

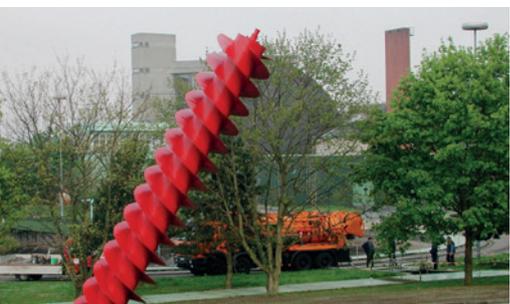
# 29. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen



Kläranlage Bensheim



Kläranlage Marienheide

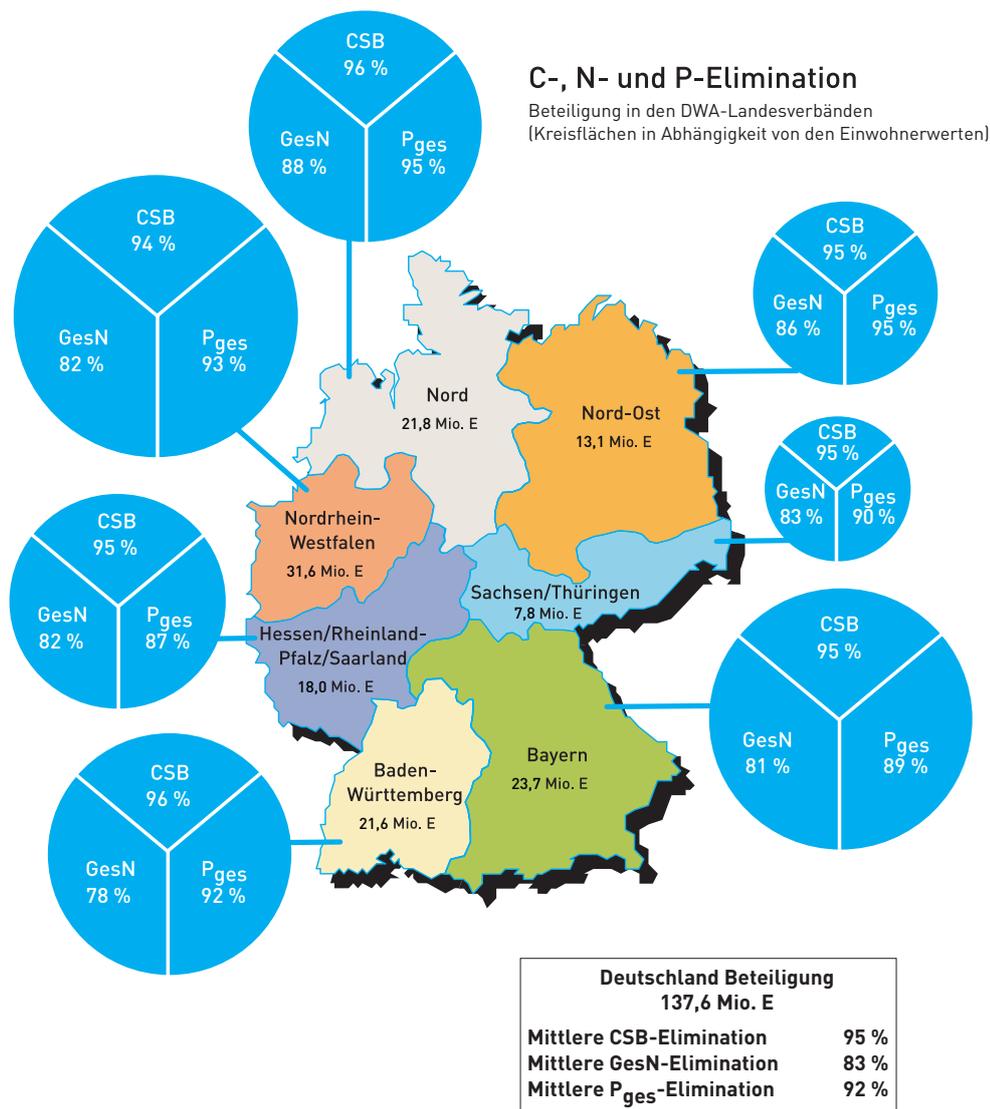


Kläranlage Mainz



Kläranlage Grevesmühlen

## Abwasserabfluss im Mischsystem



# 1. Ziele, Grundlagen und Grenzen des bundesweiten Leistungsvergleiches

Im DWA-Leistungsvergleich werden die Qualität der Abwasserreinigung und der dafür aufgewendete Stromverbrauch dargestellt. Der Leistungsvergleich ist ein Spiegelbild der qualifizierten Arbeit des Betriebspersonals, die hier auch entsprechend gewürdigt werden soll. Die Daten des Leistungsvergleiches wurden über die DWA-Landesverbände und den Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) im Rahmen der gemeinsamen DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 Kläranlagen-Nachbarschaften erhoben und ausgewertet.

Der Anschlussgrad der Einwohner an kommunale Kläranlagen lag laut Statistischem Bundesamt im Jahre 2013 bei 95,3 %. Von den insgesamt 9.307 kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland mit einer Ausbaupazität von 151,8 Mio. E beteiligten sich 5.558 Kläranlagen mit einer Ausbaupazität von 137,6 Mio. E am 29. DWA-Leistungsvergleich. Die Ergebnisse für das Jahr 2016 können bei einer Beteiligung von 90,6 % als repräsentativ für Deutschland angesehen werden. Grundlage sind die über 3,6 Mio. Einzelmessungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung, die als Jahresmittelwerte in die Bewertung einfließen.

Die Auswertung erfolgte wie bisher gegliedert nach DWA-Landesverbänden und nach Kläranlagen-Größenklassen (GK). Die Verteilung der Kläranlagen hinsichtlich Ausbaugröße und Anzahl zeigt Abbildung 1. Lediglich 4 % der Kläranlagen weisen eine Ausbaugröße > 100.000 E (GK 5) auf, gleichzeitig repräsentieren diese Anlagen aber 53 % der Gesamtausbaugröße.



Kläranlage Fritzens (A)

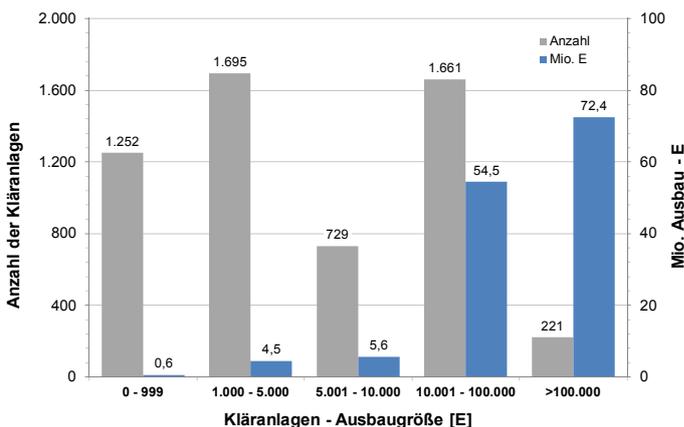


Abbildung 1: Am DWA-Leistungsvergleich 2016 beteiligte Kläranlagen

DWA-Landesverband	Baden-Württemberg	Bayern	Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland	Nord	Nord-Ost	Nordrhein-Westfalen	Sachsen/Thüringen	DWA	ÖWAV	
Kläranlagen (Anzahl)	917	1.451	1.387	524	277	502	500	5.558	850	
Jahresabwassermenge (Mio. m³)	1.678	1.475	1.486	848	486	2.301	454	8.728	1.123	
Ausbau EW (Mio. E)	21,6	23,7	18,0	21,8	13,1	31,6	7,8	137,6	22,0	
mittlere EW-Belastung (Mio. E)	16,8	18,0	15,4	16,7	11,6	22,2	5,9	106,7	15,2	
Ausbau EW/Mittlere EW-Belastung	1,29	1,32	1,16	1,30	1,13	1,42	1,31	1,29	1,45	
spezifischer Abwasseranfall [m³/(E·a)]	100	82	96	51	42	104	76	82	74	
spezifischer Energieverbrauch [kWh/(E·a)]	31,6	30,1	31,8	31,3	29,8	34,5	36,9	31,9	27,9	
<b>CSB</b>	Zulauf (mg/L)	438	537	453	867	983	425	575	547	594
	Ablauf (mg/L)	19	26	22	38	45	25	27	27	28
	Elimination (%)	95,6	95,1	95,1	95,6	95,4	94,2	95,3	95,1	95,2
<b>GesN<sup>1)</sup></b>	Zulauf (mg/L)	41,2	49,9	44,5	72,2	84,7	40,5	56,4	50,3	47,2
	Ablauf (mg/L)	9,1	9,5	8,2	8,8	11,6	7,2	9,4	8,7	8,7
	Elimination (%)	77,9	81,0	81,7	87,8	86,3	82,2	83,3	82,7	81,5
<b>P<sub>ges</sub></b>	Zulauf (mg/L)	6,1	7,6	6,5	11,3	12,4	5,9	8,4	7,5	6,7
	Ablauf (mg/L)	0,48	0,84	0,84	0,56	0,66	0,41	0,87	0,62	0,63
	Elimination (%)	92,1	89,0	87,0	95,0	94,7	93,1	89,6	91,7	90,6
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	Ablauf (mg/L)	0,65	1,38	1,55	1,14	1,17	1,04	1,11	1,13	1,29
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	Ablauf (mg/L)	7,2	6,4	5,0	6,0	8,4	4,9	6,8	6,1	5,9
<b>Nanorg</b>	Ablauf (mg/L)	7,8	7,8	6,6	7,1	9,6	5,9	7,9	7,2	7,2

<sup>1)</sup> GesN = Nanorg + Norg

Tabelle 1: Mittlere Zu- und Ablaufwerte, Elimination und Kennzahlen

## 2. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Zu- und Ablaufmessungen (frachtgewichtete Mittelwerte), die Eliminationen, weitere Kennwerte sowie Angaben über die Beteiligung zusammengestellt. Wie im Vorjahr wurden auch die Ergebnisse des ÖWAV-Kläranlagenleistungsvergleiches für die Anlagen in Österreich und Südtirol dargestellt.

Gegenüber dem Vorjahr ergeben sich bei den Zu- und Ablaufkonzentrationen im Bundesdurchschnitt nur geringfügige Veränderungen. Die Abbaugrade liegen weitgehend konstant auf einem hohen Niveau. Bemerkenswert sind im Vergleich zu den Ergebnissen der anderen Landesverbände die höheren N- und P-Eliminationen in den Landesverbänden Nord und Nord-Ost. Diese sind auf die deutlich höheren Konzentrationen im Zulauf zurückzuführen. Ursache hierfür dürften u.a. die Trennsysteme sein, die in diesen Bundesländern weiter verbreitet sind.

Insgesamt konnten auch im Jahre 2016 die Anforderungen der EU-Kommunalabwasserrichtlinie im bundesweiten Mittel erfüllt bzw. deutlich übertroffen werden. Dennoch besteht bei einigen Anlagen noch immer Anpassungsbedarf an den Stand der Technik (Kanalnetz und Kläranlage).

Als Bezugsgröße zur Berechnung des spezifischen Abwasseranfalls und des spezifischen Stromverbrauchs wurde die mittlere Belastung der Anlagen in Einwohnerwerten aus der mittleren CSB-Zulauffracht ermittelt. Dabei wurde von einer spezifischen CSB-Fracht von 120 g/(E\*d) ausgegangen.

Der spezifische Abwasseranfall liegt im Bundesdurchschnitt bei 82 m<sup>3</sup>/(E\*a). In den Landesverbänden Nord und Nord-Ost liegt der spezifische Abwasseranfall wegen des weiterverbreiteten Trennsystems deutlich niedriger. In den anderen Landesverbänden erfolgt die Entwässerung überwiegend im Mischsystem, so dass dort ein deutlich höherer spezifischer Abwasseranfall auf den Kläranlagen zu bewältigen ist.

Ebenso wurden wieder in allen Landesverbänden der jeweilige Stromverbrauch erhoben. Für 5.033 Kläranlagen konnte der spezifische Stromverbrauch (kWh/(E\*a)) berechnet werden. Die spezifischen Stromverbräuche unterscheiden sich in den Landesverbänden nur wenig. Die niedrigsten Werte ergeben sich für Österreich/Südtirol und für den Landesverband Nord-Ost, die höchsten Werte sind in den Landesverbänden NRW und Sachsen/Thüringen festzustellen.

Die in die Gewässer eingeleiteten CSB-Frachten und GesN-Frachten entsprechen weitgehend den jeweiligen Anteilen der Ausbaugrößen zusammengefasst in Größenklassen (Abb. 2). Beim Phosphor haben die Anlagen der Größenklasse 1 bis 3 jedoch einen überproportional hohen Anteil von rd. 27 %, obwohl diese Anlagen bei der Ausbaugröße lediglich einen Anteil von 8 % aufweisen. Ursache für den hohen Anteil der Größenklassen 1 bis 3 sind jene Anlagen, welche zur Erreichung der Mindestanforderungen keine gezielten Maßnahmen zur Phosphorelimination durchführen müssen. Die Phosphorfracht durch Kläranlageneinleitungen kann gerade bei Gewässern mit geringer Wasserführung dazu führen, dass die Phosphorkonzentration im Gewässer höher liegen, als für einen guten ökologischen Zustand verträglich ist.

## 3. Abwasserabfluss in Mischsystemen

Wenn Siedlungsgebiete im Mischsystem statt in Trennsystemen entwässern, führt dies infolge des abfließenden Niederschlagswassers zu einer beträchtlich höheren Wassermenge, die auf den Kläranlagen behandelt werden muss. Dies ist an dem in Tabelle 1 aufgelisteten spezifischen Abwasseranfall zu erkennen, der in den Regionen, in denen das Trennsystem weiter verbreitet ist, wie z.B. im Landesverband Nord bzw. Nord-Ost, erheblich geringer ist.

In Baden-Württemberg wird das anfallende Abwasser vorwiegend im Mischsystem abgeleitet. Aus der Ermittlung des Fremdwasseranteils nach der Methode des gleitenden Minimums [1] liegen

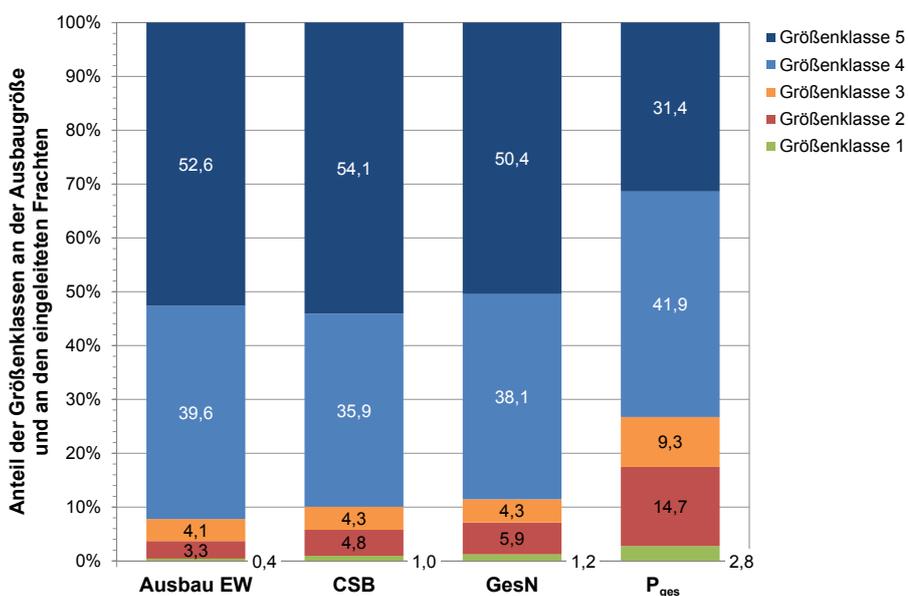
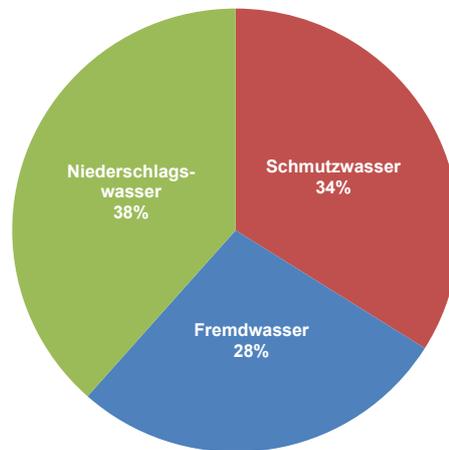


Abbildung 2: Prozentuelle Anteile der Ausbaugröße und der eingeleiteten Frachten nach Kläranlagen-Größenklassen

flächendeckend näherungsweise Angaben über den Schmutzwasserzufluss, das Fremdwasser und das auf den Kläranlagen mitbehandelte Niederschlagswasser vor. Für das Jahr 2016 ergibt sich die in Abbildung 3 dargestellte Zusammensetzung des auf den Kläranlagen behandelten Abwassers. Dabei überrascht der mit ca. 38 % vergleichsweise hohe Anteil von Niederschlagswasser. Abhängig von der Witterung und der örtlichen Lage des Einzugsgebietes sind bei durchschnittlichen Verhältnissen ca. 100 Tage im Jahr von Mischwasserzuflüssen (Niederschlagsereignisse und nachfolgende Regenbeckenentleerungen) betroffen.



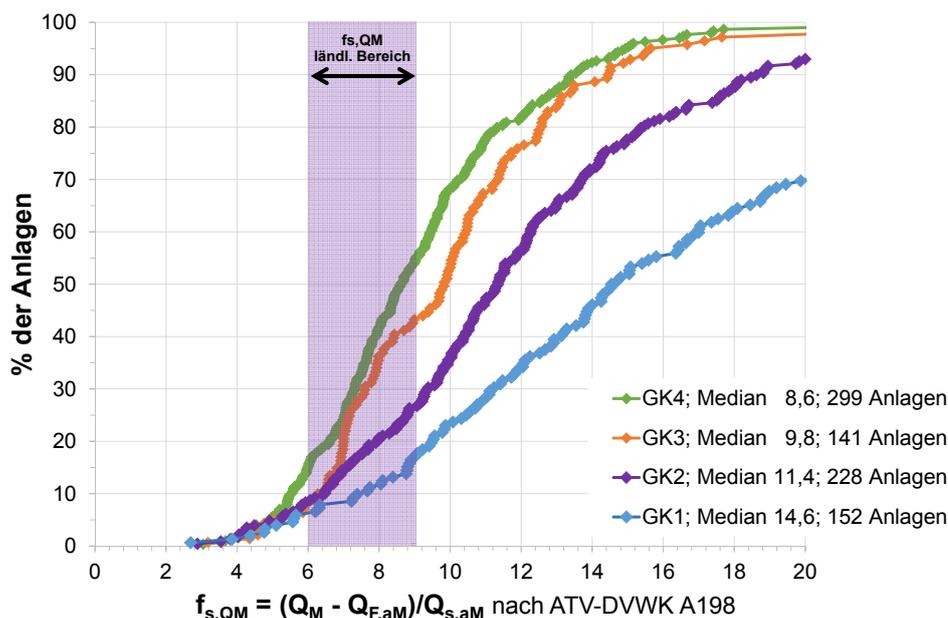
**Abbildung 3: Zusammensetzung des in den Kläranlagen behandelten Zuflusses (915 Kläranlagen des Landesverbandes Baden-Württemberg)**

Kanalnetz und Kläranlage sind bemessungstechnisch über den maximalen Zufluss zur Kläranlage  $Q_M$  ( $m^3/h$ ), der in der wasserrechtlichen Erlaubnis verankert ist, miteinander verknüpft. Im ATV-DVWK-A 198 [2] wird  $Q_M = f_{sp,S} * Q_{s,aM} + Q_{F,pM}$  festgelegt, dabei ist  $Q_{s,aM}$  der mittlere jährliche Schmutzwasserabfluss (gebührenpflichtige Abwassermenge) und  $Q_{F,pM}$  der Mittelwert des Fremdwasserabflusses einer Periode bzw. der Jahresmittelwert. Die Bandbreite des Faktors  $f_{sp,S}$  wird im ATV-DVWK-A 198 abhängig von der Ausbaugröße der Kläranlage über 100.000 E (städtischer Bereich) in einem Bereich zwischen 3 bis 6 und bei Anlagen unter 100.000 E (ländlicher Bereich) zwischen 6 bis 9 angegeben.

Mit zunehmenden Mischwasserzuflüssen steigt die Gefahr einer Schlammverlagerung in das Nachklärbecken, ggf. verbunden mit Schlammabtrieb und einer Erhöhung der an partikuläre Stoffe gebundenen Emissionen. Weiterhin kann die Stoßbelastung am Beginn einer Mischwasserbeaufschlagung zu einer Überlastung der Nitrifikation führen, was über mehrere Stunden zu erhöhten  $NH_4$ -N-Konzentrationen im Ablauf der Biologie und im Ablauf der Anlage führen kann. Bei der Überwachung anhand von qualifizierten Stichproben bzw. 2-Stunden-Mischproben ist dieser Sachverhalt von besonderer Relevanz. Hinweise zur Minimierung der Auswirkungen von erhöhten Mischwasserzuflüssen finden sich im DWA-Themenband „Technische Maßnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage“ [3]. Allerdings sind die technischen und betrieblichen Einflussmöglichkeiten auf den Kläranlagen begrenzt und Leistungseinbußen bei erhöhten Mischwasserzuflüssen nicht immer zu vermeiden bzw. in einem vertretbaren Rahmen zu halten. Wo dies nicht akzeptabel erscheint, ist der Drosselabfluss zur Kläranlage zu vermindern und die Mischwasserbehandlung im Kanalnetz entsprechend anzupassen.

Aus den Summenhäufigkeitskurven der verschiedenen Größenklassen ist abzulesen, dass in der Praxis der Faktor bei Kläranlagen mit kleineren Anschlussgrößen ansteigt und in vielen Fällen über dem im DWA-Regelwerk angegebenen Bereich liegt. Beispielsweise weisen 20 % der Kläranlagen in der Größenklasse 4 einen Faktor von größer 11 und in der Größenklasse 3 einen Faktor größer 12 auf. Nur in wenigen Fällen liegt der Faktor unter 6 (Abbildung 4). Bei den Anlagen über 100.000 E liegen sogar 75 % der Anlagen über dem empfohlenen maximalen Faktor von 6 (Abbildung 5).

Da der Fremdwasseranfall jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, können die Faktoren für den Schmutzwasserabfluss im Mischsystem während einzelner Niederschlagsereignisse auch noch deutlich höher ausfallen.



**Abbildung 4: Summenhäufigkeit der Faktoren für den Schmutzwasserabfluss in Mischsystemen bei Anlagen der Größenklasse 1 bis 4 (Kläranlagen des Landesverbandes Baden-Württemberg)**

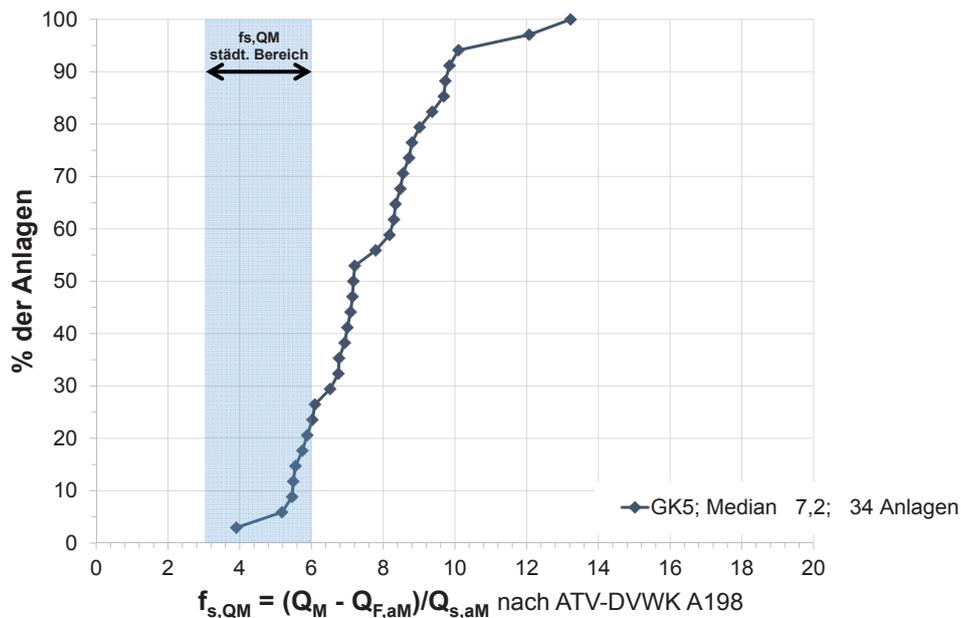


Abbildung 5: Summenhäufigkeit der Faktoren für den Schmutzwasserabfluss in Mischsystemen bei Anlagen der Größenklasse 5 (Kläranlagen des Landesverbandes Baden-Württemberg)

## 4. Zusammenfassung

Die Beteiligung am bundesweiten DWA-Leistungsvergleich konnte auch im Jahr 2016 auf hohem Niveau gehalten werden. Für die Mitarbeit wird dem Betriebspersonal der kommunalen Kläranlagen recht herzlich gedankt. Die Ergebnisse zeigen ein repräsentatives Bild der Reinigungsleistung der Kläranlagen in Deutschland. 2016 beteiligten sich 5.558 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 137,6 Mio. E. Wie im Vorjahr wurden zum Vergleich auch die entsprechenden Daten des ÖWAV für Österreich inkl. Südtirol dargestellt. Die Ergebnisse entsprechen weitgehend den Daten der deutschen Kläranlagen.

Insgesamt konnten auch im Jahr 2016 die Anforderungen der EU-Kommunalabwasserrichtlinie im bundesweiten Mittel erfüllt bzw. deutlich übertroffen werden. Während es bei den CSB- und GesN-Abbaugraden keine größeren Unterschiede in den verschiedenen Größenklassen gibt, schneiden die Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von weniger als 10.000 E bei der Phosphorelimination deutlich schlechter ab. Diese Kläranlagen haben einen Anteil von ca. 8 % an der Gesamtausbaugröße, sind jedoch an der in die Gewässer eingeleiteten Phosphorfracht mit ca. 27 % beteiligt. Verursacher sind jene Anlagen, welche wegen fehlender gesetzlicher Vorgaben keine gezielten Maßnahmen zur Phosphorelimination durchführen müssen.

In Baden-Württemberg mit vorwiegender Abwasserableitung im Mischsystem zeigt sich, dass in der Praxis die meisten Kläranlagen mit Mischwasserzuflüssen beaufschlagt werden, die z.T. weit über den Empfehlungen im ATV-DVWK-A 198 [2] liegen. Dies stellt eine große Herausforderung für den Klärwerksbetrieb dar, da die Reinigungsleistung z.B. durch Schlammabtrieb aus den Nachklärbecken und ansteigenden  $NH_4-N$ -Ablaufkonzentrationen beeinträchtigt werden kann. Im Sinne des Gewässerschutzes sind die Einleitungen der Mischwasserbehandlungsanlagen und die Reinigungsleistungen der Kläranlagen bei Mischwasserzuflüssen gemeinsam zu betrachten. Wegen der gegenseitigen Abhängigkeiten ist grundsätzlich eine Abstimmung zwischen den weitergeleiteten Drosselabflüssen aus den Regenüberlaufbecken und der

maximalen Beaufschlagung der Kläranlage bei Mischwasserzufluss erforderlich.

Ziel der Abwasserreinigung ist es, ein möglichst hohes Reinigungsniveau mit geringem Primärenergieaufwand zu erreichen. Es versteht sich daher von selbst, dass auch im Abwasserbereich keine Energie verschwendet werden sollte. Mittels Energiecheck und Energieanalyse sollte es zukünftig gelingen, den Stromverbrauch für die Abwasserreinigung richtig zu bewerten, unnötigen Mehrverbrauch zu identifizieren und Maßnahmen einzuleiten, um einen energieeffizienteren Betrieb zu erreichen.

Ein genereller weiterer Handlungsbedarf auf den Kläranlagen könnte in den kommenden Jahren durch gesetzliche Auflagen zum Bau einer vierten Reinigungsstufe für die Entfernung von Spurenstoffen aus dem Abwasser ausgelöst werden. Derzeit werden auf diesem Gebiet umfangreiche Untersuchungen vorgenommen.

Die DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 Kläranlagen-Nachbarschaften dankt allen TeilnehmerInnen, LehrerInnen und Obleitern der Kläranlagen-Nachbarschaften für die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung der Daten, ohne die dieser bundesweite Leistungsvergleich, unter Einbeziehung auch der Daten aus den ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften nicht möglich wäre. Der 29. Leistungsvergleich – basierend auf den Daten für das Jahr 2016 – ist auch von der DWA-Homepage ([www.dwa.de](http://www.dwa.de)) unter den Menüpunkten „Veranstaltungen – Nachbarschaften – Weitere Informationen“ kostenfrei abrufbar.



Kläranlage Grafing



**Kläranlage Hetlingen**

**Bildnachweis:**

DWA Landesverbände, Abwasserverband Hall in Tirol – Fritzens, azv Südholstein, Bayerisches Landesamt, Wirtschaftsbetrieb Mainz AöR, Wupperverband

**Literatur:**

[1] Fremdwasser in kommunalen Kläranlagen – Erkennen, bewerten und vermeiden [Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, März 2007, ISBN 978-3-88251-320-2]

[2] Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen [ATV-DWK-A 198, April 2003]

[3] Technische Maßnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage [DWA-Themen 3/2016]

**Bearbeitung:**

DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 „Kläranlagen-Nachbarschaften“

Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-135

E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · [www.dwa.de](http://www.dwa.de)