranlagen.

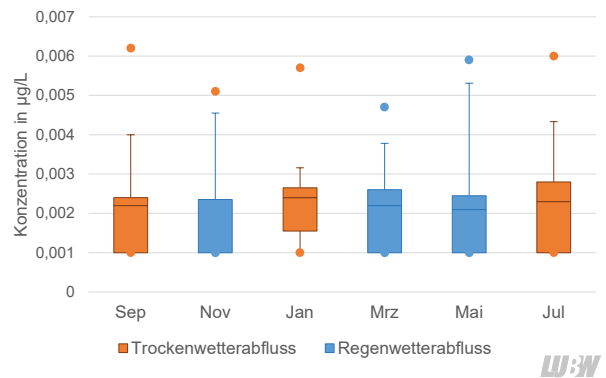


Abbildung 6.22: Konzentrationsverlauf für gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan) im Ablauf von 35 Kläranlagen.

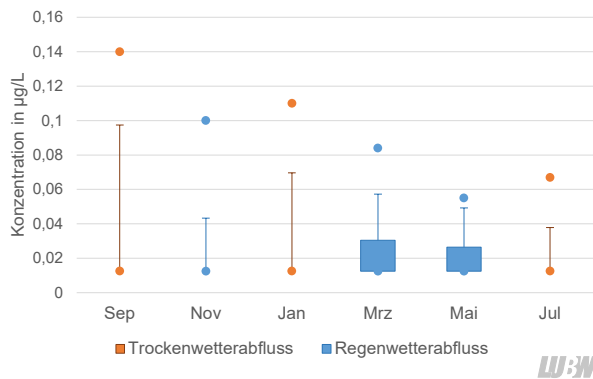


Abbildung 6.19: Konzentrationsverlauf für 4-tert.-Oktylphenol im Ablauf von 35 Kläranlagen.

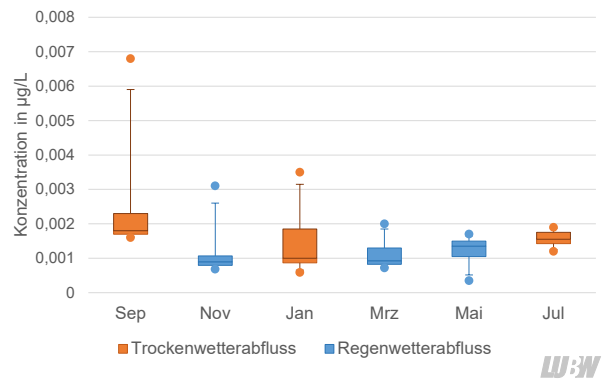


Abbildung 6.23: Konzentrationsverlauf für BDE-47 im Zulauf von 6 Kläranlagen.

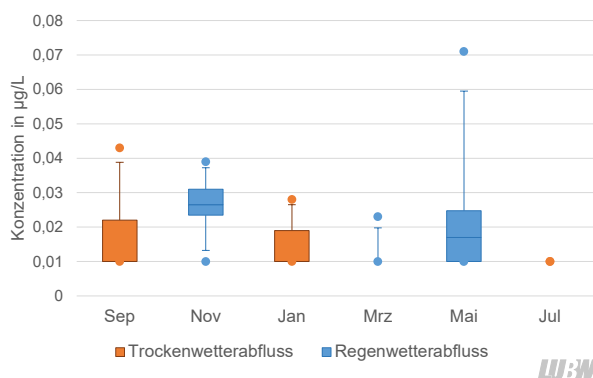


Abbildung 6.20: Konzentrationsverlauf für Diuron im Zulauf von 6 Kläranlagen.

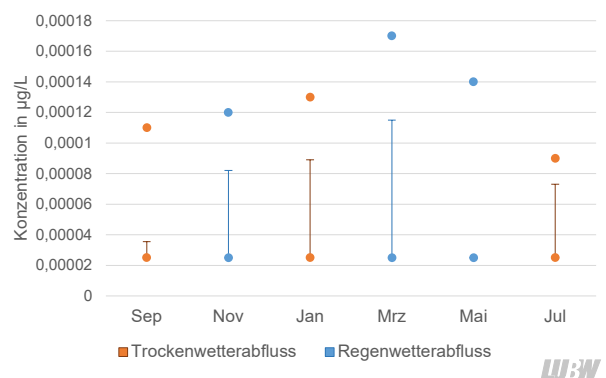


Abbildung 6.24: Konzentrationsverlauf für BDE-47 im Ablauf von 35 Kläranlagen.

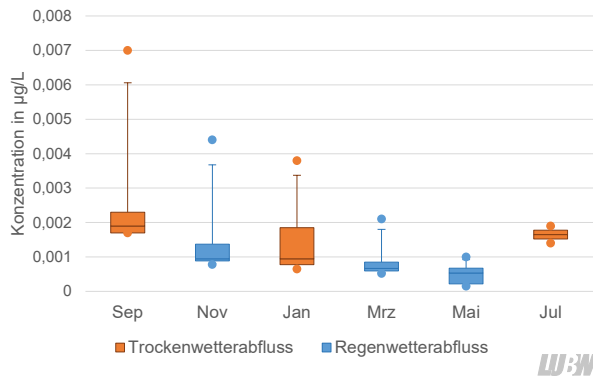


Abbildung 6.25: Konzentrationsverlauf für BDE-99 im Zulauf von 6 Kläranlagen.

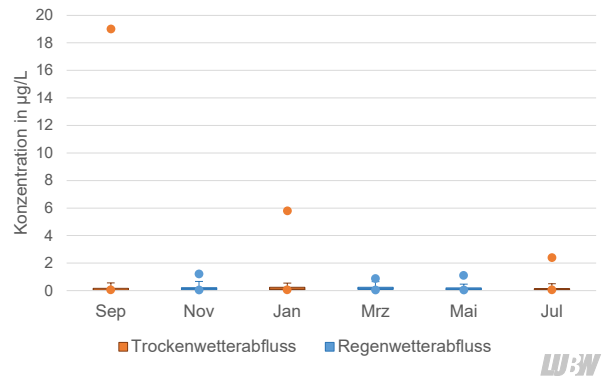


Abbildung 6.28: Konzentrationsverlauf für Blei im Ablauf von 35 Kläranlagen.

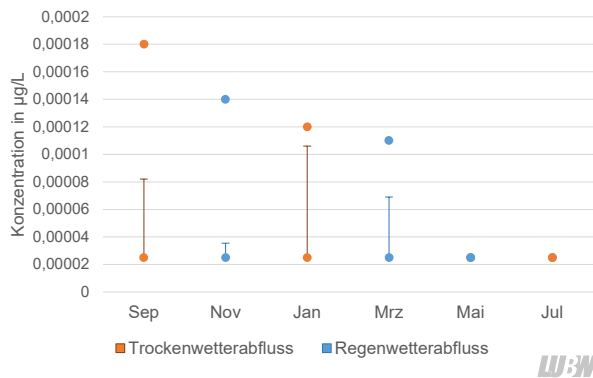


Abbildung 6.26: Konzentrationsverlauf für BDE-99 im Ablauf von 35 Kläranlagen.

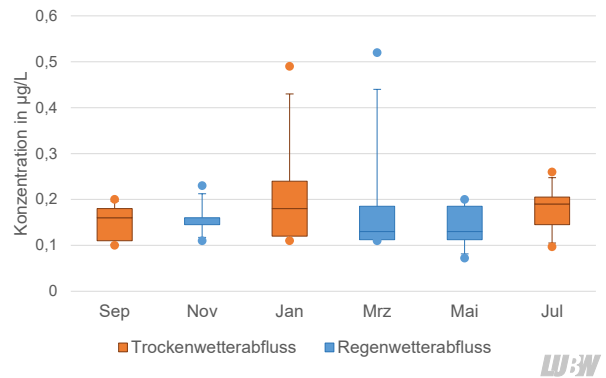


Abbildung 6.29: Konzentrationsverlauf für Cadmium im Zulauf von 6 Kläranlagen.

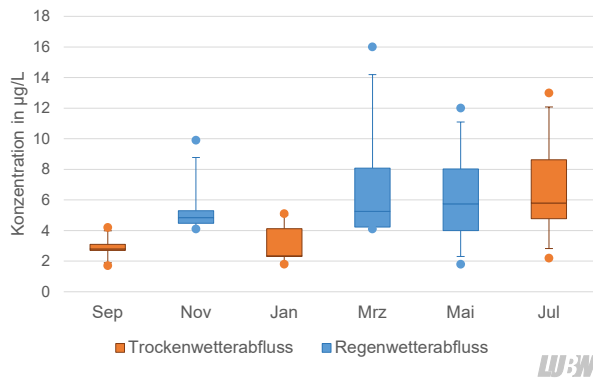


Abbildung 6.27: Konzentrationsverlauf für Blei im Zulauf von 6 Kläranlagen.

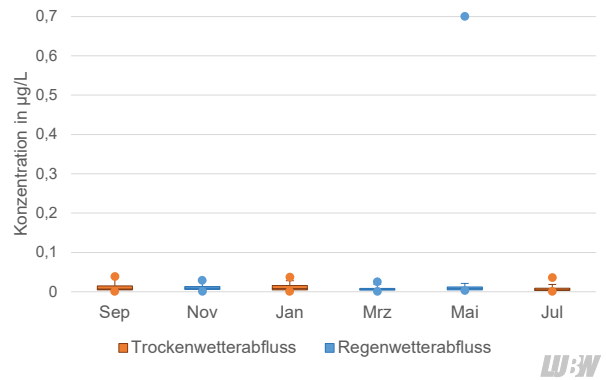


Abbildung 6.30: Konzentrationsverlauf für Cadmium im Ablauf von 35 Kläranlagen

PRTR-Sonderuntersuchungsprogramm

Kampagne:	September 2016 (Trockenwetter)
Kläranlage:	
Ort der Probenahme (Zulauf/Ablauf)	
Probenehmer/in:	
Telefon:	
E-Mail:	

Definition der Abflussbedingung

Trockenwetterabfluss [m³/d]	
Regenwetterabfluss [m³/d]	

Teilprobe	Entnahmedatum am Probenehmer	Tag	Zuflussmenge in m³/d	Bemerkungen
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Abwasserparameter

	Lf [µS/cm]	AFS (mg/l)	CSB [mg/l]	NH4-N [mg/l]	NO3-N [mg/l]	NO2-N [mg/l]	Pges [mg/l]	PO4-P [mg/l]
Teilprobe 1								
Teilprobe 2								
Teilprobe 3								
Teilprobe 4								
Teilprobe 5								
Teilprobe 6								
Teilprobe 7								

Datum

Unterschrift



Abbildung 6.31: Probenahmeprotokoll

7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 Abbildungen

Abbildung 4.1: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 6 Kläranlagenzuläufen	Seite 15
Abbildung 4.2: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen	Seite 15
Abbildung 4.3: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Substanzen in den 35 Proben aus den Kläranlagenzuläufen	Seite 18
Abbildung 4.4: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 210 Proben aus den Kläranlagenabläufen	Seite 18
Abbildung 4.5: Konzentrationen verschiedener PAK in den Kläranlagenzuläufen	Seite 19
Abbildung 4.6: Konzentrationen verschiedener PAK in den Kläranlagenabläufen	Seite 19
Abbildung 4.7: Konzentrationen an gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan) in den Kläranlagenzu- und -abläufen	Seite 20
Abbildung 4.8: Konzentrationen an Diuron und Isoproturon in den Kläranlagenzu- und -abläufen	Seite 20
Abbildung 4.9: Konzentrationen an Diuron in den Kläranlagenabläufen	Seite 20
Abbildung 4.10: Konzentrationen an Isoproturon in den Kläranlagenabläufen	Seite 20
Abbildung 4.11: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in den Kläranlagenzuläufen (unterschiedliche Skalierung der Achsen beachten)	Seite 21
Abbildung 4.12: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in den Kläranlagenabläufen (unterschiedliche Skalierung der Achsen beachten)	Seite 21
Abbildung 4.13: Konzentrationen an BDE-47 (links) und BDE-99 (rechts) in den Kläranlagenzu- und -abläufen	Seite 21
Abbildung 4.14: Konzentrationen von Blei, Cadmium und Nickel in den Kläranlagenzu- und -abläufen	Seite 22
Abbildung 4.15: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen bei Regenwetterabfluss	Seite 22
Abbildung 4.16: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen bei Trockenwetterabfluss	Seite 22
Abbildung 4.17: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 35 Proben aus den Kläranlagenzuläufen, unterteilt nach Regen- und Trockenwetterabfluss	Seite 24
Abbildung 4.18: Verteilung der positiven Befunde auf die untersuchten Einzelstoffe in den 210 Proben aus den Kläranlagenabläufen, unterteilt nach Regen- und Trockenwetterabfluss	Seite 24
Abbildung 4.19: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen im Januar 2017	Seite 25
Abbildung 4.20: Verteilung der Anzahl der nachgewiesenen Substanzen in den 35 Kläranlagenabläufen im Juli 2017	Seite 25
Abbildung 4.21: Konzentrationen für Naphthalin im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.23: Konzentrationen für Phenanthren im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.25: Konzentrationen für Benzo(a)pyren im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.22: Konzentrationen für Naphthalin im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.24: Konzentrationen für Phenanthren im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.26: Konzentrationen für Benzo(a)pyren im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 26
Abbildung 4.27: Konzentrationen für DEHP im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.29: Konzentrationen für iso-Nonylphenol im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.31: Konzentrationen für Nickel im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.28: Konzentrationen für DEHP im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.30: Konzentrationen für iso-Nonylphenol im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.32: Konzentrationen für Nickel im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 27
Abbildung 4.33: Mittlere Elimination von 29 Einzelstoffen in 6 kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg (Mittelwerte über 6 Kläranlagen und 6 Probenahmeterminen)	Seite 29
Abbildung 6.1: Erläuterung zu den Box-Whisker-Plots	Seite 77
Abbildung 6.2: Konzentrationsverlauf für Acenaphthen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.3: Konzentrationsverlauf für Acenaphthen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.4: Konzentrationsverlauf für Acenaphthylen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.5: Konzentration für Acenaphthylen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.6: Konzentrationsverlauf für Fluoranthen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.7: Konzentrationsverlauf für Fluoranthen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.8: Konzentrationsverlauf für Anthracen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 77
Abbildung 6.9: Konzentrationsverlauf für Anthracen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.10: Konzentrationsverlauf für Chrysen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.11: Konzentrationsverlauf für Chrysen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.12: Konzentrationsverlauf für Fluoren im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 78

Abbildung 6.13: Konzentrationsverlauf für Fluoren im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.14: Konzentrationsverlauf für Pyren im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.15: Konzentrationsverlauf für Pyren im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.16: Konzentrationsverlauf für Benzo(ghi)perylen im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 78
Abbildung 6.17: Konzentrationsverlauf für Benzo(ghi)perylen im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.18: Konzentrationsverlauf für 4-tert.-Oktylphenol im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.19: Konzentrationsverlauf für 4-tert.-Oktylphenol im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.20: Konzentrationsverlauf für Diuron im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.21: Konzentrationsverlauf für Isoproturon im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.22: Konzentrationsverlauf für gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan) im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.23: Konzentrationsverlauf für BDE-47 im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.24: Konzentrationsverlauf für BDE-47 im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 79
Abbildung 6.25: Konzentrationsverlauf für BDE-99 im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.26: Konzentrationsverlauf für BDE-99 im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.27: Konzentrationsverlauf für Blei im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.28: Konzentrationsverlauf für Blei im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.29: Konzentrationsverlauf für Cadmium im Zulauf von 6 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.30: Konzentrationsverlauf für Cadmium im Ablauf von 35 Kläranlagen	Seite 80
Abbildung 6.31: Probenahmeprotokoll	Seite 81

7.2 Tabellen

Tabelle 2.1: Untersuchtetes Substanzspektrum	Seite 7
Tabelle 3.1: Analyseverfahren für die Bestimmung der 38 Zielverbindungen	Seite 9
Tabelle 3.2: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung von PAK, OCP und DEHP	Seite 10
Tabelle 3.3: GC/MS-MS-Parameter für die Bestimmung von PAK, OCP und DEHP	Seite 10
Tabelle 3.4: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Seite 10
Tabelle 3.5: HPLC-MS-MS-Parameter für die Bestimmung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe	Seite 11
Tabelle 3.6: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der phenolischen Verbindungen	Seite 11
Tabelle 3.7: GC-MS-MS-Parameter für die Bestimmung der phenolischen Verbindungen	Seite 12
Tabelle 3.8: Anreicherungsbedingungen für die Bestimmung der PBDE	Seite 12
Tabelle 3.9: Clean-up des Extraktes der flüssig-flüssig-Extraktion für die Bestimmung der PBDE	Seite 12
Tabelle 3.10: GC-MS-Parameter für die Bestimmung der PBDE	Seite 13
Tabelle 3.11: Aufschlussbedingungen für die Bestimmung der Schwermetalle	Seite 13
Tabelle 3.12: ICP-MS-Parameter für die Bestimmung der Schwermetalle	Seite 13
Tabelle 3.13: Bestimmungsgrenzen der analysierten Substanzen (in µg/L) in Kläranlagenzu- und -abläufen	Seite 14
Tabelle 4.1: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Zulauf von 6 Kläranlagen (P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil)	Seite 16
Tabelle 4.2: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Ablauf von 35 Kläranlagen (P10: 10-Perzentil, P50: 50-Perzentil, Median, P90: 90-Perzentil)	Seite 17
Tabelle 4.3: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Zulauf der 6 Kläranlagen, unterteilt nach Regenwetter- und Trockenwetterabfluss	Seite 23
Tabelle 4.4: Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe im Ablauf der 35 Kläranlagen, unterteilt nach Regenwetter- und Trockenwetterabfluss	Seite 23
Tabelle 4.5: „Mittlere Elimination“ in den 6 Kläranlagen	Seite 28
Tabelle 4.6: Elimination von 29 Einzelstoffen in 6 Kläranlagen in Baden-Württemberg (Mittelwerte, berechnet aus Einzelwerten für 6 Probenahmeterminen)	Seite 28
Tabelle 4.7: Einwohnerwerte und Jahresabwassermenge für 2013 (Statistisches Bundesamt 2015)	Seite 30
Tabelle 4.8: Berechnete Emissionsfaktoren für den Ablauf kommunaler Kläranlagen	Seite 30
Tabelle 4.9: Vergleich der Emissionsfaktoren aus der vorliegenden Studie (A) mit den Daten aus Lambert u. a. 2014 (B)	Seite 31
Tabelle 5.1: Vergleich der Ergebnisse des aktuellen Messprogramms mit Literaturdaten aus Lambert u. a. 2014 (Kläranlagenablauf)	Seite 33
Tabelle 5.2: Kläranlagenbezogene spezifische Emissionsfaktoren für verschiedene Einzelstoffe in mg/(EW · a)	Seite 34
Tabelle 6.1: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 36
Tabelle 6.2: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Mannheim, Sandhofen. Alle Angaben in µg/L	Seite 37
Tabelle 6.3: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Mühlhausen / S-Mühlhausen. Alle Angaben in µg/L	Seite 38

Tabelle 6.4: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA AZV Heidelberg. Alle Angaben in µg/L	Seite 39
Tabelle 6.5: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der SKA Tübingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 40
Tabelle 6.6: Einzelergebnisse für den Kläranlagenzulauf der AV Weißach-U. Ob. Saalbachtal KLA Heildelshcim. Alle Angaben in µg/L	Seite 41
Tabelle 6.7: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Breisgauer Bucht – Forchheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 42
Tabelle 6.8: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KLA Karlsruhe-Neureut. Alle Angaben in µg/L	Seite 43
Tabelle 6.9: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mannheim, Sandhofen. Alle Angaben in µg/L	Seite 44
Tabelle 6.10: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mühlhausen/S-Mühlhausen. Alle Angaben in µg/L	Seite 45
Tabelle 6.11: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Möhringen/S-Möhringen. Alle Angaben in µg/L	Seite 46
Tabelle 6.12: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Böblingen-Sindelfingen I. Alle Angaben in µg/L	Seite 47
Tabelle 6.13: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der ZV Wendlingen. Angaben in µg/L	Seite 48
Tabelle 6.14: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Stuttgart-Plieningen. Alle Angaben in µg/L	Seite 49
Tabelle 6.15: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf Göppingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 50
Tabelle 6.16: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Bietigheim – Bietigheim-Bissingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 51
Tabelle 6.17: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Ditzingen – Ditzingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 52
Tabelle 6.18: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Hoheneck – Ludwigsburg/Hoheneck. Alle Angaben in µg/L	Seite 53
Tabelle 6.19: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Heilbronn. Alle Angaben in µg/L	Seite 54
Tabelle 6.20: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA ZV unteres Sulmtal Neckarsulm. Alle Angaben in µg/L	Seite 55
Tabelle 6.21: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Mergelstetten, Heidenheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 56
Tabelle 6.22: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der GKA Baden-Baden-Sinzheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 57
Tabelle 6.23: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AV Bühl-U. Umgebung KLA Vimbuch. Alle Angaben in µg/L	Seite 58
Tabelle 6.24: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KLA Rastatt AV Murg. Alle Angaben in µg/L	Seite 59
Tabelle 6.25: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Heidelberg. Alle Angaben in µg/L	Seite 60
Tabelle 6.26: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Bergstraße Weinheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 61
Tabelle 6.27: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Abwasser- u. Hochwasserschutzverband Wiesloch. Alle Angaben in µg/L	Seite 62
Tabelle 6.28: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA ZV Bezirk Schwetzingen Ketsch. Alle Angaben in µg/L	Seite 63
Tabelle 6.29: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Pforzheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 64
Tabelle 6.30: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AZV Staufener Bucht-Grezhausen. Alle Angaben in µg/L	Seite 65
Tabelle 6.31: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA AWW Raum Offenburg. Alle Angaben in µg/L	Seite 66
Tabelle 6.32: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Donaueschingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 67
Tabelle 6.33: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Konstanz. Alle Angaben in µg/L	Seite 68
Tabelle 6.34: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der KA Bändlegrund. Alle Angaben in µg/L	Seite 69
Tabelle 6.35: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Reutlingen-West. Alle Angaben in µg/L	Seite 70
Tabelle 6.36: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AZV Steinlach-Wiesaz, Dußlingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 71
Tabelle 6.37: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Tübingen. Alle Angaben in µg/L	Seite 72
Tabelle 6.38: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Langwiese. Alle Angaben in µg/L	Seite 73
Tabelle 6.39: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der AV Weißach-U. Ob. Saalbachtal KLA Heildelshcim. Alle Angaben in µg/L	Seite 74
Tabelle 6.40: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Crailsheim. Alle Angaben in µg/L	Seite 75
Tabelle 6.41: Einzelergebnisse für den Kläranlagenablauf der SKA Schwäbisch Gmünd. Alle Angaben in µg/L	Seite 76

8 Literatur und Quellen

LAMBERT u. a. (2014):

B. Lambert, S. Fuchs, S. Toshovski, F. Sacher, A. Thoma: Entwicklung eines Bilanzierungsinstruments für den Eintrag von Schadstoffen aus kommunalen Kläranlagen in Gewässer. Abschlussbericht zu einem durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Länder geförderten Forschungsvorhaben. Oktober 2014.

LUBW (2014):

F. Sacher, A. Thoma, M. Lehmann, I. Scherer, K. Stier: Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg – Ergebnisse der Beprobung von Fließgewässern und Kläranlagen 2012/2013. August 2014

STATISTISCHES BUNDESAMT (2015):

Statistisches Bundesamt: Fachserie 19 Reihe 2.1.2: Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung – Öffentliche Abwasserbehandlung und -entsorgung. Wiesbaden, 2015. Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00055403/2190212169004.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2018

