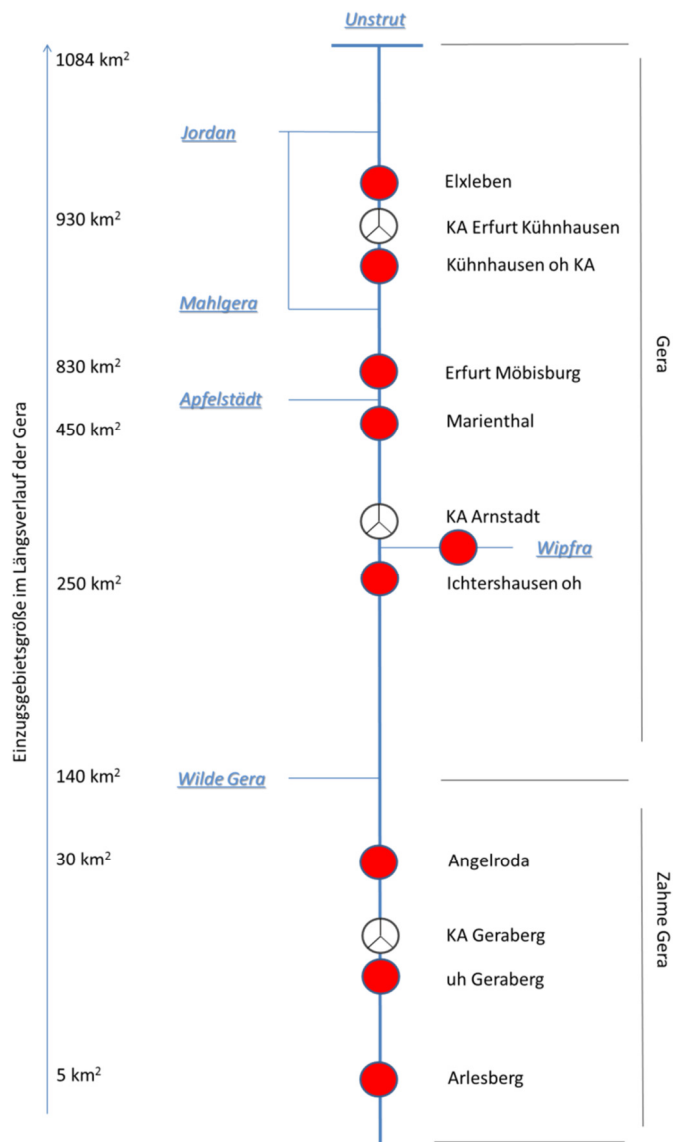


Stoffbelastung der Gera – Ergebnisse aus dem Fließgewässermonitoring 2015 bis 2017



Einleitung

In den Jahren 2015 und 2017 wurde der Längsverlauf der Gera einschließlich der Zahmen Gera chemisch untersucht – hierbei wurden alle nach Wasser-Rahmen-Richtlinie (WRRL) relevanten Stoffe und die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff gemessen. Auch die Einleitungen der Kläranlagen (KA) Geraberg, Arnstadt und Erfurt wurden beprobt. In den Nebengewässern fanden 2015 an der Wipfra und 2017 an Wipfra und Apfelstädt Untersuchungen der Nährstoffe statt. Im Jahr 2016 und 2017 wurden außerdem Pharmaka Konzentrationen im Längsverlauf der Gera untersucht. Durch die synchrone Probenahme war es möglich, die stoffliche Belastung eines gesamten Flussgebietes zusammenhängend zu beurteilen. Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der Messstellen vom Oberlauf bis in den Unterlauf beschrieben, grafische Darstellungen des Längsverlaufs finden sich am Ende des kurzen Berichtes. Für die Einschätzung der Belastungssituation lassen sich die stoffspezifischen Umweltqualitätsnormen (UQN) heranziehen, bzw. für den Nährstoff

Phosphor der entsprechende Orientierungswert (OW) nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV). Eine Erreichung bzw. auch Einhaltung des OW ist die Voraussetzung, dass die Zielerreichung des guten ökologischen Zustandes im Gewässer erwartet werden kann.

Die Zahme Gera

Oberhalb der **Messstelle Arlesberg** gibt es keine Ortschaften und auch keine landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet. Somit beschreibt die Messstelle den nahezu unbelasteten Zustand der Zahmen Gera im Oberlauf. An der Messstelle werden bezüglich der Nährstoffparameter die niedrigsten Stoffkonzentrationen in der Gera gemessen. Die geringe elektrische Leitfähigkeit unterstreicht den silikatischen Charakter der Messstelle. Für die Metalle Arsen und Barium werden in Arlesberg die höchsten Konzentrationen im Geragebiet nachgewiesen. Diese erhöhten Konzentrationen im Oberlauf lassen sich mit den natürlichen geologischen Hintergrundkonzentrationen des Thüringer Waldes erklären.

Die **Messstelle „uh Geraberg“** beschreibt den Einfluss der Ortschaft auf die chemische Qualität der Gera. Unterhalb der Ortschaft sind die Phosphorkonzentrationen in der Zahmen Gera zwar angestiegen, sie liegen jedoch unterhalb des OW von 0,1 mg/l. Hier wirkt sich der Anschluss des Ortes an die Kläranlage Geraberg positiv auf das Gewässer aus.

Wenig weiter flussabwärts leitet die **KA Geraberg** ihr gereinigtes Abwasser ein. Das Mischungsverhältnis Einleitung KA Geraberg: Zahme Gera betrug 2015 und 2017 in etwa 1:20. Die Phosphorkonzentrationen des eingeleiteten Abwassers lagen deutlich über denen der Zahmen Gera. Die Einleitung aus der Kläranlage wies im Vergleich zum Wasser der Zahmen Gera höhere Konzentrationen an Zink und Perfluoro-n-sulfonsäure (PFOS) auf. PFOS gehört zur Stoffgruppe der perfluorierten Kohlenwasserstoffe. PFOS wird heute in der Metallverarbeitung eingesetzt, wurde früher aber auch in Feuerlöschschäumen und bei der Imprägnierung von Textilien verwendet. Wegen seiner schlechten Abbaubarkeit und Giftigkeit ist der Einsatz von PFOS inzwischen stark beschränkt. Auch die im Folgenden untersuchten Einleitungen der Kläranlagen Arnstadt oder Erfurt zeigen ein ähnliches Stoffbild.

Die **Messstelle Angelroda** liegt etwa 1,6 km unterhalb der KA Geraberg. Der Mittelwert des Jahres 2015 lag für die Messstelle bei 0,18 mg/l, 2017 etwa bei 0,14 mg/l. Der OW von 0,1 mg/l kann daher für Phosphor an der Messstelle nicht eingehalten werden. Anhand von Frachtberechnungen wird deutlich, dass sich mit der Abwasserbelastung der KA die Phosphorbelastung in Angelroda sehr gut erklären lässt. Jedoch ist der Anstieg der Nitratkonzentrationen von Geraberg bis Angelroda nicht allein mit den Frachten aus der Kläranlage zu begründen. Die Herkunft des zusätzlichen Nitrats ist unklar.

Fracht in kg/Tag	Arlesberg		Geraberg uh		Kläranlage Geraberg		"rechnerische Fracht"		Angelroda	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
Nitrat	67,3	84,1	161	158	14	13	175	171	246	250
Gesamt-P	0,16	0,23	0,83	0,89	1,64	1,23	2,47	2,12	2,41	2,53
Abfluss (m³/s)	0,16	0,18	0,28	0,3	0,014	0,014			0,3	0,32

Die Gera bis zur Mündung der Apfelstädt

Kurz unterhalb der Messstelle Angelroda versickert die Zahme Gera im Untergrund. Sie tritt erst kurz vor der Vereinigung mit der Wilden Gera wieder hervor. Unterhalb des Zusammenflusses von Wilder und Zahmer Gera wird der Abfluss am Pegel „Arnstadt“ in Siegelbach erfasst. Die Nährstoffkonzentrationen an der nächsten untersuchten **Messstelle Ichtershausen** sind als gering einzustufen. Der Anstieg der Leitfähigkeit spiegelt den Übergang der silikatisch geprägten Zahmen Gera im Oberlauf zur karbonatisch geprägten mittleren Gera wieder. An der Messstelle Ichtershausen wurde erstmals der Schadstoff Tributylzinn nachgewiesen, jedoch ist die UQN für diesen Stoff um ein vielfaches unterschritten. Tributylzinn wird unter anderem in Textilien und Holzschutzmitteln als Pilzgift eingesetzt. Etwa 3 km unterhalb der Messstelle mündet die Wipfra in die Gera. Die elektrische Leitfähigkeit und der Chloridgehalt der Wipfra sind höher als in der Gera, der Jahresmittelwert für Phosphor liegt 2015 bei etwa 0,25 mg/l und 2017 bei etwa 0,2 mg/l. Der OW für Phosphor von 0,1 mg/l wird überschritten.

Nur 200 m unterhalb der Mündung der Wipfra befindet sich die Einleitung der **KA Arnstadt**. Mit dem Ausbau der KA wurde der Phosphorrückhalt nach 2015 deutlich verbessert. Zum Zeitpunkt der

Längsschnittmessungen 2015 bewegte sich die durchschnittliche P-Konzentration im gereinigten Abwasser bei 1 mg/l, 2017 nur noch bei 0,15 mg/l. Neben den oben angesprochenen Nachweisen für Perfluoro-n-sulfonsäure und Zink sind auch Selen, Kupfer und Nickel im Abwasser nachweisbar. Hierbei fielen insbesondere die vergleichsweise hohen Werte für Kupfer auf.

An der **Messstelle Marienthal** vor der Einmündung der Apfelstädt beträgt das Mischungsverhältnis etwa 16 (Gera) : 3 (Wipfra) : 1 (Einleitung KA Arnstadt). Die Phosphorfracht aus KA und Wipfra führt 2015 zu einer Jahresdurchschnittskonzentration von 0,15 mg/l und zur Überschreitung des Phosphor OW von 0,1 mg/l in der Gera. 2017 liegt die durchschnittliche Jahreskonzentration genau in Höhe des OW bei 0,1, höchstwahrscheinlich ist dieser Rückgang der effektiveren P-Fällung der KA Arnstadt zu verdanken. In der Frachtbilanz der Messstelle Marienthal fällt der Phosphorrückgang zwischen den Messjahren 2015 und 2017 kaum noch auf. Ursächlich hierfür sind die höheren Abflüsse des Messjahres 2017.

Fracht in kg/ Tag	Ichtershausen		Wipfra		KA Arnstadt		"rechnerische Fracht"		Marienthal	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
Nitrat	2260	2320	288	433	103	119	2651	2872	3140	3070
Gesamt-P	9,56	13,9	3,55	3,67	10	1,6	23,11	19,17	21,3	19,9
Abfluss (m³/s)	1,66	2	0,2	0,18	0,11	0,12			2,11	2,39

Die Gera ab Mündung Apfelstädt

Wenige Meter unterhalb der Messstelle Marienthal mündet die Apfelstädt in die Gera. Die Apfelstädt wurde nur im Messjahr 2017 beprobt, der Phosphor-OW wird in diesem Jahr knapp überschritten (Jahresdurchschnittswert bei 0,12). Das Verhältnis Apfelstädt-Wasser zu Gera-Wasser beträgt in etwa 1:1,2. Die Nährstoffbelastung nach der Einmündung, gemessen an der **Messstelle Möbisburg**, ist vergleichbar mit der Belastung an der Messstelle Marienthal; der Sulfatgehalt erhöht sich durch die Einleitung der Apfelstädt hingegen deutlich. Auch an der Messstelle Möbisburg wird zwischen 2015 und 2017 ein Rückgang der durchschnittlichen P-Konzentration von 0,14 mg/l auf 0,1 mg/l beobachtet. An der Messstelle werden außerdem 2015 leicht erhöhte Konzentrationen von Tributylzinn nachgewiesen, die UQN für diesen Stoff ist auch hier um ein vielfaches unterschritten.

Unterhalb der Stadt Erfurt befindet sich die **Messstelle Kühnhausen**. Im Vergleich zur Messstelle Möbisburg oberhalb der Stadt sind Chlorid- und Sulfatkonzentrationen deutlich angestiegen. Dieses hat geogene Gründe im Randbereich des Thüringer Beckens. Die Phosphorkonzentration dieser Messstelle liegt 2015 im Bereich des Phosphor OW, 2017 liegt die P-Konzentration sogar unterhalb dieser Konzentration bei 0,9 mg/l.

In der Einleitung der **KA Erfurt** werden wie bereits an den KA Geraberg und Arnstadt Perfluoro-Sulfonsäure, Zink, Nickel und Selen nachgewiesen. Besonders hervorzuheben sind die 2015 erhobenen Befunde der längst nicht mehr zugelassenen Pflanzenschutzmittel Hexachlorbenzol (HCB) und Alachlor im Abwasser. Die Untersuchungen beider Stoffe wurden 2017 nicht wiederholt. Andererseits ist die Phosphorrückhaltung im Abwasser der KA Erfurt sehr effizient und führt zu einer Nährstoffkonzentration von etwa 0,15 mg/l. Trotz einer relativ großen Menge an zugeführtem Klärwasser sind die Nährstoffkonzentrationen nach der Einleitung nicht wesentlich angestiegen. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff hat sich verdoppelt. Die in der Einleitung der KA nachgewiesenen

Substanzen werden an der Messstelle Gera Elxleben zwar immer noch nachgewiesen – aber erreichen deutlich geringere Konzentrationen.

In Erfurt wird an einigen Stellen Wasser aus der Gera ausgeleitet, die Abflussmengen oberhalb dieser Ausleitungen sind nur sehr kompliziert zu berechnen und liegen zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes noch nicht vor. Deswegen wird für die Frachtberechnung für die Messstelle Kühnhausen die Abflussmenge des Pegels Möbisburg, dem letzten Pegel vor der Ausleitungsstrecke, herangezogen.

Fracht in kg/ Tag	Apfelstädt Mündung		Erfurt Möbisburg		Kühnhausen oh KA		KA Erfurt		"rechnerische Fracht"		Elxleben	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
Nitrat		1120	4430	4320	5444	5536	912	980	6356	6516	6294	5677
Gesamt-P		20,4	30	32,7	30,5	36,5	5,2	7,5	35,7	44	38	38
Abfluss (m³/s)	1,46	1,95	3,4	4,2	3,4	4,2	0,46	0,51			3,86	4,71

Pharmazeutische Spurenstoffe in der Gera

Stoff	Anwendung	Bemerkung	Stoffliste	vorläufiger Grenzwert in µg/l	JD-UQN in µg/l	Überschreitung im Gewässer
10,11-Dihydro-10,11-Dihydroxy Carbamazepin	Antiepileptika	Metabolit von Carbamazepin				
4 - Acetylaminoantipyrin	Schmerzmittel	Metabolit von Metamizol				
4 - Aminoantipyrin	Schmerzmittel	Metabolit von Metamizol				
4 - Formylaminoantipyrin	Schmerzmittel	Metabolit von Metamizol				
Amidotrizoesäure	Kontrastmittel					
Atenolol	beta - Blocker					
Bezafibrat	Lipidsenker					
Bisoprolol	beta - Blocker					
Carbamazepin	Antiepileptika		nat. Beobachtungsliste	0,5		ja
Clarithromycin	Antibiotika		EU Watchlist	0,12		ja
Clofibrinsäure	Lipidsenker					
Diazepam	Antiepileptika					
Diclofenac	Schmerzmittel		EU Watchlist	0,05		ja
Erythromycin	Antibiotika		EU Watchlist	0,04		nein
Gemfibrozil	Lipidsenker					
Ibuprofen	Schmerzmittel		nat. Beobachtungsliste	0,01		ja
Iomeprol	Kontrastmittel					
Iopamidol	Kontrastmittel					
Iopromid	Kontrastmittel					
Metoprolol	beta - Blocker					
N4 - Acetylsulfamethoxazol	Antibiotika	Metabolit von Sulfamethoxazol				
Oxazepam	Tranquillizer					
Phenazon	Schmerzmittel					
Primidon	Antiepileptika					
Propyphenazon	Schmerzmittel					
Sotalol	beta - Blocker					
Sulfamethoxazol	Antibiotika		nat. Beobachtungsliste	0,4		nein
Temazepam	Hypnotika					
Triclosan	Antibiotika		Anlage 6 OGewV		0,02	BG > UQN
Trimethoprim	Antibiotika					

Tab. 1: Im Rahmen des Messprogrammes untersuchte pharmazeutische Spurenstoffe in der Gera

Zusätzlich zu den schon vorgestellten Messprogrammen wurde 2016 und 2017 die Belastung der Gera mit pharmazeutischen Spurenstoffen untersucht. Insgesamt wurden 30 Spurenstoffe untersucht, für die meisten davon besteht keine Messverpflichtung. Die einzige Ausnahme bildet der Stoff Triclosan, der durch die Überwachung flussgebietsspezifischer Schadstoffe nach OGewV gesetzlich geregelt ist. Die derzeitige vom Labor der TLUG erreichte Bestimmungsgrenze für Triclosan befindet sich jedoch oberhalb der Umweltqualitätsnorm nach OGewV, deswegen ist eine Kontrolle der Einhaltung dieser UQN derzeit nicht möglich. Drei der gemessenen Stoffe sind Bestandteil der nationalen Beobachtungsliste. Für Stoffe dieser Liste wird momentan deutschlandweit überprüft, in welchen Konzentrationen sie in der Umwelt nachgewiesen werden. Europaweit gibt es einen ähnlichen Mechanismus, die „EU-Watchlist“. Drei weitere Stoffe befinden sich auf dieser Liste (siehe Tabelle 1). Für Stoffe beider Listen existieren vorläufige Grenzwerte. Bei Überschreitung der Grenzwerte besteht ein Risiko für die Gewässerorganismen. Für die Schmerzmittel Diclofenac, und Ibuprofen, das Antibiotikum Clarithromycin und das Antiepileptikum Carbamazepin wurden an der Messstelle Elxleben in der Gera Konzentrationen oberhalb des vorläufigen Grenzwertes nachgewiesen. Der Eintrag erfolgt hierbei hauptsächlich über die Kläranlage Erfurt. Aufgrund des relativ niedrigen Mischungsverhältnisses Gerawasser zu Abwasser aus KA Erfurt (etwa 8:2) bleiben die Stoffkonzentrationen nach Einleitung der gereinigten Abwässer in die Gera auf einem hohen Niveau. Derzeit ist nicht bekannt, wie stark dieser Einfluß die Gewässerorganismen in diesem Abschnitt der Gera schädigt.

Zusammenfassung

In den Jahren 2015 bis 2017 wurde der Einfluss der Kläranlagen Geraberg, Arnstadt und Erfurt auf die Gewässergüte der Gera untersucht. Für Gesamtphosphor bewegen sich die gemessenen Konzentrationen 2017, mit Ausnahme von Angelroda, an allen Messstellen im Bereich des OW. Ursächlich hierfür ist vor allem die verbesserte P-Fällung der KA Arnstadt. Hohe P-Konzentrationen der KA führten 2015 noch zu einer deutlichen Überschreitung des OW für Phosphor in weiten Bereichen der Gera.

2017 war ein niederschlagsreicheres Jahr als 2015. Die Abflüsse lagen an fast allen Messstellen höher. Je näher die Messstellen dem Mündungsbereich der Gera kommen, desto größer ist die Abflussdifferenz zwischen den Jahren 2015 und 2017. Die berechneten Gesamtfrachten für Phosphor und Nitrat folgen in den meisten Fällen den Abflussdaten und sind 2017 höher als 2015 – die Stoffkonzentrationen hingegen sind an den meisten Messstellen geringer.

Die KA Geraberg zeigt als einzige der 3 KA weiterhin hohe P Konzentrationen am KA Ablauf. Aufgrund ihres geringen Volumens und der wenige km weiter unterhalb liegenden Einmündung der nährstoffarmen wilden Gera wirkt sich die KA nur auf einen kurzen Abschnitt der Gera deutlich negativ aus.

Zusätzlich zum Nährstoffeintrag aus den KA werden über die Zuläufe der Wipfra und der Apfelstädt Nährstoffe in die Gera eingetragen. Um die Orientierungswerte für Phosphor in der Gera dauerhaft einzuhalten, sollten zusätzlich zu bereits realisierten Verbesserungen der Phosphorrückhaltung in den KA weitere Maßnahmen in den beiden Nebengewässern Wipfra und Apfelstädt durchgeführt werden.

Sorge bereiten die Einträge von Spurenstoffen aus den KA. Vor allem an der Messstelle Elxleben unterhalb des Zulaufs der KA Erfurt werden potentiell wassergefährdende Spurenstoffkonzentrationen nachgewiesen.

Abbildungen zu Nährstoff, - und Schadstoffbelastungen in der Gera

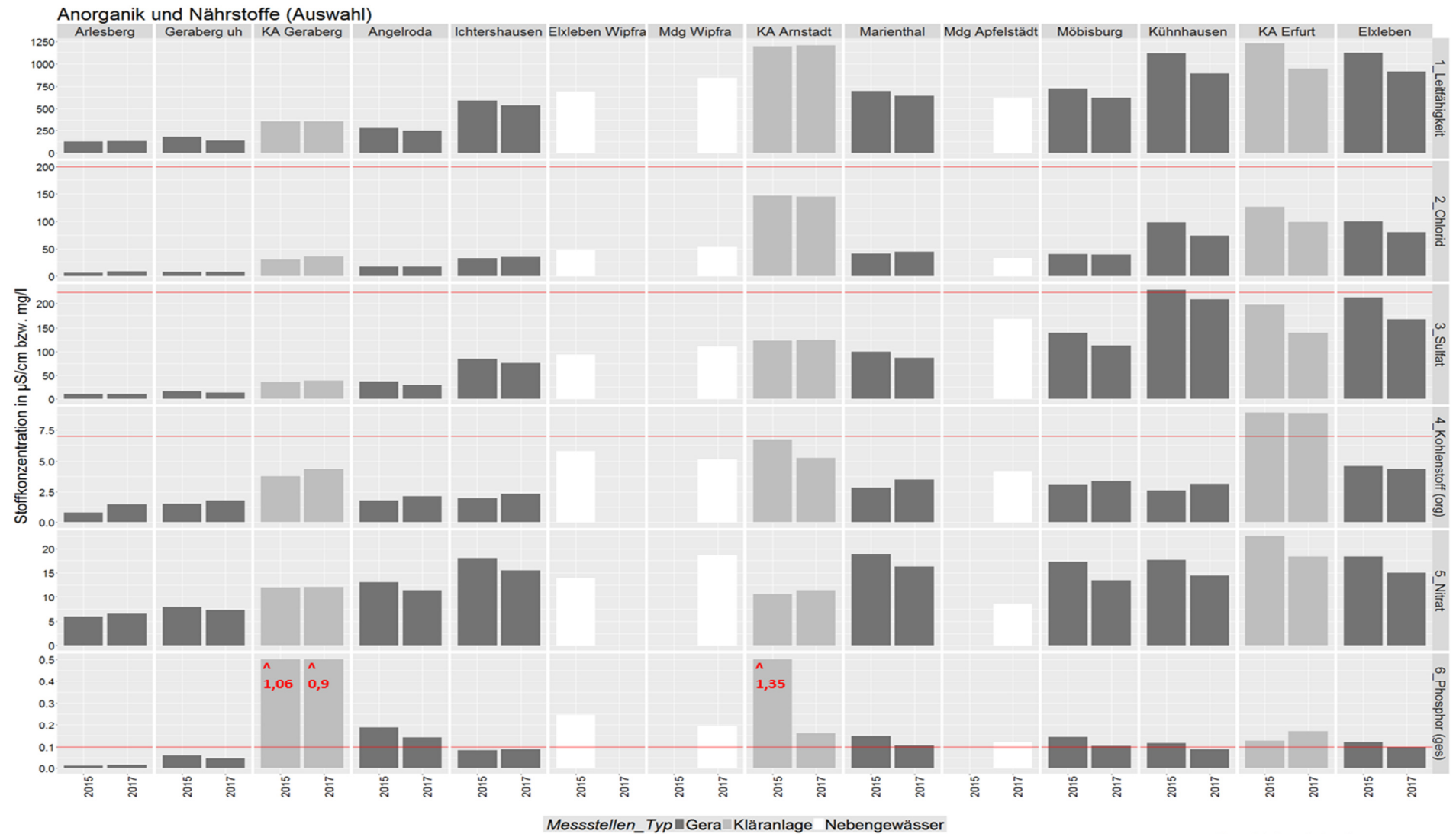


Abbildung 1: anorganische Parameter an den einzelnen Messstellen

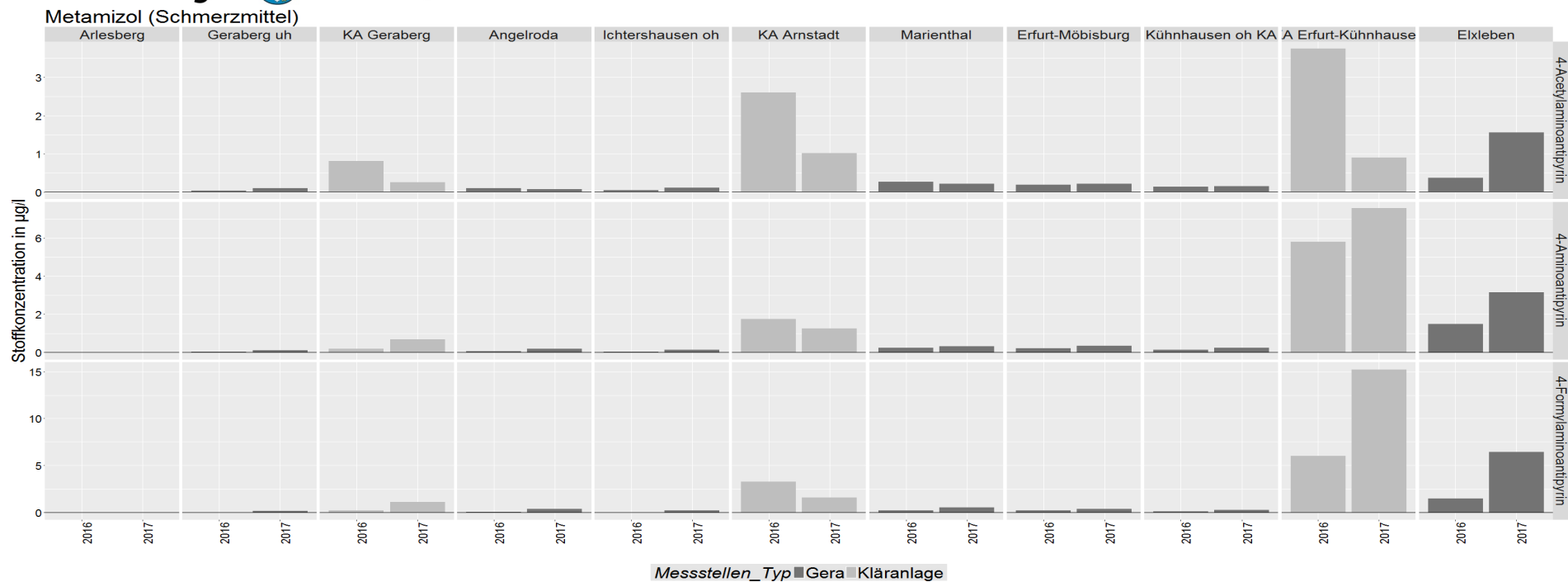


Abbildung 2: Konzentrationen (µg/l) der Metabolite des Entzündungshemmers Metamizol an den einzelnen Messstellen

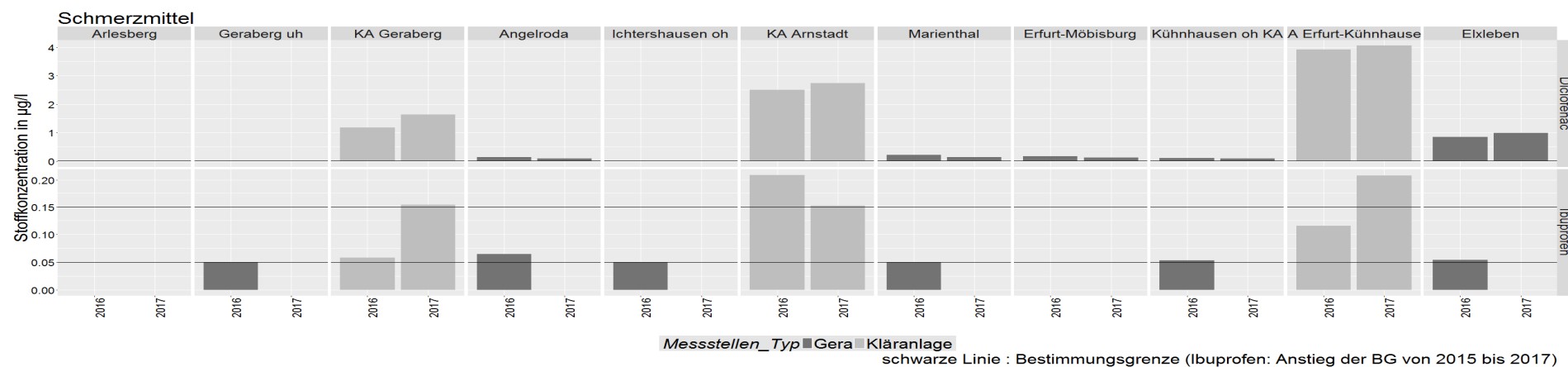


Abbildung 3: Konzentrationen (µg/l) der Schmerzmittel Diclofenac und Ibuprofen an den einzelnen Messstellen

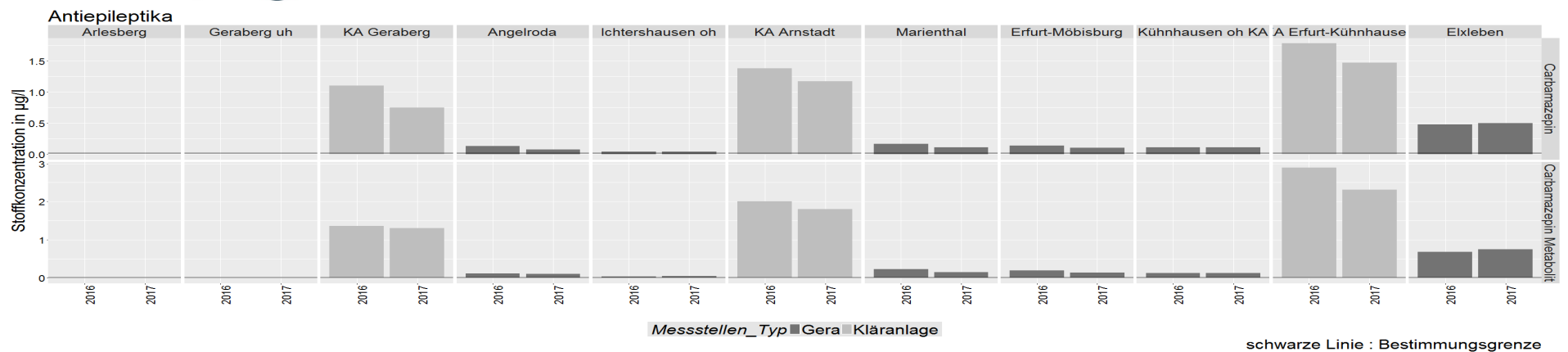


Abbildung 4: Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) des Antiepileptikums Carbamazepin und seines Metaboliten an den einzelnen Messstellen

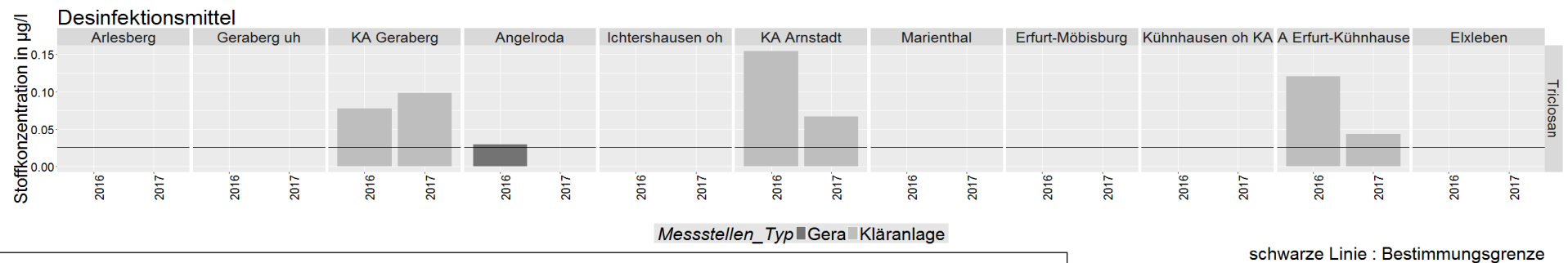


Abbildung 5: Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) des Desinfektionsmittels Triclosan an den einzelnen Messstellen

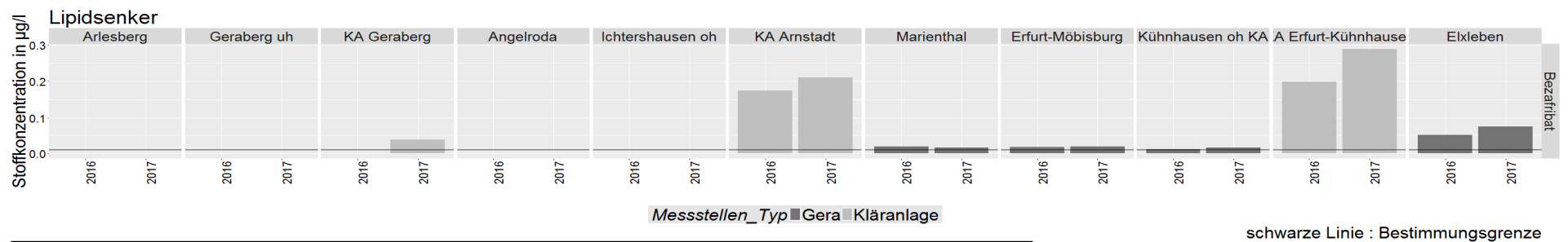


Abbildung 6: Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) des Lipidsenkers Bezofibrat an den einzelnen Messstellen

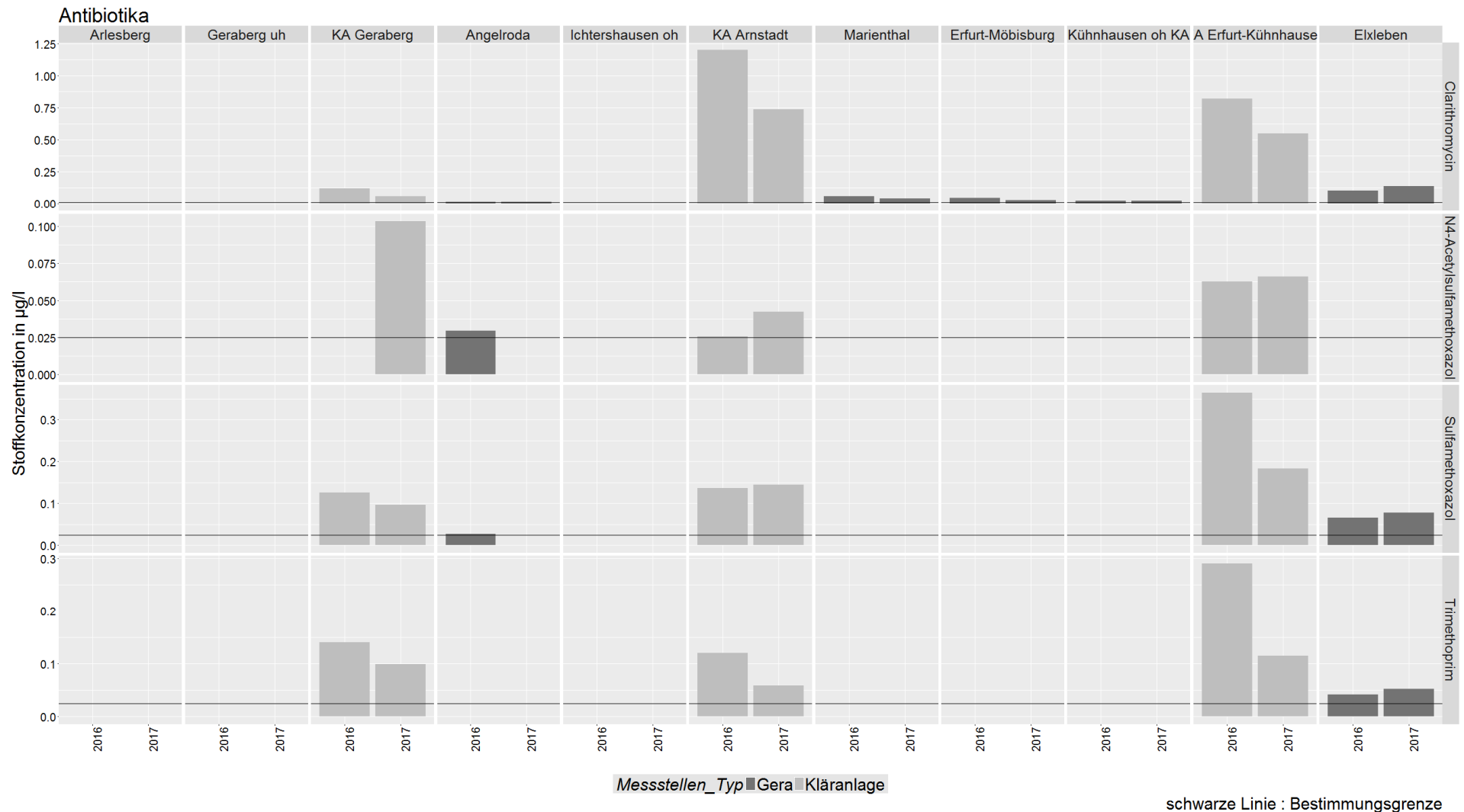


Abbildung 7: Konzentrationen (µg/l) der Antibiotika Clarithromycin, Sulfamethoxazol, Trimethoprim und N4-Acetylsulfamethoxazol an den einzelnen Messstellen

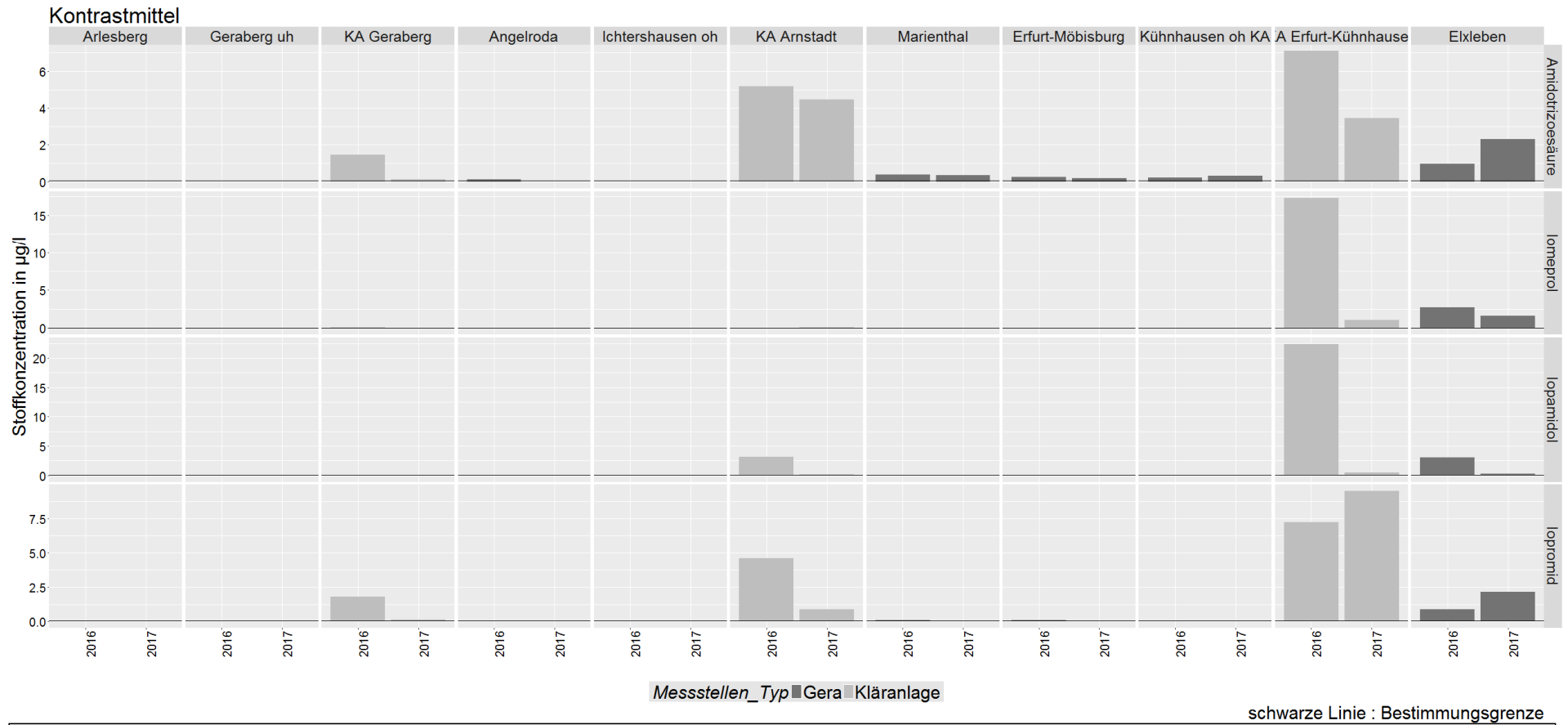


Abbildung 8: Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) der Röntgenkontrastmittel Amidotrizesäure, Iomeprol, Iopamidol und Iopromid an den einzelnen Messstellen

Spurenstoffe (Auswahl)

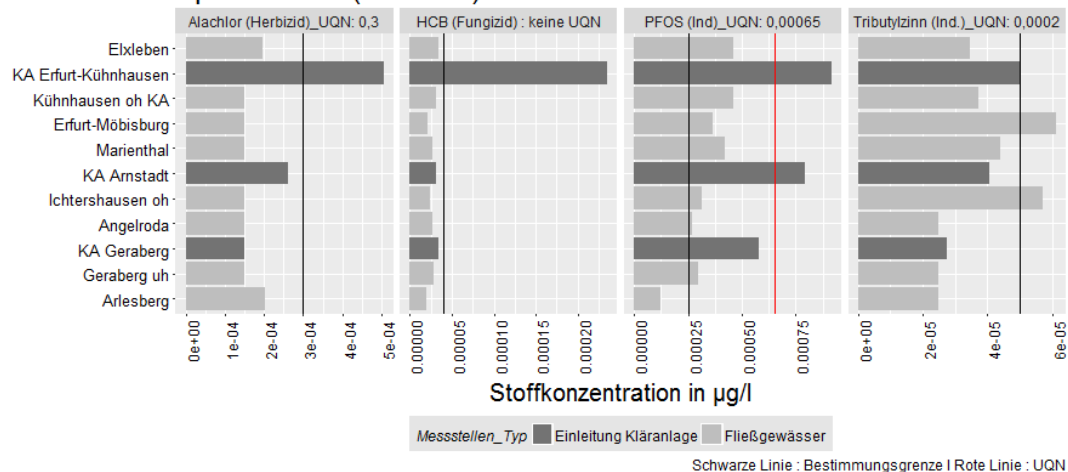


Abbildung 9: Konzentrationen (µg/l) von Alachlor, HCB, PFOS und Tributylzinn an Messstellen der Gera und den Einleitungen der Kläranlagen Geraberg, Arnstadt und Erfurt (Daten von 2015).

Metalle (Auswahl)

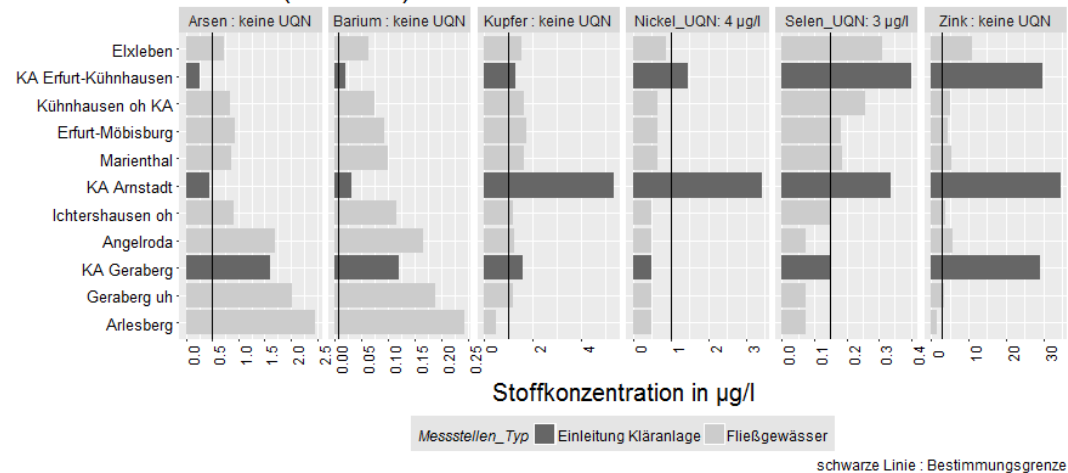


Abbildung 10: Konzentrationen von Arsen, Kupfer, Nickel, Selen und Zink in (µg/l) sowie von Barium in (mg/l) an Messstellen der Gera und den Einleitungen der Kläranlagen, Geraberg, Arnstadt und Erfurt. Es liegen keine UQN Überschreitungen vor (Daten von 2015).