BERICHT

Planungsgrundlagen und Normenprüfung

Kläranlage 110.000 EW mit Kanalnetz: Bemessung, Bilanzen, Raumbuch, Regelwerk

Auftraggeber	[Betreiber, Ort]
Projekt	Kläranlage, Planungsgrundlagen KA-PG-001
Version	0.1 Entwurf
Datum	04.11.2026
Autor	Maximilian Gilg, OT-Cyber.de
Klassifizierung	TLP:CLEAR – Veröffentlichung, fiktive Demonstrationsanlage

Dieses Dokument enthält vertrauliche Informationen über die Sicherheitslage der betrachteten Anlagen. Weitergabe, Vervielfältigung oder Veröffentlichung nur mit Zustimmung des Auftraggebers.

Dokumentinformationen

VERSIONSHISTORIE

Version	Datum	Autor	Änderung
0.1	04.11.2026	M. Gilg	Erstentwurf

VERTEILER

Name	Organisation	Rolle
[Name]	[Auftraggeber]	Geschäftsführung
[Name]	[Auftraggeber]	Technische Leitung, Betriebsleitung

Inhalt

1 Zusammenfassung

2 Bemessungsgrundlagen

3 Bemessung der Verfahrensstufen

4 Stoff- und Medienbilanz

5 Raumbuch und Explosionsschutz

6 Normen und Regelwerk

7 Plausibilitätsprüfung

8 Offene Punkte

1 Zusammenfassung

Dieses Dokument enthält die überschlägige Bemessung der fiktiven Kläranlage, die Stoff- und Medienbilanz, das Raumbuch mit den Bereichen für den Explosionsschutz und das Regelwerk. Es ist Grundlage für Verfahrensfließbild KA-VF-001, R&I-Fließbild KA-RI-001, Lageplan, Komponentenliste und den HTML-Leitstand.

Die Belebung ist nach DWA-A 131 (06/2016) mit CSB-Bilanz bemessen. Nach der Vorklärung ist das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff knapp; die Denitrifikation braucht deshalb VD/VBB 0,5. Daraus folgen ein Bemessungsschlammalter von 13,7 d und 4 × 5.500 m³ bei 3,5 kg/m³.

ERGEBNIS

Alle 16 Prüfwerte liegen im üblichen Bereich. Bemessungswerte aus Regelwerken sind mit Quelle angegeben, Erfahrungswerte als solche gekennzeichnet.

Merkmal	Wert
Einzugsgebiet	90.000 Einwohner, Mischsystem, Gewerbe
Ausbaugröße	110.000 EW, Größenklasse 5 (AbwV Anhang 1: über 6.000 kg/d BSB5 roh)
Trockenwetterzufluss	18.750 m³/d, 781 m³/h im Mittel, Q_T,max 1.205 m³/h
Mischwasserzufluss Q_M	500 l/s = 1.800 m³/h
Belebung	4 × 5.500 m³, VD/VBB 0,5, tTS 13,7 d, TS 3,5 kg/m³
Faulgas	2.699 m³/d, im Mittel 264 kWel

2 Bemessungsgrundlagen

FRACHTEN NACH ATV-DVWK-A 198 (04/2003), TABELLE 1, 85-%-WERTE

Parameter	Rohabwasser g/(E·d)	nach Vorklärung g/(E·d)	Fracht roh kg/d	Konzentration roh mg/l
CSB	120	90	13.200	704
BSB5	60	45	6.600	352
TKN	11	10	1.210	65
P	1,8	1,6	198	11
AFS	70	35	7.700	411

ZUFLÜSSE

Größe	Ansatz	Wert
Häusliches Schmutzwasser	90.000 E × 125 l/(E·d) aus Trinkwasserverbrauch (Ansatz)	11.250 m³/d
Gewerbe	Ansatz	3.000 m³/d
Fremdwasser	Ansatz, rund 25 %	4.500 m³/d
Trockenwetterzufluss Q_T,d	Summe	18.750 m³/d
Q_T,max	Schmutzwasser über 14 h, Fremdwasser über 24 h	1.205 m³/h
Mischwasserzufluss Q_M	Festlegung	1.800 m³/h (500 l/s)

Ansätze für Schmutzwasser, Fremdwasser, Gewerbe und Q_M sind Annahmen der Demonstrationsanlage. Für eine reale Anlage gelten Messdaten, die Nachweise nach DWA-A 102 und der Bescheid.

3 Bemessung der Verfahrensstufen

Belebung nach DWA-A 131 (06/2016): Schlammalter tTS = PF · 3,4 · 1,103^(15 − T) / (1 − VD/VBB) mit PF 1,5 und T 12 °C; Überschussschlamm aus der CSB-Bilanz (inerte, abbaubare und anorganische Anteile) zuzüglich Fällschlamm 6,8 kg TS je kg gefälltem P. Die Rechnung liegt nachvollziehbar im Generator der Unterlagen (bemessung.py).

Stufe	Größe	Wert	Bemerkung
Hebewerk	Förderleistung	3 × 250 l/s, 2 + 1 Reserve	Q_M 500 l/s
Rechen	Spaltweite	6 mm, 2 Straßen	
Sandfang	Durchflusszeit bei Q_M	20 min	2 × 28 × 3,5 × 3 m; Erfahrungswert
Vorklärung	Durchflusszeit bei Q_T,max	0,96 h	2 × 24 × 8 × 3 m
Vorklärung	Flächenbeschickung bei Q_T,max	3,1 m/h	A 131: 2,5 bis 4 m/h
Belebung	CSB-Fracht Zulauf	9.900 kg/d	nach Vorklärung
Belebung	Bemessungsschlammalter	13,7 d	PF 1,5; VD/VBB 0,5
Belebung	Überschussschlamm	5.670 kg TS/d	davon Fällschlamm 784 kg/d
Belebung	Schlammmasse	77.615 kg TS	
Belebung	Volumen, TS-Gehalt	22.000 m³, 3,5 kg/m³	4 × 42 × 22 × 6 m
Belebung	Denitrifikationskapazität x	1,07	mindestens 1,0
Belebung	Sauerstoffbedarf	258 kg O2/h	mit Gutschrift Denitrifikation
Belebung	Luftbedarf Mittel	5.326 Nm³/h	SSOTE 6 %/m, Alpha 0,6; Erfahrungswert
Nachklärung	Fläche	1.608 m²	2 × Ø 32 m, horizontal durchströmt
Nachklärung	Flächenbeschickung bei Q_M	1,12 m/h	ISV 100 l/kg
Nachklärung	Schlammvolumenbeschickung	395 l/(m²·h)	Tiefenzonen h1 bis h4 nachzuweisen
Fällung	zu fällender Phosphor	115 kg/d	β 1,5
Fällung	FeCl3 40 %	1.591 l/d	66 l/h

SCHLAMM, GAS UND ENERGIE

Stufe	Größe	Wert	Bemerkung
Schlamm	Primärschlamm	3.850 kg TS/d	4 % TR
Schlamm	Überschussschlamm-Eindickung	Scheibeneindicker ÜSE-300	auf 5 % TR
Schlamm	Rohschlamm zur Faulung	9.520 kg TS/d, 210 m³/d	
Faulung	Faulzeit	21 d	2 × 2.200 m³; Erfahrungswert
Faulung	Faulgas	2.699 m³/d	25 l/(EW·d); Erfahrungswert
Gas	Speicher	1.500 m³	13 h Produktion
Energie	BHKW elektrisch Mittel	264 kWel	installiert 2 × 250 kWel, je 95 bis 105 Nm³/h bei Volllast
Schlamm	Entwässerter Schlamm	26,1 t/d	25 % TR

4 Stoff- und Medienbilanz

Die Stoffströme sind im Verfahrensfließbild KA-VF-001 mit Nummern dargestellt. Hier die Medien für Betrieb und Kosten.

Medium	Menge	Bemerkung
Strom Bedarf	3.373 MWh/a	31 kWh/(EW·a); DWA-Leistungsnachweis GK 5: Mittelwert 29,6 (Daten 2020)
Strom BHKW	2.314 MWh/a	Eigenversorgung rund 69 %
Wärme	BHKW-Abwärme und Heizkessel	Faulbehälter 37 °C, Gebäude
Faulgas	2.699 m³/d	CH4 rund 62 %; im Mittel ein BHKW in Volllast, das zweite als Reserve und für Spitzen
Fällmittel FeCl3 40 %	581 m³/a	Anlieferung Tankwagen
Polymer	rund 23,8 t WS/a	10 kg WS je t TS Entwässerung, zuzüglich Eindickung; Erfahrungswert
Entwässerter Schlamm	9.521 t/a	ab 2029 thermische Verwertung mit Phosphorrückgewinnung (AbfKlärV)
Brauchwasser	aus Ablauf, gefiltert	Rechen, Spülungen, Eindickung

5 Raumbuch und Explosionsschutz

Ex-Bereiche und Zonen sind im Explosionsschutzdokument nach Gefahrstoffverordnung festzulegen (TRGS 720 bis 722). Anhaltspunkte gibt die Beispielsammlung der DGUV Regel 113-001 (03/2022), Anlage 4, Nr. 4.1 Abwassertechnische Anlagen. Die Tabelle nennt die zu betrachtenden Bereiche, keine Zoneneinteilung.

Bereich	Nutzung	Gefährdung, Anforderungen
Betriebsgebäude	Leitwarte, Labor, E-Raum, Sozialräume	Klima für Leittechnik, USV, Zutritt
Hebewerk, Rechengebäude	Schneckenpumpen, Rechen, Waschpresse	Feuchte, H2S, Lüftung, Gaswarnung; EX-RL Nr. 4.1.2.1
Sandfang	belüftet	EX-RL Nr. 4.1.2.3.2
Gebläsehaus	3 Turboverdichter	Lärm, Wärmeabfuhr
Schlammgebäude	Eindickung, Zentrifuge, Polymer	H2S, Rutschgefahr Polymer, Lüftung
BHKW- und Heizgebäude	BHKW, Heizkessel, Gasstrecken	Gaswarnung, Lüftung, Ex-Betrachtung Gasstrecke, Lärm, 44. BImSchV
Faulbehälter	Gasdom, Umwälzung	EX-RL Nr. 4.1.3.2
Gasspeicher, Fackel	Doppelmembran, PSV mit Sperrflüssigkeit, Notfackel	EX-RL Nr. 4.1.4.3.3 und 4.1.4.4; DWA-M 376; Frostschutz und Füllstand der Sperrflüssigkeit überwachen
Pumpwerke im Kanalnetz	Pumpensumpf, Schaltschrank	EX-RL Nr. 4.1.1; Einstieg nur mit Gaswarngerät und Sicherung, Zutrittsschutz

6 Normen und Regelwerk

Regelwerk	Inhalt	Bezug
AbwV Anhang 1	Anforderungen kommunales Abwasser; NH4-N und Nges ab 12 °C im Ablauf des Reaktors	Überwachungswerte
Richtlinie (EU) 2024/3019	Kommunalabwasserrichtlinie, Umsetzung bis 31.07.2027	künftige Anforderungen
ATV-DVWK-A 198 (04/2003)	Bemessungswerte, Frachten	Kapitel 2
DWA-A 131 (06/2016)	Bemessung einstufiger Belebungsanlagen	Kapitel 3
DWA-A 102-1/-2 (12/2020)	Regenwetterabflüsse, Einleitungen aus Mischsystemen	RÜB, Entlastung
DIN EN 12255 (Reihe)	Kläranlagen, Teile 1 bis 16	Ausrüstung
DIN EN 752 (07/2017)	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden	Kanalnetz

Regelwerk	Inhalt	Bezug
DWA-M 1060 / DVGW W 1060 (09/2024)	IT-Sicherheit, Branchenstandard, mit B3S WA-Sicherheitskompendium	OT-Sicherheit
IEC 62443-3-2:2020, -3-3:2013, -4-2:2019	Risikobewertung, System- und Komponentenanforderungen	Zonen, SL-T, Lieferanten
IEC 60870-5-104, IEC 62351-3, IEC 62351-5 / IEC 60870-5-7	Fernwirkprotokoll, TLS, Secure Authentication	Kanalnetz
GefStoffV, TRGS 720 bis 723	Explosionsschutz	Gasanlage, Faulung, Zulauf
DGUV Regel 113-001 (03/2022)	Explosionsschutz-Regeln mit Beispielsammlung, Nr. 4.1	Ex-Bereiche
DWA-M 376 (02/2022) = DVGW G 443	Freistehende Biogasspeicher	Gasspeicher
DWA-M 377 (03/2023)	Biogas, Membranspeichersysteme über Behältern	zur Abgrenzung
BetrSichV	Prüfungen von Anlagen und Arbeitsmitteln	Gasanlage
44. BImSchV, 4. BImSchV	BHKW zusammengerechnet rund 1,2 bis 1,3 MW FWL: im Anwendungsbereich; Genehmigungsbedürftigkeit prüfen	BHKW
TA Lärm	Schallschutz	Gebläse, BHKW
DIN VDE 0100, DIN VDE 0276-603, -1000	Niederspannungsanlagen, Kabelbelastbarkeit	Elektro
DIN EN 60204-1, DIN EN ISO 13849	Elektrische Ausrüstung, sicherheitsbezogene Steuerungsteile	Maschinen
Maschinenverordnung (EU) 2023/1230	ab 20.01.2027; Anhang III Nr. 1.1.9 und 1.2.1	neue Maschinen, wesentliche Veränderung
BSIG (NIS2), BSI-KritisV, KRITIS-DachG	seit 06.12.2025 bzw. 17.03.2026; KRITIS-Schwelle Kläranlage 500.000 EW	Pflichten Betreiber
AbfKlärV (2017)	P-Rückgewinnung ab 2029; bodenbezogene Verwertung über 100.000 EW ab 2029 unzulässig	Klärschlamm
DIN EN ISO 10628-1/-2, DIN EN 62424	Fließbilder, PLT-Stellen	KA-VF-001, KA-RI-001

Die Liste nennt die wesentlichen Regeln für diese Unterlagen; sie ist nicht abschließend. Ausgaben sind bei Planung einer realen Anlage am Original zu prüfen.

7 Plausibilitätsprüfung

Prüfgröße	Wert	Bereich, Quelle	Ergebnis
Sandfang Durchflusszeit bei Q_M	20 min	mindestens 10 min (Erfahrungswert)	in Ordnung
Vorklärung Durchflusszeit bei Q_T,max	0,96 h	0,5 bis 1,0 h (A 131, A 198)	in Ordnung
Vorklärung Flächenbeschickung bei Q_T,max	3,1 m/h	2,5 bis 4 m/h (A 131)	in Ordnung
Bemessungsschlammalter	13,7 d	A 131 (2016): PF 1,5, 12 °C, VD/VBB 0,5	in Ordnung
Denitrifikationskapazität x	1,07	mindestens 1,0	in Ordnung
TS-Gehalt Belebung	3,5 kg/m³	3,0 bis 3,5 typisch mit Vorklärung (Erfahrungswert)	in Ordnung
Schlammbelastung (Kontrollwert)	0,064 kg BSB5/(kg TS·d)	0,05 bis 0,1 (Erfahrungswert)	in Ordnung
Flächenbeschickung Nachklärung bei Q_M	1,12 m/h	höchstens 1,6 m/h (A 131, horizontal durchströmt)	in Ordnung
Schlammvolumenbeschickung	395 l/(m²·h)	höchstens 500 l/(m²·h) (A 131, horizontal durchströmt)	in Ordnung
Faulzeit	21 d	mindestens 20 d (Erfahrungswert mesophil)	in Ordnung
Faulgasanfall	25 l/(EW·d)	18 bis 25 l/(EW·d) (Erfahrungswert)	in Ordnung
Gasspeicher	13 h der Produktion	6 bis 12 h üblich (Erfahrungswert)	in Ordnung
Fackel zu Gasanfall	150 m³/h zu 112 m³/h	Spitzenanfall abdecken	in Ordnung
Fällmitteltank Reichweite	19 d	mindestens 14 d	in Ordnung
Spezifischer Strombedarf	31 kWh/(EW·a)	DWA-Leistungsnachweis GK 5, Mittelwert 29,6 (Daten 2020)	in Ordnung
Luftbedarf Mittel zu installierter Leistung	5.326 zu 13.500 Nm³/h	Spitze rund 1,5 × Mittel abdecken	in Ordnung

Tabelle: Kennwerte der Bemessung gegen Regelwerk und Erfahrungswerte

HINWEIS

Die Bemessung ist überschlägig und für die Demonstration gedacht. Sie ersetzt keine Bemessung nach DWA-A 131 mit Messdaten, keine Nachklärbemessung mit Lastfällen und keine Nachweise nach DWA-A 102.

8 Offene Punkte

- Zuflussdaten und Frachten aus Messungen statt Ansätzen.
- Bescheidwerte (oft strenger als AbwV) und Folgen der Umsetzung der Kommunalabwasserrichtlinie.
- Explosionsschutzdokument mit Zoneneinteilung.
- Schallgutachten für Gebläse und BHKW; Prüfung 4. und 44. BImSchV.
- Klärschlammverwertung ab 2029 (thermisch, Phosphorrückgewinnung) vertraglich sichern.