

# Kläranlage Paderborn

## Betriebsergebnisse 2024



Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

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





# Abwassermengen

mit Bezug auf die Niederschlagsmengen in Paderborn

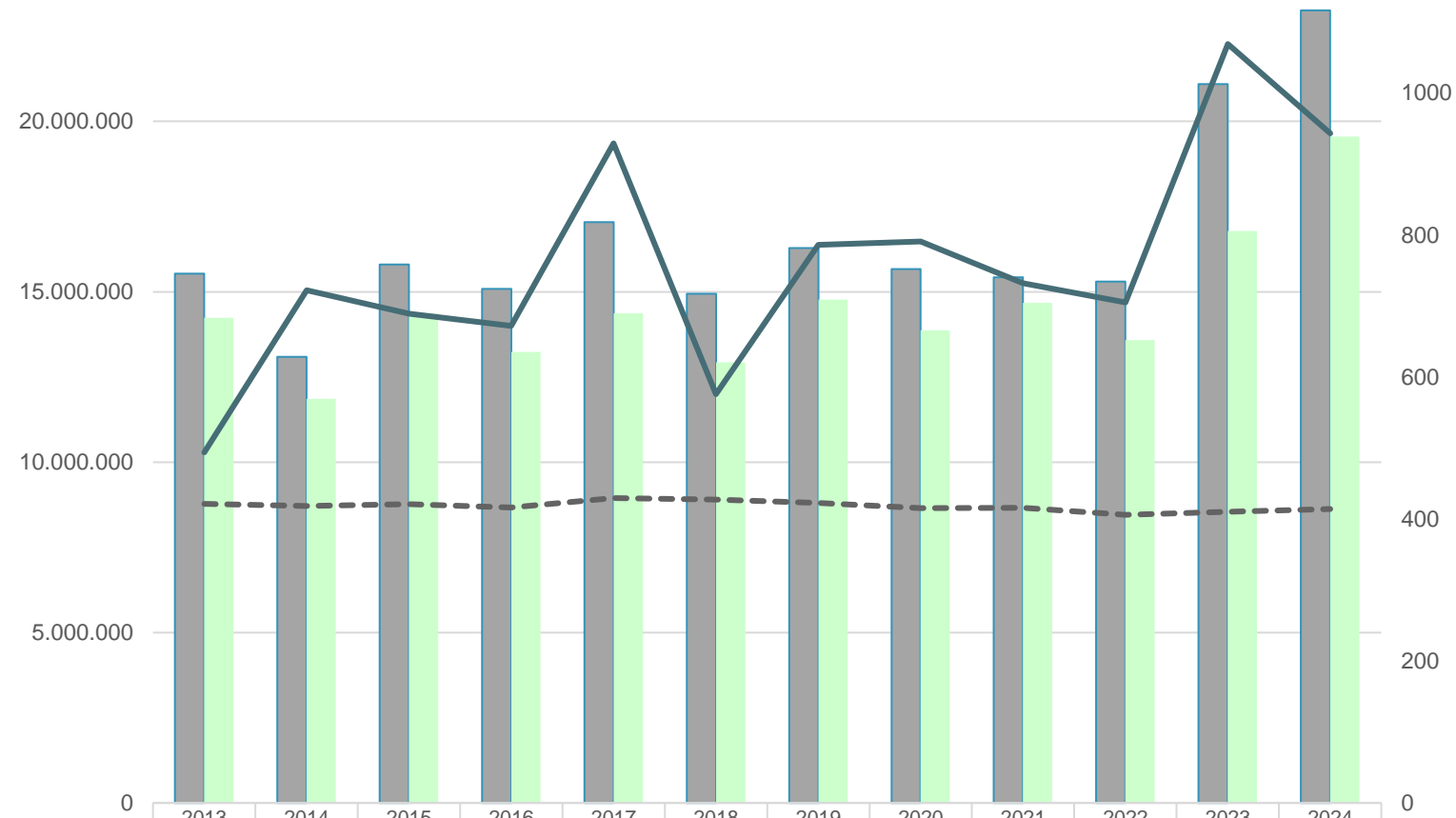


Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

[m³/a] 25.000.000 1200 [mm]

**2024**  
Abwassermenge = 23.257.842.000 Liter pro Jahr  
entspricht 63.546.000 Liter pro Tag  
entspricht 2.647.750 Liter pro Stunde  
entspricht ca. 22.000 Badewannenfüllungen  
a 120 L pro Stunde

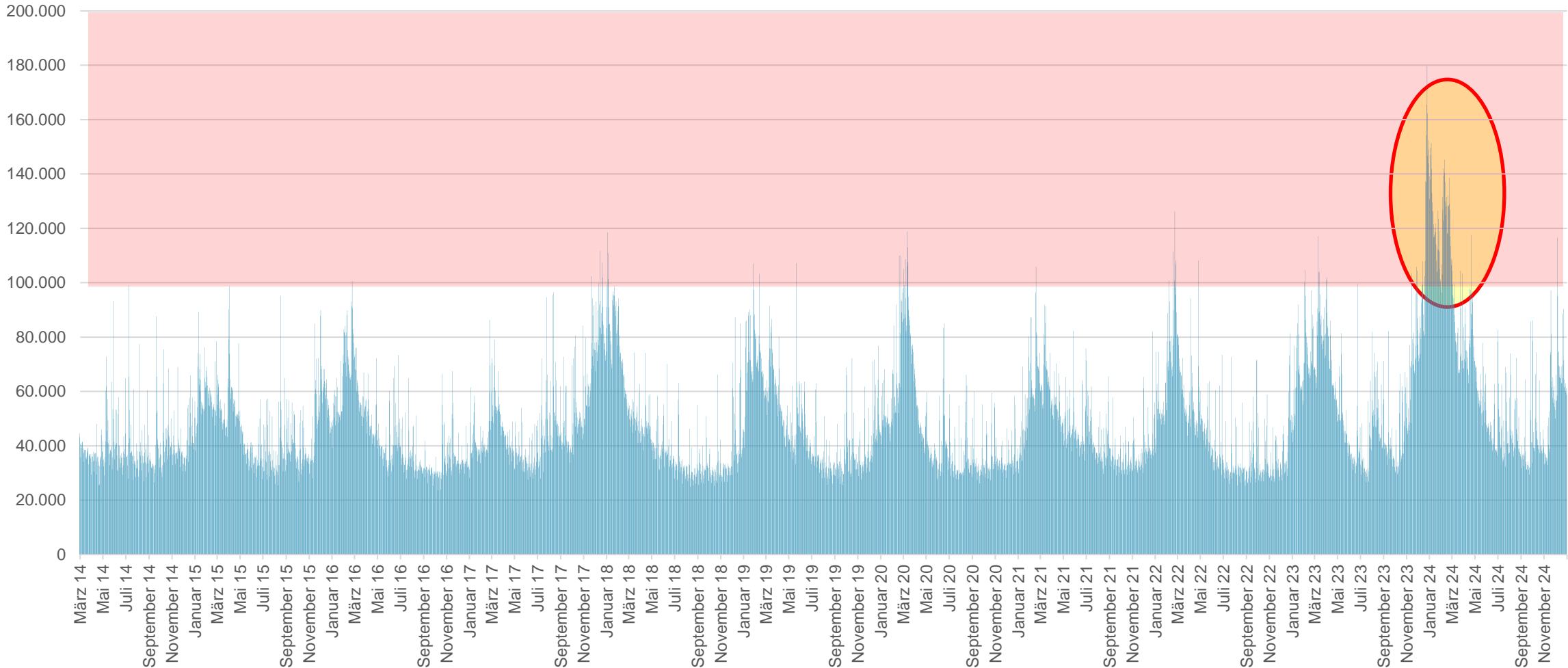
Hinweis zur Angabe der Wassermengen:  
Schmutzwassermenge = Berechneter Wert  
Abgerechnete SW-Menge = entspricht  
vorläufigen Wasserverbrauchswerten  
Abwassermenge = Gemessener Wert



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Abwassermenge Q ab [m³/a]	15.529.094	13.093.921	15.804.982	15.087.629	17.042.388	14.942.612	16.286.214	15.664.711	15.421.849	15.300.264	21.094.006	23.257.842
Schmutzwassermenge [m³/a]	14.237.306	11.861.226	14.360.686	13.231.820	14.373.903	12.933.293	14.773.299	13.872.032	14.675.771	13.581.407	16.785.157	19.552.675
abgerechnete Schmutzwassermengen [m³/a]	8.774.718	8.716.974	8.768.106	8.671.024	8.951.113	8.901.285	8.802.456	8.650.424	8.662.485	8.453.970	8.550.420	8.623.715
Niederschlag [mm]	494	722	689	672	929	576	786	791	732	705	1.069	943

# Historie „Tages-Abwassermengen“

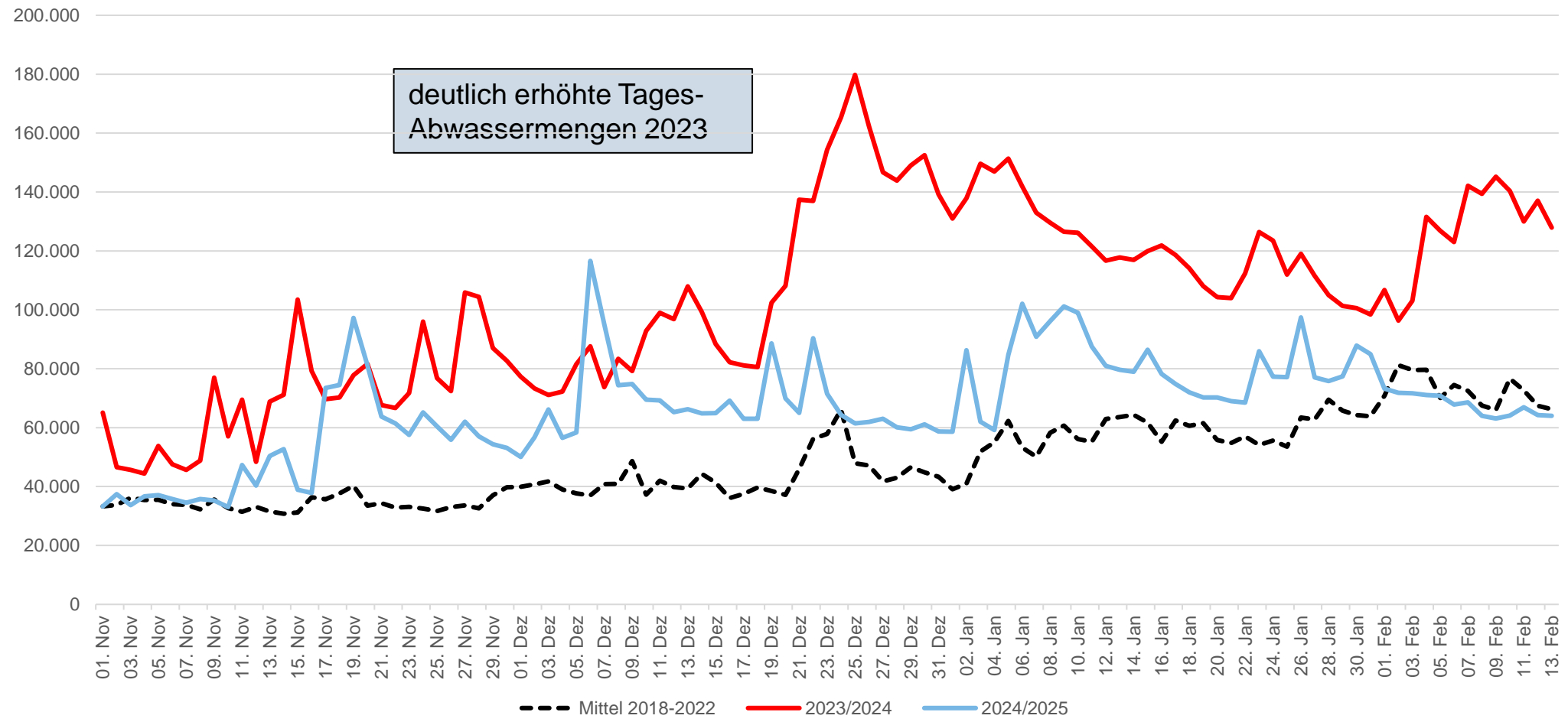
KA Paderborn Zulaufmenge in m<sup>3</sup>/d von 2014 - 2024



# Historie

## „Tages-Abwassermengen in Regen-Monaten“

KA Paderborn - Zulaufmengenvergleich in m<sup>3</sup>/d von 2018 - 2025 (Nov. bis Feb.)



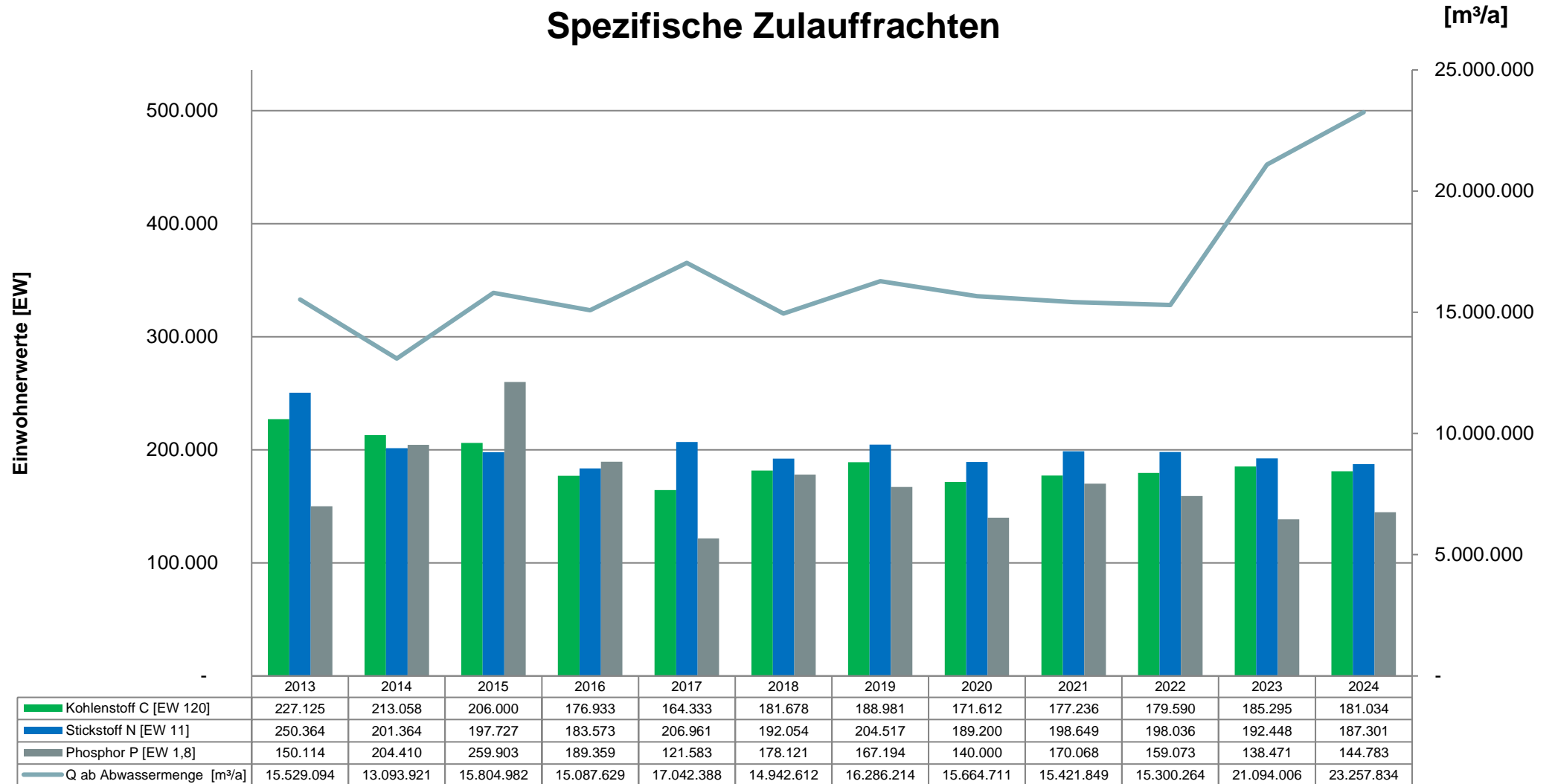
# Größenklasse der Kläranlage

- 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 Zulaufmengen

- Das täglich anfallende Abwasser [m<sup>3</sup>] liefert die zu reinigenden Schmutzfrachten
- Die wesentlichen Schmutzfrachtparameter sind Kohlenstoff [C], Stickstoff [N] sowie Phosphor [P] und werden in kg angegeben
- CSB = 120 g/(E\*d), N = 11 g/(E\*d) sowie P = 1,8 g/(E\*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



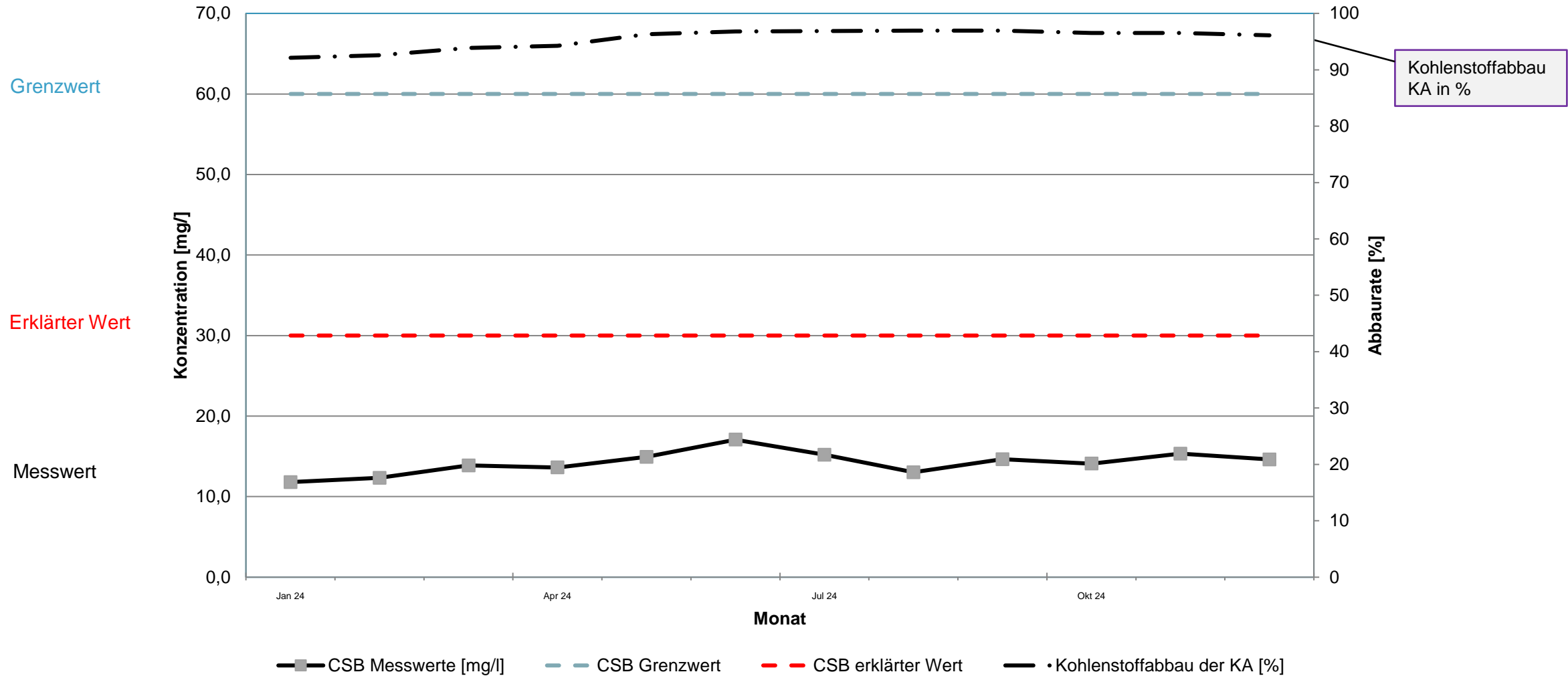
# Reinigungsleistung / Ablaufwerte „CSB“

- 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 (NO<sub>3</sub>-N) und Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N) sind Algennährstoffe, die maßgeblichen Anteil an der Eutrophierung (Sauerstoffzehrung + Algenwachstum) in Gewässern haben
- Grenzwerte Abwasserverordnung (AbwV):  
N<sub>anorg ges</sub> = 13 mg/l und NH<sub>4</sub>-N = 10 mg/l
- Grenzwert wasserrechtliche Erlaubnis:  
N<sub>anorg ges</sub> = 13 mg/l und NH<sub>4</sub>-N = 3,0 mg/l
- Niedriger erklärter Grenzwert nach § 4 Abs. 5 AbwAG: N<sub>anorg ges</sub> = 9 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



Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

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

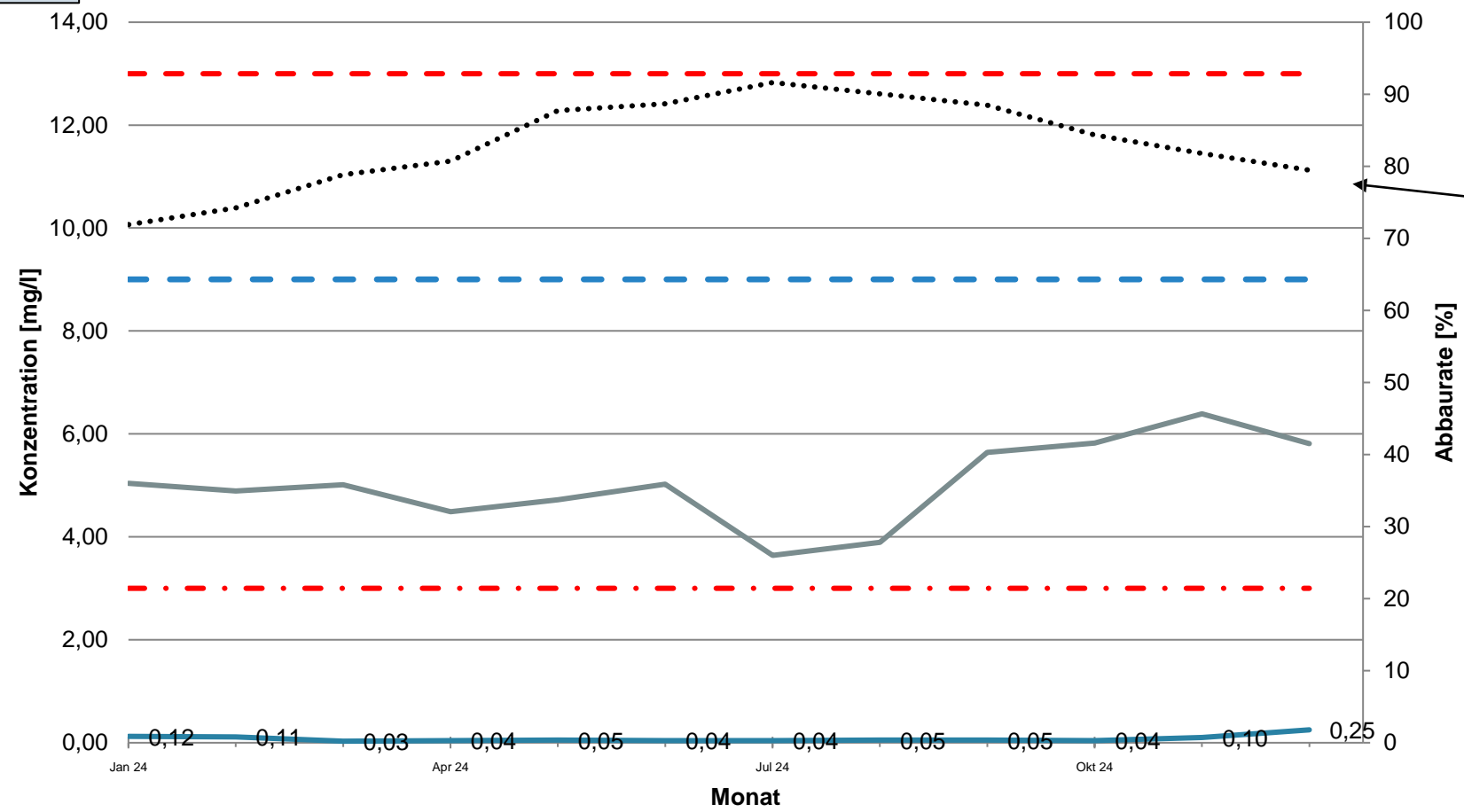
Grenzwert  $N_{\text{anorg.}}$

Erklärter Wert  $N_{\text{anorg.}}$

Messwerte  $N_{\text{anorg.}}$

Grenzwert  $\text{NH}_4\text{N}$

Messwerte  $\text{NH}_4\text{N}$



Stickstoffabbau der KA [%]

- $\text{NH}_4\text{-N}$  Messwerte [mg/l]
- . -  $\text{NH}_4\text{-N}$  Grenzwert
- $\text{NO}_3\text{-N}$  Messwerte [mg/l]
- - - Nanorg Grenzwert
- - - Nanorg erklärter Wert
- ..... Stickstoffabbau der KA [%]

- Algenährstoff, 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!



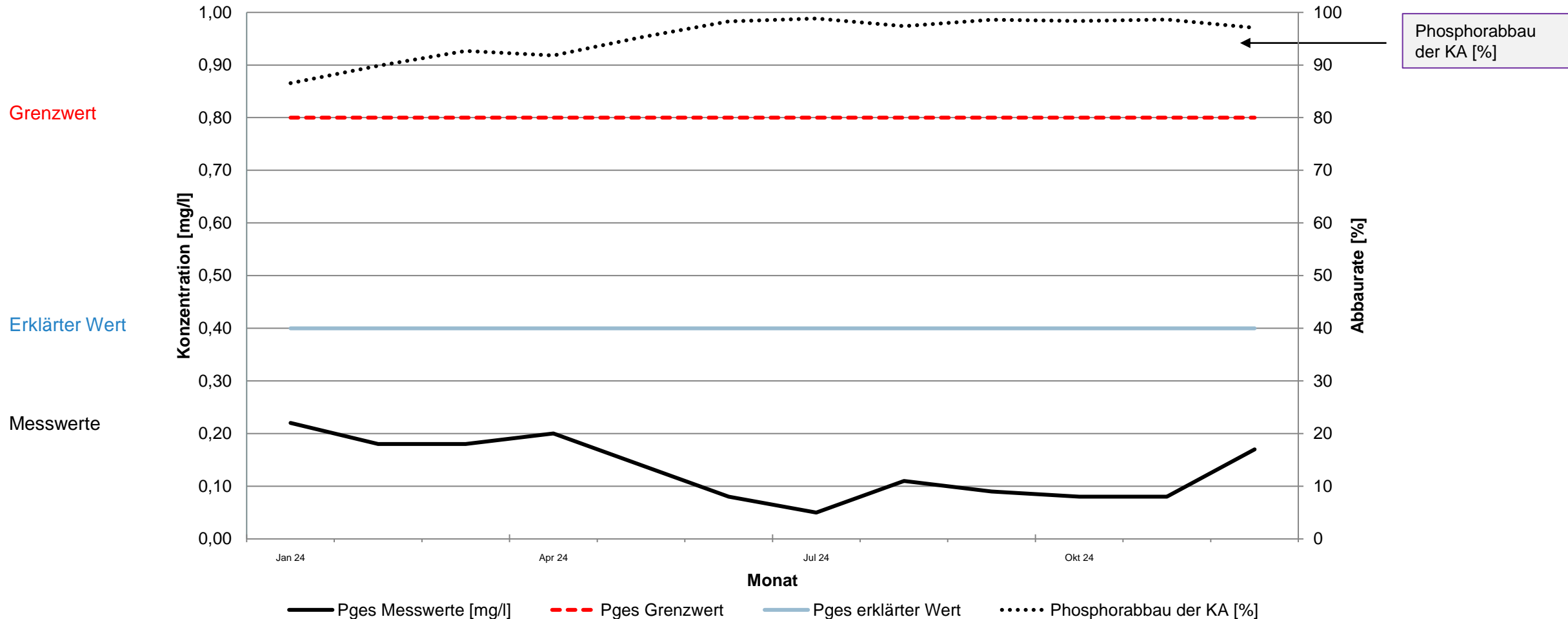
# Reinigungsleistung / Ablaufwerte „Phosphor [P]“

Phosphor = Algennährstoff

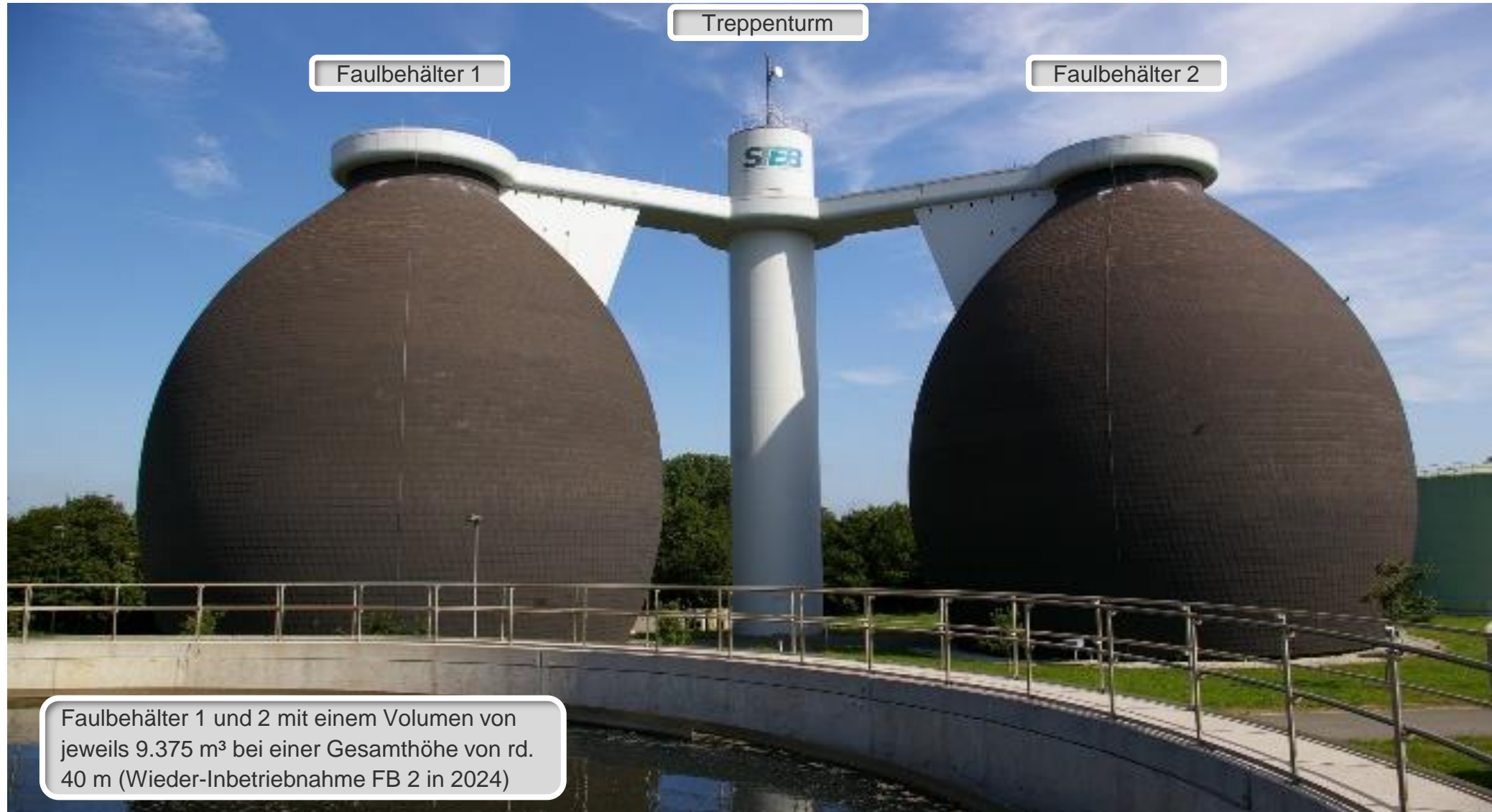


Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

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



# Faulbehälter und Klärschlammverladung



Faulbehälter 1

Treppenturm

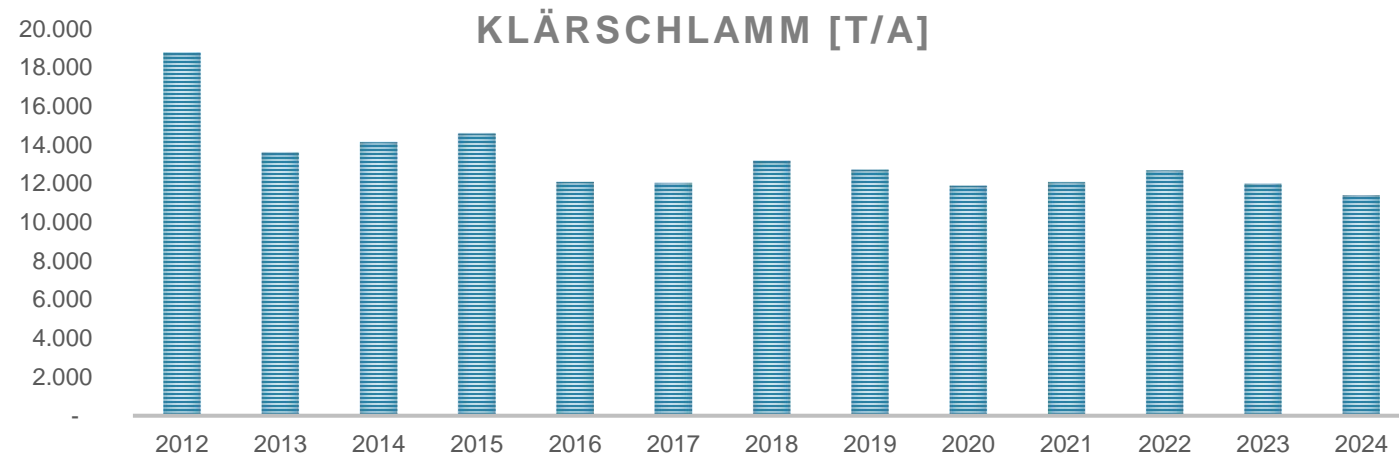
Faulbehälter 2

Faulbehälter 1 und 2 mit einem Volumen von jeweils 9.375 m<sup>3</sup> bei einer Gesamthöhe von rd. 40 m (Wieder-Inbetriebnahme FB 2 in 2024)

# 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 [m <sup>3</sup> ]	Spez. Klärgas- gewinnung [m <sup>3</sup> Gas / m <sup>3</sup> 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 „dünnere“ 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]



Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

Jahr	Eigenstromerzeugung				Fremdstrombezug	EVU-Stromeinspeisung	Gesamtstromverbrauch	Autarkiegrad [%]
	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 [m <sup>3</sup> /a]	Gesamtstromverbrauch [MWh/a]	spez. Stromverbrauch [kWh/m <sup>3</sup> ]	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 	<b>Senkung des spez. Stromverbrauchs durch verfahrenstechn. Optimierungen und Erneuerungen</b>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn  
Eigenbetrieb der Stadt Paderborn

