

PROZESSWASSERBEHANDLUNG

Berliner Wasserbetriebe - Klärwerk Waßmannsdorf



Luftbild Klärwerk Waßmannsdorf (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)

INHALT



0

Eckdaten Klärwerk

1

Stickstoff-Eliminierung

2

Historie

3

Prozesswasserbehandlung

4

Messtechnik

5

Prozessführung

6

Fazit

Eckdaten Klärwerk

➤ Abwasserreinigung:	2,2 Millionen Einwohner	
➤ Reinigungskapazität:	230.000 m ³ /d (Trockenwetter – Stand 2023)	
➤ Belebung:	10 Belebungsbecken	
	Gesamtnutzvolumen:	255.600 m ³
➤ Nachklärung:	20 Rundbecken	
	Gesamtoberfläche:	25.132 m ²
➤ Schlammbehandlung:	6 Faulbehälter	
	Gesamtnutzvolumen:	48.000 m ³
➤ Biogasverwertung:	4 Gasbehälter	
	Gesamtnutzvolumen:	16.000 m ³
	Gesamtleistung Gasmotoren:	6 MW

1 MÖGLICHKEITEN STICKSTOFFELIMINIERUNG

Biologische Verfahren

- Klassische Nitrifikation / Denitrifikation
- Nitritation / Denitritation
- Deammonifikation



Emission von Lachgas

Chemisch-physikalische Verfahren

- Ammoniak-Strippung
- Membranbasierte Verfahren
- Ionenaustausch
- Plasmalyse



Energie- und Chemikalienkosten



Luftaufnahme Prozesswasserbehandlung KW Waßmannsdorf
 (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)

Ausgeführte Arbeiten HOLINGER Ingenieure GmbH

- Planung
- Bauoberleitung
- Örtliche Bauüberwachung
- Inbetriebnahme

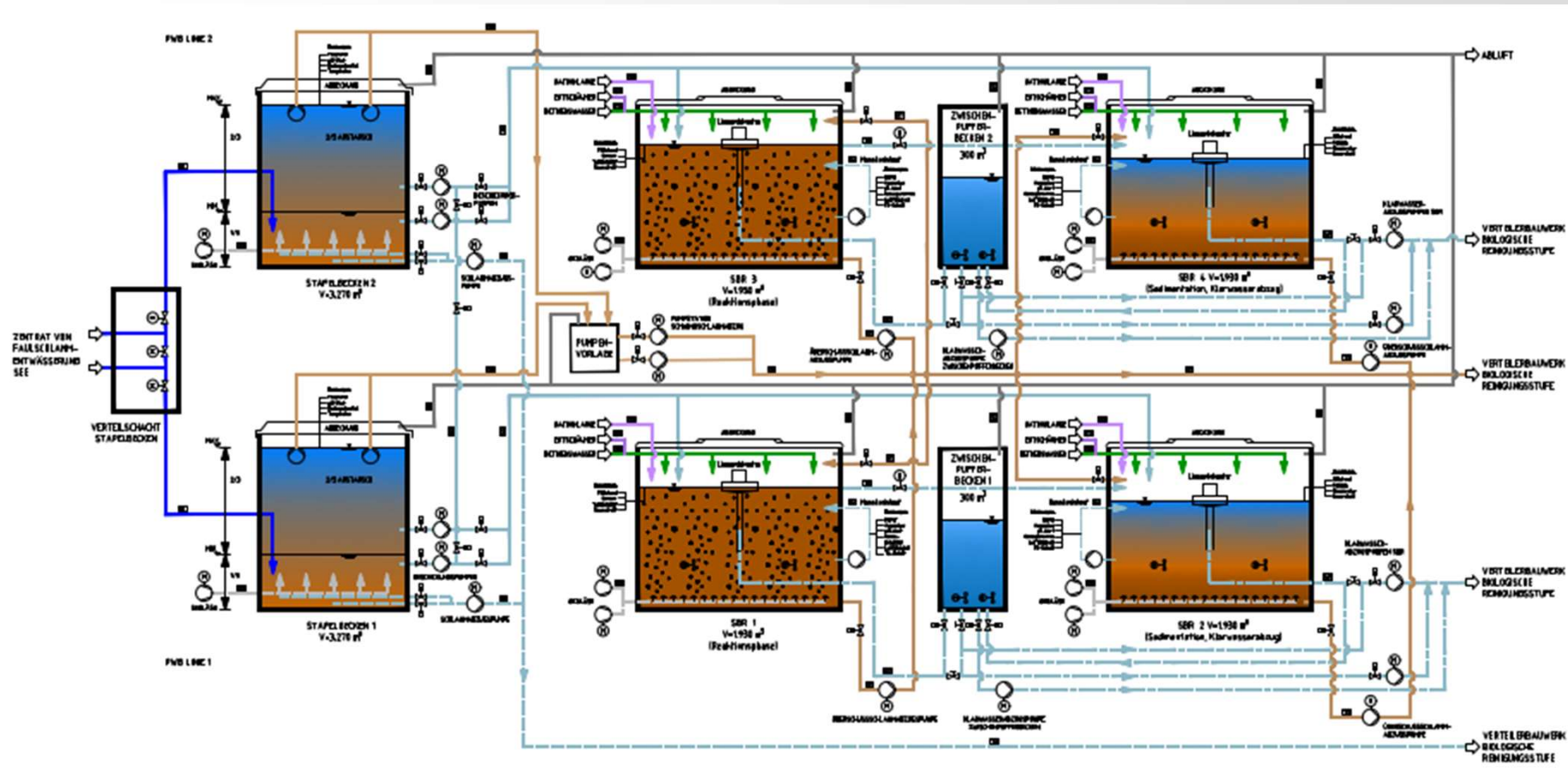
Planungsbeginn:	Januar 2014
Genehmigung LP 4:	Dezember 2015
Fertigstellung LP7:	Mai 2018
Beginn Bauausführung:	April 2018
Fertigstellung Bauausführung:	November 2022
Start stufenweise kalte IBN:	Oktober 2021
Start stufenweise warme IBN:	Juni 2022
Ende warme IBN:	Februar 2024



Maschinenhalle Prozesswasserbehandlung

Kennzahlen - PWB

Ausführung:	SBR-Zweistufig
Misch- & Ausgleichsbehälter:	Zwei
Gesamtnutzvolumen Speicher:	6.540 m ³
SBR:	Vier
Gesamtnutzvolumen PWB:	7.720 m ³
	1.930 m ³ /SBR
Klarwasserspeicher:	Zwei
Gesamtnutzvolumen:	600 m ³
Hydraulischer Bemessungswert:	3.271 m ³ /d
Verfahren:	Zweistufig
Zulauf fracht NH ₄ -N:	3.233 kg/d 85-Perzentil
Ablauf fracht NH ₄ -N:	647 kg/d 85-Perzentil
Abbauleistung NH ₄ -N:	2.586 kg/d



Verfahrensstufe	Art der Messung	Messverfahren
Zulauf	Zulaufmenge	MID
	TS-Gehalt	Zwei Kanal 90° Streulicht
Stapelbecken	Füllstand	Druck
	pH-Wert / Temperatur	Potentiometrisch
	Redoxspannung	Potentiometrisch
SB-Reaktoren	Zulaufmenge	MID
	Füllstand	Druck, Radar
	pH-Wert / Temperatur	Potentiometrisch
	Redoxspannung	Potentiometrisch
	O ₂ -Konzentration	LDO
	Leitfähigkeit	Induktiv
	NH ₄ -N	Gas-sensitive Elektrode
	NO ₃ -N	UV-Spektralsensor
	NO ₂ -N	UV-Spektralsensor
	TS-Gehalt	Zwei Kanal 90° Streulicht
Zugabe Überschuss-Schlamm	Schlammmenge	MID
Zwischenpufferbecken	Füllstand	Druck
Ablauf PWB	Ablaufmenge	MID

4 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – MESSTECHNIK



UF-Vorfiltration (Messung: $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$)

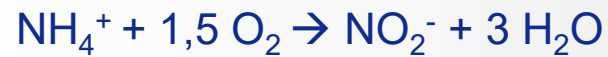
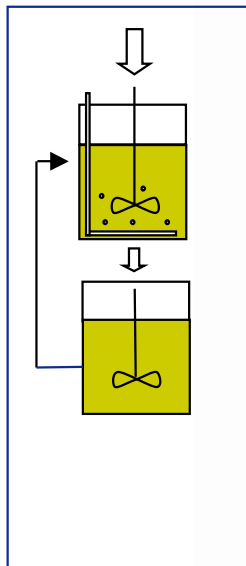


Spektralsonde (Messung: $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$)



Messwanne: pH-Wert, Redoxspannung, TS-Gehalt, Leitfähigkeit

Partielle Nitritation Ausschwemmreaktor



Beschicken mit Prozesswasser
 Belüften
 Mischen
 Dosierung NaOH

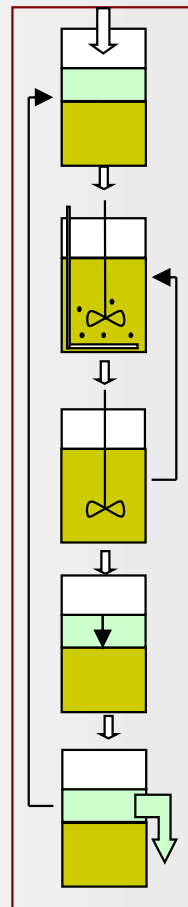
Pause → Mischen, Belüften

Mögliche Betriebsarten

BA 1: einmalige Beschickung

BA 2: mehrmalige Beschickung

Anaerobe Ammoniumoxidation SBR

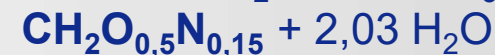


1. Füllen über SBR (Nitritation)

Zusätzliche Beschickung mit Prozesswasser (wenn Verhältnis $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$ ungünstig)

2. Reaktionsphase

Fakultative Belüftung bei pH-Wert Anstieg



3. Sedimentation

4. Klarwasserabzug

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG

Prozess	Regelparameter	Minimum	Maximum	Einheit
Nitritation				
Einstellung pH-Wert	pH-Wert	7,2*	7,3**	
Belüftung	Gelöst-Sauerstoff	1,0	2,0	mg/l
Deaktivieren Belüftung	NH ₄ -N	330		mg/l
	NO ₃ -N		80	mg/l
Unterbrechen Beschickung	NH ₄ -N		440	mg/l
	NO ₂ -N		500	mg/l
Anammox-Stufe				
Einstellung pH-Wert	pH-Wert	7,2***	7,8****	
Unterbrechen Beschickung	NO ₂ -N		10 (15)	mg/l
* Aktivieren Zugabe NaOH ** Deaktivieren Zugabe NaOH *** Deaktivieren Belüftung **** Aktivieren Belüftung				

Eingabefenster Grenzwerte
Qualitätsparameter für Beschickung und
Belüftung

Parameter

=M59 Qualitätskriterien Schritte Linie 1 Parameter

Förderung unterbrechen Schritt Beschicken BA 1

NH4-N MZ141 340,0 mg/l MAX	Hystherese MZ141 10,0 mg/l	Belüftung deaktivieren MZ141 300,0 mg/l MIN
----------------------------------	----------------------------------	---

Abbruch Schritt Beschicken BA 1 und 2

Lf
MZ144
20,0 mS MAX

Abbruch Schritt Beschicken BA 2

NH4-N Phase 1 MZ141 300,0 mg/l MAX	NH4-N Phase 2 MZ141 340,0 mg/l MAX	NO2-N MZ177 20,0 mg/l MAX
--	--	---------------------------------

BA1 und BA2

Belüftung deaktivieren MZ141 300,0 mg/l MIN	Hystherese MZ141 300,0 mg/l MIN	Hystherese MZ177 5,0 mg/l
---	---------------------------------------	---------------------------------

Deaktivieren Belüftung Generell

NO3-N MZ140 80,0 mg/l MAX	NH4-N MZ141 300,0 mg/l MIN	pH MZ142 5,8 MIN	NO2-N MZ147 460,00 mg/l MAX
---------------------------------	----------------------------------	------------------------	-----------------------------------

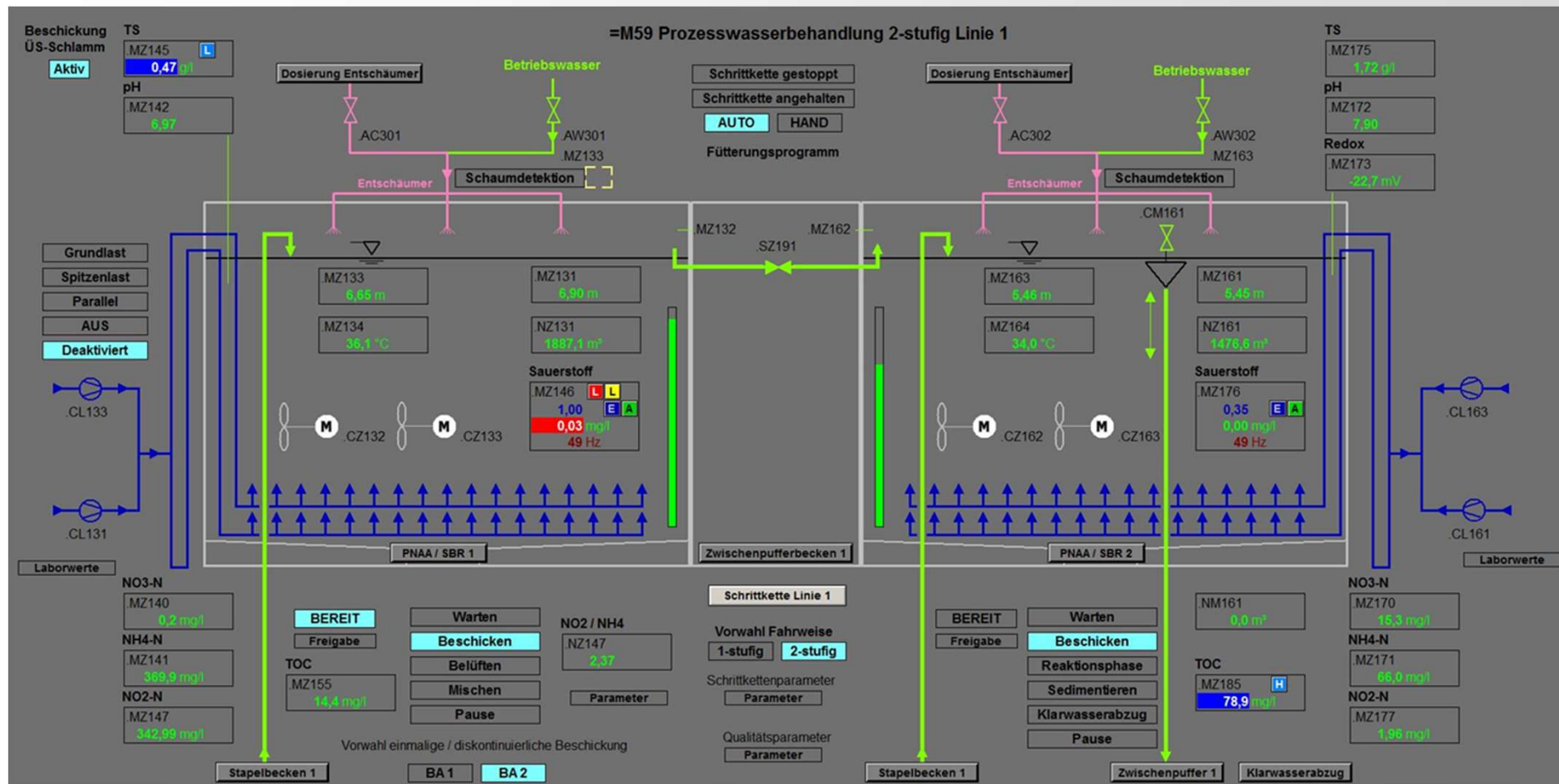
Hystherese MZ140 5,0 mg/l	Hystherese MZ141 10,0 mg/l	Hystherese MZ142 0,2 mg/l	Hystherese MZ147 10,0 mg/l
---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

ÜS-Schlamm Zugabe Grenzwert

TS
MZ145
3,0 mg/l MIN

Schrittfolge HALT

TOC
MZ155
300,0 mg/l MAX



Regelkonzept



Echzeitmessung von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$

pH-Wert, $\text{O}_{2\text{-gelöst}}$, Redox-Spannung,
Trockensubstanzgehalt



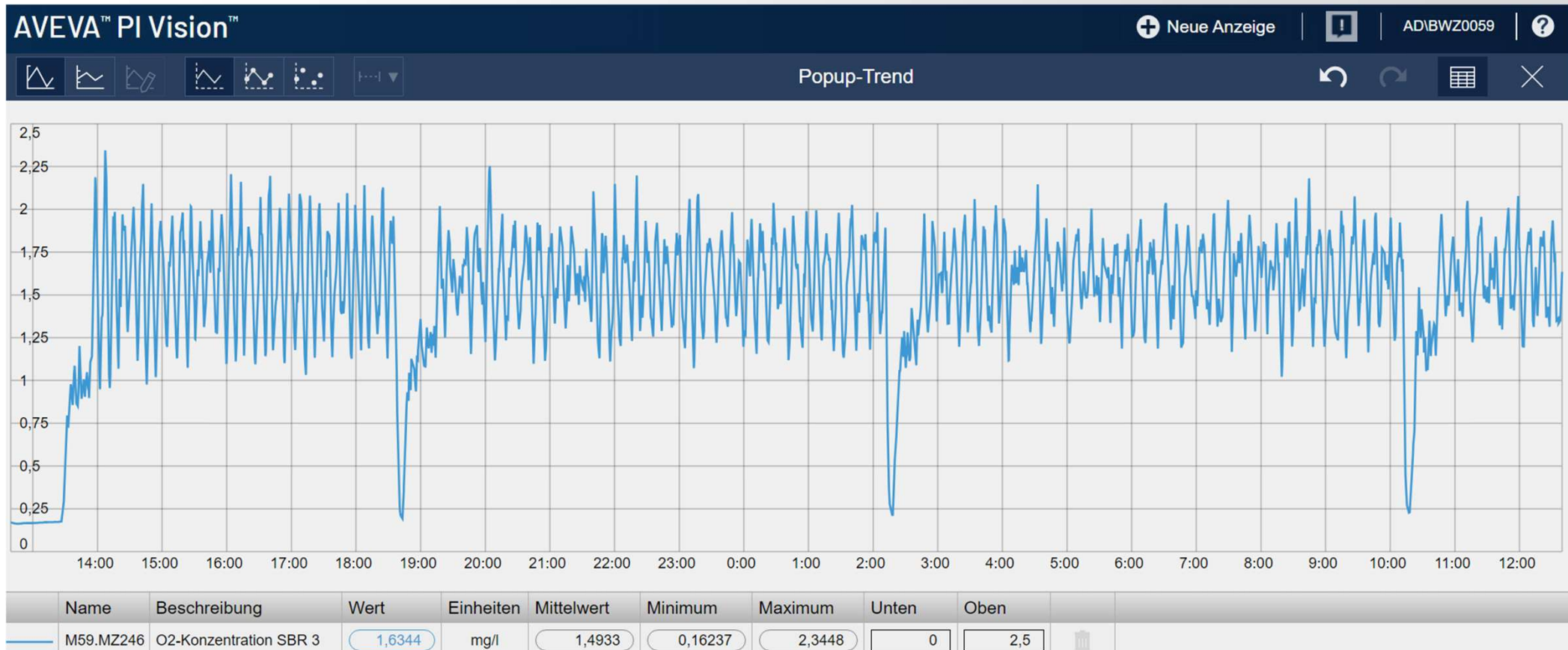
Anreicherung prozesshemmender Stoffe wie
Ammoniak und Nitrit werden durch dynamische
Steuerung vermieden

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG



Beschickung Linie 2 – PWB / Beispiel für drei Beschickungen mit je 575 m³/Zyklus – 1.725 m³/d Länge pro Zyklus: 8h

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG



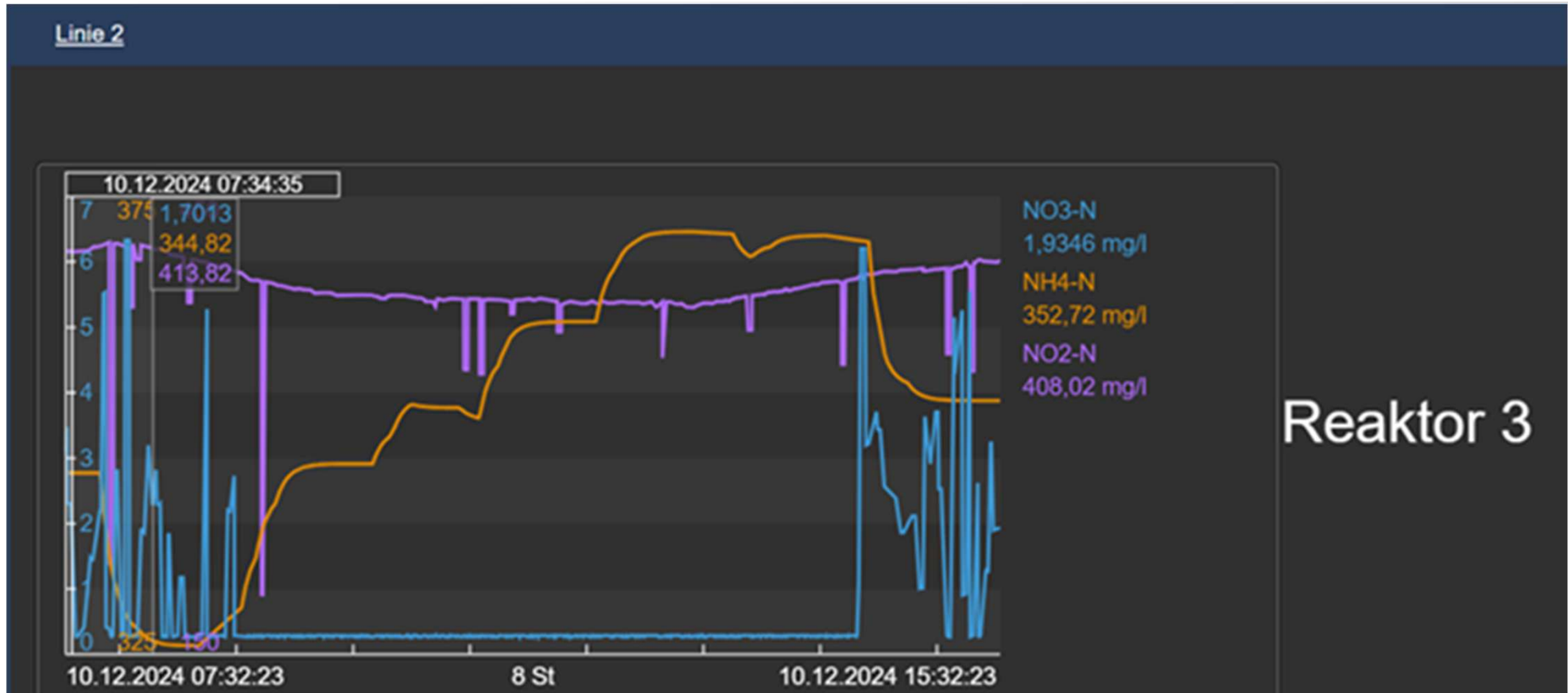
Beispiel Belüftung Nitritation

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG



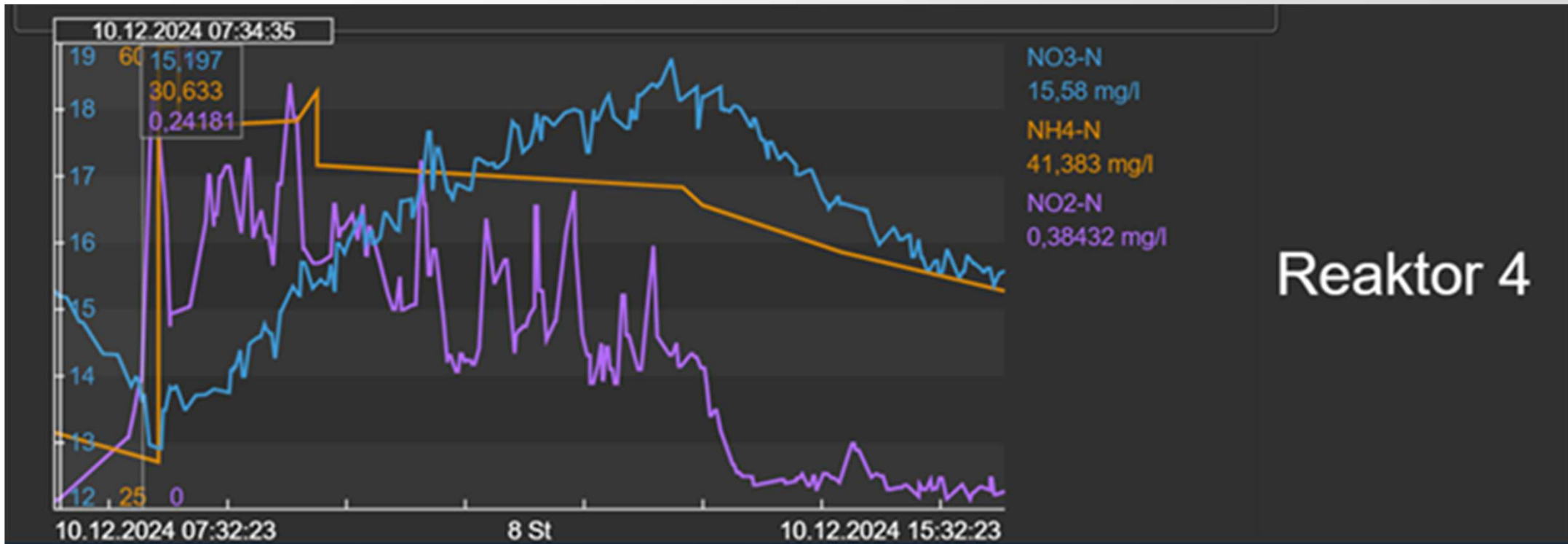
Beispiel Verlauf Konzentration Ammonium-Stickstoff – Anammox-Stufe

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG



Beispiel Verlauf Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff während eines Zyklus - Nitritation

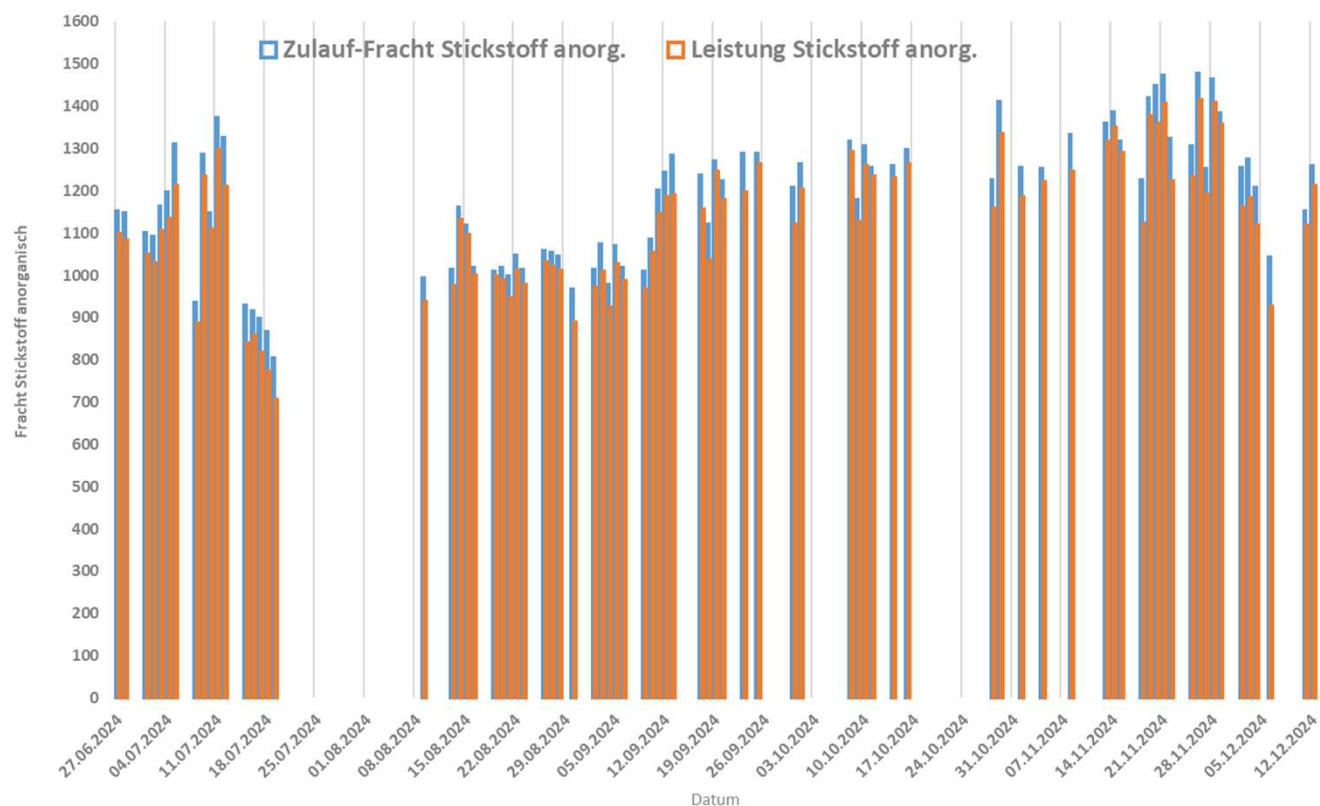
5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG



Beispiel Verlauf Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff während eines Zyklus – Anammox-Stufe

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG

GEGENÜBERSTELLUNG STICKSTOFF-FRACHT_{anorg.} LINIE 2



Leistung Linie 2
27.06. – 18.12.2024

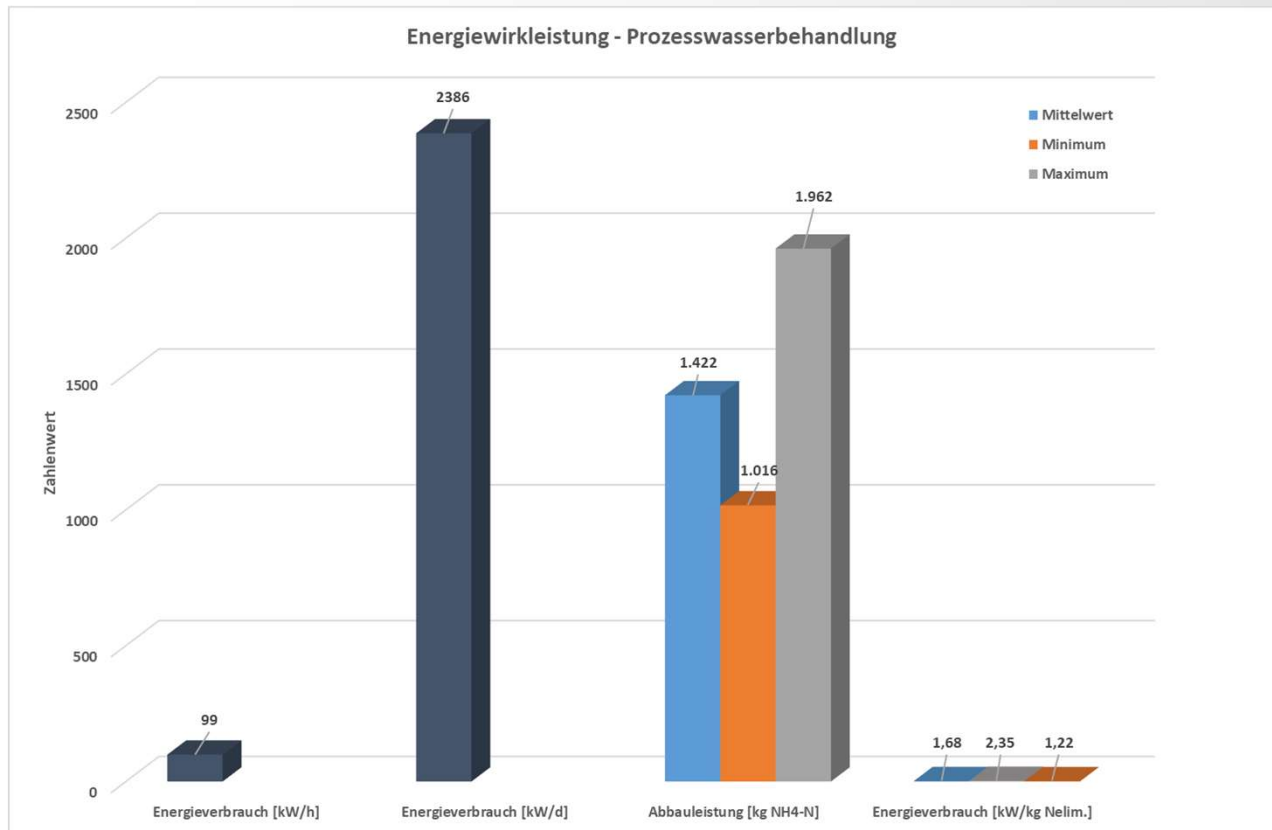
Zulauf:
 $\varnothing$ 1.254 m³/d
 c: $\varnothing$ 937 mg/l NH₄-N
 F: $\varnothing$ 1.175 kg/d

Ablauf:
 c: $\varnothing$ 49 mg/l NH₄-N
 F: $\varnothing$ 61 kg/d

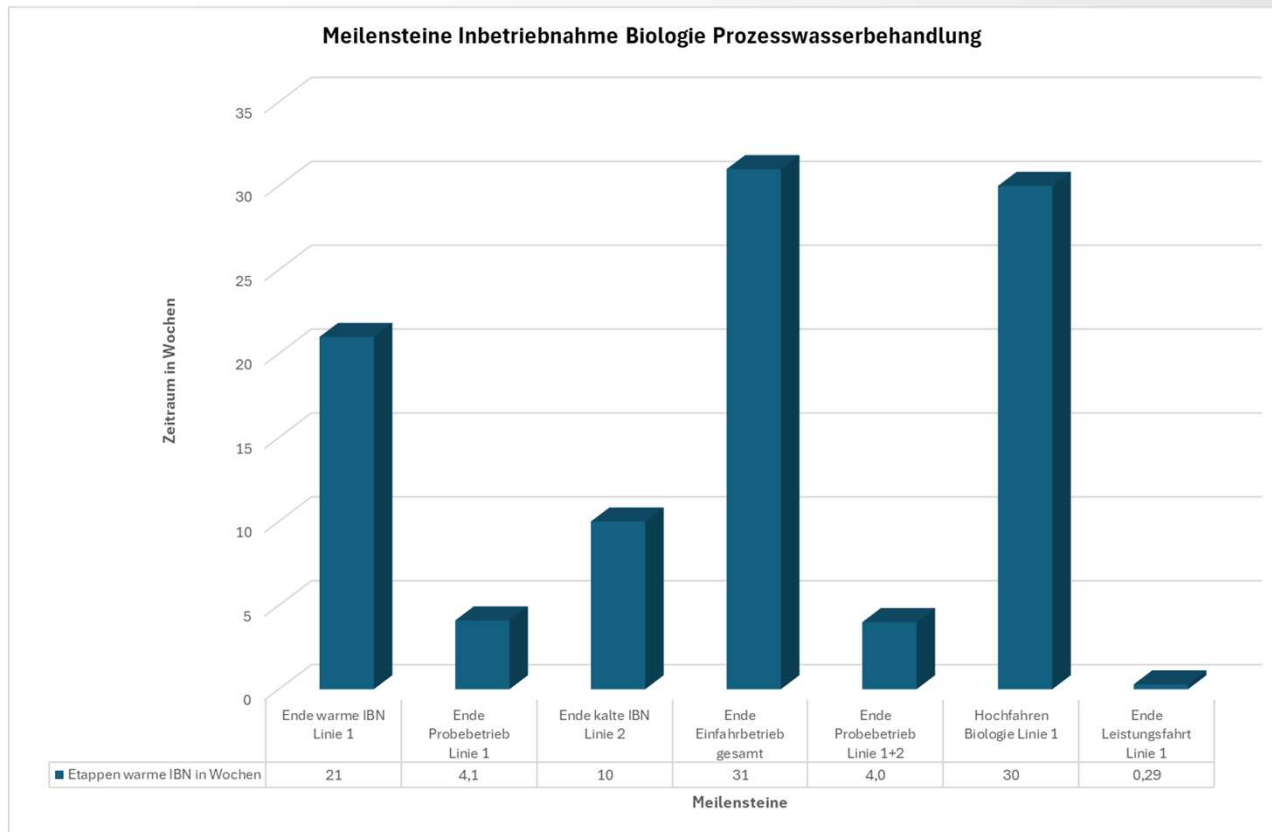
Leistung:
 F: $\varnothing$ 1.114 kg/d
 → 95% der Zulauffracht
 NH₄-N

5 PROZESSWASSERBEHANDLUNG – PROZESSFÜHRUNG

Energieverbrauch Gesamtanlage – Messreihe 01.02. bis 28.02.2025



Zeiträume warme Inbetriebnahme



- Realisierung und erfolgreicher Betrieb eines patent- und lizenzfreien PNAA-Verfahrens im SBR-System
- sehr hohe Prozessstabilität durch ein zweistufiges Betriebsregime
- sehr hohe Eliminierungsrate Ammonium, massive Entlastung der Hauptbiologie
- hohe Energieeffizienz durch Einsparung von Sauerstoff in der Nitritionsstufe
- Einhaltung der zukünftigen verschärften Grenzwerte gemäß EU-Kommunalabwasserrichtlinie



Die durchschnittliche
Aufmerksamkeitsspanne bei
Präsentationen beträgt 10
Minuten – Danke, dass Sie
bis jetzt durchgehalten
haben!