

10015-49822



**Stadt Bad Rappenau**

**Bad Rappenau**  
Große Kreisstadt

---

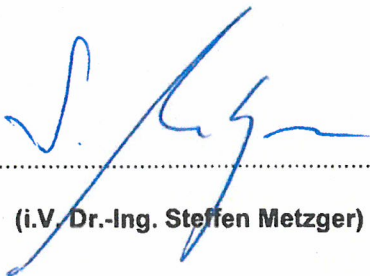
**Kläranlage Mühlbachtal**

Aktualisierung des Investitionskostenverteilungsschlüssels für die Kläranlage Mühlbachtal

---

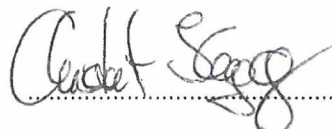
**Ergänzung zum Bericht vom ~~12.09.2019~~ 12.08.2019**

**Pforzheim, den 21.10.2019**



---

(i.V. Dr.-Ing. Steffen Metzger)



---

(i.V. Dr.-Ing. Christopher Keyzers)

## INHALT

	Seite
1	<b>Veranlassung ..... 1</b>
2	<b>Verwendet Unterlagen ..... 1</b>
3	<b>Bezugsgröße zur Ermittlung des stofflichen Belastungsanteils ..... 2</b>
4	<b>Beurteilung der Abweichungen bei der Ermittlung des stofflichen Belastungsanteils ..... 3</b>

## **1 Veranlassung**

Die Weber-Ingenieure GmbH wurde seitens der Stadt Bad Rappenau beauftragt, eine Aktualisierung des Schlüssels zur Investitionskostenverteilung für die Kläranlage Mühlbachtal zu erstellen. Die Kläranlage Mühlbachtal wird seitens der Stadt Bad Rappenau und der Gemeinde Siegelsbach gemeinsam betrieben.

Im Rahmen der Aktualisierung wurden folgende Fragen aufgeworfen:

1. Ist die statistische Größe des 85 %-Perzentils eines Datenkollektivs die richtige Bezugsgröße zur Festlegung des stofflichen Belastungsanteils?
2. Worin liegt die Ursache begründet, dass unter Berücksichtigung der rechnerisch ermittelten Fracht des Einzugsgebiets (EZG) Bad Rappenau (EZG Bad Rappenau = Zulauf Kläranlage - EZG Siegelsbach) abweichende Ergebnisse zur Berechnungsmethode der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung vorliegen?

## **2 Verwendet Unterlagen**

Die nachfolgend aufgeführten Unterlagen wurden zur Aktualisierung des Investitionskostenverteilungsschlüssels herangezogen.

- [1] Betriebstagebücher der Kläranlage Mühlbachtal der Jahre 2015 bis 2018
- [2] Frachtberechnungen der Stadt Bad Rappenau und der Gemeinde Siegelsbach
- [3] Stellungnahme zum Investitionskostenverteilungsschlüssel zwischen der Stadt Rappenau und der Gemeinde Siegelsbach, Weber-Ingenieure GmbH, 05/2007, Pforzheim.
- [4] Änderung der öffentlich-rechtliche Vereinbarung über den Bau, die Unterhaltung, die Erneuerung und den Betrieb der Sammelkläranlage „Mühlbachtal“ (27.09.2007)
- [5] Aktuelle Situation bezüglich des Investitionskostenverteilungsschlüssels
- [6] Aktualisierung des Investitionskostenverteilungsschlüssels für die Kläranlage Mühlbachtal, August 2019, Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim.

### 3 **Bezugsgröße zur Ermittlung des stofflichen Belastungsanteils**

Das ATV-DVWK Arbeitsblatt A-198 (2003) „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ befasst sich mit Definitionen, der Erhebung, Auswertung und Prüfung von Daten sowie mit der darauf aufbauenden Ableitung von Bemessungswerten für Kläranlagen und Entwässerungssysteme.

#### **Maßgebende stoffliche Belastung (Kap. 3.3.2.3 DVWK-ATV A-198 (2003))**

*„Wenn die für die Bildung von 2- bzw. 4-Wochenmittel erforderliche dichte Be-  
probung in keinem Verhältnis zum Nutzen steht, können die maßgebenden Ta-  
gesfrachten auch als die an 85% der Tage erreichten oder unterschrittenen Ta-  
gesfrachten bestimmt werden ("85-Perzentilwert").“*

*„Bestimmt wird die CSB-Fracht, die an 85% der Fälle erreicht oder unterschritten  
wurde. Hierfür werden mindestens 40 Tagesfrachten in kg/d benötigt. Diese kön-  
nen über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren verteilt sein, vorausgesetzt es ist  
kein Trend oder saisonaler Jahresgang der (...) vorhanden ist.“*

#### **Bewertung**

**Demnach kann die erste Frage wie folgt beantwortet werden:**

**Die Festsetzung der maßgeblichen stofflichen Belastung auf Basis des  
85 %-Perzentils entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik  
und kann auch im vorliegenden Fall zur Anwendung kommen.**

#### 4 Beurteilung der Abweichungen bei der Ermittlung des stofflichen Belastungsanteils

Gemäß öffentlich rechtlicher Vereinbarung wird der parameterspezifische Anteil des Kostenverteilungsschlüssels auf Basis der gemessenen Fracht des Teileinzugsgebiets Siegelsbach und der gemessenen Fracht im Zulauf der Kläranlage Mühlbachtal ermittelt (vgl. Spalte (4) der Tabelle 1 und Tabelle 2)).

Alternativ kann unter Berücksichtigung der rechnerisch ermittelten Fracht des Teileinzugsgebiets Bad Rappenau der Belastungsanteil von Siegelsbach ermittelt werden (vgl. Spalte (5) der Tabelle 1 und Tabelle 2).

Tabelle 1: 85 %-Perzentil Frachten des CSB für die KA Mühlbachtal und das EZG Siegelsbach (gemessene Werte) sowie für das EZG Bad Rappenau (rechnerisch ermittelte Werte)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Fracht KA Mühlbachtal (gemessen)	Fracht Siegelsbach (gemessen)	Fracht Bad Rappenau (rechnerisch)	Anteil <sup>1)</sup> (2)/(3)	Anteil <sup>2)</sup> (2)/[(2)+(3)]
2015	3.667 kg/d	1.022 kg/d	2.888 kg/d	<b>0,279</b>	<b>0,261</b>
2016	3.850 kg/d	1.050 kg/d	3.143 kg/d	<b>0,273</b>	<b>0,250</b>
2017	4.000 kg/d	908 kg/d	3.259 kg/d	<b>0,227</b>	<b>0,218</b>
2018	4.239 kg/d	1.306 kg/d	3.389 kg/d	<b>0,307</b>	<b>0,278</b>
<sup>1)</sup> Berechnung auf Basis „gemessener“ Frachten gemäß öffentlich-rechtlicher Vereinbarung <sup>2)</sup> Berechnung auf Basis der „rechnerisch“ ermittelten Fracht des Einzugsgebiets Bad Rappenau					

Tabelle 2: 85 %-Perzentil Frachten für P<sub>ges</sub> für die KA Mühlbachtal und das EZG Siegelsbach (gemessene Werte) sowie für das EZG Bad Rappenau (rechnerisch ermittelte Werte)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Fracht KA Mühlbachtal (gemessen)	Fracht Siegelsbach (gemessen)	Fracht Bad Rappenau (rechnerisch)	Anteil <sup>1)</sup> (2)/(3)	Anteil <sup>2)</sup> (2)/[(2)+(3)]
2015	58,6 kg/d	6,0 kg/d	50,2 kg/d	<b>0,102</b>	<b>0,107</b>
2016	56,1 kg/d	5,8 kg/d	50,4 kg/d	<b>0,103</b>	<b>0,103</b>
2017	54,7 kg/d	5,2 kg/d	49,5 kg/d	<b>0,095</b>	<b>0,095</b>
2018	51,2 kg/d	5,0 kg/d	47,7 kg/d	<b>0,098</b>	<b>0,095</b>
<sup>1)</sup> Berechnung auf Basis „gemessener“ Frachten gemäß öffentlich-rechtlicher Vereinbarung <sup>2)</sup> Berechnung auf Basis der „rechnerisch“ ermittelten Fracht des Einzugsgebiets Bad Rappenau					

In Bezug auf den CSB führen die beiden Berechnungsgänge zu Ergebnisabweichungen von 0,9 % von bis zu 3 %. Für den Parameter  $P_{ges}$  ist die Abweichung der beiden Berechnungsvorgänge deutlich geringer. Hier liegt die Abweichung lediglich zwischen -0,4 % und 0,3 %.

Da die Ergebnisse der beiden Berechnungsvorgänge für den Parameter  $P_{ges}$  eine gute Übereinstimmung liefern, wird vermutet, dass die Abweichungen für den Parameter CSB nicht auf einem systematischen Fehler zurückzuführen sind, sondern vielmehr durch die unterschiedliche Verteilung der Einzelwerte bzw. durch die Varianz der beiden Datenkollektive begründet ist. Im Falle eines systematischen Fehlers müssten die Ergebnisse – unabhängig von der Verteilungsdichte – beider Parameter Abweichungen aufweisen.

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Belastungsanteile für beide Berechnungsmethoden und deren Differenz zueinander

	CSB-Anteil			$P_{ges}$ -Anteil		
	(4) gemäß Tabelle 1	(5) gemäß Tabelle 1	Differenz	(4) gemäß Tabelle 1	(5) gemäß Tabelle 1	Differenz
2015	0,279	0,261	<b>0,017</b>	0,102	0,107	<b>-0,005</b>
2016	0,273	0,250	<b>0,022</b>	0,103	0,103	
2017	0,227	0,218	<b>0,009</b>	0,095	0,095	
2018	0,307	0,278	<b>0,030</b>	0,098	0,095	<b>0,003</b>

Nachfolgend wird für das Jahr 2018 die Verteilungsdichte des zugrunde gelegten Datenkollektivs näher untersucht. Neben der Unterschreitungshäufigkeit wird zudem die absolute und relative Häufigkeitsverteilung untersucht. Für den Vergleich werden die Einzelwerte der Tagesfrachten auf die jeweilige Maximalfracht normiert.

Die normierte Darstellung zeigt einen unterschiedlichen Verlauf der Unterschreitungshäufigkeit für den CSB auf. Der Verlauf der Unterschreitungshäufigkeit von Siegelsbach ist deutlich flacher als der Verlauf der Unterschreitungshäufigkeit des Zulaufes der Kläranlage Mühlbachtal (Abbildung 1). Der flachere Verlauf der Unterschreitungshäufigkeit des EZG Siegelsbach ist die Folge einer stärkeren Schwankung der Einzelwerte.

Für den Parameter  $P_{ges}$  hingegen ist der Verlauf nahezu identisch. Hier kommt es lediglich zu einer Parallelverschiebung der beiden Kurven (Abbildung 2).

Unter Berücksichtigung der absoluten Verteilung (Abbildung 3) und der relativen Häufigkeitsverteilung (Abbildung 5) des Parameters CSB der beiden Datensätze (KA Mühlbachtal und EZG Siegelsbach), zeigt sich für den Datensatz Siegelsbach eine „linksschiefe“ Verteilung, hingegen die Verteilung des Zulaufes der Kläranlage Mühlbachtal einer Normalverteilung ähnelt.

Für den Parameter  $P_{ges}$  ist hingegen für beide Datensätze eine Tendenz zur linksschiefen Verteilung erkennbar. (Abbildung 4 und Abbildung 6).

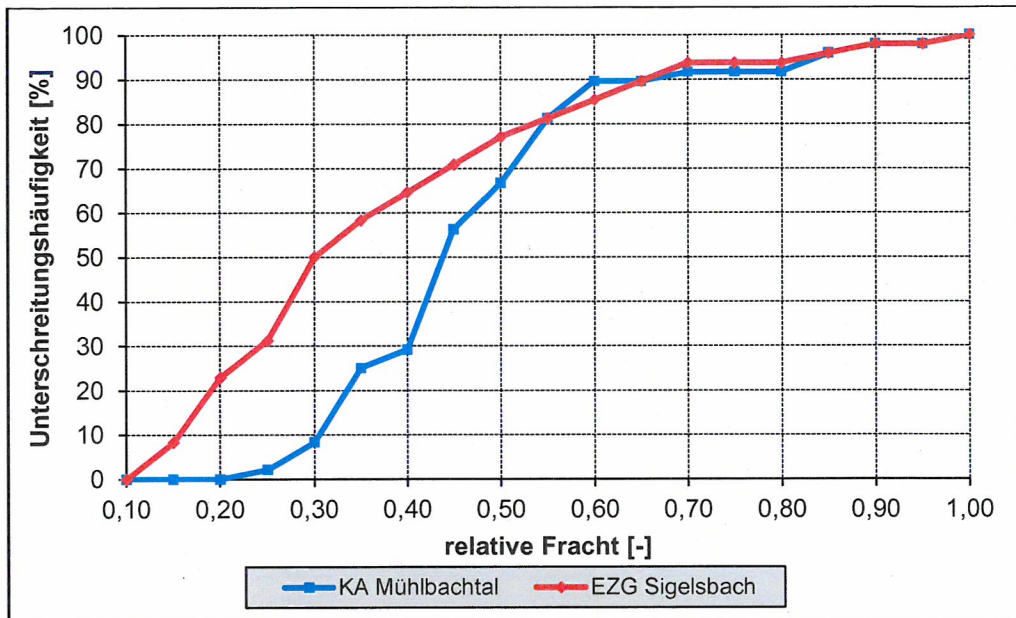


Abbildung 1: Unterschreitungshäufigkeit der normierten CSB-Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegselsbach

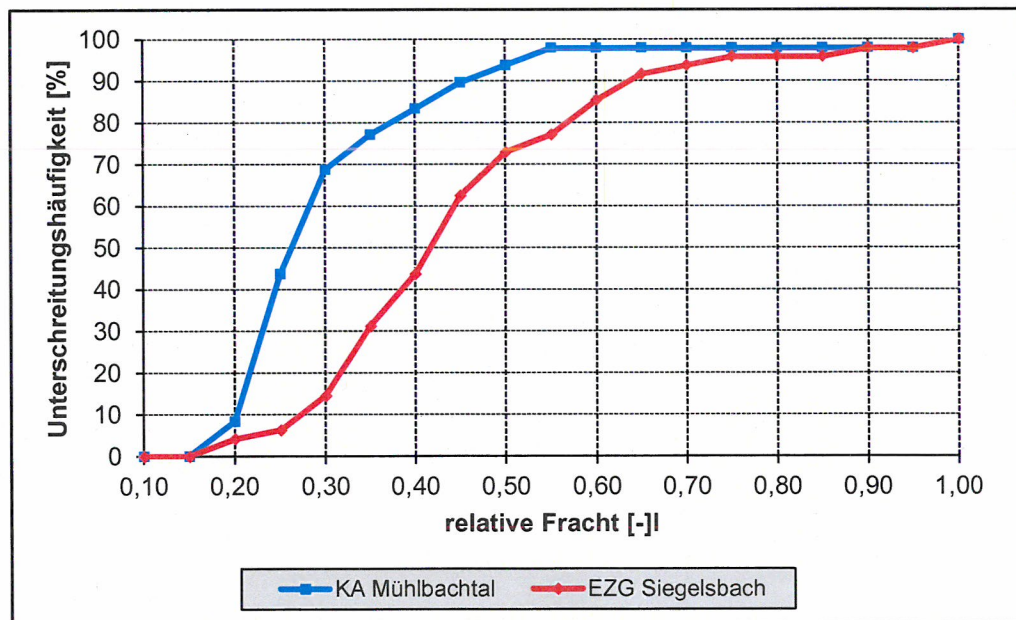


Abbildung 2: Unterschreitungshäufigkeit der normierten P<sub>ges</sub>-Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegselsbach

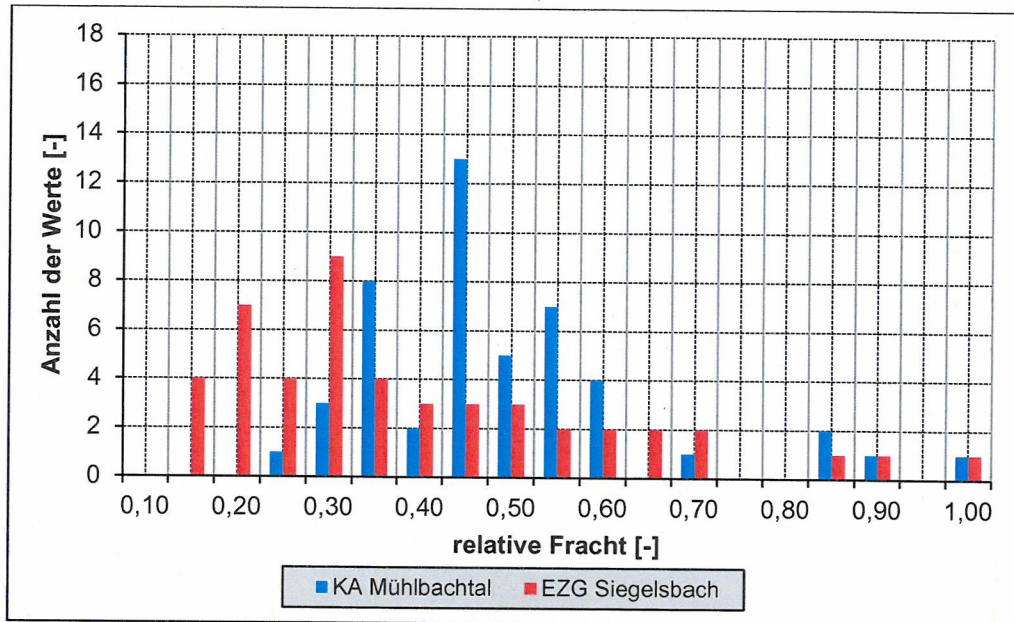


Abbildung 3: Absolute Häufigkeitsverteilung der normierten CSB-Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegelbach

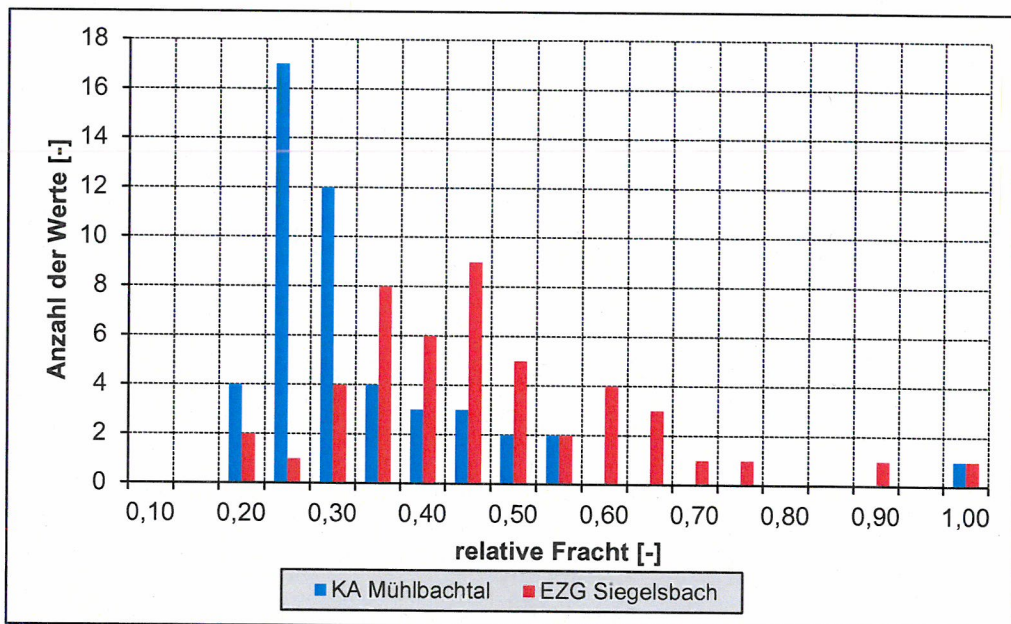


Abbildung 4: Absolute Häufigkeitsverteilung der normierten  $P_{ges}$ -Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegelbach

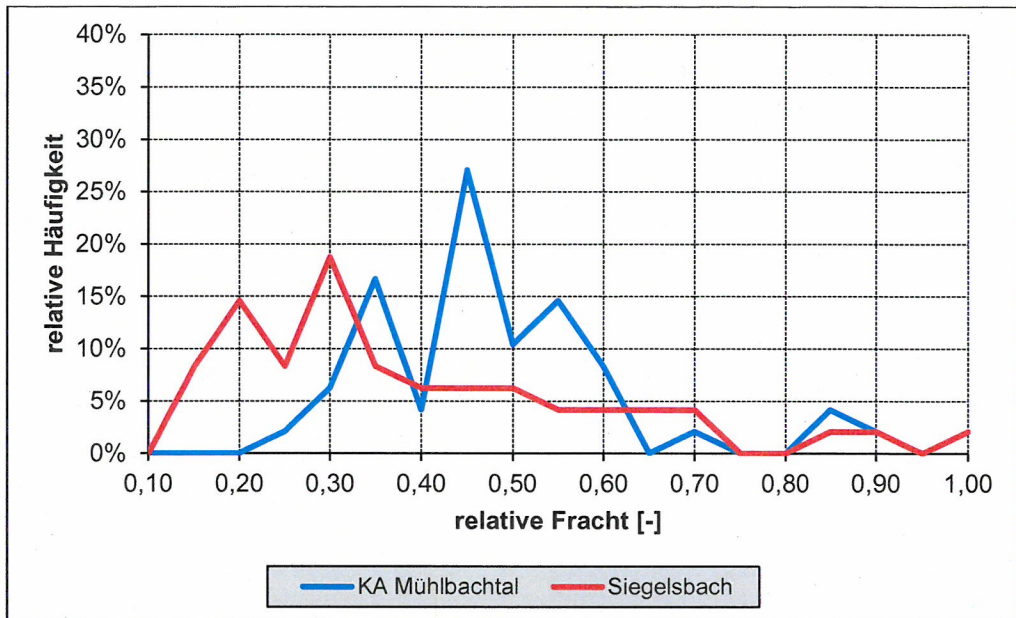


Abbildung 5: Relative Häufigkeitsverteilung der normierten CSB-Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegelsbach

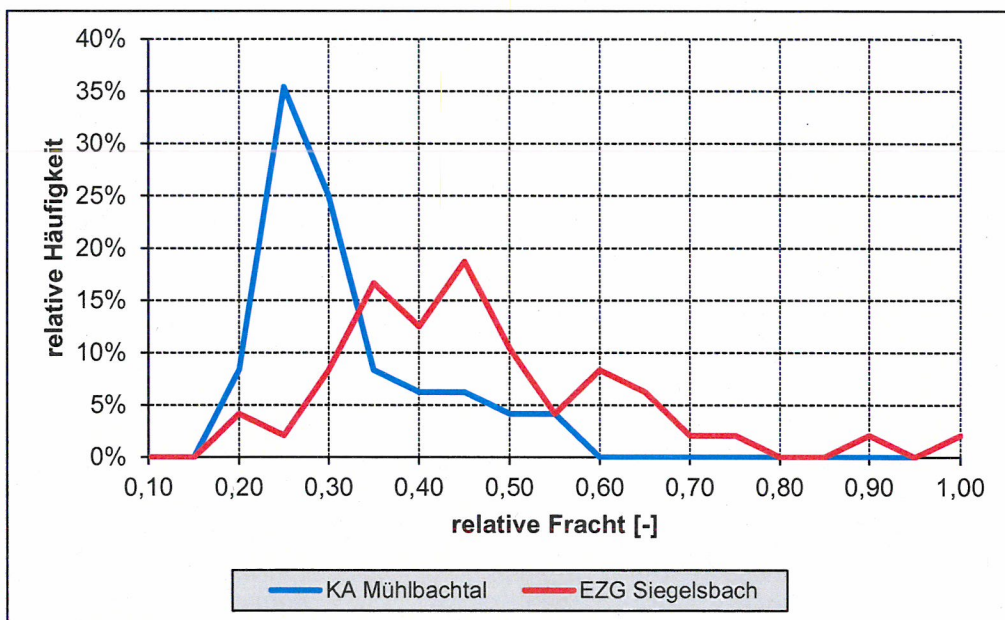


Abbildung 6: Relative Häufigkeitsverteilung der normierten  $P_{ges}$ -Fracht des Jahres 2018 der Kläranlage Mühlbachtal und des Einzugsgebietes Siegelsbach

Abbildung 7 stellt die Ergebnisse als Box-Plot-Diagramm dar. Es zeigt sich, dass für den CSB ein deutlicher Unterschied beim Abstand zwischen Median und 85 %-Perzentil für die beiden Datensätzen vorliegt. Je größer der Abstand zwischen Median und 85 %-Perzentil ist, desto stärker sind die Schwankungen der Einzelwerte. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, dass das Datenkollektiv des EZG Siegelsbach einer höhere Anzahl erhöhter Frachtwerte aufweist, als der Datensatz der KA Mühlbachtal. Für den Parameter  $P_{ges}$  ist die Abweichung mit 0,14 (KA Mühlbachtal) bzw. 0,16 (EZG Siegelsbach) annähernd gleich.

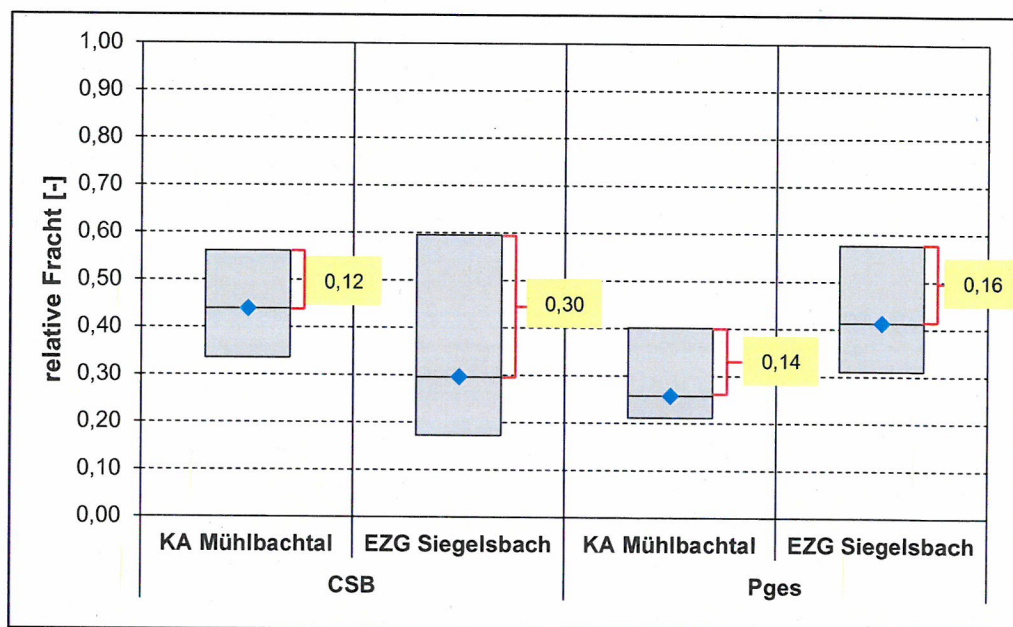


Abbildung 7: Box-Plot der relativen CSB- und  $P_{ges}$ -Fracht der Kläranlage Mühlbachtal und des EZG Siegelsbach des Jahres 2018

### Bewertung

**Demnach kann die zweite Frage wie folgt beantwortet werden:**

Die abweichenden Ergebnisse der beiden Berechnungsmethoden stellen keinen systematischen Fehler da, sondern sind in der unterschiedlichen Verteilung der Einzelwerte (Ausmaß der Streuung der Werte) der beiden Datensätze begründet.

Wenn beide Datensätze einer annähernd gleichen Verteilung unterliegen – wie beim Parameter  $P_{ges}$  – sind die Ergebnisabweichungen zwischen den beiden Berechnungsmethoden marginal. Falls unterschiedliche Verteilungen der Einzelwerte vorliegen – wie beim Parameter CSB – kommt es Abweichungen zwischen den beiden Berechnungsmethoden.

Ein systematischer Fehler liegt nur vor, wenn unabhängig von dem betrachteten Parameter, Ergebnisabweichungen zwischen den beiden Berechnungsansätzen vorliegen. Dies ist im vorliegenden Fall nicht gegeben.