

36. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen

Auswirkung der neuen EU-Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) auf die erforderliche Nährstoffelimination

Daten von
2023



Kläranlage München



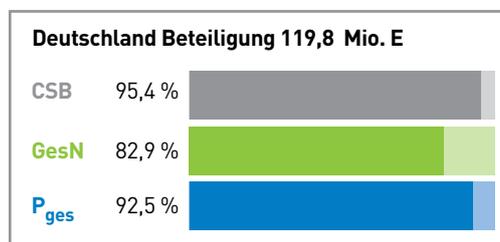
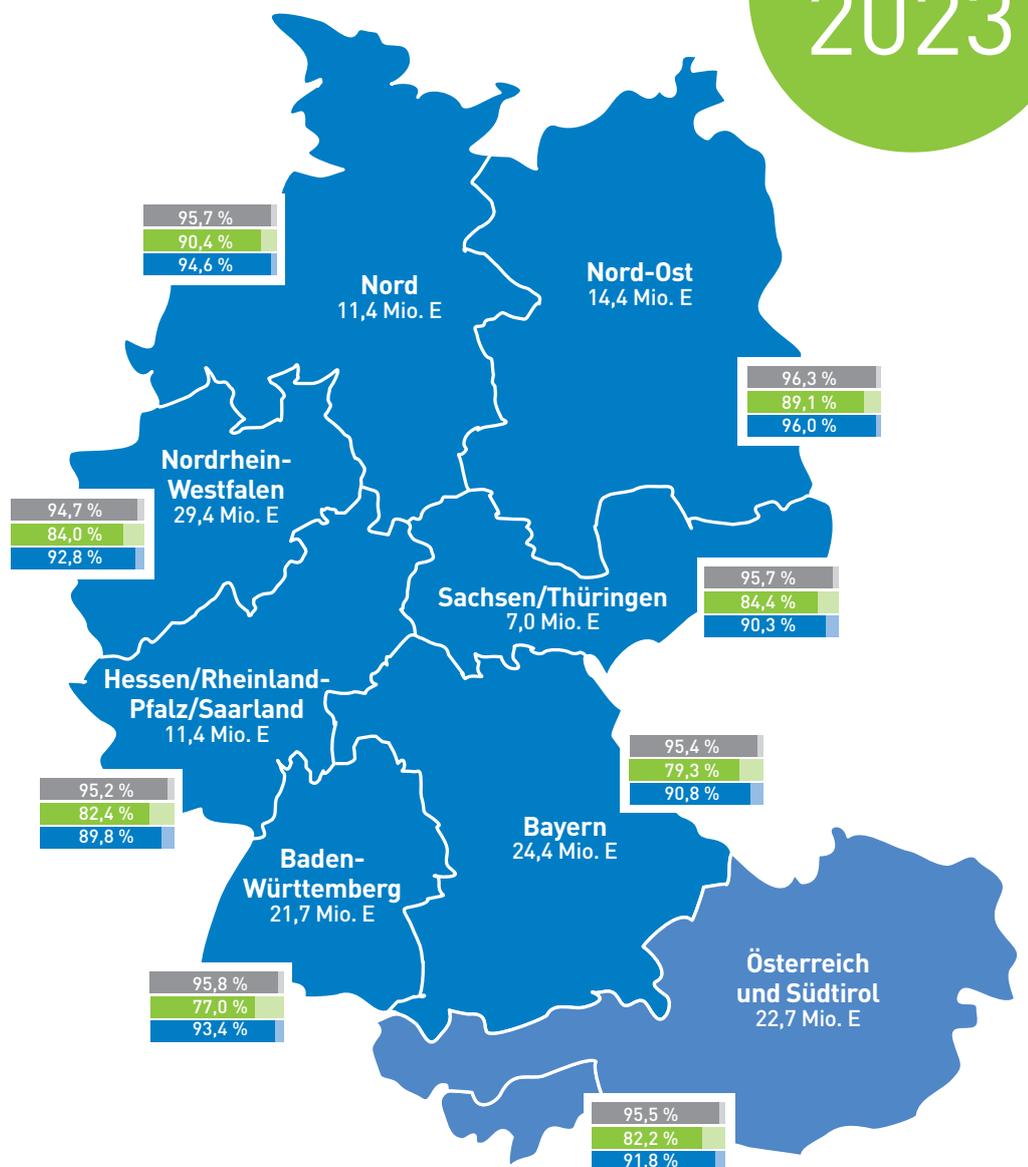
Kläranlage Zerbst



Kläranlage Mammendorf



Kläranlage Moorenweis



1. Ziele, Grundlagen und Grenzen des bundesweiten Leistungsnachweises

Im DWA-Leistungsnachweis 2023 wird die weiterhin sehr gute Qualität der Abwasserbehandlung in Deutschland und Österreich dargestellt. Der Leistungsnachweis ist ein Spiegelbild der qualifizierten Arbeit des Betriebspersonals. In diesem Leistungsnachweis wird auch betrachtet, ob die Nährstoff-Ablaufwerte im Jahresmittel den neuen Anforderungen der in diesem Jahr beschlossenen Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) entsprechen würden.

Die Daten des Leistungsnachweises wurden über die DWA-Landesverbände und den ÖWAV erhoben und ausgewertet. Der Anschlussgrad der Einwohner an kommunale Kläranlagen lag in Deutschland laut der letzten Erhebung des Statistischen Bundesamt im Jahre 2019 bei 99,4 % (Anschlussgrad sowie Wasserabgabe an Haushalte, gewerbliche und sonstige Abnehmer - Statistisches Bundesamt (destatis.de)). Von den insgesamt 8.891 kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland mit einer Ausbaupazität von 152,1 Mio. E (Statistisches Bundesamt (destatis.de)) beteiligten sich 4.906 Kläranlagen mit einer Ausbaupazität von 119,8 Mio. E am 36. DWA-Leistungsnachweis. Die Ergebnisse für das Jahr 2023 können bei einer Beteiligung von 79 % 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 3,9 % der Kläranlagen weisen eine Ausbaugröße > 100.000 E (GK 5) auf, gleichzeitig repräsentieren diese Anlagen aber 51,3 % der Gesamtausbaugröße.

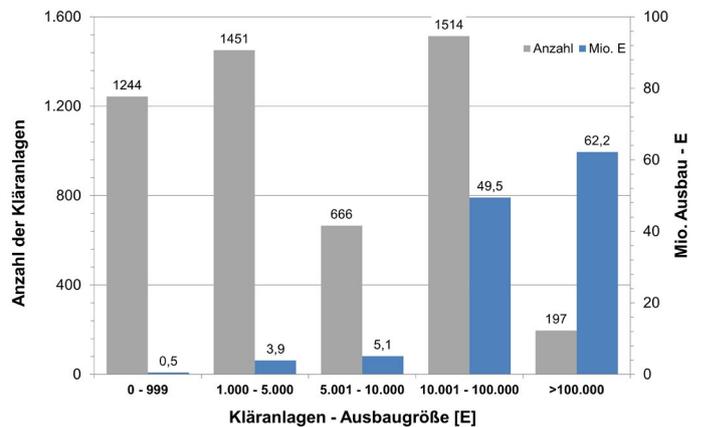


Abbildung 1: Anzahl und Ausbaugrößen der am DWA-Leistungsnachweis 2023 beteiligten Kläranlagen nach Größenklassen



© DWA - Fotowettbewerb 2023 / Sophia Nerrether

DWA Landesverband		Baden-Württemberg	Bayern	Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland	Nord	Nord-Ost	Nordrhein-Westfalen	Sachsen/Thüringen	DWA	ÖWAV**
Kläranlagen (Anzahl)		863	1.438	1.032	348	315	436	474	4.906	786
Jahresabwassermenge (Mio. m ³)		1.646	1.575	1.073	460	481	2.357	440	8.030	1.157
Ausbau EW (Mio. E)		21,7	24,4	11,4	11,4	14,4	29,4	7,0	119,8	22,7
mittlere EW-Belastung (Mio. E)		14,8	17,9	9,9	8,2	10,9	23,3	5,9	90,9	15,7
Ausbau EW/mittlere EW-Belastung		1,47	1,37	1,15	1,38	1,33	1,26	1,19	1,32	1,45
spez. Abwasseranfall [m ³ /[E*a]]		111	88	108	56	44	101	75	88	74
spez. Energieverbrauch [kWh/[E*a]]		33,8	29,9	29,1	30,6	30,9	30,7	28,2	30,7	26,9
CSB	Zulauf [mg/L]	394	497	407	781	991	433	586	496	593
	Ablauf [mg/L]	17	23	20	34	36	23	25	23	27
	Elimination (%)	95,8	95,4	95,2	95,7	96,3	94,7	95,7	95,4	95,5
GesN*	Zulauf [mg/L]	36,8	48,5	40,4	72,2	87,9	41,9	57,9	47,3	48,4
	Ablauf [mg/L]	8,5	10,0	7,1	6,9	9,6	6,7	9,0	8,1	8,6
	Elimination (%)	77,0	79,3	82,4	90,4	89,1	84,0	84,4	82,9	82,2
Pges	Zulauf [mg/L]	5,1	7,2	5,3	10,1	12,7	5,4	7,5	6,5	7,0
	Ablauf [mg/L]	0,33	0,67	0,54	0,54	0,51	0,39	0,73	0,49	0,58
	Elimination (%)	93,4	90,8	89,8	94,6	96,0	92,8	90,3	92,5	91,8
NH4-N	Ablauf [mg/L]	0,50	1,25	1,31	1,07	0,72	0,59	0,82	0,85	1,07
NO3-N	Ablauf [mg/L]	6,7	6,7	4,2	4,3	7,0	5,0	6,2	5,7	5,9
Nanorg	Ablauf [mg/L]	7,2	8,0	5,5	5,4	7,8	5,6	7,0	6,6	7,0

* GesN = Nanorg + Norg

** Österreich und Südtirol

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.

Die Ergebnisse der einzelnen Landesverbände haben sich im Vergleich zum vergangenen Jahr teilweise unterschiedlich entwickelt, in der Gesamtschau wurden die Werte vom Vorjahr jedoch weitgehend bestätigt.

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 u. a. die Trennsysteme sein, die in diesen Bundesländern weitverbreitet sind.

Insgesamt konnten auch im Jahre 2023 die Anforderungen der alten 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 lag im Bundesdurchschnitt bei 88 m³/(E*a) und damit deutlich höher als im Vorjahr. In den Landesverbänden Nord und Nord-Ost lag der spezifische Abwasseranfall wegen des weit verbreiteten Trennsystems deutlich niedriger. In den anderen Landesverbänden erfolgt die Entwässerung überwiegend im Mischsystem, so dass 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 28,8 %, obwohl diese Anlagen bei der Ausbaugröße lediglich einen Anteil von nur ca. 7,8 % 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.

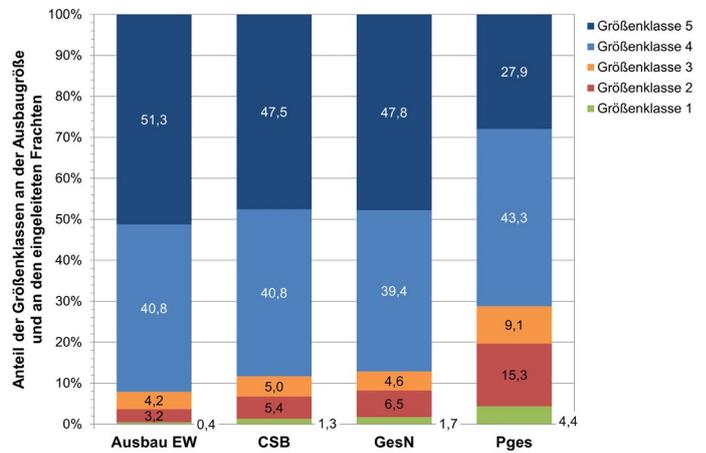


Abbildung 2: Prozentuale Anteile der Ausbau-EW und der eingeleiteten Frachten nach Kläranlagen-Größenklassen

2.2 Betrachtungen zu den Einleitwerten der neuen Kommunalabwasserrichtlinie (KARL)

Für die Auswertung der Daten wurde die Größenklasse (GK) der Anlagen entsprechend der angegebenen Ausbaugröße ausgewertet. Betrachtet werden soll im Folgenden die mögliche Einhaltung von größenklassenabhängigen Einleitwerten, die sich immer auf die Ausbaugröße beziehen. Zu beachten ist, dass bezogen auf die tatsächlich behandelte CSB-Schmutzfracht bei ca. 20 % der Kläranlagen die GK nach unten oder oben ab abweicht, in Einzelfällen um zwei Größenklassen.



© Ina Piehl

Mit der neuen Kommunalabwasserrichtlinie werden zukünftig schärfere Einleitwerte für die meisten Kläranlagen ab Größenklasse 3 für Pges und GesN im Ablauf gelten. Die Werte werden sich auf die Jahresmittelwerte von 24-h-Mittelwerten beziehen. Das stellt Deutschland vor besondere Herausforderungen. Eine Umstellung der Überwachung von Stichproben zu 24-h-Mischproben erscheint hier sinnvoll und dringend angeraten.

Folgende Ablauf-Werte müssen nach KARL künftig im Jahresmittelwert der 24-h-Mischprobe eingehalten werden (GesN bei Abwassertemperaturen > 5 °C, in begründeten Ausnahmefällen > 12 °C):

Pges ≤ 0,7 mg/l ab GK 3; Pges ≤ 0,5 mg/l für Anlagen > 150.000 E; oder ≥ 87,5 % bzw. ≥ 90 % Elimination

GesN ≤ 10 mg/l ab GK 3; GesN ≤ 7 mg/l für Anlagen > 150.000 E; oder ≥ 80 % Elimination

Im DWA-Leistungsnachweis werden Jahresmittelwerte der Zu- und Ablaufwerte der beteiligten Kläranlagen erfasst. Zumindest bei den größeren Kläranlagen basieren diese auf 24-h-Mischproben. Insofern kann die Auswertung dieser Daten einen guten Überblick darüber geben, inwieweit die zukünftigen Werte schon jetzt eingehalten werden und wo gegebenenfalls Probleme und Handlungsbedarf erkennbar sind.

Pges: Der frachtgemittelte Mittelwert im Ablauf über alle beteiligten Kläranlagen in Deutschland liegt 2023 bei 0,5 mg Pges/l, die P-Eliminationsrate bei 92,4 %. Danach wären auch die neuen KARL-Einleitwerte im Mittel eingehalten.

GesN: Der frachtgemittelte Mittelwert im Ablauf über alle beteiligten Kläranlagen in Deutschland liegt 2023 bei 8,3 mg GesN/l, die GesN-Eliminationsrate beträgt 82,5 %. Danach wären auch die neuen KARL-Einleitwerte im Mittel wahrscheinlich eingehalten.

Mittelwerte sind oft nicht ganz aussagekräftig, wie schon die Auswertungen im Leistungsnachweis 2022 gezeigt haben. Deswegen werden die Daten im Weiteren genauer betrachtet.

In Abbildung 3 sind die Unterschreitungshäufigkeiten der erreichten Ablaufwerte (in mg/l) und Eliminationsraten (in %) für die Parameter Pges, GesN und Nanorg für alle am Leistungsnachweis 2023 teilnehmenden Kläranlage aus Deutschland dargestellt. Nur ca. 50 % der Kläranlagen würden den neuen KARL-Einleitwert für Pges einhalten, und ca. 60 % für GesN. Der Unterschied der Ablaufwerte und Eliminationsraten zwischen GesN und Nanorg ist nur sehr gering.

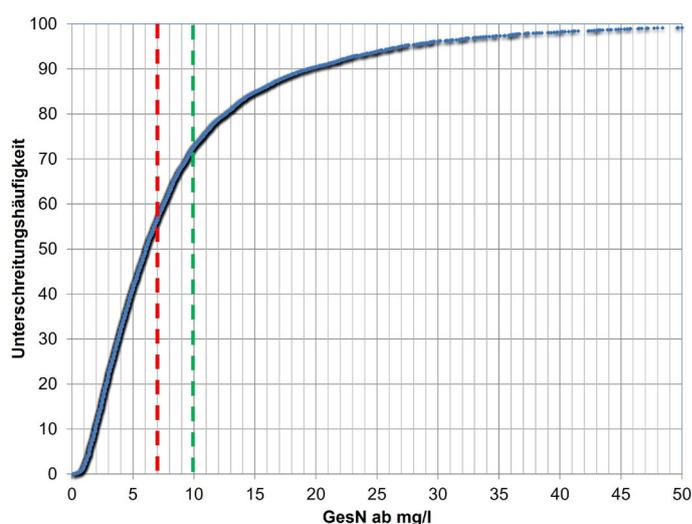
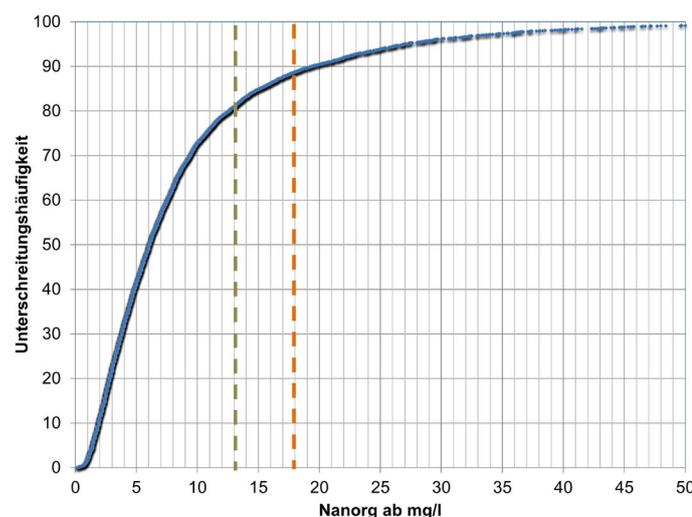
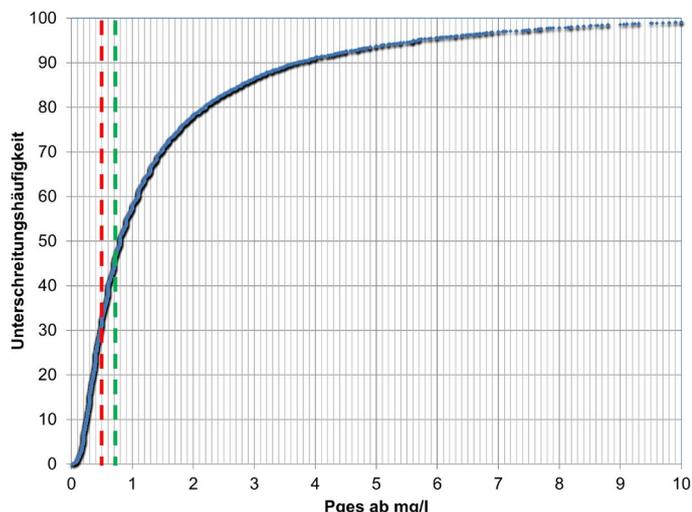


Abbildung 3: Erreichte Ablaufwerte über alle Kläranlagen 2023; oben links Pges in [mg/l], unten rechts GesN in [mg/l] und [%], unten links Nanorg in [mg/l] gestrichelte grüne Linie Einleitwert ab GK 3, gestrichelte rote Linie Einleitwert ab 150.000 E, gestrichelte ockerfarbene und braune Linien Einleitwerte nach Anhang 1 AbwVO

In den Daten enthalten sind die Kläranlagen aller GK. Nur die großen Kläranlagen müssen gegenwärtig Grenzwerte einhalten. Daher wurden die Daten auch nach GK unterschieden ausgewertet und in Abbildung 4 dargestellt.

In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass viele Kläranlagen der GK 3 bis GK 5 die neuen Einleitwerte hinsichtlich Pges aktuell nicht einhalten würden. Bei der prozentualen Elimination sind dagegen weniger Kläranlagen der GK 5 betroffen.

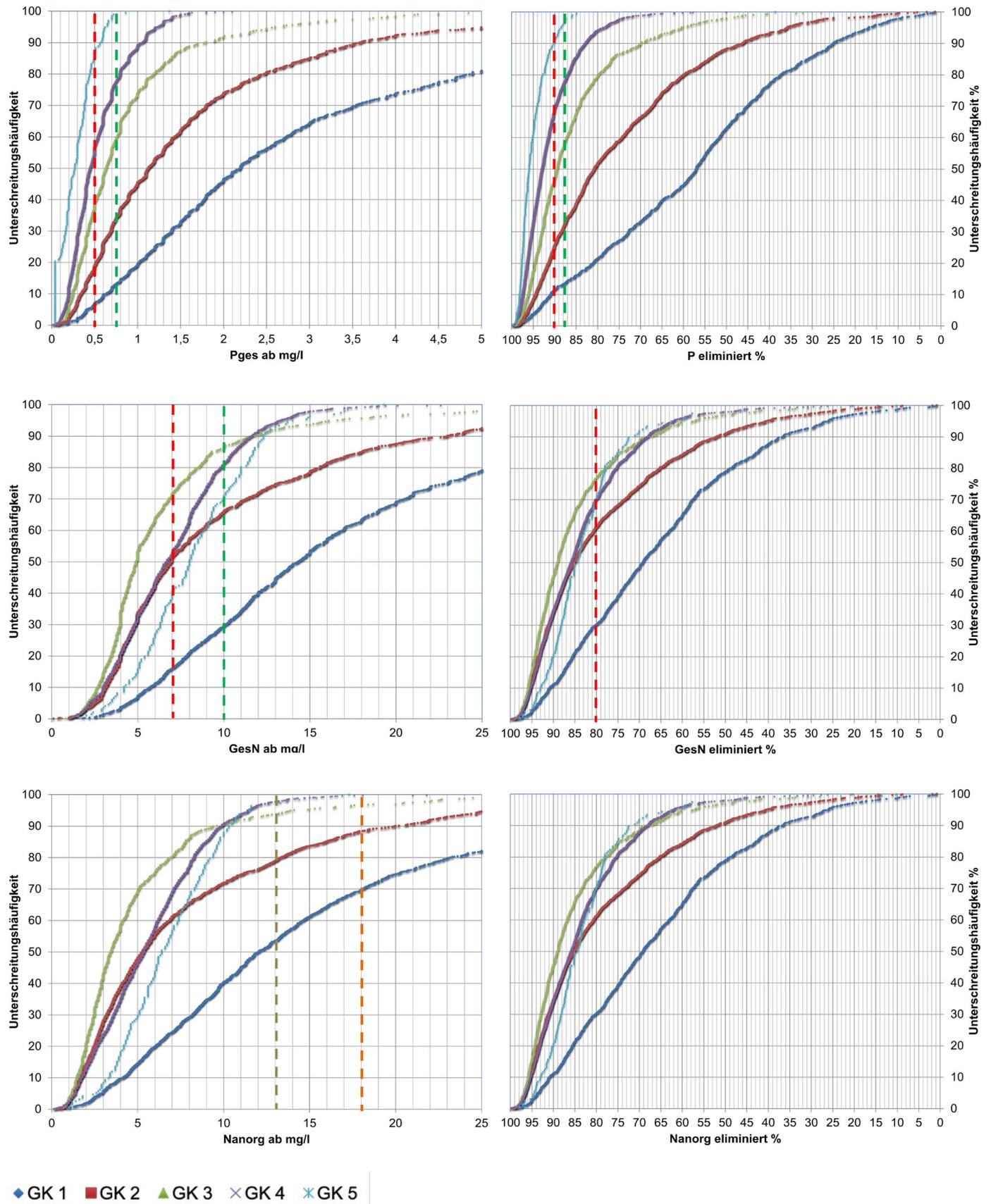
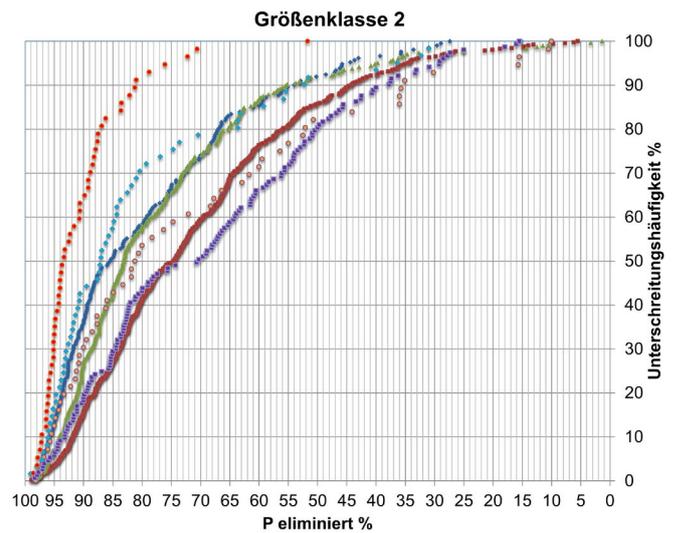
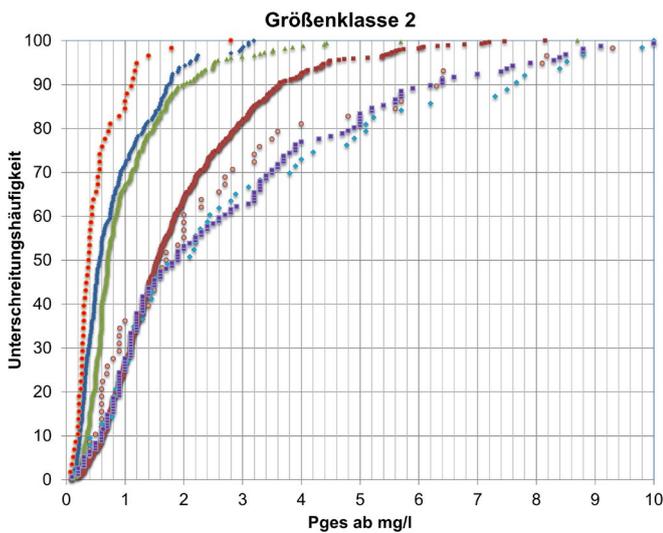
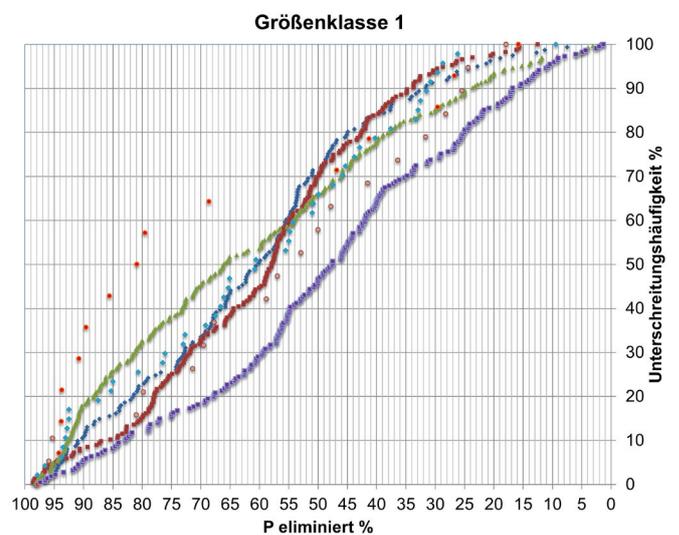
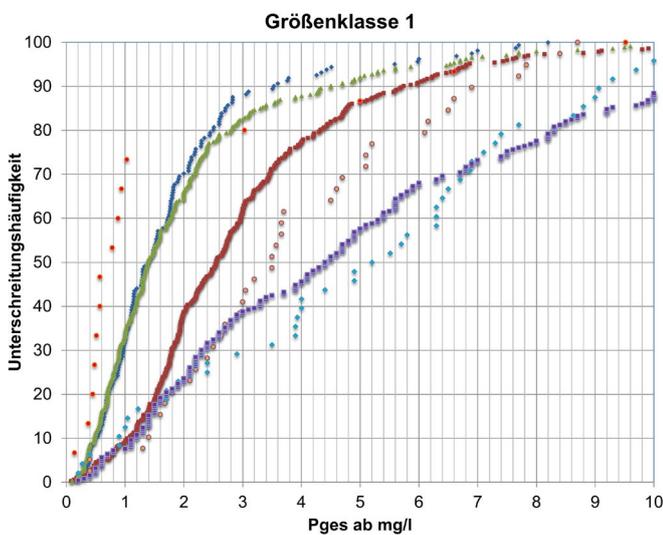


Abbildung 4: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen 2023; oben Pges in [mg/l] und [%], Mitte GesN in [mg/l] und [%], unten Nanorg in [mg/l] und [%] gestrichelte grüne Linie Einleitwert ab GK 3, gestrichelte rote Linie Einleitwert ab 150.000 E, gestrichelte ockerfarbene und braune Linien Einleitwerte nach Anhang 1 AbwVO

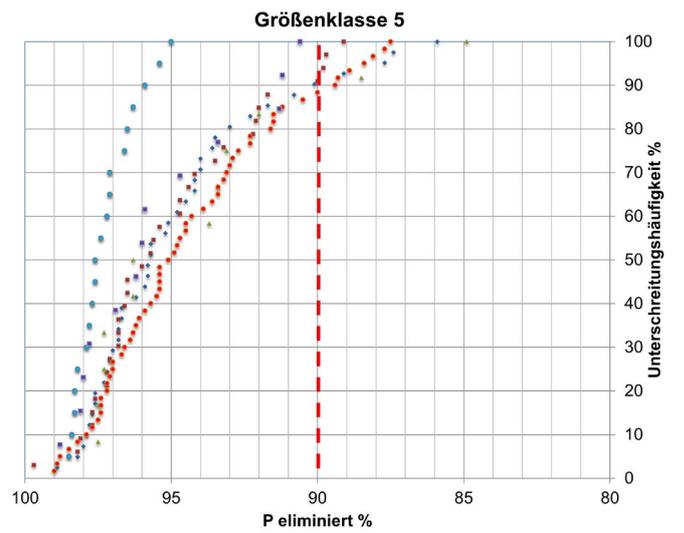
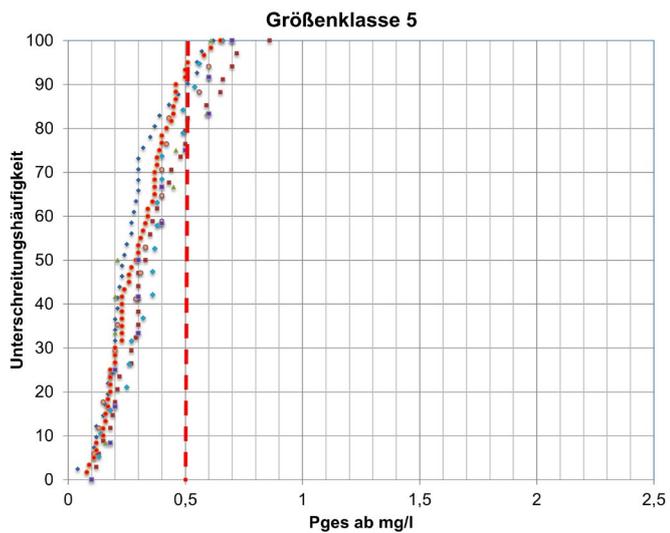
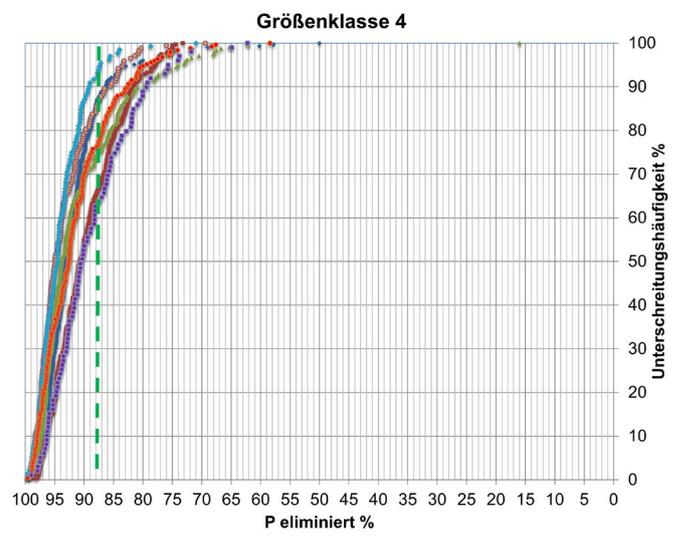
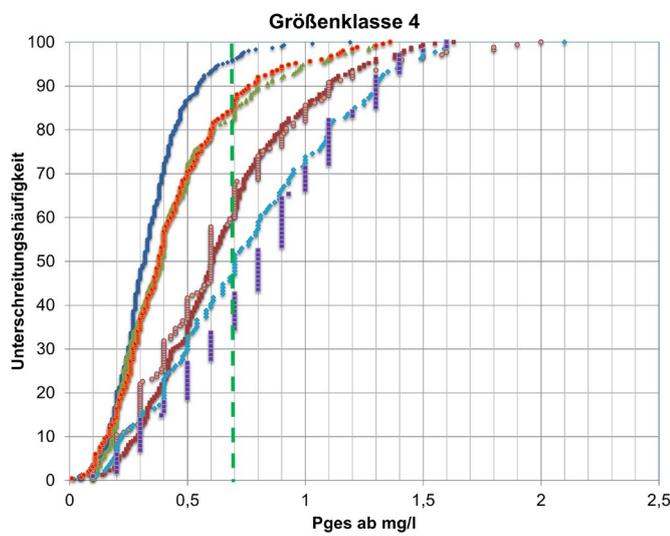
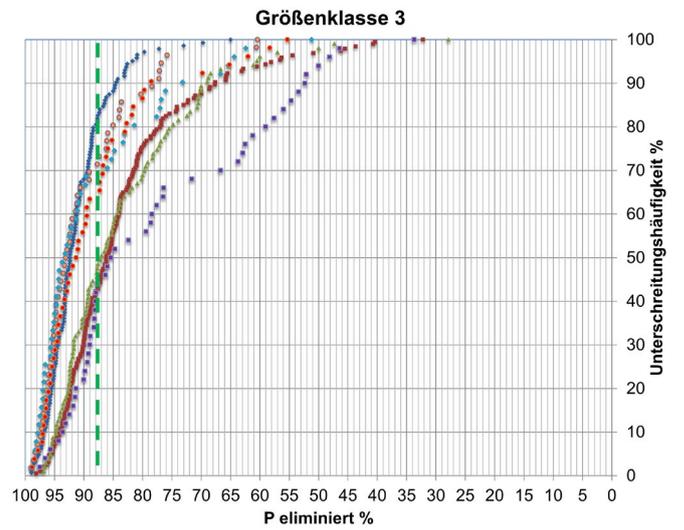
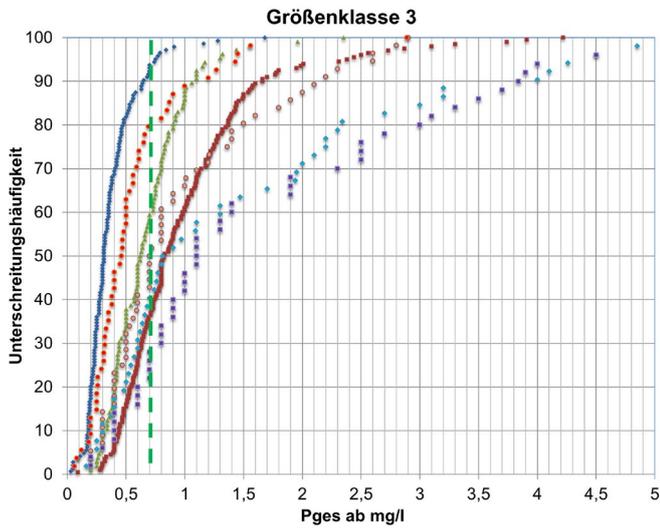


Ebenfalls ist zu erkennen, dass viele Kläranlagen der GK3 bis GK5 die neuen Einleitwerte hinsichtlich GesN aktuell nicht einhalten würden. Das betrifft vor allem auch die Kläranlagen der GK5, von denen nur weniger als 40 % den Wert einhalten würden. Es ist schon seit längerem bekannt, dass die Stickstoffablaufwerte der sehr großen Kläranlagen (in der Regel mit vorgeschalteter Denitrifikation) schlechter sind, als die der mittleren Kläranlagen (in der Regel mit simultaner oder intermittierender Denitrifikation). Bei der prozentualen Elimination sind dagegen weniger Kläranlagen betroffen [siehe Abbildung 4 ca. 30 %]. Dagegen würden 85 % der Kläranlagen der GK3 die neuen Konzentrations-Einleitwerte einhalten. Über 75 % der Kläranlagen der GK 3 erreichen heute schon die erforderliche prozentuale Elimination.



◆ BW ■ BY ▲ HRPS ● NORD ◆ NORDOST ● NRW ■ ST

Abbildung 5a: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; Pges in [mg/l] und [%]



◆ BW ■ BY ▲ HRPS ● NORD ◆ NORDOST ● NRW ■ ST

Abbildung 5b: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; Pges in [mg/l] und [%] gestrichelte grüne Linie Einleitwert ab GK 3, gestrichelte rote Linie Einleitwert ab 150.000 E

Auch die aktuell gültigen Mindestanforderungen nach Anhang 1 AbwV für Nanorg (Nges) werden selbst im Jahresmittel von einer relevanten Anzahl an Kläranlagen der GK 5 (3 %) und einigen wenigen der GK 4 nicht eingehalten, wobei hier nicht berücksichtigt wurde, dass die Anforderungen nur für eine Temperatur von mind. 12 °C im Ablauf gelten. Dagegen halten 97 % der Kläranlagen der GK 3 auch 18 mg Nanorg/l schon jetzt im Jahresmittel ein.

Die Reinigungsergebnisse und insbesondere die prozentualen Eliminationsraten sind in den Landesverbänden sehr unterschiedlich. Das hängt vermutlich auch mit den sehr unterschiedlichen Zulaufkonzentrationen zusammen. Daher wurden die Daten nach Landesverbänden getrennt ausgewertet (Abbildungen 5 bis 7).

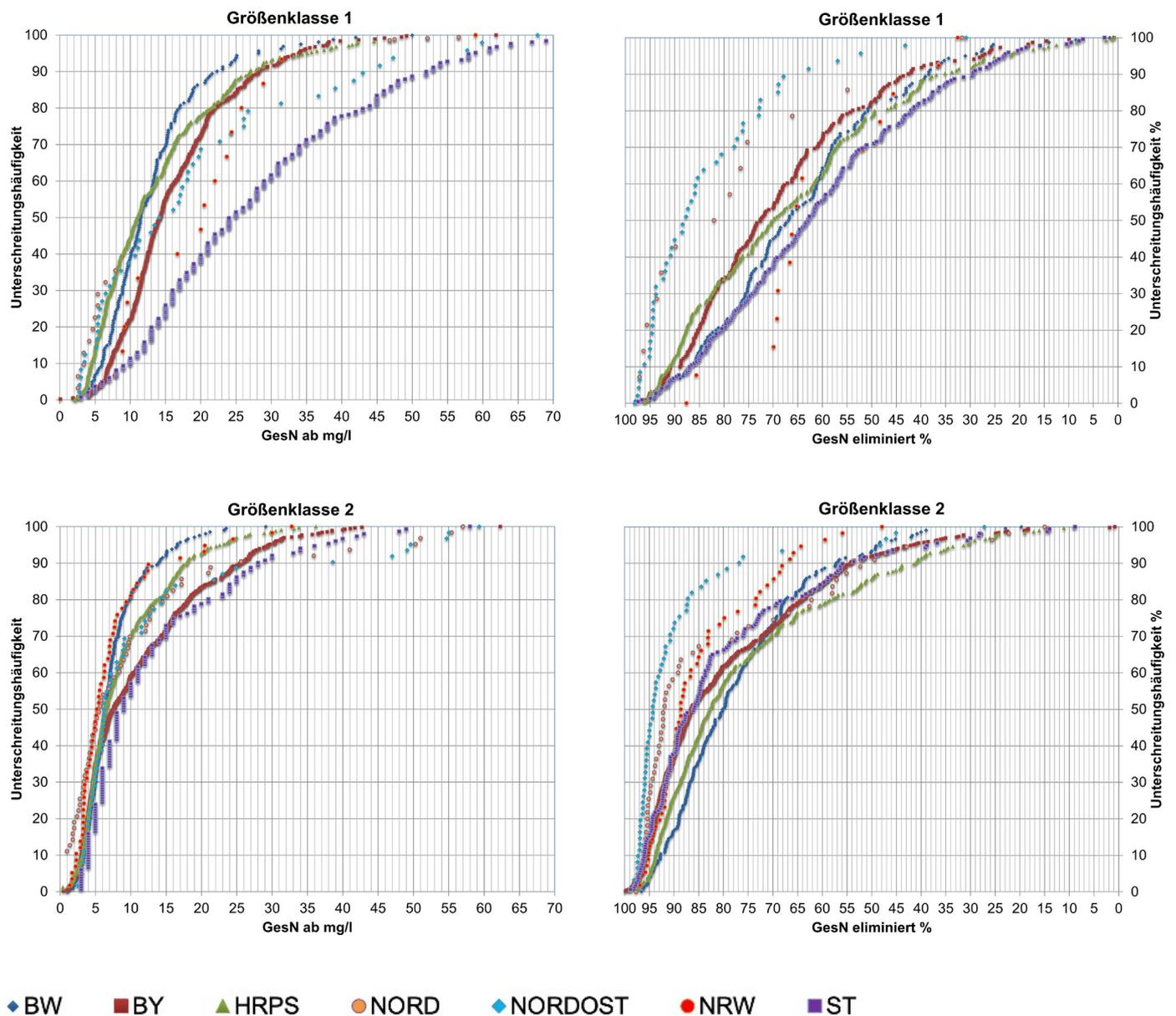
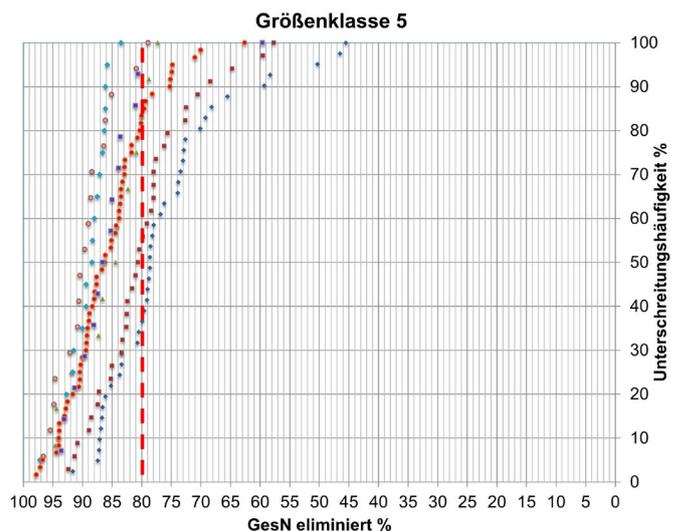
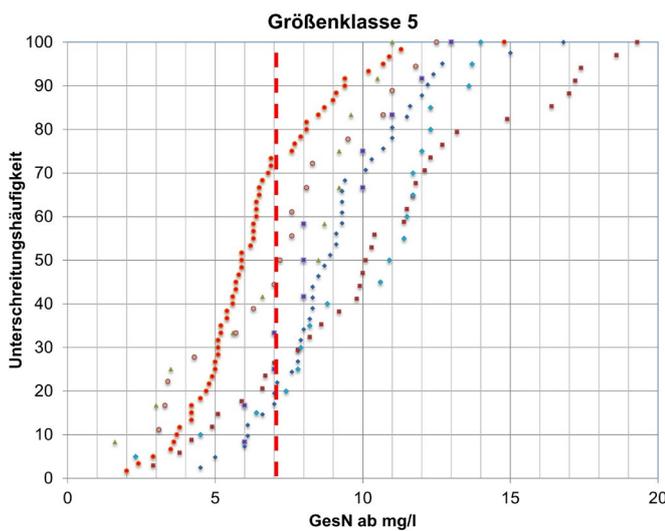
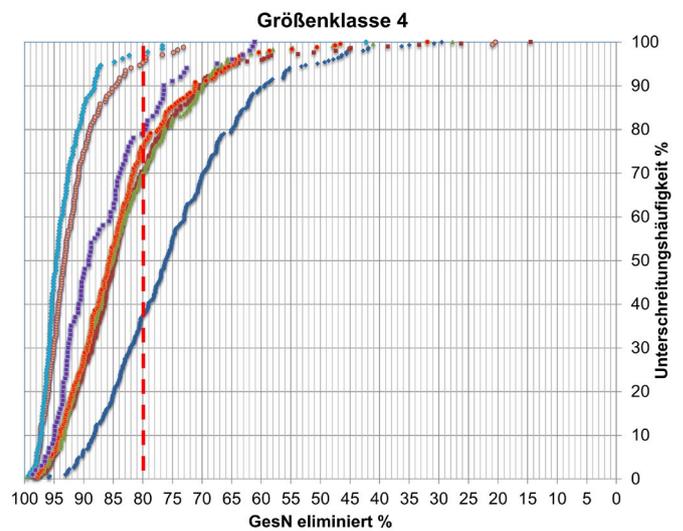
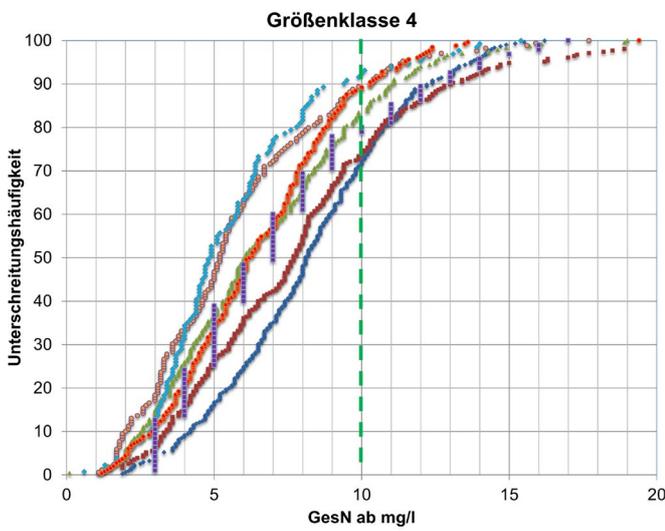
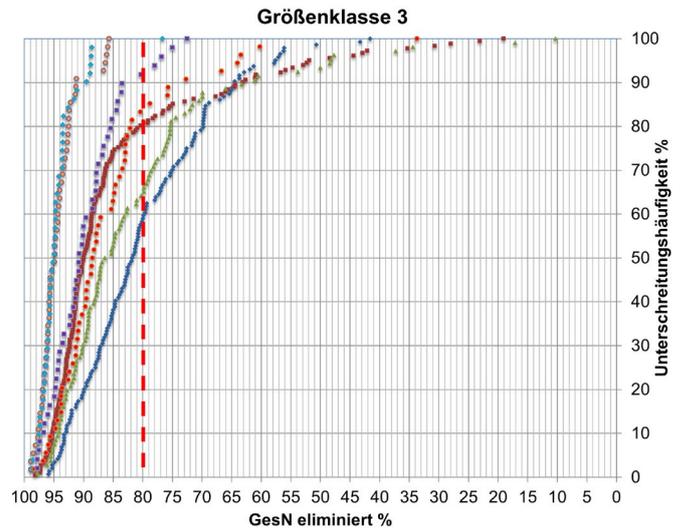
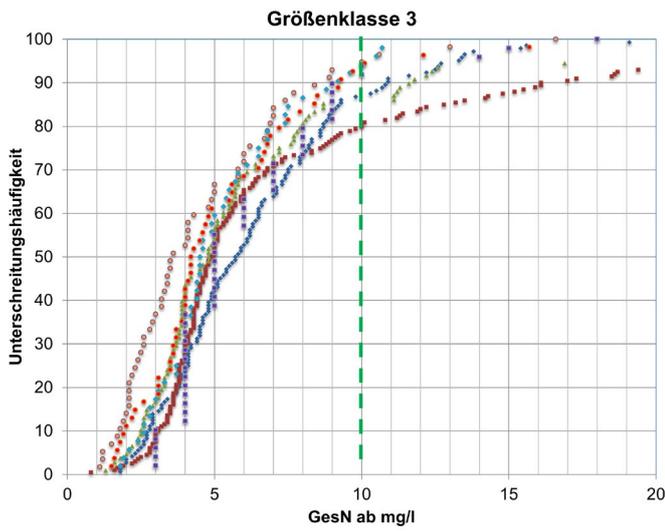
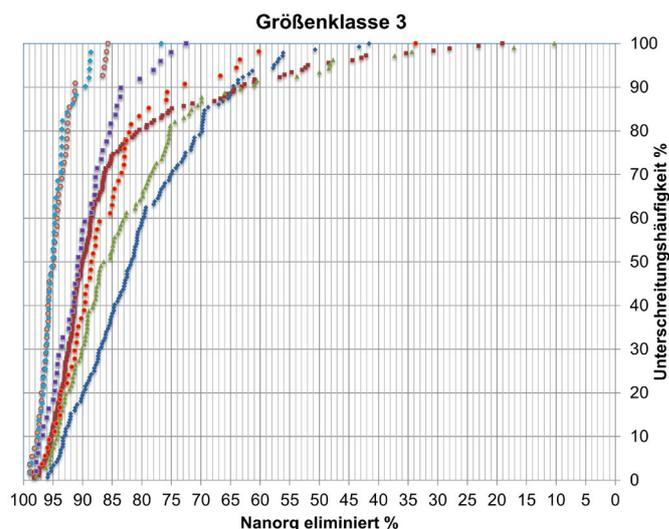
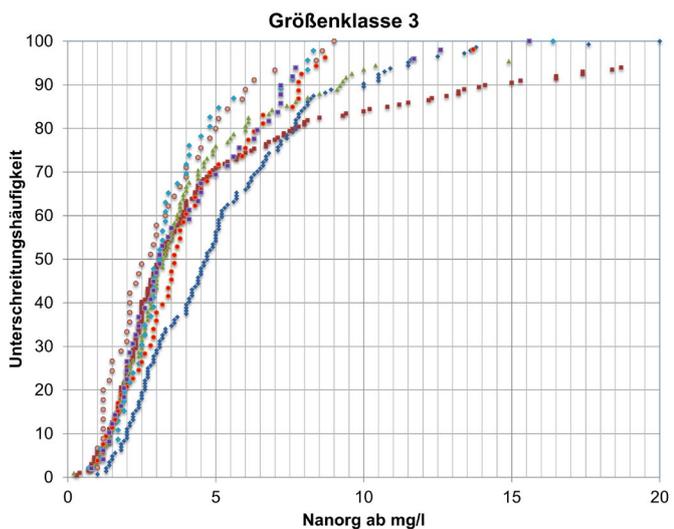
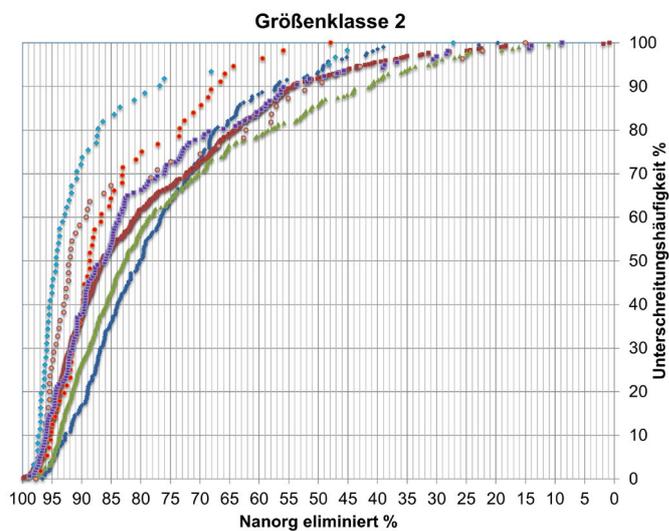
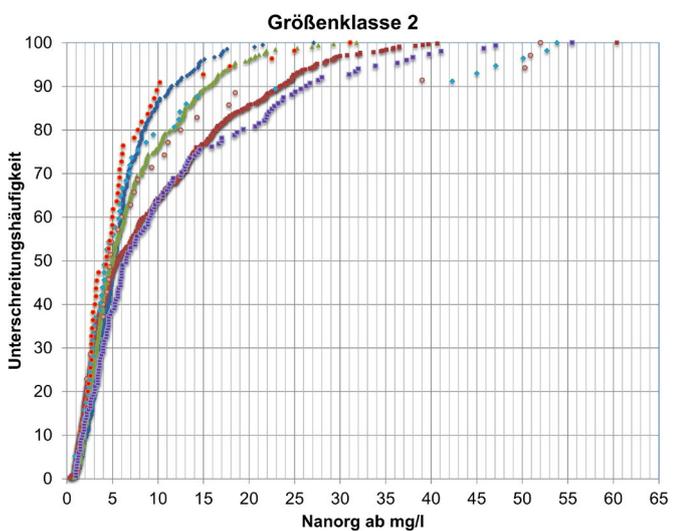
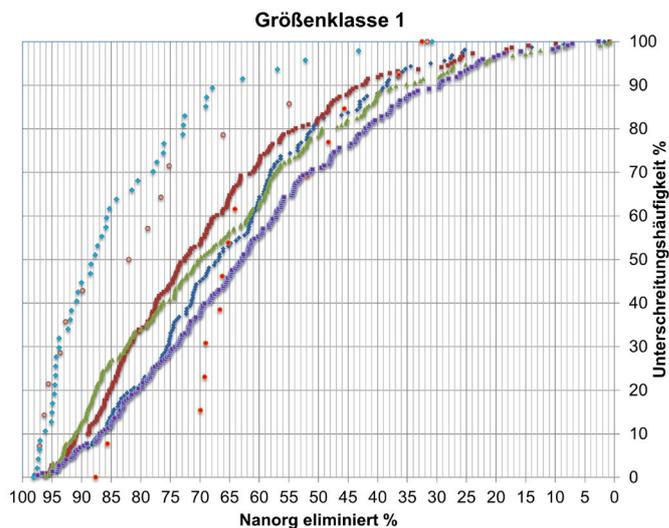
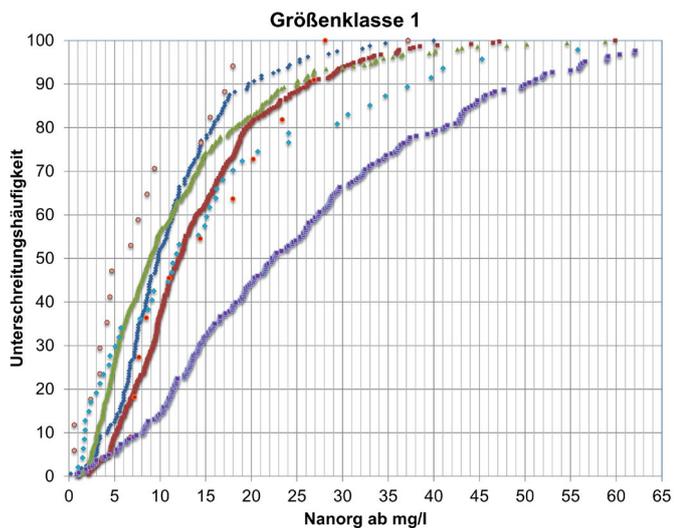


Abbildung 6a: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; GesN in [mg/l] und [%]



◆ BW ■ BY ▲ HRPS ● NORD ◆ NORDOST ● NRW ■ ST

Abbildung 6b: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; GesN in [mg/l] und [%] gestrichelte grüne Linie Einleitwert ab GK 3, gestrichelte rote Linie Einleitwert ab 150.000 E



◆ BW ■ BY ▲ HRPS ● NORD ◆ NORDOST ● NRW ■ ST

Abbildung 7a: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; Nanorg in [mg/l] und [%]

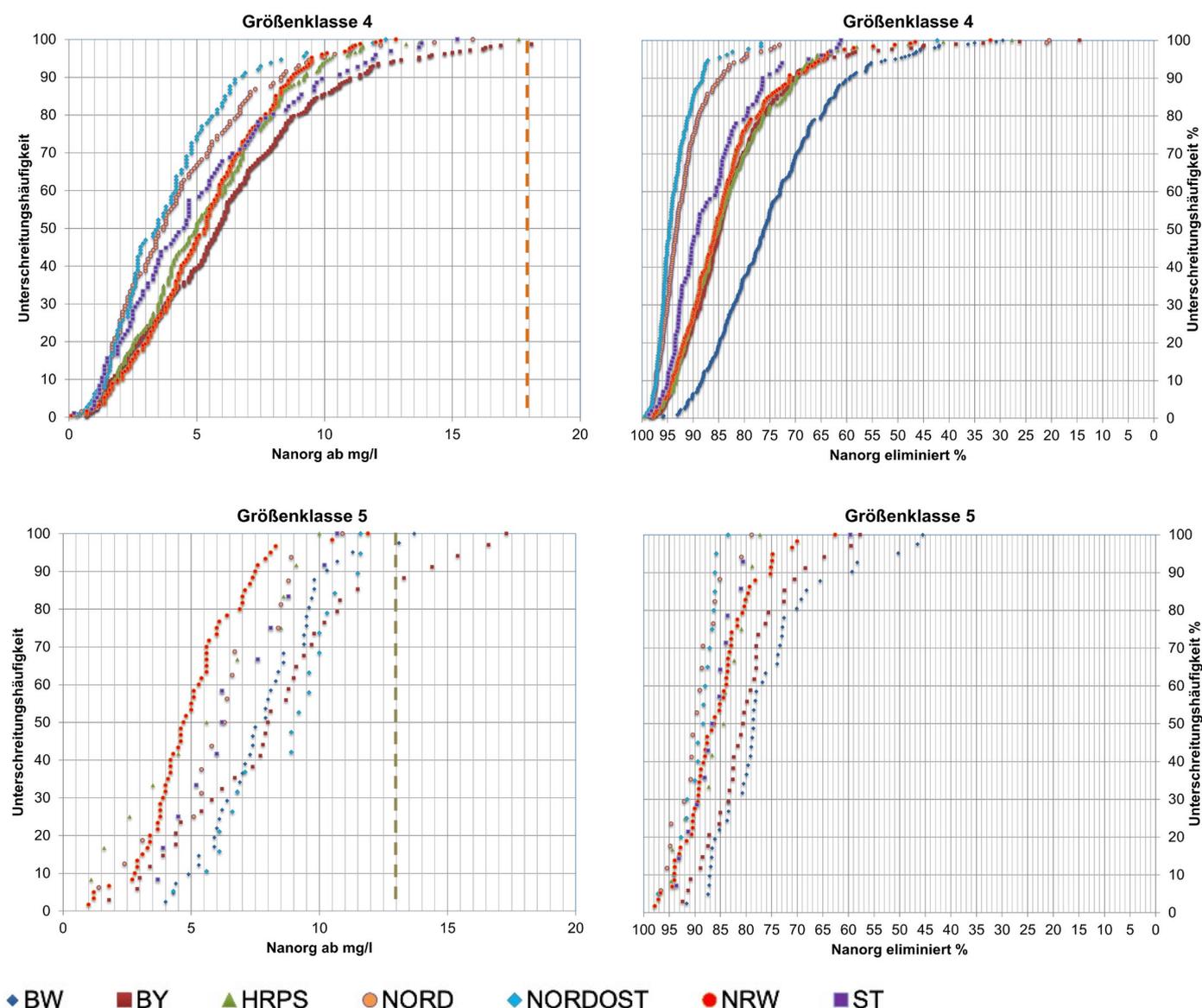


Abbildung 7b: Erreichte Ablaufwerte und Eliminationsraten nach Kläranlagen-Größenklassen in den einzelnen Landesverbänden 2023; Nanorg in [mg/l] und [%] gestrichelte ockerfarbene und braune Linien Einleitwert nach Anhang 1 AbwVO

Zusammenfassung

Die Beteiligung am bundesweiten DWA-Leistungsnachweis konnte auch im Jahr 2023 auf hohem Niveau gehalten werden. Für die engagierte Mitarbeit wird dem Betriebspersonal der kommunalen Kläranlagen recht herzlich gedankt.

Die Ergebnisse zeigen ein repräsentatives Bild der Reinigungsleistung der Kläranlagen in Deutschland. 2023 beteiligten sich 4.906 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 120 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 2023 die Anforderungen der (bisherigen) 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. 28,8 % beteiligt. Verursacher sind jene Anlagen, die wegen fehlender gesetzlicher Vorgaben keine gezielten Maßnahmen zur Phosphorelimination durchführen.

Die neue EU-Kommunalabwasserrichtlinie wird die deutsche Siedlungswasserwirtschaft vor erhebliche Herausforderungen stellen und große Investitionsbedarfe auslösen. Das betrifft die bisher nicht geregelten Vorgaben (Spurenstoffe, Keime, Wasserwiederverwendung, Energieautonomie, ...), aber auch die Parameter Phosphor und Stickstoff für die Kläranlagen ab GK3. Besondere Beachtung bedürfen dabei auch die prozentualen Eliminationsleistungen.

Eine Umstellung der behördlichen Überwachung auf 24-h-Mittelwerte erscheint unumgänglich und wird begrüßt.

Insgesamt wird die Umsetzung der KARL wohl bei vielen Kläranlagenbetreibern hinsichtlich der Parameter Pges und insbesondere GesN Handlungsbedarf auslösen.

Die DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 „Kläranlagen-Nachbarschaften“ dankt allen TeilnehmerInnen, LehrerInnen und Obleuten der Kläranlagen-Nachbarschaften für die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung der Daten, ohne die dieser bundesweite Leistungsnachweis nicht möglich wäre. Der 36. Leistungsnachweis - basierend auf den Daten für das Jahr -2023 - ist auch von der DWA-Homepage (www.dwa.de) unter den Menüpunkten „Veranstaltungen – Nachbarschaften – Weitere Informationen“ kostenfrei abrufbar.

Bearbeitung: DWA-Arbeitsgruppe BIZ-1.1 „Kläranlagen-Nachbarschaften“

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

Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333
info@dwa.de | www.dwa.info



[dwa_ev](#)



[dwa-ev](#)



[wasser.allesklar](#)



[DWA WaterSkills](#)