

29. LEISTUNGSNACHWEIS DER ÖWAV-KLÄRANLAGEN-NACHBARSCHAFTEN – BETRIEBSJAHR 2021

Stefan Lindtner und Veronika Hnatek, Wien

1 ALLGEMEINES

Als Datenbasis für den 29. Leistungsnachweis wurden die Daten des Betriebsjahres 2021 herangezogen. Seit dem Betriebsjahr 2015 stellen auch heuer die Teilnehmer der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften (ÖWAV-KAN) die Daten für den Leistungsnachweis über das Kläranlagenportal (KAPO) bereit. Mit Ausnahme von einer Kläranlage haben diese Möglichkeit alle am Leistungsnachweis teilnehmenden Kläranlagen genützt.

Die Art der Auswertung und Darstellung erfolgte grundsätzlich so wie in der Vergangenheit. Wie im Vorjahr wurde der Leistungsnachweis nach kommunalen Kläranlagen einerseits sowie Industrie- und Gewerbekläranlagen andererseits gegliedert. Wenn möglich, wurden Kennzahlen mit und ohne Industriekläranlagen ausgewertet, wie z. B. beim Leistungskennwert. Zusätzlich wurden heuer vertiefende Auswertungen zum Thema *Schlammanfall und -verwertung – absolute und spezifische Werte* vorgenommen und in diesem Beitrag in Kapitel 3 zusammengefasst. Die am Ende dieses Beitrags angefügten Tabellen beinhalten auch in diesem Jahr ausschließlich Daten kommunaler Kläranlagen.

2 ERGEBNISSE

2.1 Teilnahme am Kläranlagen-Leistungsnachweis der ÖWAV-KAN

Im Betriebsjahr 2021 waren 941 kommunale Kläranlagen (davon 32 Kläranlagen aus Südtirol) als Teilnehmer an den ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften angemeldet, 830 Kläranlagen lieferten auch tatsächlich Daten. Die Ausbaupazität aller kommunalen KAN-Teilnehmer umfasste im Jahr 2021 rund 23,2 Mio. Einwohnerwerte, wovon rund 96 % bzw. 22,3 Mio. Einwohnerwerte im Leistungsnachweis zur Auswertung gelangten.

Von 38 an den ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften teilnehmenden Industrie- und Gewerbekläranlagen lieferten 20 auch tatsächlich Daten für den Leistungsnachweis. Damit sind zusätzlich rund 4,5 Mio. Einwohnergleichwerte bzw., bezogen auf die gesamte Anlagenkapazität, etwas mehr als die Hälfte der KAN-Teilnehmer aus Industrie und Gewerbe beim Leistungsnachweis erfasst.

Tab. 1 Anzahl und Ausbaupazität der ÖWAV-KAN-Teilnehmer und Datenlieferung beim ÖWAV-Klär-anlagen-Leistungsnachweis 2021

	KAN-Teilnehmer		2021 Daten geliefert		Anteil Datenlieferung	
	Anzahl	EW-Ausbau	Anzahl	EW-Ausbau	Anzahl	EW-Ausbau
Industrie und Gewerbe	38	8.406.915	20	4.488.485	53 %	53 %
Direkteinleiter	28	7.520.635	19	4.479.125	68 %	60 %
Indirekteinleiter	10	886.280	1	9.360	10 %	1 %

Kommunale ARAs	941	23.170.129	830	22.313.540	88%	96 %
≤ 50	6	215	6	215	100 %	100 %
51 – 500	88	26.908	67	19.233	76 %	71 %
501 – 1.000	91	71.104	75	59.137	82 %	83 %
1.001 – 5.000	353	978.218	302	843.671	86 %	86 %
5.001 – 50.000	326	6.275.664	307	5.992.264	94 %	95 %
> 50.000	77	15.818.020	73	15.399.020	95 %	97 %

Der Vergleich der Teilnehmeranzahl mit den Vorjahren (siehe Abb. 1) zeigt im Vergleich zum Jahr 2020 eine minimale Zunahme (9 ARAs) an Anlagen, die sich aktiv mit der Lieferung von Daten am Leistungsnachweis beteiligt haben.

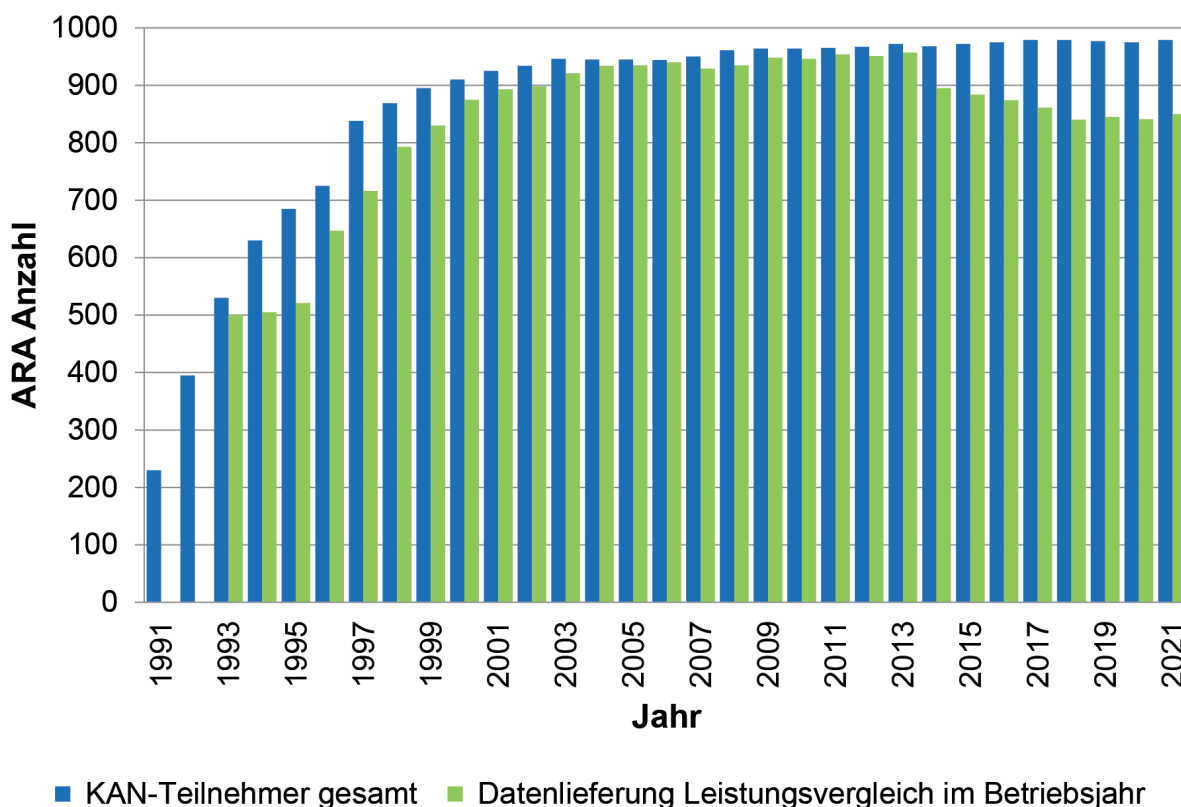


Abb. 1 ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis – Entwicklung der Teilnahme nach Anzahl der Anlagen

Die Ausbaupazität der kommunalen Kläranlagen liegt mit 22,3 Mio. Einwohnerwerten (inklusive 2,04 Mio. Einwohnerwerte aus Südtirol) leicht über den Zahlen des Vorjahres. Im Vergleich dazu wurden im Betriebsjahr 2020 rund 22,0 Mio. kommunale Einwohnerwerte beim

Leistungsnachweis erfasst. Der Anteil an erfassten Industrie- und Gewerbekläranlagen ist deutlich von 3,7 Mio. Einwohnerwerten auf 4,5 Mio. Einwohnerwerte gestiegen.

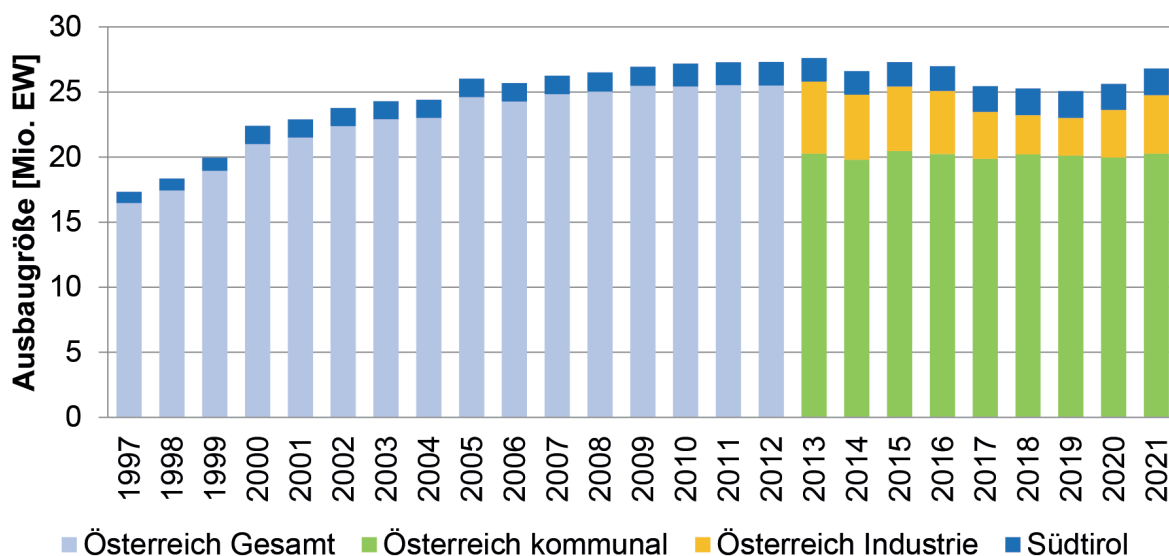


Abb. 2 ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis – Entwicklung der Teilnahme nach Kapazität der Anlagen

Abb. 3 zeigt die Verteilung der teilnehmenden kommunalen Kläranlagen am ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis gruppiert nach den fünf Kläranlagen-Größengruppen. Dabei fällt auf, dass nur rund 9 % der Kläranlagenanzahl der Größengruppe 5 (ARAs > 50.000 EW-Ausbau) für knapp 69 % der Ausbaukapazität verantwortlich sind. In die Größengruppe 4 (Kläranlagen zwischen 5.000 und 50.000 EW-Ausbau) fallen rund 37 % der teilnehmenden Kläranlagenanzahl und damit etwa 27 % der Ausbaukapazität.

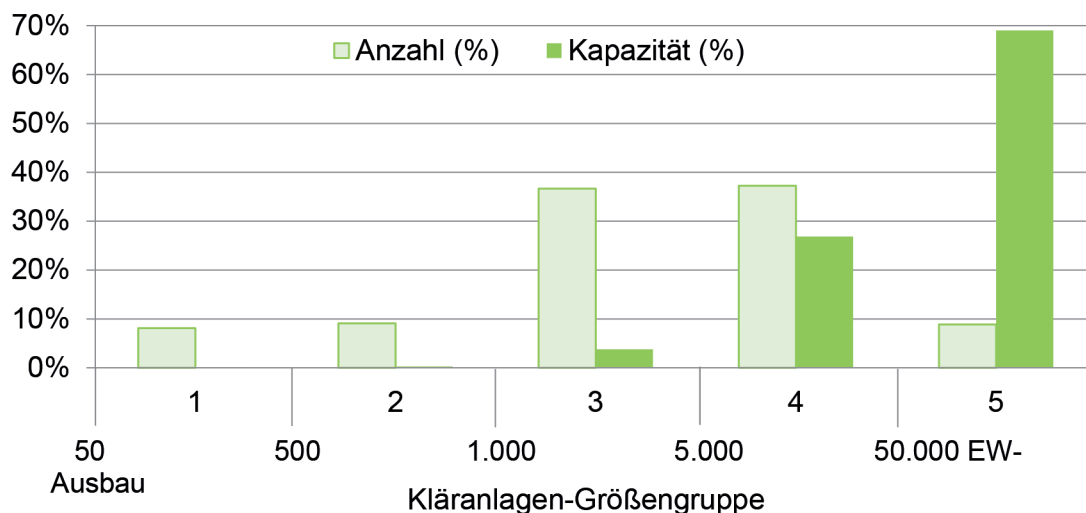


Abb. 3 Ausgewertete kommunale Kläranlagen gruppiert nach Größe

Obgleich die Größengruppe 3 (Kläranlagen zwischen 1.000 und 5.000 EW Ausbau) mit rund 37 % der Kläranlagenanzahl die zahlenmäßig zweitgrößte Gruppe ist, stellen die Anlagen dieser Größengruppe nur rund 4 % der teilnehmenden Ausbaukapazität. Die Größengruppen 1 (Kläranlagen zwischen 50 und 500 EW-Ausbau) und 2 (Kläranlagen zwischen 500 und 1.000 EW-Ausbau) sind beim ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis sowohl in Bezug auf die Anzahl als auch auf die Ausbaukapazität von untergeordneter Bedeutung.

2.2 ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis in der Zeitreihe

Beim Vergleich des Erfüllungsgrades der 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser für Anlagen > 50.000 EW in der Zeitreihe (siehe Tab. 2) muss zunächst festgehalten werden, dass seit dem Betriebsjahr 2014 nur kommunale Kläranlagen berücksichtigt werden. 2021 wurden inklusive Südtirol 830 Anlagen mit einer summierten Ausbaupkapazität von rund 22,3 Mio. Einwohnerwerten erfasst. Von diesen erfüllten 2021 hinsichtlich der zulässigen Restkonzentration an BSB₅ im Ablauf (= 15 mg/l) 99,0 % der Kläranlagen mit insgesamt 22,2 Mio. EW die Vorgaben. Noch höher lag der Erfüllungsgrad beim CSB, dessen Ablaufgrenzwert von 75 mg/l von 99,5 % der Kläranlagen mit insgesamt 22,2 Mio. EW eingehalten wurde.

Tab. 2 Erfüllungsgrad der Anforderungen in % der Anlagen bzw. Mio. EW (kommunale Anlagen in Österreich und in Südtirol)

Jahr	2017	2018	2019	2020	2021
Teilnehmer (Anzahl)	843	822	828	824	830
Teilnehmer (Mio. EW)	21,8	22,3	22,2	22,0	22,3
BSB ₅ (%)	98,8	98,6	99,4	98,6	99,0
BSB ₅ (Mio. EW)	21,7	22,2	22,1	21,9	22,2
CSB (%)	99,5	99,4	99,9	99,9	99,5
CSB (Mio. EW)	21,7	22,1	22,1	21,9	22,2
NH ₄ -N (%)	97,4	97,5	97,6	97,8	97,7
NH ₄ -N (Mio. EW)	21,6	21,8	22,0	21,7	22,2
GesN (%)	87,6	90,0	87,8	90,0	90,1
GesN (Mio. EW)	20,1	20,7	20,5	19,8	20,3
GesP (%)	80,8	82,1	84,0	86,1	85,0
GesP (Mio. EW)	20,8	21,4	21,5	21,3	21,8

Der Ammonium-Grenzwert von 5 mg/l wurde von 97,7 % der Anlagen mit insgesamt 22,2 Mio. EW eingehalten. Die geforderte Stickstoffentfernung von 70 % wurde von 90,1 % mit insgesamt 20,3 Mio. EW erbracht. Beim Phosphorgrenzwert lagen 85,0 % der teilnehmenden kommunalen Kläranlagen mit insgesamt 21,8 Mio. EW unter dem geforderten Grenzwert von 1 mg/l.

Hinzugefügt werden muss, dass eine Phosphorentfernung erst ab einem Bemessungswert von 1.000 EW und eine Stickstoffentfernung erst ab einem Bemessungswert von 5.000 EW laut 1. AEV für kommunales Abwasser erforderlich ist, was jedoch bei der geringen Anzahl an Teilnehmern dieser Größengruppen von untergeordneter Bedeutung sein wird. Der Einfachheit halber wurde bei dieser Betrachtung jeweils auf die Grenzwerte für Anlagen der Kategorie > 50.000 EW lt. Emissionsverordnung Bezug genommen.

Tab. 3 ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis Rückblick 2019 – 2021 für Österreich und Südtirol (kommunale ARAs + industrielle Direkteinleiter)

Jahr	Österreich			Südtirol		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Ausbaugröße ¹⁾ (Mio. EW)	22,98	23,56	24,72	2,05	2,00	2,04
Abwassermenge (Mio. m ³ /d)	3,11	2,92	3,03	0,20	0,19	0,20
BSB ₅ (mg/l)	4,3	4,3	4,5	6,1	5,3	6,0
CSB (mg/l)	36,5	33,2	36,9	28,5	25,1	26,0
NH ₄ -N (mg/l)	1,0	1,0	1,1	1,8	1,6	1,7
NO ₃ -N (mg/l)	6,2	6,1	6,3	4,8	5,0	4,8
Ges-N (mg/l)	8,9	9,0	9,1	8,6	8,1	7,9
Ges-P (mg/l)	0,56	0,55	0,52	0,91	0,92	0,64
LW	1,50	1,45	1,49	1,85	1,79	1,52
a _C	0,99	0,97	0,96	0,83	0,88	0,80
a _N	1,16	1,17	1,22	1,03	1,15	1,11
η-N (%)	81,7	81,4	80,4	83,9	83,0	84,0
Energieverbrauch (kWh/EW/a)	26,8	27,1	28,2	32,2	35,1	26,6

¹⁾ Summe EW-Ausbau jener Anlagen, von denen Tagesabwassermengen angegeben wurden

Tab. 3 können die Auswertungen auf Basis frachtgewichteter Ablaufkonzentrationen und die daraus resultierenden Leistungskennwerte (LW) sowie Verdünnungsfaktoren a_C bzw. a_N der vergangenen drei Jahre für Österreich und für Südtirol entnommen werden. Hieraus ist ersichtlich, dass die ausgewiesenen Ablaufkonzentrationen und Kennzahlen in den vergangenen drei Jahren nur geringfügigen Schwankungen unterliegen.

Die langfristige Entwicklung des Leistungskennwertes seit 1993 kann Abb. 4 entnommen werden. In der Abbildung wurde einerseits der Leistungskennwert aller KAN-Teilnehmer (ohne Indirekteinleiter) und andererseits der Leistungskennwert nur der kommunalen österreichischen Kläranlagen seit 2008 dargestellt. Der Leistungskennwert liegt für alle KAN-Teilnehmer mit 1,49 etwas über und für die kommunalen österreichischen Kläranlagen mit 1,44 genau auf dem Niveau des Vorjahres (die entsprechenden Vorjahreswerte lagen bei 1,47 für alle KAN-Teilnehmer und 1,44 für die kommunalen österreichischen Kläranlagen).

Wie Abb. 4 entnommen werden kann, hat sich der Leistungskennwert von 1993 bis 2008 deutlich verringert, was die positive Entwicklung der Ablaufwerte der österreichischen Kläranlagen in diesen Jahren dokumentiert. Aufgrund des hohen Standards der Abwasserreinigung liegt der Leistungskennwert aller kommunalen österreichischen Kläranlagen (ohne Südtirol) seit 2009 zwischen 1,4 und 1,6. Eine weitere Reduktion ist, bei gleichbleibender gesetzlicher Lage, nicht zu erwarten.

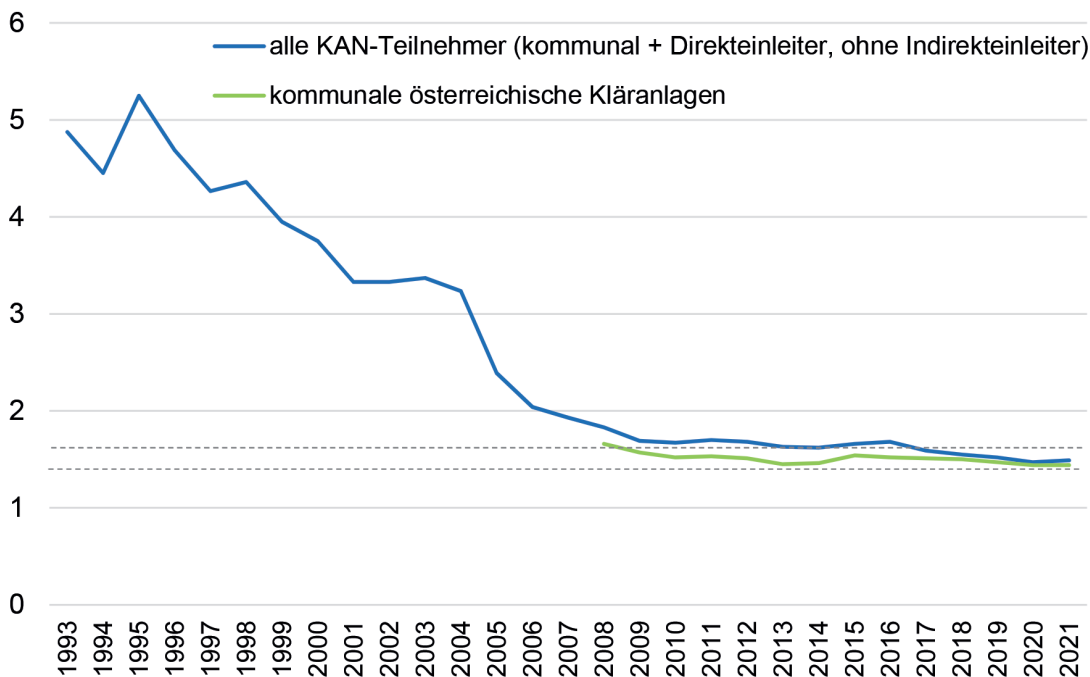


Abb. 4 Entwicklung des Leistungskennwertes

Die Auswertung der kommunalen österreichischen Kläranlagendaten auf Basis der frachtgewichteten Mittelwerte ergab für CSB, BSB₅ und Gesamtstickstoff folgende Wirkungsgrade:

	2017	2018	2019	2020	2021
η – BSB ₅	98,6 %	98,7 %	98,7 %	98,7 %	98,6 %
η – CSB	95,3 %	95,0 %	94,9 %	95,0 %	95,1 %
η – Ges. P	92,1 %	92,0 %	92,0 %	92,2 %	92,4 %
η – Ges. N	81,1 %	81,7 %	81,6 %	81,8 %	80,9 %

Österreich erfüllt damit auch die Vorgaben der EU für empfindliche Gebiete, bei denen Mindesteliminationsraten für Stickstoff und Phosphor von 75 % gefordert sind.

Aus Abb. 5 kann die Entwicklung der Wirkungsgrade seit 2006 abgelesen werden. Daraus ist ersichtlich, dass der Wirkungsgrad für den CSB seit 2014 bei rund 95 % und der Wirkungsgrad für den Gesamtstickstoff seit 2014 über 80 % liegt. Seit 2017 wird auch die P-Zulaufkonzentration abgefragt, weshalb seither auch bei diesem Parameter ein Wirkungsgrad berechnet werden kann. Dieser lag in den vergangenen fünf Jahren konstant bei bzw. über 92 %.

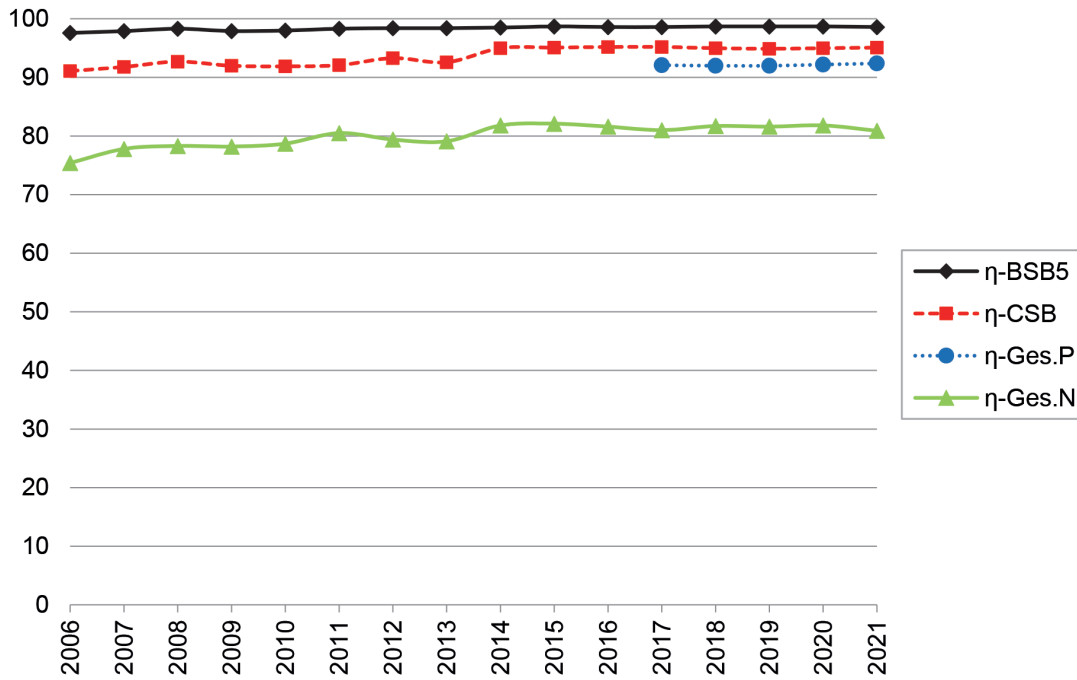


Abb. 5 Entwicklung der Wirkungsgrade

2.3 Vergleich der statistischen Auswertemethoden

In Tab. 4 wird ein Vergleich der drei möglichen statistischen Auswertemethoden für die Datenbasis kommunaler Kläranlagen von Österreich und Südtirol gezeigt.

In der Spalte „Summenhäufigkeit 50%-Wert“ wird aus allen angegebenen Werten jener Wert berechnet, bei dem gleich viele Werte größer bzw. kleiner als dieser Wert sind. Diese Berechnungsmethode ergibt – abgesehen von der Phosphorkonzentration – die besten Werte.

Die Spalte Mittelwert zeigt das arithmetische Mittel, also die Summe dividiert durch die Anzahl der Werte. Das arithmetische Mittel wird speziell bei den Nährstoffparametern von den vielen kleineren Kläranlagen maßgeblich beeinflusst, für die geringere Anforderungen in diesem Bereich gelten.

Beim frachtgewichteten Mittelwert wird die Summe der Jahresfrachten aller Teilnehmer durch die Summe der Wassermengen aller Teilnehmer dividiert. Dies bedeutet, dass beispielsweise die Ablaufkonzentration einer großen Kläranlage bei der Mittelwertbildung mehr Gewicht hat als jene einer kleinen Kläranlage. Für einen Vergleich von Regionen bzw. für eine Aussage in Bezug auf den Umwelteinfluss ist der frachtgewichtete Mittelwert am aussagekräftigsten.

Tab. 4 ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis 2021; Vergleich 50%-Wert mit Mittelwerten (Österreich kommunal + Südtirol kommunal)

		Summenhäufigkeit 50%-Wert	Mittelwert (arithmetisch)	Mittelwert (frachtgewichtet)
BSB ₅	mg/l	4,0	4,6	4,5
CSB	mg/l	22,0	23,6	29,3
NH ₄ -N	mg/l	0,7	1,2	1,2
NO ₃ -N	mg/l	3,8	5,8	6,4
Ges-N	mg/l	6,4	8,4	9,2
Ges-P	mg/l	0,58	0,75	0,54
LW	–	1,28	1,54	1,45
a _C	–	1,04	1,16	1,01
a _N	–	1,07	1,40	1,2
N-Entfernung	%	87,3	78,7	80,2
Energieverbrauch	kWh/EW/a	45,3	56,5	28,0

2.4 Vergleich Industrie- und kommunale Kläranlagen

Laut einer Erhebung durch den Autor im Jahr 2019 bei den Ämtern der Landesregierungen gibt es in Österreich rund 44 Industrie- und Gewerbebetriebe, die als Direkteinleiter Kläranlagen mit rund 10,15 Mio. Einwohnergleichwerten betreiben. 28 Direkteinleiter mit einer Kapazität von rund 7,4 Mio. Einwohnergleichwerten sind grundsätzlich bei den ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften beteiligt, davon haben im Jahr 2021 etwa zwei Drittel (19 Kläranlagen) Daten geliefert. Diese repräsentieren eine Ausbaupkapazität von rund 4,5 Mio. EGW.

Zusätzlich sind 10 Indirekteinleiter mit einer Kapazität von 0,9 Mio. EGW Teilnehmer der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften gemeldet, von diesen hat 2021 jedoch nur eine Anlage mit einer Kapazität von rund 9.000 EGW Daten geliefert.

Stellt man den CSB-Zulauf kommunaler Kläranlagen jenem Anteil industrieller und gewerblicher Kläranlagen (Direkteinleiter) gegenüber, so sind 2021 rund 15,9 % des gesamten CSB-Zulaufs den nicht kommunalen Kläranlagen zuzuordnen. Deutlich geringer ist dieser Anteil mit 4,9 % beim Gesamtstickstoff.

Tab. 5 Frachten und Abbauraten 2021 nach Abwasserart

	CSB [t/d]			Stickstoff [t/d]		
	Zulauf	Ablauf	Abbau	Zulauf	Ablauf	Abbau
Kommunale ARAs	1.857	88	1.768	137,4	25,4	112,0
Industrie- und Gewerbe-ARAs	352	29	324	7,1	1,0	6,1
Summe ARAs	2.209	117	2.092	144,5	26,4	118,1

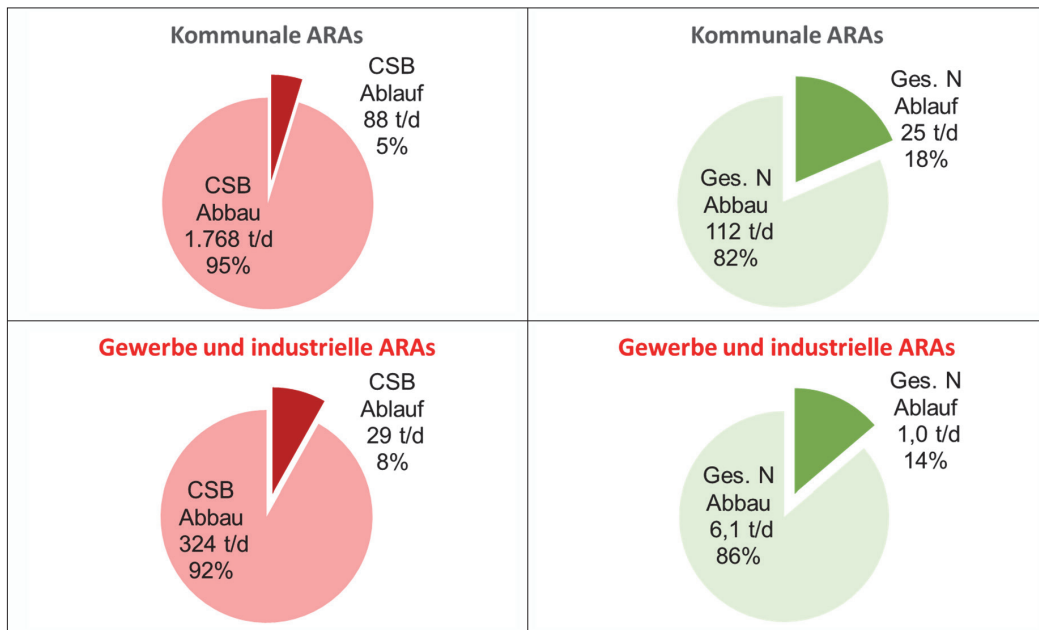


Abb. 6 Frachten und Abbauraten 2021 nach Abwasserart

2.5 Auswertungen elektrische Energie

Seit dem Betriebsjahr 2007 werden für die Beurteilung der energetischen Situation der Kläranlagen zusätzlich zur Wassermenge und den Zu- und Ablaufkonzentrationen folgende Parameter erhoben:

- Gesamter Stromverbrauch der Kläranlage [kWh/a],
- Eigenstromabdeckung [%] und
- Faulgasanfall [m³/a].

Der gesamte elektrische Energieverbrauch wurde heuer von insgesamt 802 Kläranlagen angegeben. Die Summe des elektrischen Energieverbrauches dieser 802 Kläranlagen betrug 497 GWh/a. Im Vorjahr (Betriebsjahr 2020) wurde von 805 Kläranlagen der Energieverbrauch gemeldet, die errechnete Summe war mit 473 GWh/a etwas niedriger. Betrachtet man nur die kommunalen Kläranlagen so kommt man auf 785 Kläranlagen mit einem Verbrauch von 410 GWh/a. Im Vorjahr gaben 791 kommunale Kläranlagen einen Gesamtenergieverbrauch von 419 GWh/a an.

Von 728 kommunalen Kläranlagen wurden zusätzlich zum Energieverbrauch auch die CSB-Zulaufkonzentration und die Tagesabwassermenge angegeben, sodass der spezifische Energieverbrauch in kWh/EW₁₂₀/a berechnet werden konnte (Abb.7).

Der spezifische Energieverbrauch einer Kläranlage ist neben der Größengruppe vor allem von der Art der Schlammstabilisierung abhängig. Abb. 7 zeigt daher den spezifischen Energieverbrauch einerseits gruppiert nach Größengruppen und andererseits unterteilt in Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung bzw. Kläranlagen mit mesophiler Schlammfäulung.

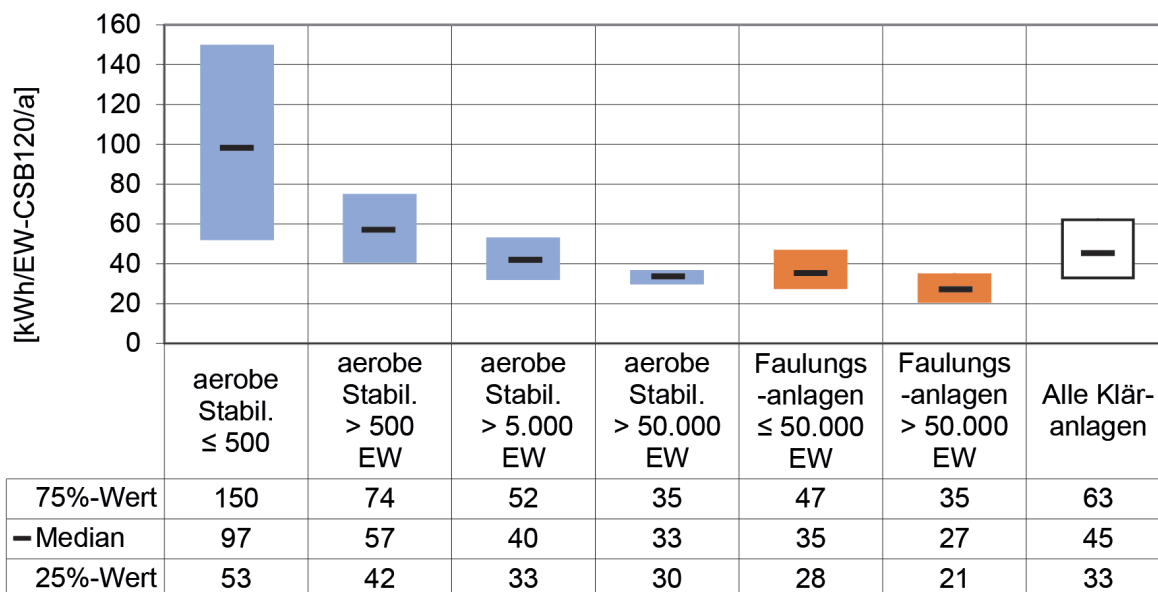


Abb. 7 Spezifischer Energieverbrauch aller kommunalen Kläranlagen größer 50 EW-Ausbau

Bei Kläranlagen mit aerober Schlammstabilisierung müsste systembedingt mit einem Energiemehrbedarf von mindestens 10 kWh/EW₁₂₀/a gerechnet werden. Auffällig ist, dass sich im Betriebsjahr 2021 der mittlere spezifische Energieverbrauch von Kläranlagen mit aerober Schlammstabilisierung > 50.000 EW Ausbau, aber auch jener der Gruppe > 5.000 EW Ausbau um nur 5 bzw. 6 kWh/EW₁₂₀/a höher liegen wie der mittlere spezifische Energieverbrauch von Kläranlagen der gleichen Größengruppe mit Faulung.

Mithilfe der angegebenen Eigenstromabdeckung konnte abgeschätzt werden, wie viel elektrische Energie insgesamt produziert werden konnte. Im Betriebsjahr 2021 haben insgesamt mehr Kläranlagen am ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis teilgenommen als im Vorjahr, ebenso ist auch die Anzahl der erfassten kommunalen Kläranlagen mit Eigenstromerzeugung gestiegen. Insgesamt haben 367 Kläranlagen Angaben zur Eigenstromerzeugung gemacht, woraus 258 GWh/a an Eigenstromerzeugung berechnet werden konnten. Im Vorjahr (Betriebsjahr 2020) meldeten 343 Kläranlagen 177 GWh/a an Eigenstromerzeugung.

Der Faulgasanfall wurde von 159 kommunalen Kläranlagen gemeldet, welche im Betriebsjahr 2021 in Summe rund 105 Mio. m³ Faulgas produziert haben. Im Vorjahr meldeten 158 Kläranlagen in Summe 86 Mio. m³ Faulgas. Hinzugefügt werden muss, dass sowohl die gestiegene Eigenstromerzeugung als auch der deutlich höhere Gasanfall damit zusammenhängen, dass die Faulung der Hauptkläranlage Wien 2021 ganzjährig in Betrieb war. In der Abb. 8 wurde der spezifische Faulgasanfall des Betriebsjahres 2021 in Liter je Einwohnerwert und Tag der Eigenstromerzeugung gegenübergestellt. Grün eingezeichnet wurde in dieser Abbildung zusätzlich ein Erwartungsbereich, der beim spezifischen Faulgasanfall mit 15 bis 30 l/EW₁₂₀/d und bei der Eigenstromabdeckung zwischen 50 und 100 % angenommen wurde.

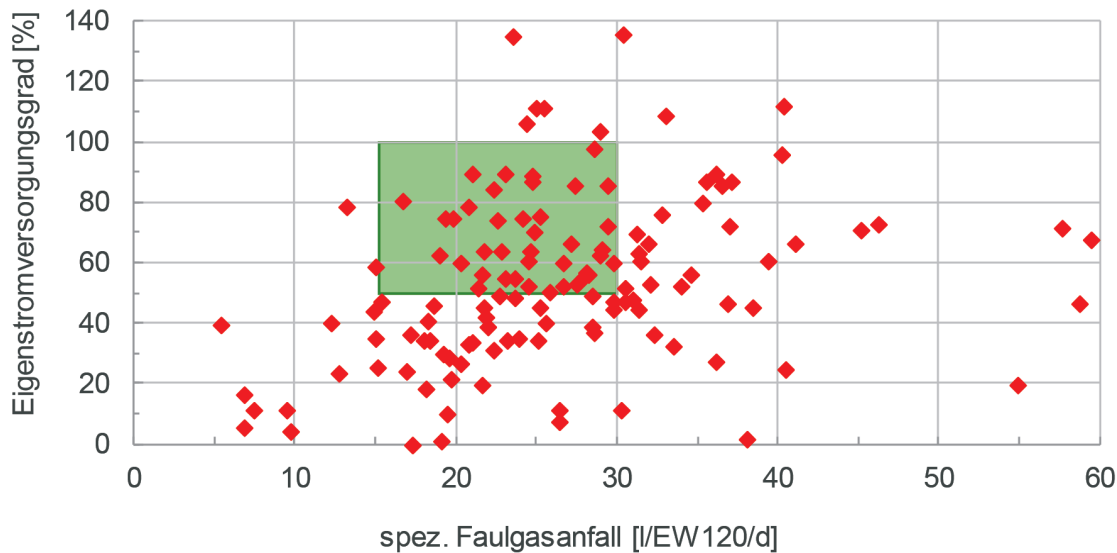


Abb. 8 Spez. Faulgasanfall und Eigenstromversorgung

3 SCHLAMMANFALL UND -VERWERTUNG – ABSOLUTE UND SPEZIFISCHE WERTE (SCHWERPUNKTAUSWERTUNG 2021)

In diesem Kapitel werden auf Vorschlag des ÖWAV-Arbeitsausschusses „Kläranlagenbetrieb“ detaillierte Auswertungen zu Schlammanfall und -verwertung im Zustandsbericht der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften durchgeführt. Der Zustandsbericht steht allen KAN-Teilnehmern als eigenes Modul im Kläranlagenportal (KAPO) zur Verfügung. Die KAN-Teilnehmer sind jährlich gebeten, nicht nur die für den Leistungsnachweis erforderlichen Daten in das KAPO einzupflegen, sondern auch alle für den Zustandsbericht erforderlichen Betriebsdaten in das Portal zu übernehmen bzw. einzugeben.

Für die Schwerpunktauswertung zum Betriebsjahr 2021 wurden die spezifischen Schlammfrachten der Überschussschlämme, der Faulschlämme bzw. – bei getrennt aerob stabilisierenden Anlagen – der Aerobschlämme sowie die Zu- und Abauffrachten der Schlammmentwässerung ausgewertet.

Im Kapitel 3.2 wurde versucht, je Bundesland eine Bilanz der Trockensubstanzfrachten um die Schlammmentwässerung inklusive Schlammmentsorgung zu erstellen. Zusätzlich wurden für Kläranlagen mit Faulung die TS-Frachten des Faulschlammes, die Zu- und Abauffrachten der Schlammmentwässerung und die entsorgte TS-Fracht je Bundesland gegenübergestellt. Da sich bei Kläranlagen mit Faulung die TS-Frachten nach dem Faulturm nicht mehr ändern (abgesehen von Kalkzugaben und Fremdschlammübernahmen), sollten hier je Kläranlage – und auch aggregiert je Bundesland – ähnliche Summen der TS-Frachten ermittelt werden.

Im Kapitel 3.3 wurden für jene 263 Kläranlagen, die im KAPO zur Schlammverwertung plausible Angaben getätigt haben, die Daten ausgewertet. Insgesamt wurden 66.688 t TS/a zu mindestens einem der sieben Entsorgungspfade zugeordnet, weshalb eine Auswertung nach Entsorgungspfad und Bundesland vorgenommen werden konnte. Repräsentative Aussagen zu den Entsorgungspfaden können auf Basis dieser Auswertungen jedoch nur für die Bundesländer

Tirol, Salzburg und Burgenland gemacht werden. Verglichen mit dem Gesamtaufkommen je Bundesland (Quelle: Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2022) wurden von Kläranlagen dieser drei Bundesländer zu mehr als 50 % der TS-Frachten Angaben im KAPO eingetragen.

3.1 Einwohnerwertspezifischer Schlammanfall

Einen einwohnerwertspezifischen Schlammanfall kann man für jene Kläranlagen berechnen, welche sowohl Angaben zur TS-Konzentration, zur jeweiligen Schlammmenge und zu den CSB-Zulauffrachten in KAPO eingetragen haben. Eine spez. TS-Fracht des Überschussschlammes (ÜSS) kann grundsätzlich für 229 Kläranlagen berechnet werden, jedoch muss hinzugefügt werden, dass rund 30 % aller Werte als nicht plausibel eingestuft und daher ausgeschieden werden mussten. Als plausibel wurden nur spezifische TS-Frachten zwischen 25 und 90 gTS/EW₁₂₀/d gewertet. In allen anderen Fällen muss davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Basisdaten nicht korrekt in KAPO eingetragen wurde.

Wie Abb. 9 entnommen werden kann, beträgt der Medianwert aller plausiblen spez. TS-Frachten des Überschussschlammes 44 g/EW₁₂₀/d. Der Medianwert der spez. TS-Frachten des Überschussschlammes von 63 Faulungsanlagen liegt mit 37 g/EW₁₂₀/d doch deutlich darunter. Noch niedriger liegt die spez. TS-Fracht des Überschussschlammes aus SBR-Anlagen, wobei hier jedoch nur 16 plausible Werte zugrunde liegen.

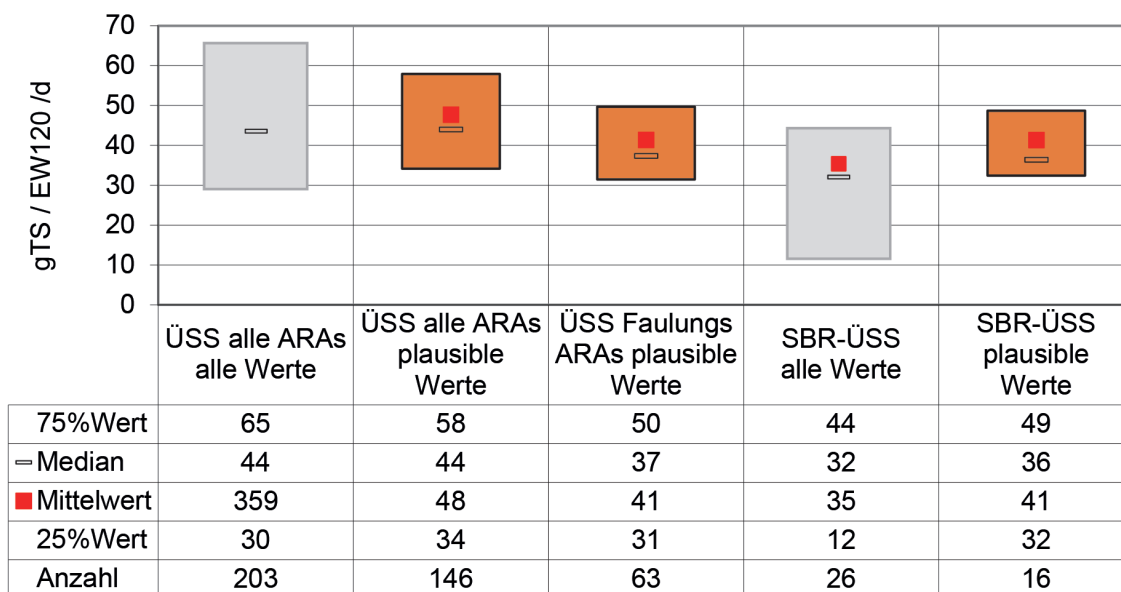


Abb. 9 Einwohnerwertspezifische TS-Frachten des Überschussschlammes

Erläuterung Boxchart:

Die farbige Box zeigt jeweils den Bereich an, innerhalb dessen 50 % der untersuchten Werte liegen. Als 25%-Perzentil wird jener Wert bezeichnet, unter dem 25 % der nach der Größe geordneten Werte liegen. In der Grafik liegen diese Werte unterhalb der farbigen Box. Über dem 75%-Perzentil befindet sich ein Viertel der untersuchten Werte, die dann oberhalb der farbigen Box liegen. Der mittlere aller untersuchten Werte wird als Medianwert bezeichnet und ist in der Grafik als Strich innerhalb des farbigen Bereiches der Box dargestellt.

Auch die Berechnung der spez. TS- und oTS-Frachten der stabilisierten Schlämme, also des Faulschlammes bzw. nach getrennter aerober Stabilisierung wurde sowohl für alle Werte als auch eingeschränkt auf plausible Werte durchgeführt. Wie der Abb. 10 entnommen werden kann, mussten bei den stabilisierten Schlämmen deutlich weniger Werte (rund 14 %) als nicht plausibel eingestuft und daher ausgeschieden werden. Beim Faulschlamm wurde von den plausiblen Werten zusätzlich die spezifische organische Trockensubstanzfracht (oTS) berechnet. Der Medianwert der spez. TS-Fracht des Faulschlammes von 90 Faulungsanlagen liegt bei 38 g/EW₁₂₀/d und jener der oTS-Fracht bei 23 g/EW₁₂₀/d. Die TS-Fracht des aerob stabilisierten Schlammes liegt mit 43 g/EW₁₂₀/d erwartungsgemäß etwas höher. Hier liegen jedoch Werte von nur 4 Anlagen zugrunde.

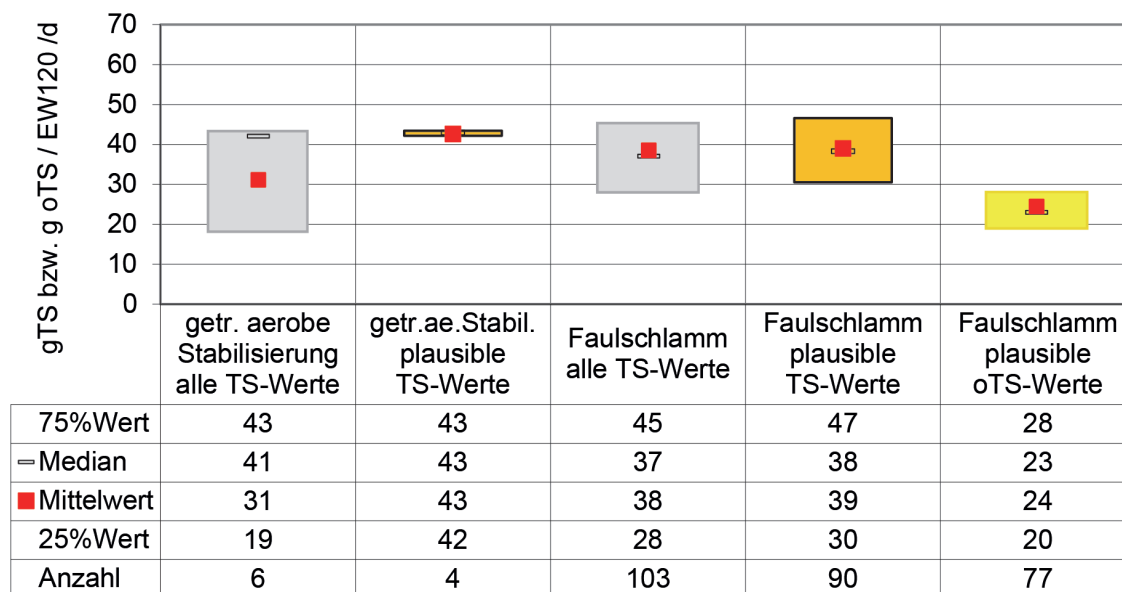


Abb. 10 spez. TS- und oTS-Frachten des stabilisierten Schlammes

Die im Zu- und Ablauf der Schlammmentwässerungsmaschine (SEM) berechneten spezifischen Schlammfrachten sind in Abb. 11 dargestellt. Auch hier wurden einerseits alle berechneten Werte dargestellt und andererseits nur die als plausibel eingestuften Basisdaten ausgewertet. Dabei zeigt sich, dass sowohl im Zulauf als auch im Ablauf der Schlammmentwässerung rund 20 % der berechneten spez. TS-Frachten außerhalb des ohnehin sehr weit gewählten Bereiches von 25 bis 90 gTS/EW₁₂₀/d lagen.

Berücksichtigt man nur die als plausibel eingestuften spez. TS-Frachten, so kommt man im Zulauf zur Schlammmentwässerung auf 160 Werte mit einem Medianwert von 42 g/EW₁₂₀/d und im Ablauf der Schlammmentwässerung auf 153 Werte mit einem Medianwert von 41 g/EW₁₂₀/d. Auch die 25- und 75%-Werte im Zu- und Ablauf der Schlammmentwässerung sind nahezu ident, was auch so zu erwarten ist.

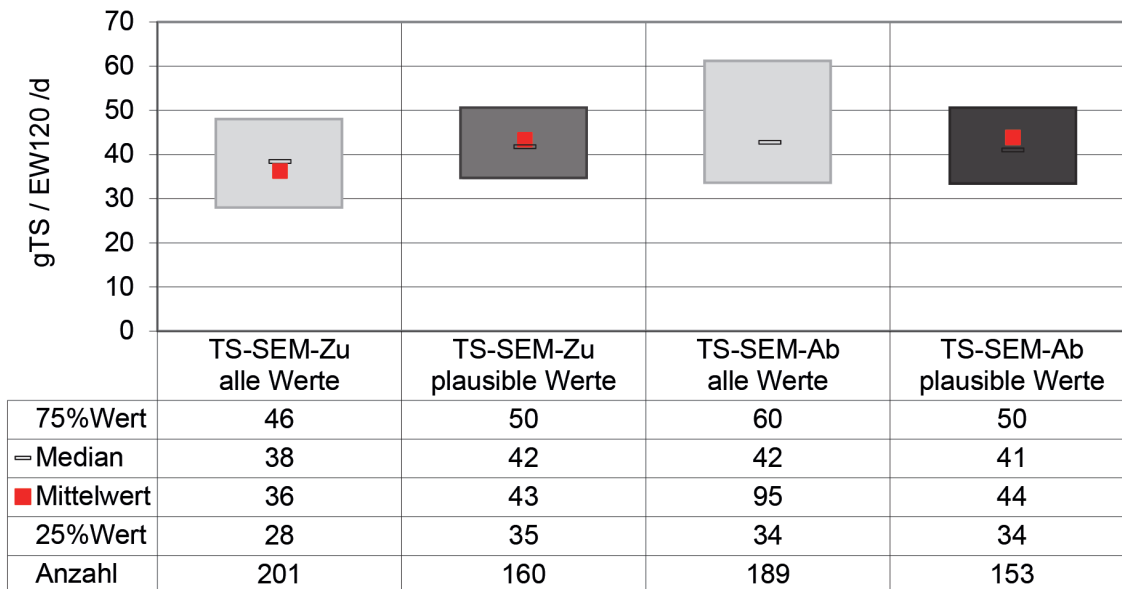


Abb. 11 spez. TS-Frachten vor und nach der Schlammentwässerung

3.2 Absolute Schlammanfälle

Bei der Auswertung der absoluten Schlammfrachten wurden für alle Kläranlagen, bei denen sowohl die TS-Frachten im Zu- und Ablauf der Schlammentwässerungsmaschine (SEM) als auch die TS-Frachten des entsorgten Schlammes im KAPO angegeben wurden, die in Abb. 12 angegebenen TS-Frachten je Bundesland berechnet.

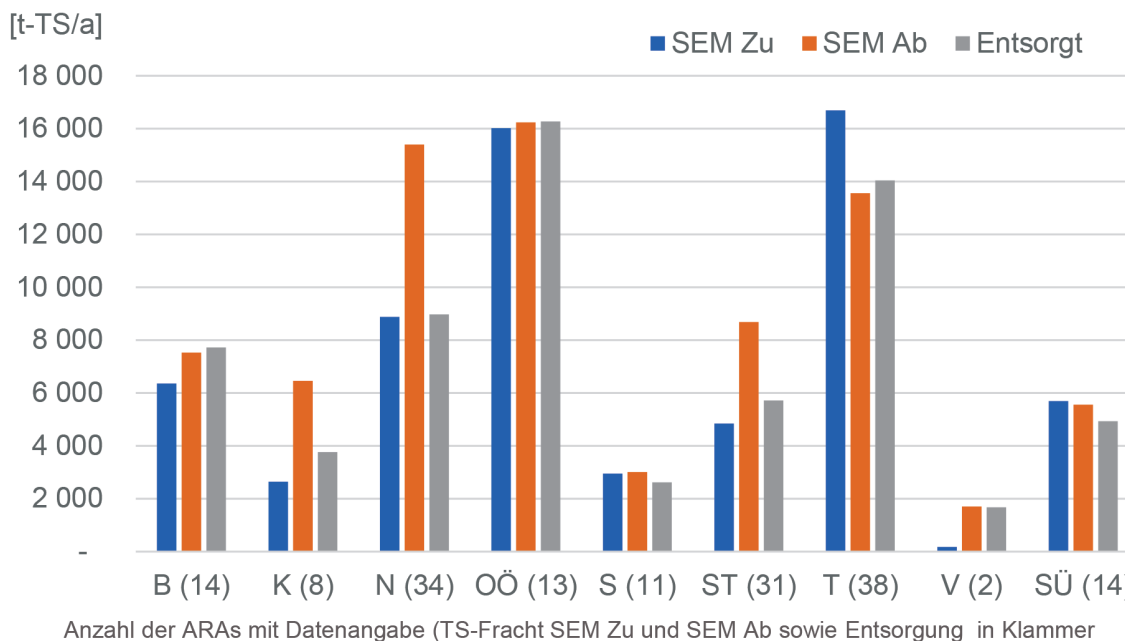


Abb. 12 TS-Frachten je Bundesland (164 ARAs mit Daten in KAPO)

Es wurde zusätzlich für 85 Faulungsanlagen, bei denen die TS-Frachten für Faulschlamm, SEM-Zu, SEM-Ab und entsorgten Schlamm angegeben wurden, die Summe der TS-Frachten je Bundesland berechnet und in Abb. 13 gegenübergestellt.

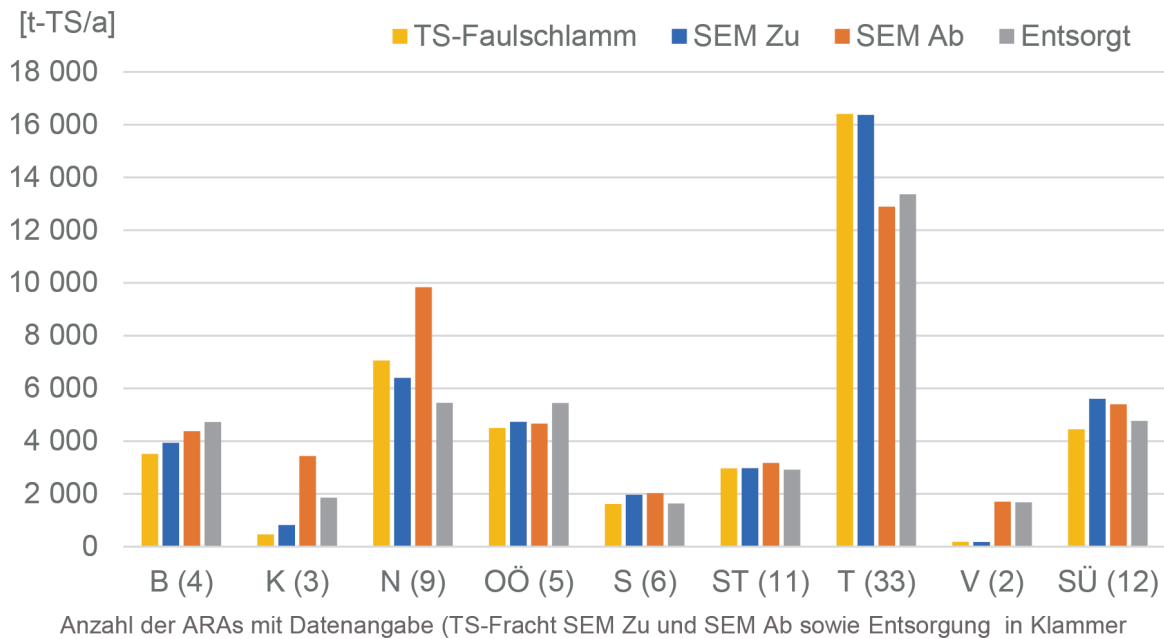


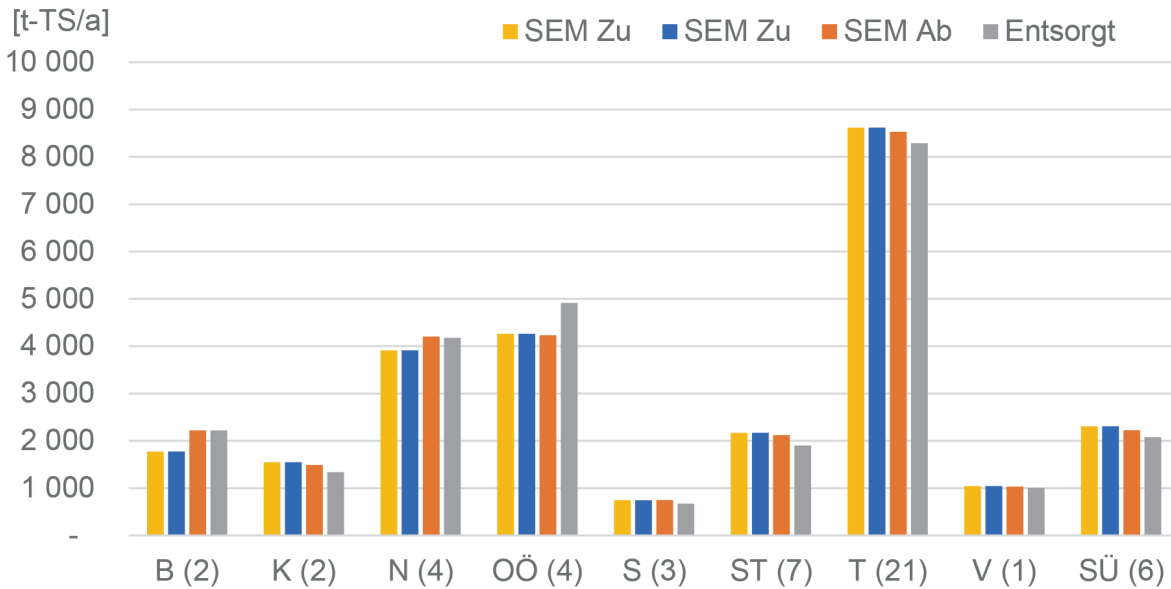
Abb. 13 TS-Frachten von 85 Faulungsanlagen je Bundesland

Bei korrekter Datenlage kann davon ausgegangen werden, dass sich die TS-Fracht je Kläranlage, aber auch die Summe der TS-Frachten z.B. je Bundesland, nach der Faulung nicht mehr ändern. Bei einer Entwässerung mit Kalk können die entwässerten und die entsorgten TS-Frachten höher sein als die Faulschlammfrachten und die auf die Entwässerung aufgegebenen TS-Frachten.

Wie die Abb. 12 und 13 zeigen, weisen die drei bzw. vier berechneten TS-Frachtsummen von Faulschlamm, SEM-Zu, SEM-Ab und entsorgter TS-Fracht in allen Bundesländern doch recht deutliche Unterschiede auf. Daraus muss geschlossen werden – und das haben auch die Auswertungen im vorangegangenen Kapitel gezeigt –, dass die im KAPO eingegebenen Daten nicht ungeprüft ausgewertet werden können.

Am Beispiel der Faulungsanlagen wurden die TS-Konzentrationen des Faulschlammes, der SEM-Zu und SEM-Ab auf Plausibilität geprüft und dort, wo es sich eindeutig um Einheitenfehler handelte, in der Auswertedatei (nicht im KAPO) auch korrigiert. Löscht man zusätzlich Anlagen mit unplausiblen Werten (speziell TS-Fracht außerhalb von 25 bis 90 g/EW₁₂₀/d) so verbleiben Werte von 50 Faulungsanlagen, von denen die TS-Frachten vom Faulschlamm, vom Zu- und Ablauf der Schlammentwässerung und vom entsorgten Schlamm berechnet werden konnten. Wie der folgenden Abb. 14 entnommen werden kann, ergeben dann die TS-Frachtsummen der vier berechneten Frachten bei allen Bundesländern annähernd gleiche Werte.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit den im KAPO eingetragenen Daten grundsätzlich sehr informative Aussagen getätigt werden könnten. Voraussetzung dafür ist jedoch eine plausible und möglichst vollständige Datenlage. Beides ist leider bei den TS-Frachten nicht generell gegeben. Bei der Eingabe von Werten, die nicht zur abgefragten Einheit passen, können Daten von nur einer Anlage zu falschen Ergebnissen für Gesamtösterreich führen.

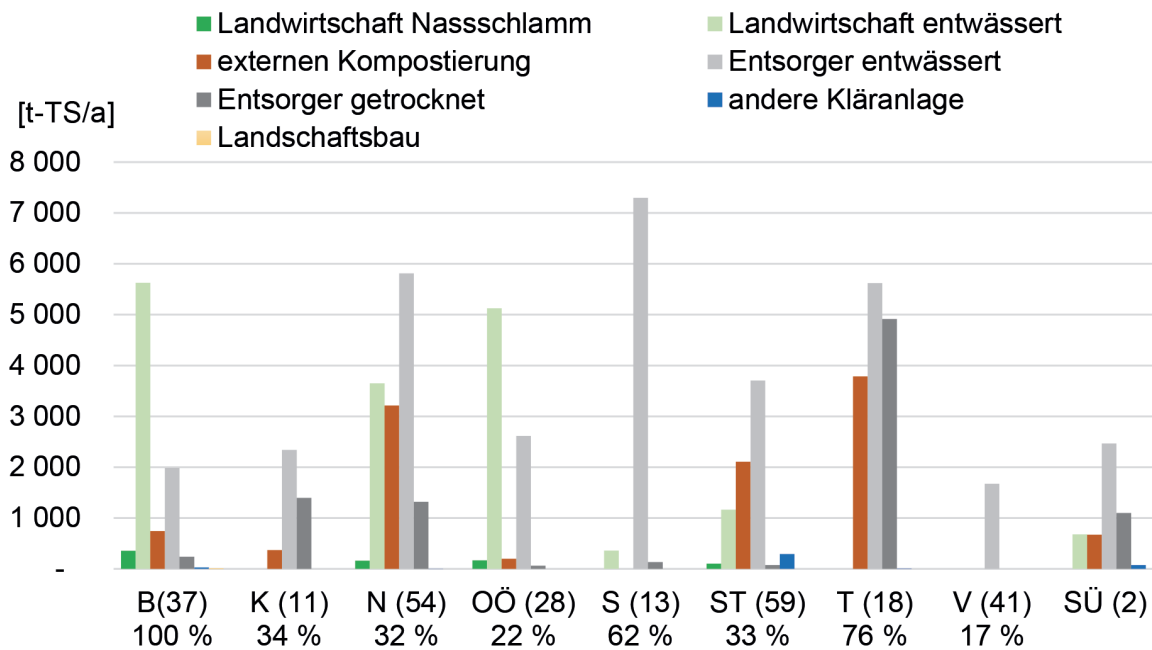


Anzahl der ARAs mit Datenangabe (TS-Fracht SEM Zu und SEM Ab sowie Entsorgung in Klammer)

Abb. 14 TS-Frachten von 50 Faulungsanlagen mit plausibler Datenlage

3.3 Schlammverwertung

Insgesamt wurden für 66.688 t TS/a im KAPO Angaben zum Entsorgungspfad gemacht. Verglichen mit dem Gesamtklärschlammaufkommen in Österreich (Quelle: Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2022) entspricht dies 27 % (ohne Südtirol) der Klärschlammfracht. Für diese Auswertung wurden unplausibel hohe TS-Frachten gelöscht. Die Angaben der verbliebenen 263 Kläranlagen wurden je Entsorgungspfad summiert und in Bundesländern gruppiert in Abb. 15 dargestellt.



Anzahl der ARAs mit Datenangabe in Klammer; Prozentzahl: Angaben in KAPO im Verhältnis zum Gesamtanfall* je Bundesland (*Quelle: Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2022)

Abb. 15 TS-Fracht je Entsorgungspfad (263 ARAs mit Daten im KAPO)

Repräsentative Aussagen aufgrund der Vollständigkeit der im KAPO erfassten Daten liegen für das Burgenland vor, in dem 100 % des anfallenden Klärschlammes (Quelle: Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2022) im KAPO erfasst und auf die Entsorgungspfade aufgeteilt wurde. Repräsentative Aussagen zu den Entsorgungspfaden können aber auch für die Bundesländer Tirol (76 %) und Salzburg (62 %) gemacht werden, in denen ebenfalls ein sehr hoher Anteil des Gesamtklärschlammaufkommens im KAPO erfasst ist. Während in Salzburg fast der gesamte Klärschlamm entwässert mittels Entsorger in die Verbrennung geliefert wird, werden in Tirol rund 3.800 t TS in externen Kompostierungen, 4.900 t TS getrockneter Klärschlamm an Entsorger und 5.600 t TS als entwässerter Klärschlamm an Entsorger übergeben. In den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich und Steiermark wird nur rund ein Drittel des anfallenden Klärschlammes im KAPO erfasst. Oberösterreich liegt mit einem Erfassungsgrad im KAPO bei 22 % und Vorarlberg bei nur 17 % der gesamten im Bundesland anfallenden Klärschlamm-trockenmasse.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Auswertungen des 29. Leistungsnachweises der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften haben auf Basis der Zahlen des Betriebsjahres 2021 folgende Ergebnisse geliefert: Es waren 941 kommunale Kläranlagen (davon 31 Kläranlagen aus Südtirol) als Teilnehmer an den ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften angemeldet, davon haben 830 Kläranlagen auch tatsächlich Daten geliefert. Die Anzahl der erfassten Kläranlagen ist im Vergleich zum Vorjahr geringfügig gestiegen und ist mit 22,3 Mio. kommunalen Einwohnerwerten repräsentativ für ganz Österreich.

Die Anforderungen an die 1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser und die EU-Richtlinie 91/271/EWG konnten bezogen auf die frachtgewichteten Mittelwerte bei allen Parametern erfüllt werden. Der Leistungskennwert konnte unverändert auf niedrigem Niveau gehalten werden, sowohl für alle KAN-Teilnehmer in Österreich und in Südtirol (einschließlich industrielle bzw. gewerbliche Direkteinleiter) mit 1,49 als auch für die kommunalen österreichischen Kläranlagen mit 1,44.

Der Vergleich von Industrie- und Gewerbekläranlagen mit den kommunalen Kläranlagen hat gezeigt, dass von der gemeldeten gesamten CSB-Zulauffracht von 2.209 t rund 15,9 % den Industrie- und Gewerbekläranlagen zurechenbar sind. Von den täglich insgesamt rund 145 t Stickstoff im Zulauf der Kläranlagen wurden 4,9 % in Industrie- und Gewerbekläranlagen gereinigt. Hinzugefügt werden muss, dass der Erfassungsgrad bei den Gewerbe- und Industriekläranlagen (Direkteinleiter) mit 53 % deutlich geringer ist als jener der kommunalen Kläranlagen (hier: 88 % Teilnahme am Leistungsnachweis 2021 der ÖWAV-KAN).

Die Auswertung der Angaben zum elektrischen Energieverbrauch ergab, dass der von 802 Kläranlagen angegebene Gesamtenergieverbrauch in Summe 497 GWh/a betrug. Die Summe der angegebenen Faulgasmengen der kommunalen Kläranlagen ergab 159 Mio. m³ Faulgas, welches größtenteils für die Erzeugung der angegebenen 258 GWh/a an Eigenstrom eingesetzt wurde. Damit lag der Eigenstromanteil für alle Kläranlagen bei rund 52 % des Gesamtverbrauches.

Als Schwerpunktauswertung 2021 wurden auf Basis der im Kläranlagenportal (KAPO) eingetragenen Daten detaillierte Auswertungen zu Schlammanfall und -verwertung durchgeführt.

Es wurden die einwohnerwertspezifischen Schlammfrachten der Überschussschlämme, der stabilisierten Schlämme (Faulschlamm und getrennt aerob stabilisierter Schlamm) sowie der Schlämme im Zu- und Ablauf der Schlammentwässerung ermittelt. Für alle im KAPO angeführten Daten muss jedoch angemerkt werden, dass bei rund 15 bis 20 % der Kläranlagen von einer nicht plausiblen Datenlage ausgegangen werden muss. Vor einer automatisierten Datenauswertung muss daher eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden.

Die spezifische TS-Fracht des Überschussschlammes der 146 Kläranlagen mit plausibler Datenlage liegt im Median bei 44 gTS/EW₁₂₀/d. Die spez. TS-Fracht der Faulungsanlagen (63 ARAs) liegt mit 37 gTS/EW₁₂₀/d signifikant darunter und etwa in der gleichen Größenordnung (36 gTS/EW₁₂₀/d) wie die spez. TS-Fracht des Überschussschlammes der 16 SBR-Anlagen mit plausibler Datenlage.

Von 90 Kläranlagen mit Faulung lag die spezifische TS-Fracht des Faulschlammes bei einem Median von 38 gTS/EW₁₂₀/d. Von 4 Kläranlagen mit getrennter aerober Stabilisierung, lagen plausible Werte mit einem Median von 43 gTS/EW₁₂₀/d vor. Von den Faulungsanlagen gaben 77 Anlagen auch den organischen Anteil der TS-Fracht an, sodass ein Medianwert der spezifischen oTS-Fracht in der Höhe von 23 g oTS/EW₁₂₀/d ermittelt werden konnte. Im Zu- und Ablauf der Schlammentwässerung wurden 160 bzw. 153 plausible Werte angegeben, wobei erwartungsgemäß Medianwerte in der gleichen Größenordnung von 42 bzw. 41 gTS/EW₁₂₀/d berechnet wurden.

Bei der Auswertung der absoluten Schlammfrachten wurde versucht, Schlammbilanzen (Ablauf Faulung, Zu- und Ablauf SEM und entsorgte Schlammfrachten) je Bundesland zu erstellen. Voraussetzung dafür ist jedoch eine plausible und möglichst vollständige Datenlage. Diese ist, abgesehen von 50 Kläranlagen mit Faulung, bei den im KAPO eingetragenen Schlammfrachten nicht generell gegeben.

Angaben zum Entsorgungspfad wurden im KAPO für insgesamt 66.688 t TS/a gemacht. Der Erfassungsgrad ist im KAPO je Bundesland sehr unterschiedlich und liegt bezogen auf das österreichweite Klärschlammaufkommen bei rund 27 %. Repräsentative Aussagen zu den Entsorgungspfaden können für das Burgenland (100%ige Erfassung in KAPO), Salzburg (62 %) und Tirol (76 %) getroffen werden. Im Burgenland werden 5.600 t TS entwässert in die Landwirtschaft (63 %) gebracht und 2.000 t TS entwässert an Entsorger (22 %) übergeben. In Salzburg wird der gesamte entwässerte Klärschlamm mittels Entsorger in die Verbrennung geliefert. In Tirol werden rund 3.800 t TS in externen Kompostierungen (20 %), 4.900 t TS getrockneter Klärschlamm an Entsorger (26 %) und 5.600 t TS als entwässerter Klärschlamm an Entsorger (30 %) übergeben.

Korrespondenz an:

DI Dr. Stefan Lindtner

k2W Ingenieurbüro kaltesklareswasser

1020 Wien, Obere Augartenstraße 18/8/20

☎ +43 1 3339081 oder +43 664 4640695

✉ lindtner@k2w.at

TABELLEN

29. Leistungsnachweis der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften (Betriebsjahr 2021) (nur kommunale Kläranlagen)

ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis 2021

Bundesland	Ausbaugröße EW	Energie kWh/EW.a	Kommunale Kläranlagen							Jahresmittelwerte (frachtgewichtet)					
			BSB5 mg/l	CSB mg/l	TOC mg/l	NH4-N mg/l	NO3-N mg/l	Ges-N mg/l	Ges-P mg/l	CSB-Fr kg/d	Qd m³/d	LW ac	aN	ac	ηN %
Burgenland	834.690	36,0	3,5	20,7	7,6	0,6	2,6	4,6	0,29	55.622	117.907	0,78	1,29	1,41	88,1
Kärnten	1.049.155	31,5	4,3	28,1	6,6	0,8	5,4	7,5	0,66	93.907	165.323	1,42	1,07	1,24	83,1
Niederösterreich	3.785.733	30,2	4,0	24,0	10,6	0,6	6,0	8,2	0,43	317.073	604.950	1,16	1,16	1,47	78,1
Oberösterreich	3.008.802	23,6	3,9	30,2	12,7	1,3	5,4	8,3	0,42	293.040	496.673	1,31	1,04	1,21	81,6
Salzburg	1.694.738	24,4	4,9	27,9	11,1	1,1	6,7	9,2	0,71	118.667	166.903	1,61	0,85	1,07	82,1
Steiermark	2.210.633	34,7	7,0	23,3	8,0	1,4	7,9	12,4	0,64	198.797	294.458	1,62	0,91	0,99	77,8
Tirol	2.226.227	30,5	4,4	22,8	7,9	1,5	7,0	9,9	0,48	159.296	302.949	1,42	1,20	1,31	76,5
Vorarlberg	1.427.773	28,4	4,2	31,8	8,1	1,1	7,2	10,3	0,26	92.347	124.919	1,23	0,83	1,16	78,3
Wien	4.000.000	20,9	4,0	45,0	13,0	1,4	7,9	11,0	0,75	367.598	535.077	1,95	0,87	0,96	80,7
Südtirol	2.042.115	26,6	6,0	26,0	8,2	1,7	4,8	7,9	0,64	160.312	195.610	1,52	0,80	1,11	84,0
Mittelwerte:		27,2	4,5	29,3	10,3	1,2	6,4	9,2	0,54			1,45	1,01	1,20	80,2
Summen:	22.279.866									1.856.659	3.004.769				

1) Summe der EW-Ausbau der Anlagen, von denen Qd-Zulaufwerte angegeben wurden

Summenhäufigkeiten nach Bundesländern Kommunale Kläranlagen ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis 2021

	B	K	N	OÖ	S	ST	T	V	W	SÜ	A+SÜ
BSB5	50 % 3,50	5,00	3,60	3,90	4,37	4,56	3,83	3,75		5,19	4,00
	85 % 5,37	7,56	6,15	5,00	5,85	8,00	5,82	5,93		11,21	6,81
	Anzahl 43	30	243	137	33	223	53	30	1	29	822
CSB	50 % 17,40	25,30	21,98	19,00	24,45	23,00	22,68	24,15		23,98	22,00
	85 % 22,50	31,63	30,82	26,22	32,06	35,14	28,65	33,35		40,00	31,30
	Anzahl 44	30	247	137	33	223	53	30	1	29	827
TOC	50 % 8,08		8,90			7,45	7,68			8,77	7,76
	85 % 8,83		12,00			11,00	8,92			10,81	11,00
	Anzahl 2	1	13	1	1	62	10	1	1	12	104
NH4-N	50 % 0,34	0,84	0,46	0,61	0,91	0,80	1,20	0,80		2,10	0,69
	85 % 1,06	1,40	1,39	1,74	1,78	2,60	2,24	2,26		3,34	1,97
	Anzahl 44	30	244	136	33	222	53	30	1	29	822
NO3-N	50 % 1,90	5,05	3,66	2,30	4,17	5,00	4,96	6,60		5,31	3,81
	85 % 4,63	10,43	13,18	7,89	6,88	11,47	10,19	21,70		14,05	10,68
	Anzahl 43	30	237	136	33	203	52	29	1	29	793
Ges-N	50 % 3,45	7,39	5,90	4,40	6,89	7,30	8,13	10,05		8,50	6,40
	85 % 7,51	13,55	15,09	11,63	9,81	15,20	13,35	24,76		21,30	14,30
	Anzahl 44	30	242	135	33	207	52	30	1	29	803
Ges-P	50 % 0,30	0,75	0,50	0,60	0,64	0,70	0,51	0,40		0,79	0,58
	85 % 0,41	1,15	1,00	1,00	0,82	1,23	0,75	0,67		3,05	1,10
	Anzahl 42	30	237	130	33	184	48	30	1	29	764
LW	50 % 0,70	1,52	1,13	1,22	1,37	1,57	1,37	1,30		1,81	1,28
	85 % 0,97	2,31	2,06	1,66	1,62	2,67	1,80	2,68		5,10	2,07
	Anzahl 41	30	223	130	33	175	48	29	1	29	739
aC	50 % 1,28	0,75	1,09	1,15	0,80	0,95	1,15	0,97		0,90	1,04
	85 % 1,86	1,19	1,66	1,71	1,23	1,49	2,19	1,29		1,48	1,64
	Anzahl 44	30	239	134	33	190	53	30	1	29	783
aN	50 % 1,29	0,80	1,15	1,15	0,91	0,95	1,36	0,97		1,10	1,07
	85 % 1,80	1,13	1,74	1,59	1,26	1,45	2,41	1,32		1,53	1,59
	Anzahl 40	29	180	77	33	130	47	30	1	29	596
N-Entf	50 % 91,18	88,73	88,72	89,31	87,55	88,01	77,99	78,57		82,74	87,25
	85 % 81,65	74,93	70,20	77,06	82,04	74,61	72,24	61,19		57,59	73,39
	Anzahl 40	29	180	77	33	128	47	30	1	29	594
EV	50 % 48,03	46,00	53,06	38,32	32,12	48,19	39,37	48,03		39,70	45,19
	85 % 87,28	58,84	95,87	57,85	49,35	72,15	76,90	71,22		68,39	76,26
	Anzahl 41	25	222	124	33	171	52	30	1	29	728

Dimensionen: BSB5, CSB, TOC, NH4-N, NO3-N, Ges-N, Ges-P [mg/l], LW, ac, an [, N-Entf [%], EV (Energieverbrauch) [kWh/EW.a]

Summenhäufigkeiten nach Größengruppe Kommunale Kläranlagen ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis 2021

		50 bis 500 EW	501 bis 1000 EW	1001 bis 5000 EW	5001 bis 50000 EW	ab 50001 EW	A + SÜ
BSB5	50 %	4,00	4,82	4,00	3,76	4,45	4,00
	85 %	7,94	7,60	7,02	6,00	6,00	6,81
	Anzahl	67	74	300	305	73	822
CSB	50 %	26,00	26,00	21,80	19,95	24,91	22,00
	85 %	40,19	37,10	30,51	27,81	35,84	31,30
	Anzahl	69	73	302	306	73	827
TOC	50 %	8,65	9,15	7,50	7,50	8,20	7,76
	85 %	10,09	11,88	8,60	12,00	11,07	11,00
	Anzahl	2	6	25	43	28	104
NH4-N	50 %	0,69	0,84	0,60	0,63	1,20	0,69
	85 %	3,64	2,32	1,64	1,97	1,93	1,97
	Anzahl	67	75	299	304	73	822
NO3-N	50 %	12,15	6,42	2,94	3,31	5,31	3,81
	85 %	25,20	13,29	11,90	7,92	9,52	10,68
	Anzahl	53	68	297	298	73	793
Ges-N	50 %	14,00	8,60	4,99	5,93	8,20	6,40
	85 %	28,12	15,18	14,78	10,87	12,98	14,30
	Anzahl	55	69	296	306	73	803
Ges-P	50 %	1,01	0,96	0,70	0,50	0,45	0,58
	85 %	4,65	4,24	1,20	0,73	0,73	1,10
	Anzahl	36	51	299	304	73	764
LW	50 %	2,14	2,16	1,35	1,11	1,37	1,28
	85 %	5,81	5,07	2,31	1,63	1,80	2,07
	Anzahl	32	46	292	295	73	739
aC	50 %	0,89	0,93	1,07	1,07	0,95	1,04
	85 %	1,36	1,44	1,75	1,58	1,31	1,63
	Anzahl	37	68	301	307	73	787
aN	50 %	0,84	0,95	1,00	1,10	1,11	1,07
	85 %	1,20	1,41	1,84	1,58	1,55	1,59
	Anzahl	16	23	185	299	73	596
N-Entf	50 %	90,39	84,25	90,31	87,61	82,06	87,25
	85 %	77,79	68,27	56,76	76,78	73,50	73,39
	Anzahl	16	22	185	298	73	594
EV	50 %	95,95	66,63	53,21	38,22	27,44	45,31
	85 %	217,00	135,02	86,44	58,02	39,14	76,93
	Anzahl	33	54	279	293	71	731

Dimensionen: BSB5, CSB, TOC, NH4-N, NO3-N, Ges-N, Ges-P [mg/l], LW, ac, an [], N-Entf [%], EV (Energieverbrauch) [kWh/EW.a]