

# 32. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen

## Klärschlammmanfall

Daten von  
**2019**



Kläranlage Brebach



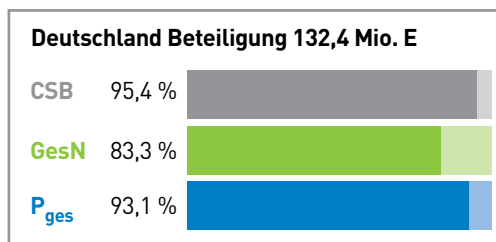
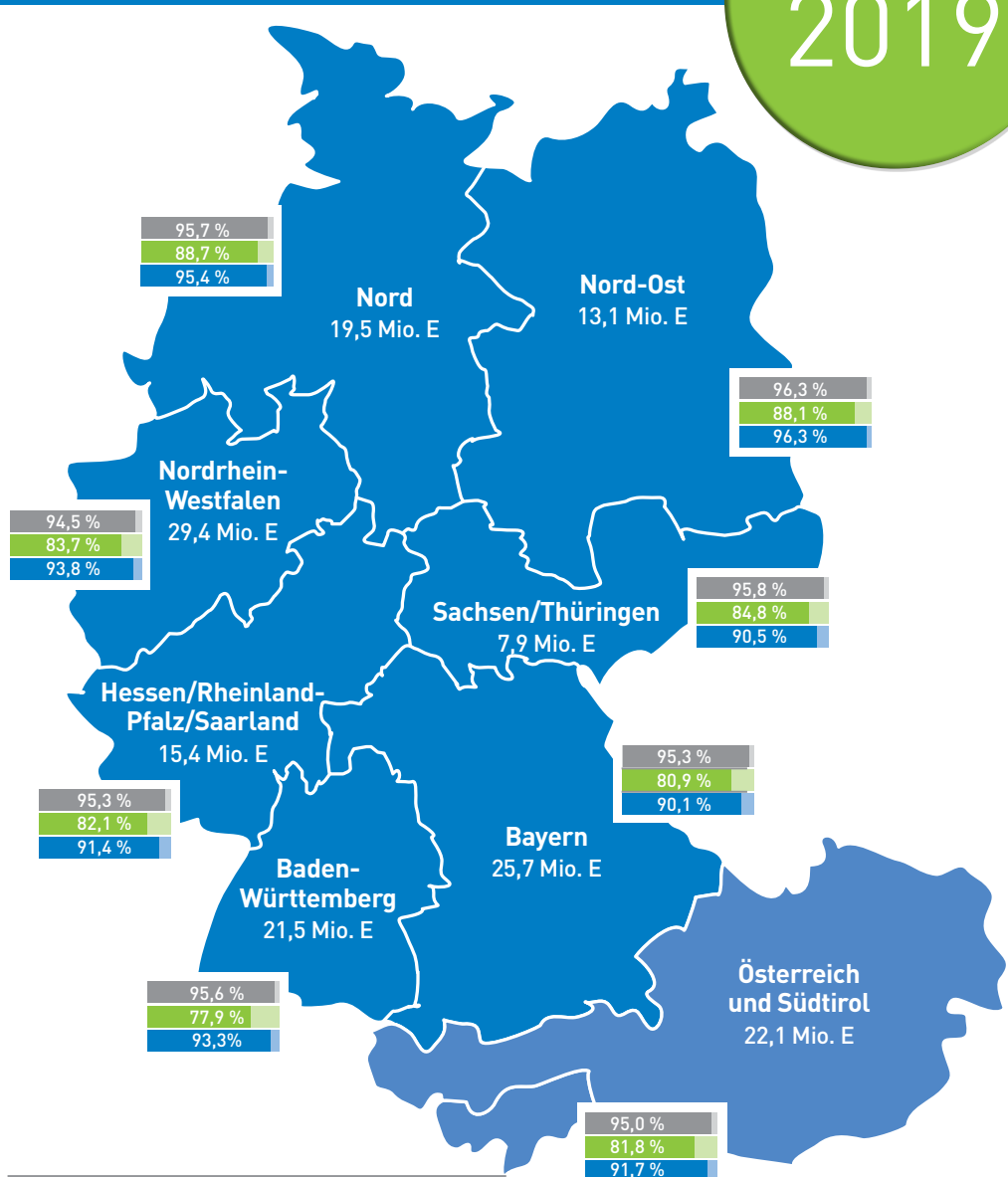
Kläranlage Biringen



Kläranlage Erdinger Moos



Kläranlage Fritzens, Tirol



# 1. Ziele, Grundlagen und Grenzen des bundesweiten Leistungsnachweises

Vor mehr als 30 Jahren wurde der Begriff des „Leistungsvergleiches“ eingeführt. Der gewachsene Umfang der Daten und die bundesweite Auswertung der Ergebnisse haben sich stetig weiterentwickelt, sodass im heutigen Sprachgebrauch die umfassendere Bezeichnung „Leistungsnachweis“ treffender erscheint. Im Folgenden wird deshalb der seit 2019 eingeführte Begriff verwendet.

Im DWA-Leistungsnachweis werden die Qualität der Abwasserreinigung und der dafür aufgewendete Stromverbrauch sowie in der aktuellen Ausgabe auch der Schlammanfall dargestellt. Der Leistungsnachweis ist ein Spiegelbild der qualifizierten Arbeit des Betriebspersonals, die hier auch entsprechend gewürdigt werden soll. Die Daten des Leistungsnachweises wurden über die DWA-Landesverbände und den ÖWAV erhoben und ausgewertet.

Der Anschlussgrad der Einwohner an kommunale Kläranlagen lag laut Statistischem Bundesamt im Jahre 2016 bei 97,1 %. Von den insgesamt 9.105 kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland mit einer Ausbaupazität von 151,8 Mio. E beteiligten sich 5.310 Kläranlagen mit einer Ausbaupazität von 132,4 Mio. E am 32. DWA-Leistungsnachweis. Die Ergebnisse für das Jahr 2019 können bei einer Beteiligung von 87,2 % 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 Abb. 1. Lediglich 4 % der Kläranlagen weisen eine Ausbaugröße größer 100.000 E (GK5) auf, gleichzeitig repräsentieren diese Anlagen aber 45 % der Gesamtausbaugröße.

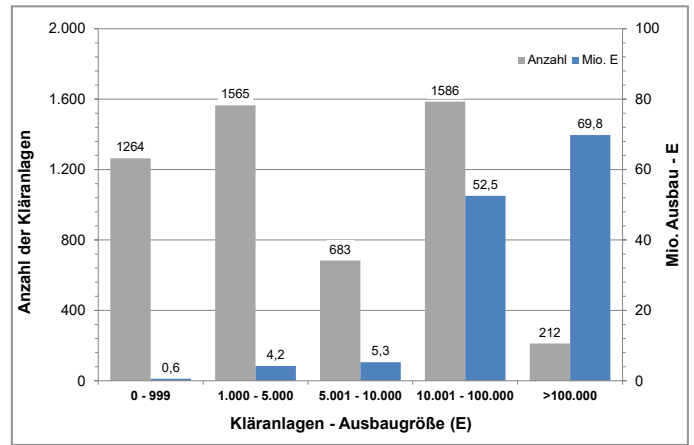


Abbildung 1: Anzahl und Ausbaugrößen der am DWA-Leistungsnachweis 2019 beteiligten Kläranlagen nach Größenklassen

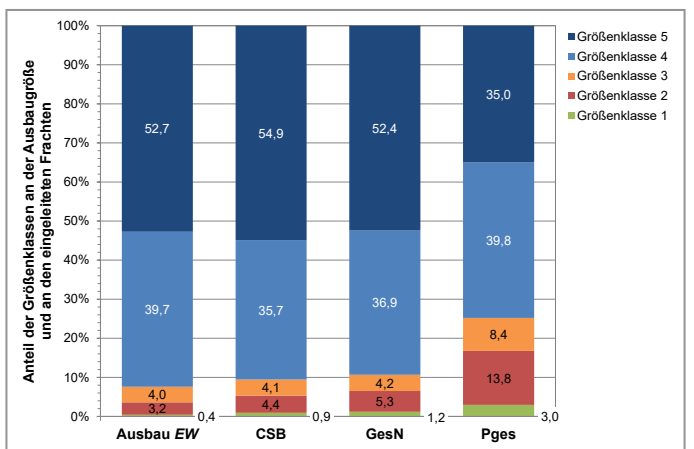


Abbildung 2: Prozentuale Anteile der Ausbau-EW und der eingeleiteten Frachten nach Kläranlagen-Größenklassen

DWA Landesverband		Baden-Württemberg	Bayern	Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland	Nord	Nord-Ost	Nordrhein-Westfalen	Sachsen/Thüringen	DWA	ÖWAV**
Kläranlagen (Anzahl)		886	1.516	1.151	454	299	471	533	5.310	782
Jahresabwassermenge (Mio. m³)		1.547	1.435	1.197	734	497	2.096	421	7.926	1.141
Ausbau EW (Mio. E)		21,5	25,7	15,4	19,5	13,1	29,4	7,9	132,4	22,1
mittlere EW-Belastung (Mio. E)		15,3	17,9	13,4	14,8	12,3	21,5	6,4	101,7	15,7
Ausbau EW/mittlere EW-Belastung		1,40	1,43	1,15	1,31	1,06	1,37	1,24	1,30	1,41
spez. Abwasseranfall [m³/(E·a)]		101	80	89	49	40	97	66	82	73
spez. Energieverbrauch [kWh/(E·a)]		34,1	32,5	33,2	35,1	28,5	32,2	31,3	32,6	27,2
CSB	Zulauf (mg/L)	433	553	492	889	1085	450	662	563	602
	Ablauf (mg/L)	19	26	23	38	41	25	28	26	30
	Elimination (%)	95,6	95,3	95,3	95,7	96,3	94,5	95,8	95,4	95,0
GesN*	Zulauf (mg/L)	40,7	52,5	47,6	76,1	88,9	43,0	63,9	52,0	50,6
	Ablauf (mg/L)	9,0	10,0	8,5	8,6	10,6	7,0	9,7	8,7	9,2
	Elimination (%)	77,9	80,9	82,1	88,7	88,1	83,7	84,8	83,3	81,8
Pges	Zulauf (mg/L)	5,7	7,6	6,5	11,3	14,2	6,0	8,7	7,4	7,1
	Ablauf (mg/L)	0,38	0,75	0,56	0,52	0,52	0,37	0,82	0,52	0,58
	Elimination (%)	93,3	90,1	91,4	95,4	96,3	93,8	90,5	93,1	91,7
NH <sub>2</sub> -N	Ablauf (mg/L)	0,65	1,63	1,50	1,18	0,79	0,80	1,25	1,08	1,12
NO <sub>3</sub> -N	Ablauf (mg/L)	7,0	6,8	5,4	5,7	7,8	4,8	6,4	6,0	6,4
Nanorg	Ablauf (mg/L)	7,6	8,4	6,9	6,9	8,6	5,6	7,7	7,1	7,5

\* GesN = Nanorg + Norg  
 \*\* Österreich und Südtirol  
 n.e. nicht erfasst

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

## 2. Ergebnisse

### 2.1 Ergebnisse zur Reinigungsleistung

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

Gegenüber dem Vorjahr ergaben sich kaum Veränderungen. Das schon in den Vorjahren erreichte bundesweit hohe Niveau bei der Elimination der Nährstoffe hat sich bzgl. der Phosphorelimination nochmals leicht erhöht.

Bemerkenswert sind im Vergleich zu den Ergebnissen der anderen Landesverbände die höheren N- und P-Eliminationsleistungen in den Landesverbänden Nord und Nord-Ost. Diese sind auf die deutlich höheren Konzentrationen im Zulauf zurückzuführen. Ursache hierfür dürften unter anderem die Trennsysteme sein, die in diesen Bundesländern weiter verbreitet sind.

Insgesamt konnten auch im Jahre 2019 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 aus der mittleren CSB-Zulaufkraft 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 weit verbreiteten Trennsystems deutlich niedriger. In den anderen Landesverbänden erfolgt die Entwässerung überwiegend im Mischsystem, sodass dort infolge des mitbehandelten Niederschlagswassers ein deutlich höherer spezifischer Abwasseranfall auf den Kläranlagen zu bewältigen ist.

Die in die Gewässer eingeleiteten CSB-Frachten und GesN-Frachten entsprechen weitgehend den jeweiligen Anteilen der Ausbaugrößen,

zusammengefasst in Größenklassen (Abbildung 2). Beim Phosphor haben die Anlagen der Größenklasse 1 bis 3 jedoch einen überproportional hohen Anteil von rd. 25 % (Vorjahr 27 %), obwohl diese Anlagen bei der Ausbaugröße lediglich einen Anteil von ca. 8 % aufweisen. Ursache für den hohen Anteil der Größenklassen 1 bis 3 sind jene Anlagen, die wegen fehlender gesetzlicher Vorgaben keine gezielten Maßnahmen zur Phosphorelimination durchführen müssen.

### 2.2 Ergebnisse zum Stromverbrauch und zur Stromerzeugung

Ebenso wurden wieder in allen Landesverbänden die Stromverbräuche erhoben. Für 4.827 Kläranlagen konnte der spezifische Stromverbrauch (kWh/(E·a)) berechnet werden. Tabelle 2 zeigt den Gesamtenergieverbrauch der im Leistungsnachweis erfassten kommunalen Kläranlagen in Deutschland (Erfassungsquote 85 %) mit 3.234 GWh/a. Dies liegt in der Größenordnung von ca. 2,5 % des Stromverbrauches von Haushalten (129 TeraWh in 2018, Quelle: Umweltbundesamt). Die spezifischen Stromverbräuche unterscheiden sich in den Landesverbänden nur wenig. Die niedrigsten Werte ergaben sich für Österreich und Südtirol und für den Landesverband Nord-Ost, tendenziell höhere Werte wurden in den Landesverbänden Nord und Baden-Württemberg festgestellt.

Die Eigenstromerzeugung beträgt insgesamt 1.282 GWh/a. Weiterhin kann man erkennen, dass in Landesverbänden mit überwiegend großen Kläranlagen wie z. B. NRW die Energieerzeugung bei über 50 % liegt, während in einem Flächenlandesverband wie Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland mit vielen kleineren Anlagen ohne Schlammfäulung nur weniger als 30 % der verbrauchten Energie auf den Klärwerken erzeugt wird. Dies wird auch darin deutlich, dass dort der Anteil der Ausbaugrößen der Anlagen mit Stromerzeugung gegenüber der insgesamt erfassten Ausbaugröße der Anlagen mit Daten zum Stromverbrauch nur bei 62 % liegt. In den Landesverbänden mit einem Anteil von über 80 % dürfte das Potenzial der Eigenstromerzeugung, abgesehen von Einzelfällen, bei denen noch keine Faulgasverstromung umgesetzt ist, weitgehend ausgeschöpft sein. In diesen Landesverbänden dürfte im Wesentlichen dann nur noch durch eine vermehrte Co-Vergärung und eine effizientere Stromerzeugung der Anteil der Eigenstromerzeugung in einem, wenn auch geringen Umfang, noch gesteigert werden können.

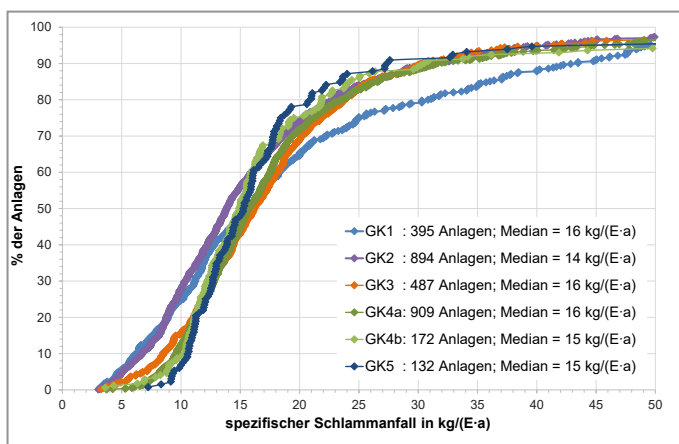
DWA Landesverband	Baden-Württemberg	Bayern	Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland	Nord	Nord-Ost	Nordrhein-Westfalen	Sachsen/Thüringen	DWA	ÖWAV**
Kläranlagen (Anzahl) mit Daten zum Stromverbrauch	859	1317	1076	381	281	459	454	4827	733
Ausbau EW (Mio. E)	21,1	24,7	14,8	18,7	12,9	29,2	7,5	129,0	21,0
mittlere EW-Belastung (Mio. E)	15,0	17,4	13,0	14,3	12,2	21,3	6,1	99,3	15,0
gesamter Stromverbrauch [GWh/a]	510	564	430	500	350	686	192	3234	408
spez. Energieverbrauch [kWh/(E·a)]	34,1	32,5	33,2	35,1	28,5	32,2	31,3	32,6	27,2
Kläranlagen (Anzahl) mit Daten zur Stromerzeugung	264	n. e.	191	127	67	202	62	913	330
Ausbau EW (Mio. E)	17,4	n. e.	9,2	15,0	9,7	24,1	5,3	80,8	18,1
mittlere EW-Belastung (Mio. E)	12,0	n. e.	8,1	12,0	10,0	17,93	4,5	64,6	13,0
gesamte Energieerzeugung [GWh/a]	204	n. e.	118	330	170	377	83	1282	167
spez. Stromerzeugung [kWh/(E·a)]	16,9	n. e.	14,5	27,4	16,9	21,0	18,5	19,8	12,8
Anteil der Ausbau EW der Anlagen mit Eigenstromversorgung an der Ausbau EW insgesamt (%)	83	n. e.	62	80	75	83	71	63	86
Anteil der Eigenstromerzeugung am Gesamtstromverbrauch (%)	40	n. e.	27	66	49	55	43	40	41

Tabelle 2: Stromverbrauch und Eigenstromerzeugung

\*\* Österreich und Südtirol  
n. e. nicht erfasst

### 3. Schlammfall

Im Rahmen der jährlichen Datenerhebung wurden in den Landesverbänden auch die auf den Kläranlagen anfallenden Klärschlamm-mengen als Trockenmasse erhoben. Die Erhebung des Schlamm-anfalls ist prinzipiell durch die Schwierigkeit einer repräsentativen Probenahme bezüglich des Trockensubstanzgehaltes fehlerbehaftet. Dies ist bei den nachfolgend dargestellten Ergebnissen zu berücksichtigen. Insgesamt lagen 3.163 Datensätze vor, von denen wegen offensichtlicher Unplausibilitäten (Schlammfall kleiner 3 kg/(E-a) bzw. größer 75 kg/(E-a)) 174 Anlagen aus den Auswertungen ausgeschlossen wurden. Insgesamt konnten 2.989 Anlagen, die eine Ausbaugröße von insgesamt 86 Mio. E repräsentieren, berücksichtigt werden. Aufgrund der verbliebenen großen Anzahl von Anlagen können trotz der Einschränkungen einige generelle Aussagen zum Schlammfall getroffen werden.



**Abbildung 3: spezifischer Schlammfall nach Größenklassen (GK4a: 10.001 bis 50.000E; GK4b: 50.001 bis 100.000 E)**

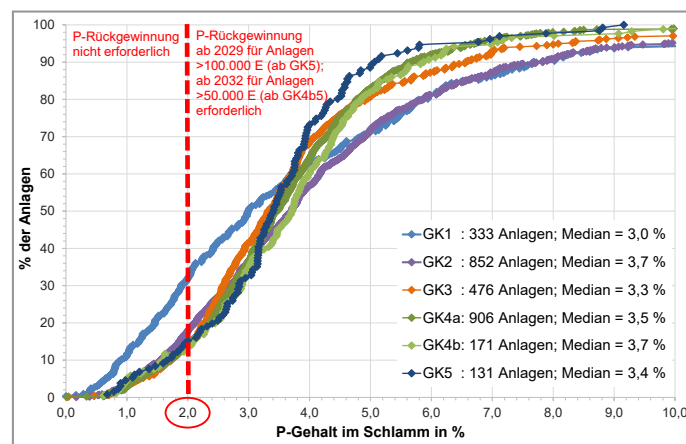
Der Schlammfall der Anlagen in den Größenklassen 3, 4 und 5 ist annähernd gleich, wie aus den gleichverlaufenden Summenhäufigkeitskurven zu entnehmen ist. Die Werte in den Größenklassen 1 und 2 (Anlagen mit einer Ausbaugröße von bis zu 5.000 E) haben eine höhere Streubreite, möglicherweise bedingt durch die dort weit verbreitete mobile Entwässerung.

Die Schwankungsbreite der spezifischen Schlammfälle ist zudem sehr groß. Dies kann zum Beispiel an unterschiedlichen mineralischen Anteilen im Schlamm liegen, an der Mitbehandlung von Schlamm aus anderen Kläranlagen (wird nicht erfasst) oder auch auf Datenfehler zurückzuführen sein. In den kommenden Jahren muss die Datenqualität im Rahmen des Leistungsnachweises durch Plausibilitätskontrollen noch verbessert werden. Die Medianwerte liegen jedoch in allen Größenklassen eng beieinander zwischen 14 kg/(E-a) und 16 kg/(E-a). Abgesehen von dem Medianwert der Größenklasse 2 nimmt der spezifische Schlammfall mit zunehmender Anlagengröße geringfügig von 16 kg/(E-a) auf 15 kg/(E-a) ab.

Wie die Tabelle 3 zeigt, ist die spezifische Schlammmenge trotz einer Schlammfäulung nur geringfügig kleiner als bei Anlagen ohne Schlammfäulung. Bei Anlagen mit Schlammfäulungen beträgt der spezifische Schlammfall 15 kg/(E-a). Die Anlagen ohne Schlammfäulung weisen einen spezifischen Schlammfall von 16 kg/(E-a) auf. Eine Ausnahme bilden die Anlagen der Größenklasse 2, bei denen auch ohne Schlammfäulung der spezifische Schlammfall bei nur 14 kg/(E-a) liegt. Entweder findet auf den Anlagen dieser Größenklasse tatsächlich eine sehr weitgehende aerobe simultane Schlammstabilisierung statt oder es liegen gewisse Unschärfen in den Daten vor, z. B. durch die dort verbreitete mobile Entwässerung.

Nach dem Merkblatt DWA-M 368 "Biologische Stabilisierung von Klärschlamm" kann ein mittlerer Schlammfall von ca. 18 kg/(E-a) für Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung und 15 kg/(E-a) für Anlagen mit Fäulung erwartet werden.

Mit Blick auf die neue Klärschlammverordnung wurde aus den eliminierten P-Frachten und dem Schlammfall der theoretische P-Gehalt im Klärschlamm berechnet. Es wird deutlich, dass nach den vorliegenden Daten rd. 85 % der Anlagen über 1.000 Einwohnerwerten einen P-Gehalt im Schlamm von mehr als 2 % aufweisen. Lediglich bei Anlagen unter 1.000 Einwohnerwerten unterschreiten 35 % der Anlagen diesen Wert, da in dieser GK wegen fehlender P-Anforderungen in der Abwasserverordnung (AwV) nur selten eine Phosphorfällung durchgeführt wird. Soweit der P-Gehalt im Schlamm unter 2 % liegt, bestünde keine Pflicht zur P-Rückgewinnung. Wenn die bei einigen Anlagen vergleichsweise sehr hohen spezifischen Schlamm-mengen mit betrachtet werden (führen zu sehr geringen P-Gehalten), dürfte es kaum Kläranlagen geben, deren Schlamm der Pflicht zur Rückgewinnung nicht grundsätzlich unterliegt.



**Abbildung 4: Unterschreitungshäufigkeit des aus eliminierten P-Fracht und Schlammfall berechneten P-Gehaltes im anfallenden Klärschlamm in % Trockenmasse nach Größenklassen (GK4a: 10.001 bis 50.000E; GK4b: 50.001 bis 100.000 E)**

	Anlagen ohne Faulbehälter			Anlagen mit Faulbehälter		
	Anzahl	EW (Ausbaugröße)	Medianwert spez. Schlamm-menge kg/(E-a)	Anzahl	EW (Ausbaugröße)	Medianwert spez. Schlamm-menge kg/(E-a)
GK1	394	202.200	16	1	999	9
GK2	889	2.492.576	14	5	20.400	17
GK3	458	3.523.878	16	29	245.500	13
GK4	625	16.798.996	16	456	18.720.670	15
GK5	39	15.256.000	15	93	28.882.864	15

**Tabelle 3: Schlammfall bei Anlagen mit und ohne Faulung (Die Werte der Größenklassen mit weniger als 30 Datensätzen wurden wegen der eingeschränkten Aussagekraft in grauer Schrift dargestellt)**

## 4. Zusammenfassung

Die Beteiligung am bundesweiten DWA-Leistungsnachweis konnte auch im Jahr 2019 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. 2019 beteiligten sich 5.310 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 132,4 Mio. E. Wie im Vorjahr wurden zum Vergleich auch die entsprechenden Daten des ÖWAV für Österreich und Südtirol dargestellt. Die Ergebnisse entsprechen weitgehend den Daten der deutschen Kläranlagen.

Insgesamt konnten auch im Jahr 2019 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. 25 % beteiligt. Verursacher sind jene Anlagen, die wegen fehlender gesetzlicher Vorgaben keine gezielten Maßnahmen zur Phosphorelimination durchführen müssen.

Die im Leistungsnachweis erfassten Kläranlagen (Erfassungsquote 87,2 %) haben einen Stromverbrauch von insgesamt 3.234 GWh/a. Der spezifische Stromverbrauch ergibt sich zu 32,6 kWh/(E-a). Auf vielen Kläranlagen wird bereits Strom erzeugt. Die Eigenstromerzeugung beträgt insgesamt 1.282 GWh/a. An der erfassten Ausbaugröße von 129 Mio. E haben die Anlagen mit Eigenstromerzeugung einen Anteil von 63 %. Durch einen weiteren Ausbau einer Faulgasverstromung sind hier, jedoch abhängig von der in den Landesverbänden jeweils vorherrschenden Anlagenstruktur, noch Potenziale zu heben. Derzeit wird der für die Abwasser- und Schlammbehandlung auf den Kläranlagen benötigte Strom bundesweit bilanziert schon zu 40 % durch Eigenstromerzeugung abgedeckt.

Der spezifische Klärschlammanfall auf den verschiedenen Kläranlagen unterliegt einem relativ großen Schwankungsbereich und spiegelt die große Bandbreite der eingesetzten Verfahrenstechniken zur Abwasser- und Schlammbehandlung wider. Auch die Abwassermatrix ist von Anlage zu Anlage breit gefächert und übt einen Einfluss auf den Schlammanfall aus. Die Medianwerte des spezifischen Schlammanfalles liegen abhängig von der Größenklasse und dem Einsatz einer Schlammfäulung trotzdem relativ eng beieinander zwischen 14 kg/(E-a) und 16 kg/(E-a). Die errechneten P-Gehalte im Klärschlamm liegen bei Anlagen über 1.000 Einwohnerwerten bei rd. 85 % der Anlagen über 2 %. Damit dürften nur deutlich weniger als 15 % der Anlagen über einer Anschlussgröße von 50.000 E nicht von einer P-Rückgewinnungspflicht betroffen sein.

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 Teilnehmer\*innen, Lehrer\*innen und Obleuten der Kläranlagen-Nachbarschaften für die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung der Daten, ohne die dieser bundesweite Leistungsnachweis nicht möglich wäre. Der 32. Leistungsnachweis – basierend auf den Daten für das Jahr 2019 – ist auch auf der DWA-Homepage ([www.dwa.de](http://www.dwa.de)) unter den Menüpunkten „Veranstaltungen – Nachbarschaften – Weitere Informationen“ kostenfrei abrufbar.



Kläranlage Dessau, Ablauf Vorklärung



Kläranlage Dessau, Faulung und Cosubstratspeicher

#### **Bildnachweise**

Titelseite (von oben nach unten): 1. und 2. Entsorgungsverband Saar (EVS);  
3. Werner Küpferling; 4. Land Tirol / Günter Richard Wett; Seite 5: Jens Nowak

#### **Bearbeitung (Abbildungen und Tabellen):**

DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 „Kläranlagen-Nachbarschaften“

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

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)