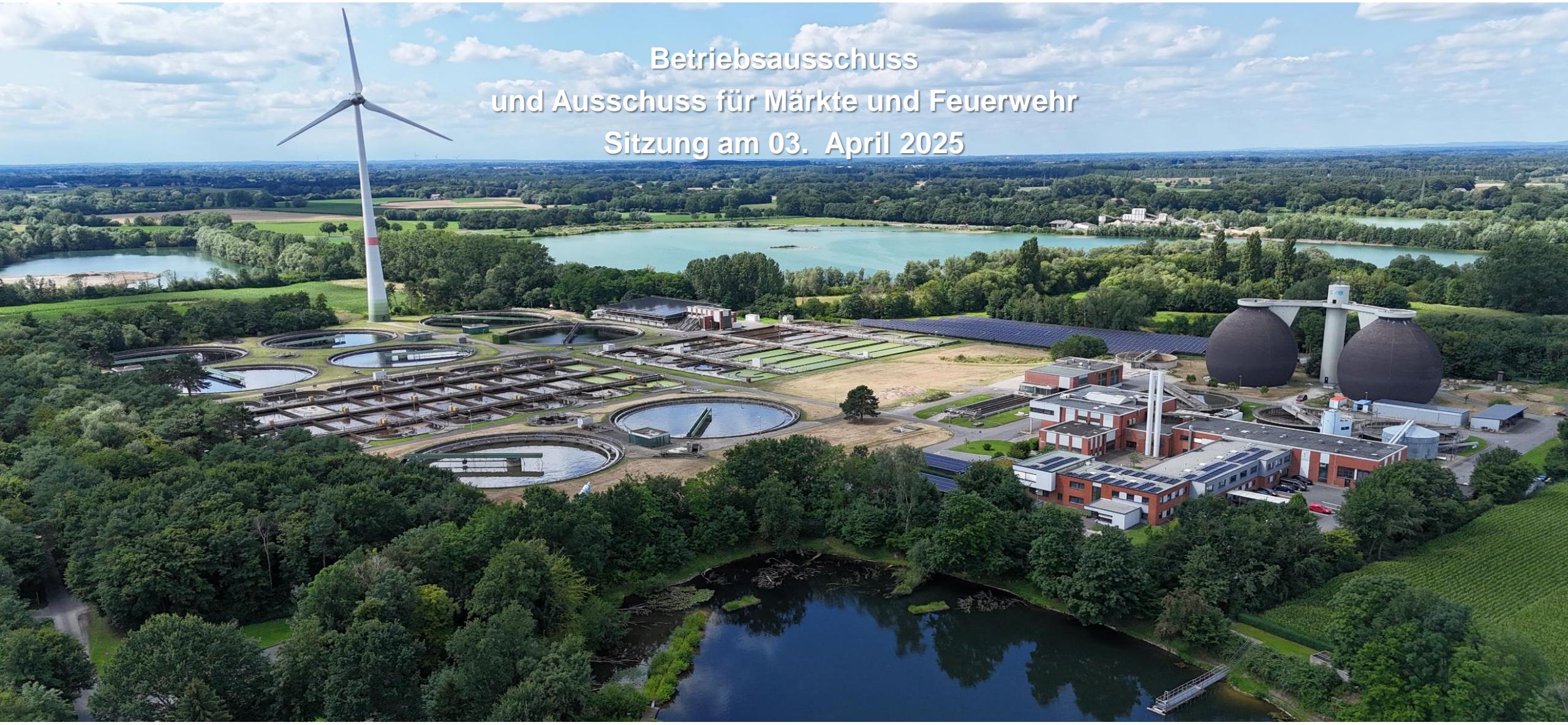


Kläranlage Paderborn

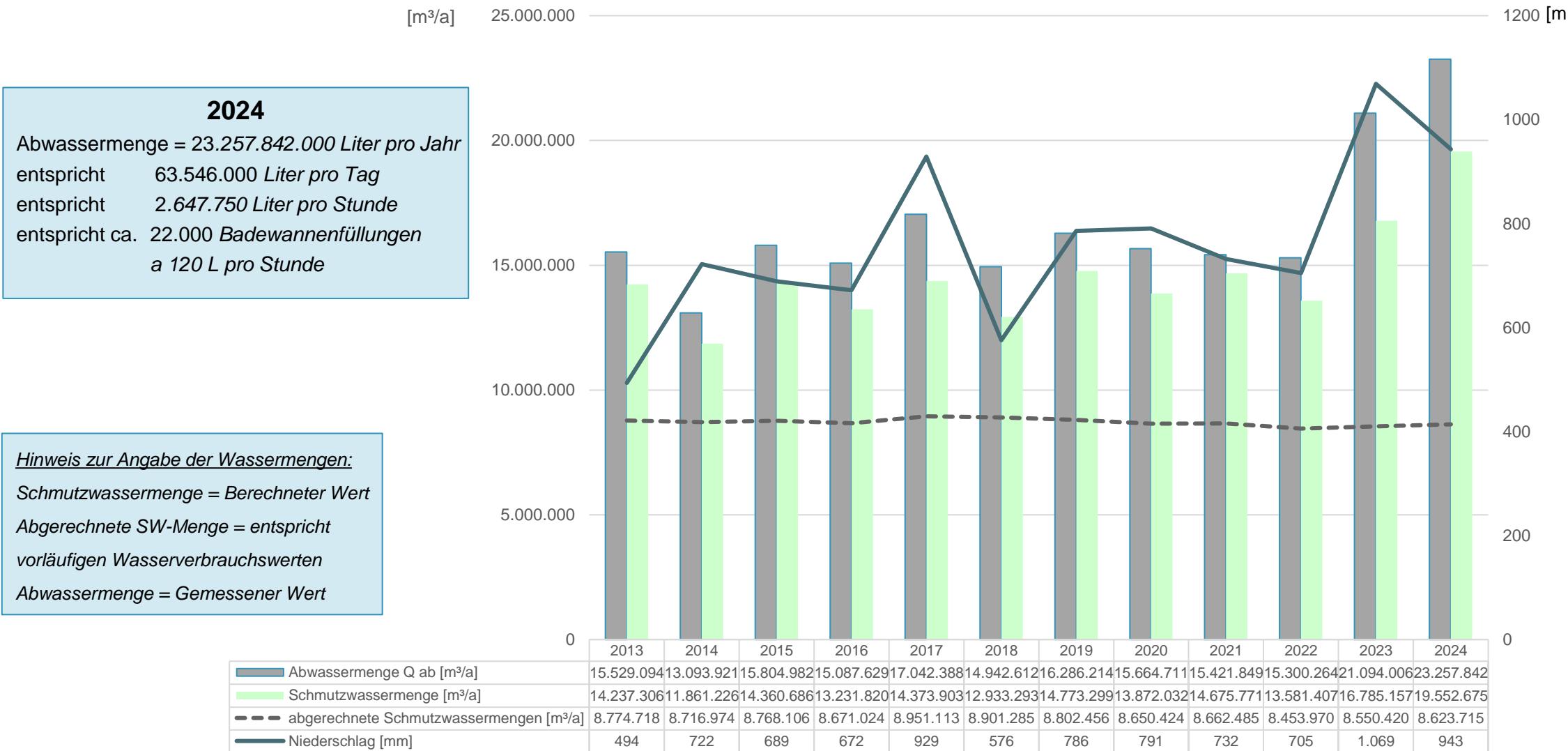
Betriebsergebnisse 2024

Betriebsausschuss
und Ausschuss für Märkte und Feuerwehr
Sitzung am 03. April 2025



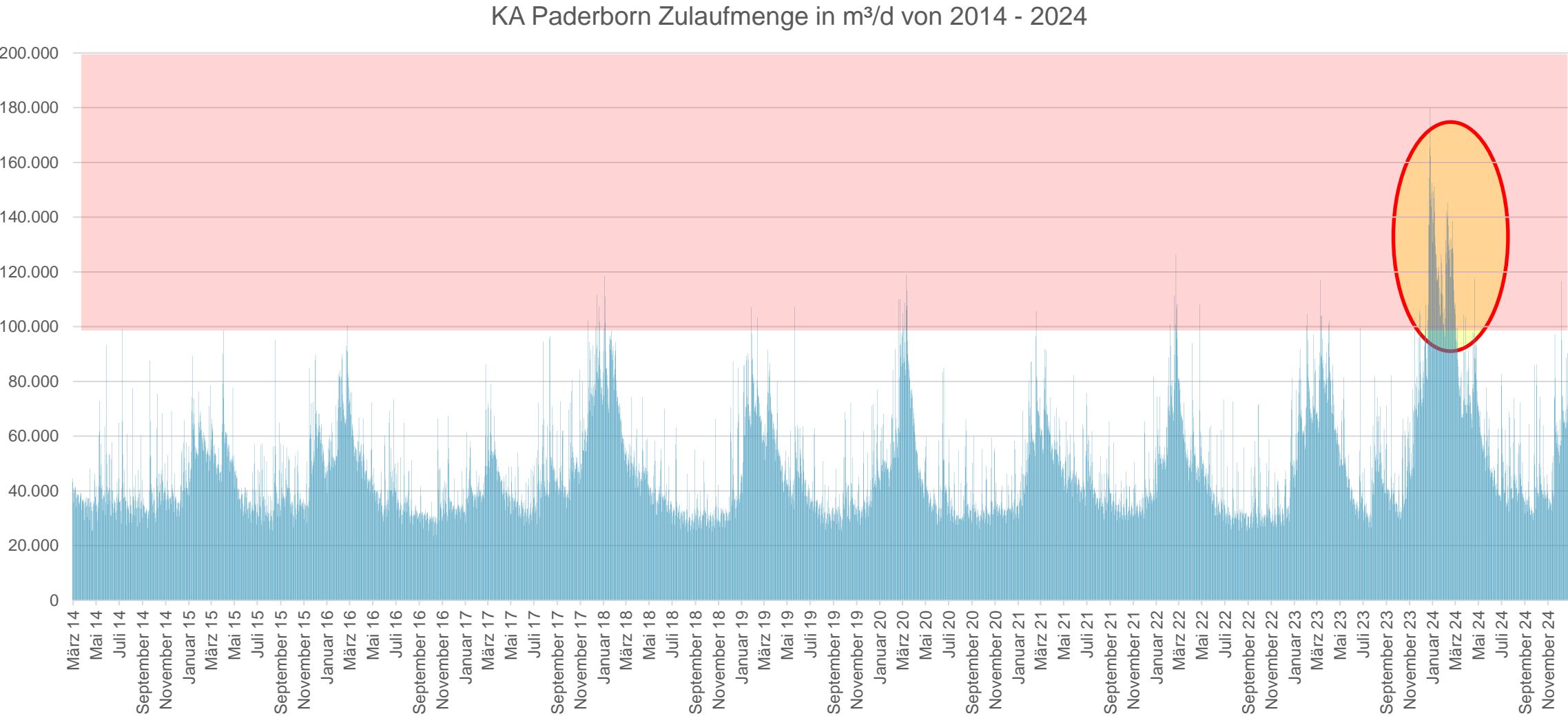
Abwassermengen

mit Bezug auf die Niederschlagsmengen in Paderborn

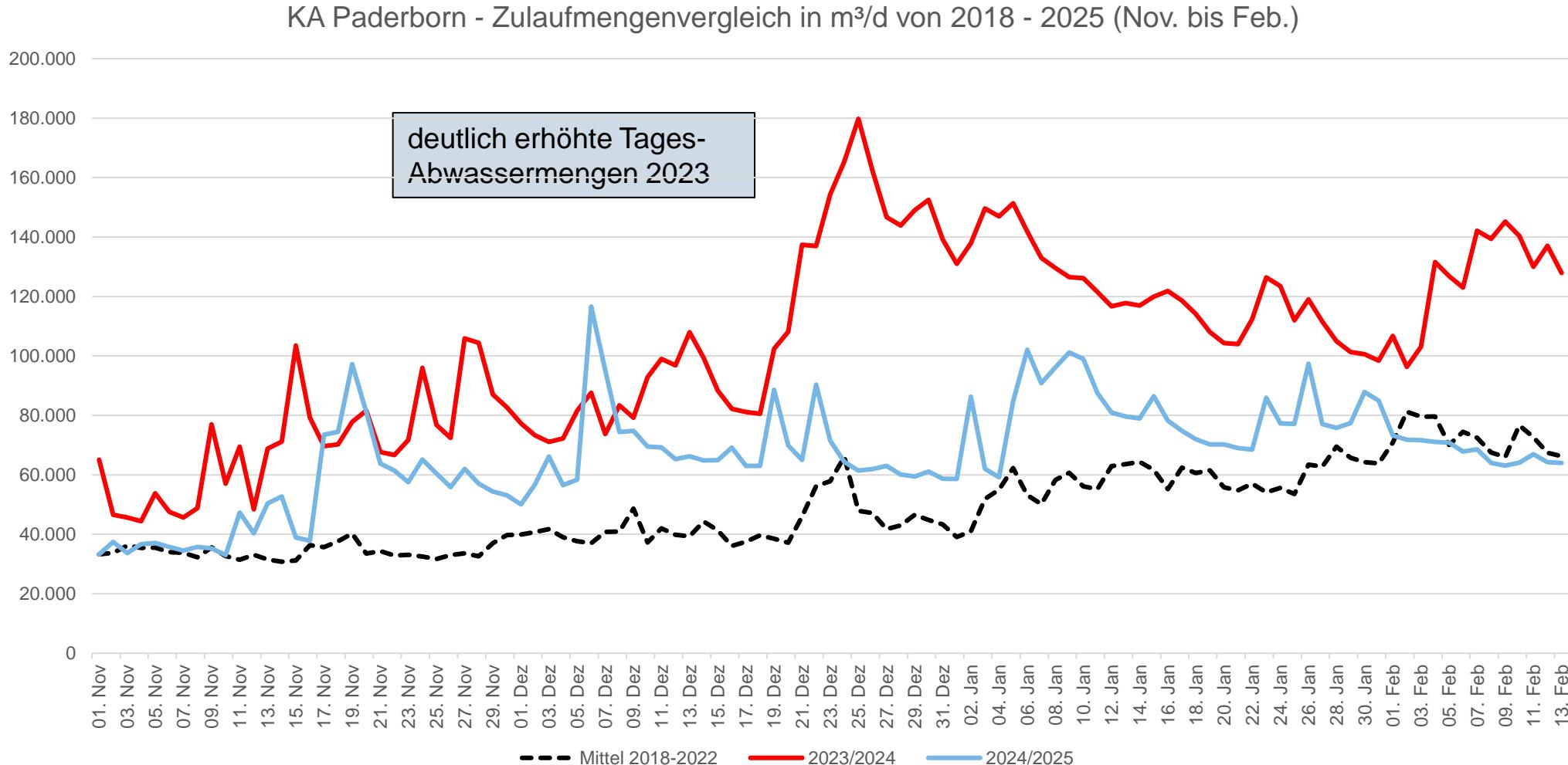


Historie

„Tages-Abwassermengen“



„Tages-Abwassermengen in Regen-Monaten“



Größenklasse der Kläranlage

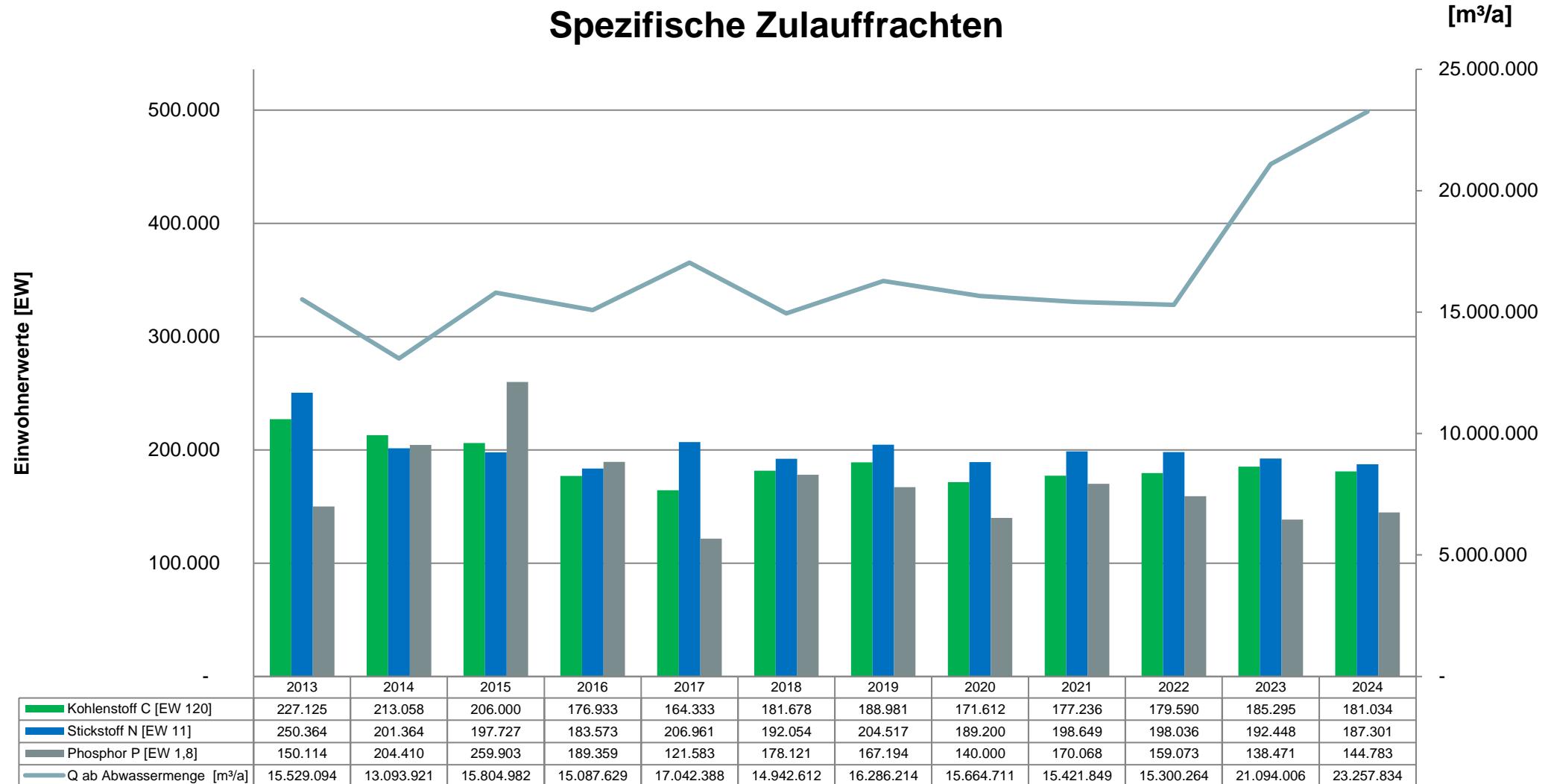
- Die Ausbaugröße der Kläranlage Paderborn beträgt 536.000 EW bezogen auf den CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)
- Die Einwohnerwerte [EW] errechnen sich aus den Einwohnern [E] und den Einwohnergleichwerten für z.B. industrielle Einleitungen [EGW] wie folgt: $EW = E + EGW$
- Basierend auf der Ausbaugröße werden Kläranlagen in die Größenklassen (GK) 1 bis 5 gegliedert
- Die Kläranlage Paderborn ist der Größenklasse 5 zuzuordnen, da sie mit ihrer Ausbaugröße oberhalb des Schwellenwertes der GK 5 in Höhe von 100.000 EW liegt

Spezifische Zulauffrachten

- Das täglich anfallende Abwasser [m^3] liefert die zu reinigenden Schmutzfrachten
- Die wesentlichen Schmutzfrachtparameter sind Kohlenstoff [C], Stickstoff [N] sowie Phosphor [P] und werden in kg angegeben
- $\text{CSB} = 120 \text{ g}/(\text{E}^*\text{d})$, $\text{N} = 11 \text{ g}/(\text{E}^*\text{d})$ sowie $\text{P} = 1,8 \text{ g}/(\text{E}^*\text{d})$ sind einwohnerspezifische Frachten, die an 85 % der Tage unterschritten werden (Quelle DWA-A 226)
- Bakterien in der biologischen Reinigungsstufe sorgen für den Abbau von Stickstoff [N] und Phosphor [P]; die Bakterien benötigen dazu Kohlenstoff [C], der als „Treibstoff“ für sie dient

Spezifische Zulauffrachten

Spezifische Zulauffrachten

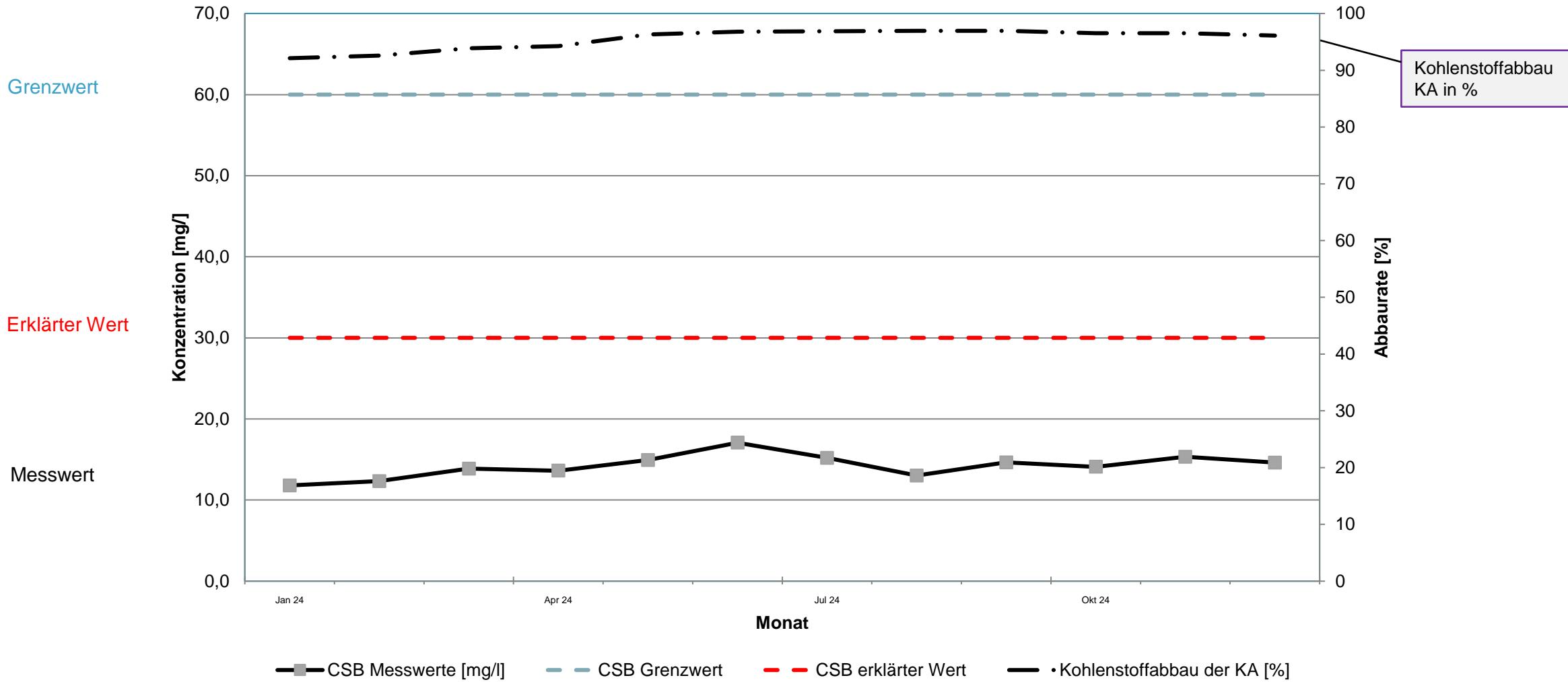


Reinigungsleistung / Ablaufwerte „CSB“

- Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist die Menge an gelöstem Sauerstoff, die zur vollständigen Oxidation der im Wasser enthaltenen organischen Stoffe benötigt wird.
Bedeutet: Je mehr Kohlenstoff im Wasser ist und abgebaut wird, desto weniger steht gelöster Sauerstoff für Lebewesen im Wasser zur Verfügung
- Grenzwert Abwasserverordnung (AbwV): 75 mg/l
- Grenzwert wasserrechtliche Erlaubnis: 60 mg/l
- Niedriger erklärter Wert nach § 4 Abs. 5 Abwasserabgabengesetz (AbwAG): 30 mg/l
> dadurch Reduzierung der Abwasserabgabe!
- Auch der niedriger erklärte Grenzwert wird 2024 mit durchschnittlich 14,2 mg/l deutlich eingehalten!
- Sehr gute Reinigungsleistung!

Reinigungsleistung / Ablaufwerte „CSB“ 2024

Mittlerer Messwert 2024 = 14,2 mg/l,
Mittlerer Kohlenstoffabbau = 95,5%



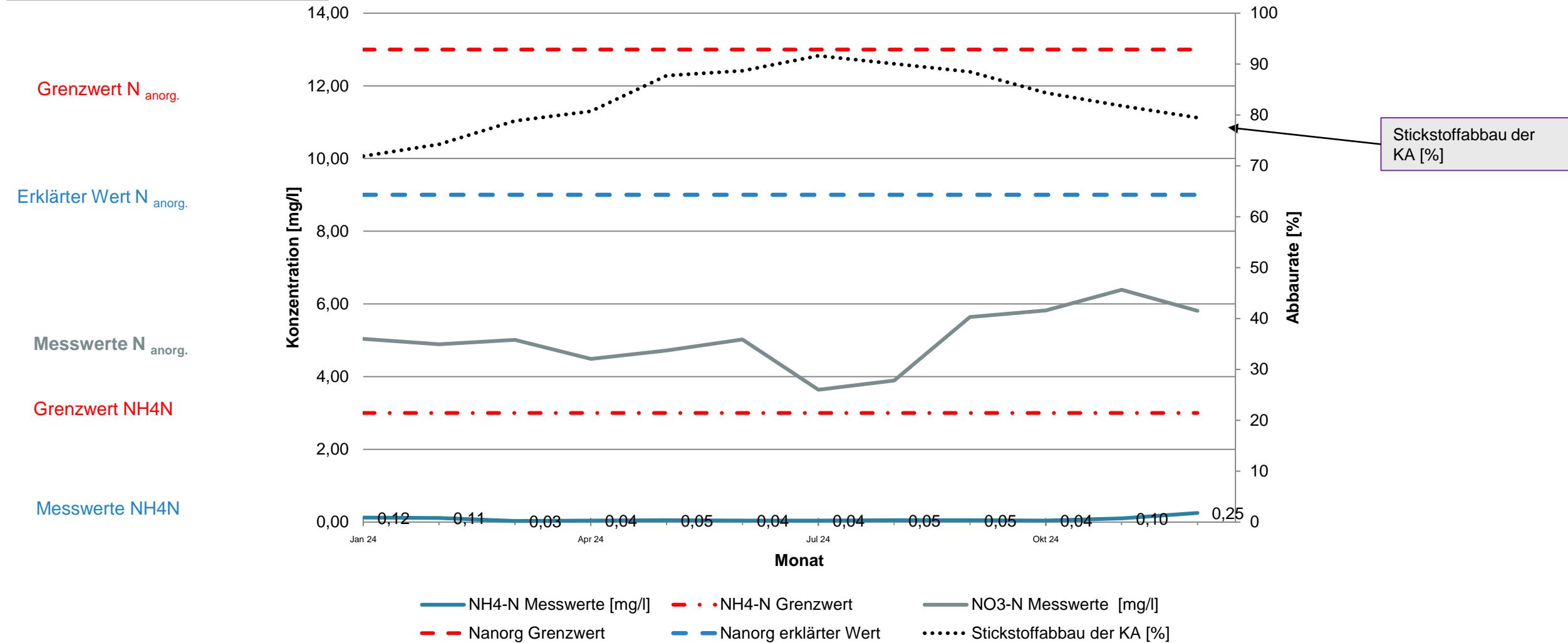
Reinigungsleistung / Ablaufwerte „Stickstoff [N]“

- Nitratstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) und Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) sind Algennährstoffe, die maßgeblichen Anteil an der Eutrophierung (Sauerstoffzehrung + Algenwachstum) in Gewässern haben
- Grenzwerte Abwasserverordnung (AbwV):
 $\text{N}_{\text{anorg ges}} = 13 \text{ mg/l}$ und $\text{NH}_4\text{-N} = 10 \text{ mg/l}$
- Grenzwert wasserrechtliche Erlaubnis:
 $\text{N}_{\text{anorg ges}} = 13 \text{ mg/l}$ und $\text{NH}_4\text{-N} = 3,0 \text{ mg/l}$
- Niedriger erklärter Grenzwert nach § 4 Abs. 5 AbwAG: $\text{N}_{\text{anorg ges}} = 9 \text{ mg/l}$
-> dadurch Reduzierung der Abwasserabgabe!
- Auch der niedriger erklärte Grenzwert wird mit durchschnittlich 5,03 mg/l deutlich eingehalten!
- Sehr gute Reinigungsleistung!

Reinigungsleistung / Ablaufwerte „Stickstoff [N] 2024

anorganischer Gesamtstickstoff ($N_{\text{anorganisch}}$) = Nitrat- ($\text{NO}_3\text{-N}$) + Ammonium- ($\text{NH}_4\text{-N}$) Stickstoff

Mittl. Messwert 2024 = 5,03 mg/l,
Mittl. Stickstoffabbau = 83,15 %



Reinigungsleistung / Ablaufwerte „Phosphor [P]“

- Algennährstoff, der wesentlichen Anteil an Eutrophierung in Gewässern hat
- Grenzwert Abwasserverordnung (AbwV): 1 mg/l
- Grenzwert wasserrechtliche Erlaubnis : 0,8 mg/l
- Niedriger erklärter Grenzwert nach § 4 Abs. 5 AbwAG: 0,4 mg/l
 - > dadurch Reduzierung der Abwasserabgabe möglich!
- Auch der niedriger erklärte Grenzwert wird 2024 mit durchschnittlich 0,13 mg/l deutlich eingehalten!
- Sehr gute Reinigungsleistung!

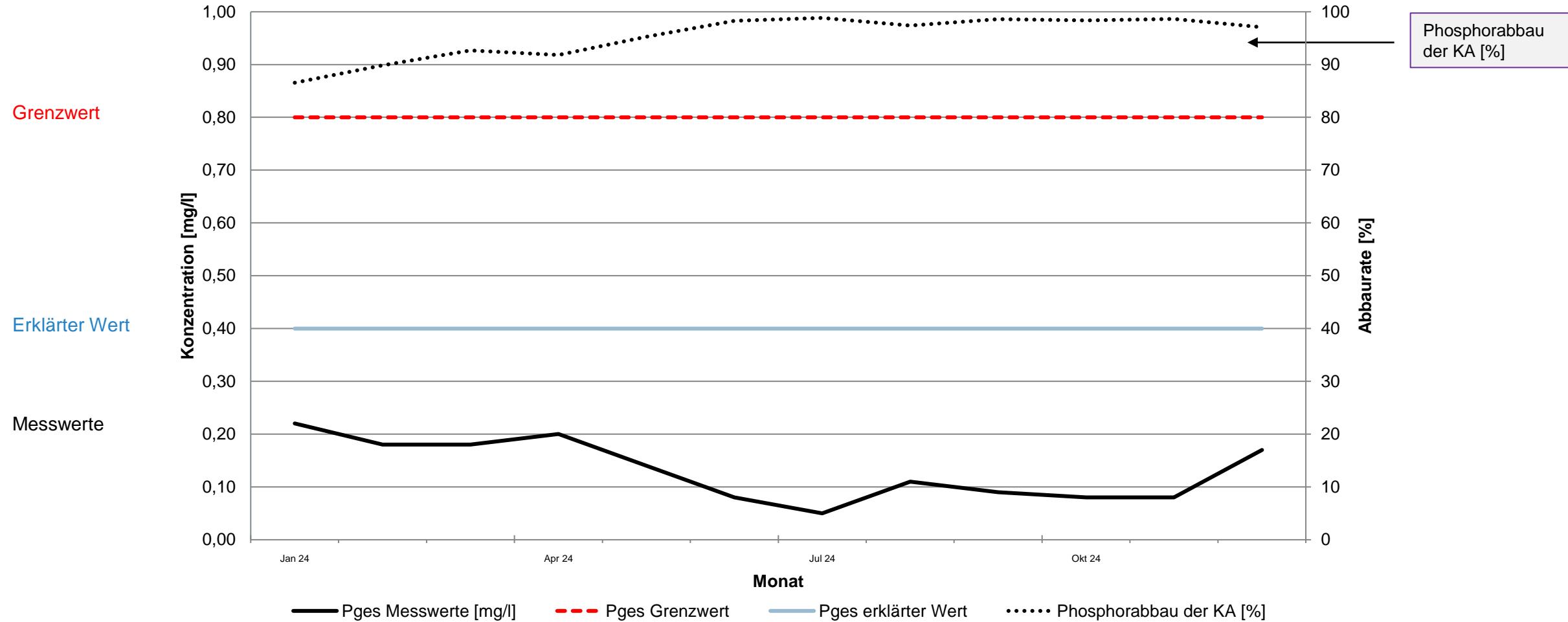
Reinigungsleistung / Ablaufwerte „Phosphor [P]“

Phosphor = Algennährstoff

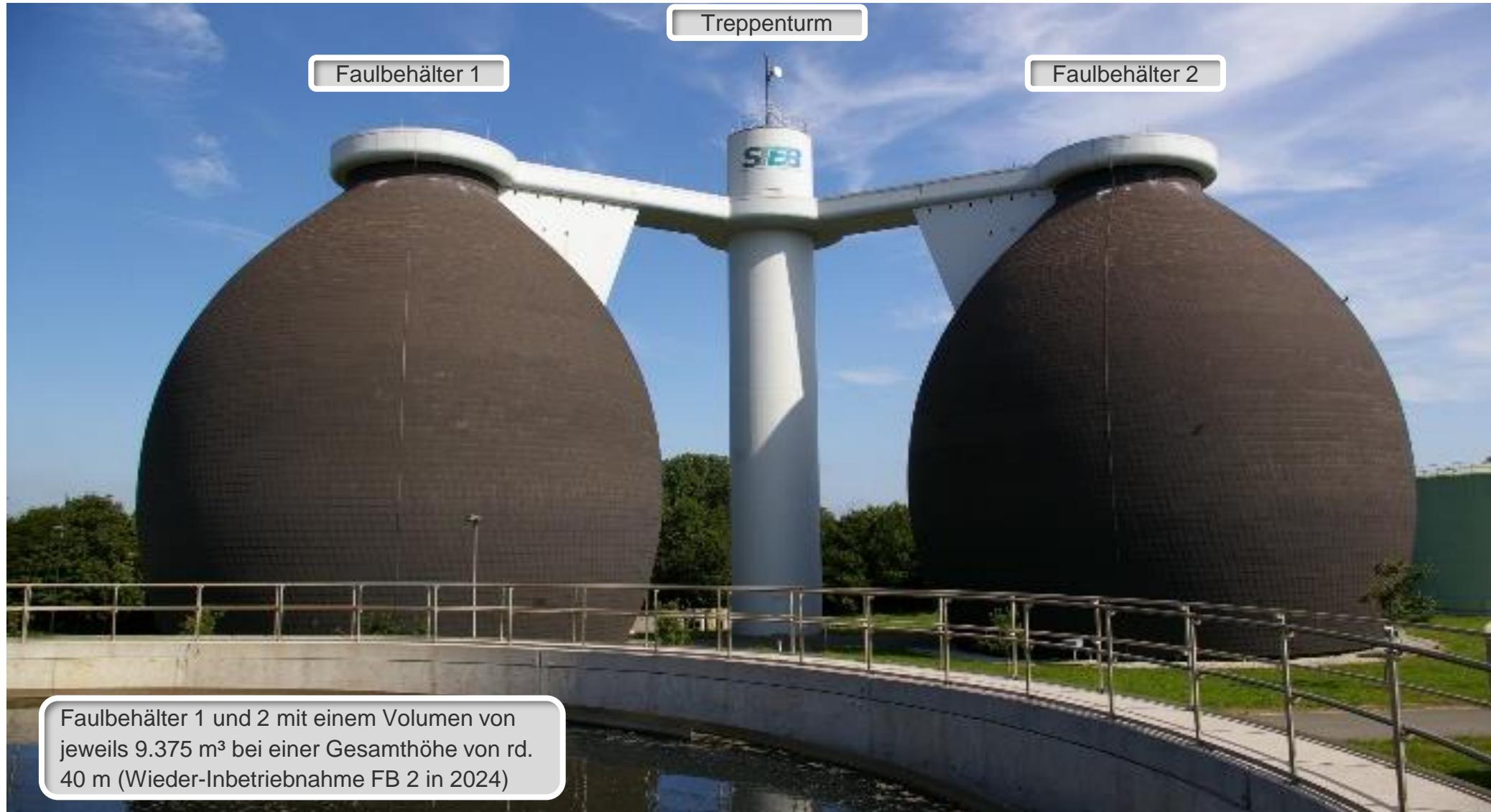


Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

Mittlerer Messwert 2024 = 0,13 mg/l;
Mittlerer Phosphorabbau = 95,28 %



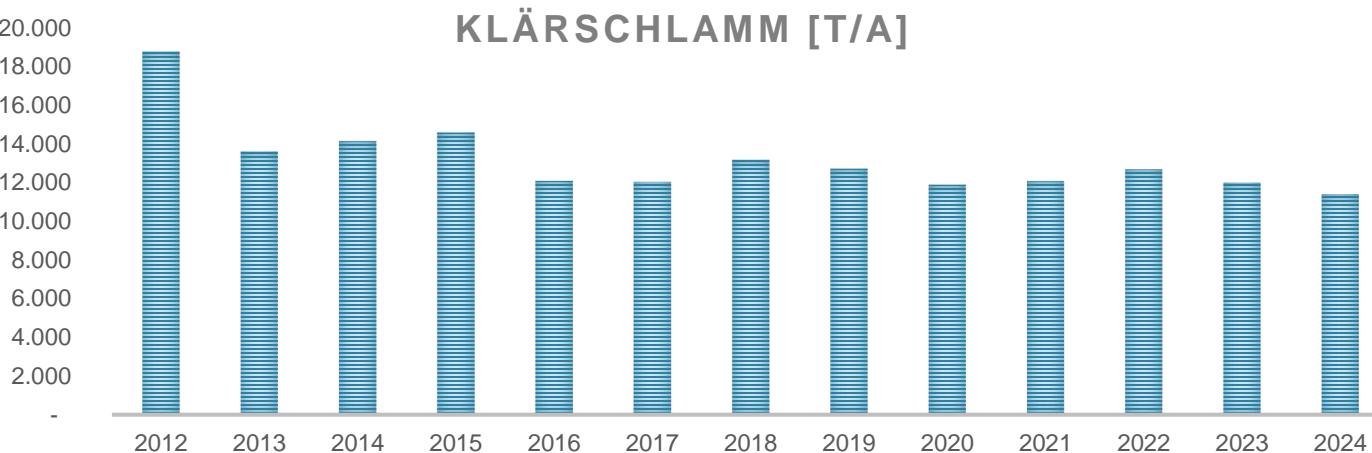
Faulbehälter und Klärschlammverladung



Klärschlamm entsorgung

Jahr	Klärschlamm [t/a]
2012	18.760
2013	13.597
2014	14.128
2015	14.578
2016	12.073
2017	12.032
2018	13.169
2019	12.713
2020	11.874
2021	12.057
2022	12.667
2023	11.993
2024	11.396

- Der Klärschlamm wird seit 2013 vollständig thermisch entsorgt (aktuell: Mitverbrennung)
- Seit Februar 2013 Entwässerung durch Zentrifugen; deutliche Reduzierung der zu entsorgenden Klärschlammmenge durch Wegfall der vorherigen Kalkzugabe
- Seit Februar 2016 Wegfall des Abwassers der Fa. Westfleisch
- 2018 / 2019 wurde der Faulbehälter 1 entleert; dadurch höhere KS-Entsorgung
- 2020 war nur Faulbehälter 2 in Betrieb; FB 1 befand sich im Umbau
- 2021 Inbetriebnahme des sanierten FB 1 und Außerbetriebnahme des FB 2
- 2022 / 2023 war nur Faulbehälter 1 in Betrieb, FB 2 befand sich im Umbau
- 2023 u. 2024 weniger Klärschlamm u.a. durch optimierte Schlammentwässerung durch regenerative Erwärmung des Polymer-Ansetzwassers**



Klärgasgewinnung und -nutzung

Jahr	Klärgas-gewinnung [m³]	Spez. Klärgas-gewinnung [m³ Gas / m³ Abwasser]	Stromerzeugung aus Klärgas-verwertung im BHKW [MWh]	Wärmenutzung aus Klärgas-verwertung im BHKW [MWh]	Bemerkungen
2019	1.946.712	0,12	3.983	3.295	FB 1 außer Betrieb / Sanierung
2020	1.705.180	0,11	3.871	3.845	FB 1 außer Betrieb / Sanierung
2021	1.840.891	0,12	3.668	3.769	Inbetriebnahme FB 1 und Außerbetriebnahme FB 2
2022	2.146.543	0,14	3.561	3.396	FB 2 außer Betrieb / Sanierung
2023	2.324.928	0,11	3.800	3.358	FB 2 außer Betrieb / Sanierung; zudem „dünn“es“ Abwasser wg. hohem Fremdwasseranteil
2024	2.310.565	0,10	3.961	4.369	Wiederinbetriebnahme FB 2 im 2.Halbjahr

Gasspeicher und Notfackel



Regenerative Energieerzeugung

Wind-Energie



Windenergieanlage (WEA);
Typ Enercon E82-E2,
2,3 MW elektr. Leistung

Sonnen-Energie



PV-Anlagen
rd. 1.200 kWp elektr. Leistung



(Klär)Biogas-Energie



BHKW-Anlage mit
3 Modulen mit jeweils
360 kW elektr. Leistung
473 kW therm. Leistung

Strombilanzierung [MWh/a]

Jahr	Eigenstromerzeugung				Fremd- strom- bezug	EVU- Stromein- speisung	Gesamt- strom- verbrauch	Autarkie- grad [%]
	WEA	BHKW	PV	Gesamt				
2019	3.619	3.983	-	7.601	1.792	1.934	7.459	102
2020	3.751	3.871	-	7.622	1.761	2.191	7.192	106
2021	2.983	3.668	-	6.552	2.289	1.551	7.390	91
2022	3.451	3.560	89	7.101	1.886	1.982	6.962	101
2023	4.158	3.800	78	8.036	1.572	2.504	7.103	113
2024	3.415	3.961	433	7.809	1.528	2.154	7.183	109

Besonderheiten:

- seit 2022 Photovoltaik auf Dachflächen
- IBN Freiflächen-PV ab 07/2024
- Hoher Stromverbrauch 2023 u. 2024 durch sehr hohe behandelte Abwassermenge

Aktuell:

- Fremdstrombezug rückläufig
- Autarkiegrad von 109 % in 2024

Positiv:

- Spez. Gesamtstromverbrauch konnte seit 2020 durch verfahrenstechnische Optimierungen reduziert werden!

Kurz-/Mittelfristige Maßnahmen:

- Steigerung der Gasproduktion durch Sanierung der Faulbehälter (erledigt – seit Ende 2024 in Betrieb)
- Steigerung der Nutzung des selbst erzeugten Stroms durch Erweiterung Gasspeichervolumens (Neubau Gasbehälter 2026)
- Reduzierung des Gesamtstromverbrauchs durch Umstellung der Belüftungstechnik in der Biologie von Oberflächen- auf Druckbelüftung (IBN 2027)

Spezifischer Stromverbrauch

Jahr	Gereinigte Abwassermenge [m³/a]	Gesamtstromverbrauch [MWh/a]	spez. Stromverbrauch [kWh/m³]	Bemerkungen
2019	16.286.214	7.459	0,46	
2020	15.664.711	7.192	0,46	Senkung durch verfahrenstechnische Optimierungen
2021	15.421.849	7.390	0,48	Leichter Anstieg durch den Versuchsbetrieb 4. Reinigungsstufe, insbes. der Ozonanlage!
2022	15.300.264	6.962	0,45	Versuchsbetrieb Ozonung 4. Reinigungsstufe in 04/22 beendet
2023	21.094.006	7.109	0,34	hohe Abwassermengen 2023 u. 2024
2024	23.257.842	7.183	0,31	Senkung des spez. Stromverbrauchs durch verfahrenstechn. Optimierungen und Erneuerungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

